UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

VIABILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA DE PROYECTOS AMBIENTALES EN INSTALACIONES DE PEMEX A TRAVÉS DEL MERCADO DE BONOS DE CARBONO EN EL MARCO DEL PROTOCOLO DE KYOTO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

P R E S E N T A:

YOLANDA ZEFERINO ABUNDIS

DIRECTOR DE TESIS: DR. ALBERTO ELIZALDE BALTIERRA

Ciudad Universitaria, México D. F., Octubre de 2006.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México

Por permitirme ser parte de ella.

A la Facultad de Ingeniería

Por proporcionar a través de sus profesores, aulas y laboratorios las bases de la ingeniería.

A Basílisa

La mujer perseverante que siempre ha demostrado una gran fortaleza ante los obstáculos de la vida. A ti mamá, que siempre has estado a mi lado para apoyarme te agradezco tu cariño, tu atención y el ejemplo que me brindas con tu testimonio, el seguir adelante, siempre adelante.

A Rodolfo

El hombre que con la firmeza de sus decisiones me enseñó a respetar reglas y a buscar ser mejor cada día. A él que escuchaba mis tropiezos, mis logros y mis sueños. Te agradezco papá la confianza, la cual fue un aliciente para dar este paso.

A mamá Flora

Aunque ya no escucho tu voz para decirme lo mucho que me quieres, sé que estarías tan contenta como yo, te agradezco haber dejado en mí el recuerdo entusiasta y fuerte de tu persona.

A mís hermanos

Gustavo, Perla, Isabel, Rodolfo y Claudio. Gracias por formar un núcleo familiar en el que siempre encontré apoyo.

A mís amígos

David, Fernanda, Jorge, Gabo, Sebastián, Yazmani y Yam. Por que fueron parte de la Universidad dejando gratos recuerdos. Gracias por su amistad.

Al Dr. Alberto Elízalde Baltierra

Una persona admirable con un gran desarrollo académico, profesional y humano. Le agradezco el tiempo dedicado, su apoyo, su confianza y sus consejos en cada paso emprendido.

Temario

Esta página se dejó en blanco intencionalmente

Introducción general

Capítulo 1. Energía, Medio Ambiente y Gases de Efecto Invernadero

1.1 Impactos ambientales de los sistemas energéticos

1.1.1 Impactos ambientales de las energías no renovables

1.1.1.1 Carbón
1.1.1.2 Petróleo
1.1.1.3 Gas Natural
1.1.1.4 Energía Nuclear

1.1.2 Impactos ambientales de las energías renovables

1.1.2.1 La energía Hidráulica
1.1.2.2 La energía Solar
1.1.2.3 La energía Eólica
1.1.2.4 La energía Geotérmica
1.1.2.5 La biomasa
1.1.2.6 La energía de las olas

1.2 Efecto Invernadero, calentamiento global y cambio climático

1.2.1 Efecto invernadero

1.2.1.1 ¿Qué es el efecto invernadero?
1.2.1.2 Gases de efecto invernadero

1.2.2 Calentamiento global

1.2.3 Cambio climático

1.2.3.1 Orígenes
1.2.3.2 Vulnerabilidad
1.2.3.3 Adaptabilidad

1.3 Estrategias mundiales para la mitigación de GEI

1.3.1 Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC)

1.3.1.1 Estructura del PICC
1.3.1.2 Productos principales del PICC

1.3.2 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)

1.3.2.1 Acciones de la CMNUCC

Capítulo 2. Protocolo de Kyoto, Mecanismos de Desarrollo Limpio y el Mercado Internacional del Carbono

- 2.1 Protocolo de Kyoto
  - 2.1.1 Organismos que integran al PK
  - 2.1.2 Contenido del Protocolo de Kyoto
    - 2.1.2.1 Objetivo
    - 2.1.2.2 Compromisos
    - 2.1.2.3 Comunicados de información
    - 2.1.2.4 Aspectos metodológicos
    - 2.1.2.5 Incumplimientos
  - 2.1.3 Mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kyoto
    - 2.1.3.1 Transferencia de emisiones
    - 2.1.3.2 Implementación Conjunta
    - 2.1.3.3 Mecanismo de Desarrollo Limpio

- 2.2 Mecanismo de Desarrollo Limpio
  - 2.2.1 Características de un proyecto MDL
  - 2.2.2 Participantes en la ejecución de un proyecto MDL
    - 2.2.2.1 Autoridad Nacional Designada
    - 2.2.2.2 Entidad Operativa Designada
    - 2.2.2.3 Junta ejecutiva
    - 2.2.2.4 País anfitrión
    - 2.2.2.5 País incluido en el Anexo 1
  - 2.2.3 Calendario de implantación y Reducciones Certificadas
  - 2.2.4 Ciclo de actividad de un Proyecto MDL
    - 2.2.4.1 Diseño
      - a) Base de referencia
      - b) Adicionalidad
      - c) Periodo de acreditación
      - d) Vigilancia
      - e) Repercusiones ambientales
    - 2.2.4.2 Validación y Registro
    - 2.2.4.3 Monitoreo
    - 2.2.4.4 Verificación y Certificación
    - 2.2.4.5 Expedición de la Certificación de Emisiones
  - 2.2.5 Proyectos de Pequeña Escala
    - 2.2.5.1 Clasificación de proyectos
    - 2.2.5.2 Modalidades y Procedimientos simplificados
    - 2.2.5.3 Metodologías aprobadas

- 2.3 Mecanismos financieros
  - 2.3.1 Financiamiento de Proyectos
    - 2.3.1.1 Modelos de Financiamiento
    - 2.3.1.2 Instituciones financieras y Fondos
  - 2.3.2 Mercado Internacional del Carbono
    - 2.3.2.1 Certificados
    - 2.3.2.2 Tipos de comercialización y transacciones

Capítulo 3. Desarrollo de Proyectos MDL en México

3.1 Entorno de los proyectos MDL en México

3.1.1 Compromisos de México ante la CMNUCC

3.1.1.1 Comunicados Nacionales

a) Primer comunicado nacional
b) Segundo comunicado nacional
c) Hacia el tercer comunicado nacional

3.1.1.2 Inventarios Nacionales

d) Primer inventario nacional
e) Segundo inventario nacional

3.1.2 Instituciones del Gobierno Mexicano involucradas en proyectos MDL

3.1.2.1 COMEGEI
3.1.2.2 Comité Intersecretarial sobre Cambio Climático
3.1.2.3 Comité de Cambio Climático del Sector Energía

3.2 Proyectos MDL en México

3.2.1 Proyectos MDL en México

3.2.2 Oportunidades de proyectos MDL

3.2.2.1 Desechos
3.2.2.2 Transporte
3.2.2.3 Reforestación
3.2.2.4 Oportunidades con biogás

3.3 Oportunidades en el sector energía

3.3.1 Potencial en el sector energía

3.3.1.1 Eficiencia energética
3.3.1.2 Energía renovable

3.3.2 Potencial en PEMEX y CFE

3.3.2.1 Proyectos y potencial de CFE
3.3.2.2 Potencial de PEMEX

Capítulo 4. Descripción de la generación de la energía eléctrica y vapor de PEMEX

4.1 Tecnologías generación eléctrica empleadas en plantas industriales

- 4.1.1 Turbina de vapor
  - 4.1.1.1 Operación y equipo
- 4.1.2 Turbina de gas
  - 4.1.2.1 Operación y equipo
- 4.1.3 Ciclo combinado
  - 4.1.3.1 Operación y equipo
- 4.1.4 Combustión interna
  - 4.1.4.1 Operación y equipo
- 4.1.5 Turbina hidráulica
  - 4.1.5.1 Operación y equipo
- 4.1.6 Lecho fluidizado
  - 4.1.6.1 Operación y equipo
- 4.1.7 Eoloeléctrica
  - 4.1.7.1 Operación y equipo

4.2 Centrales eléctricas en instalaciones industriales en México

- 4.2.1 Capacidad total de generación por sector industrial
- 4.2.2 Industrias diversas
- 4.2.3 Municipal
- 4.2.4 Siderúrgico
- 4.2.5 Servicios
- 4.2.6 Cementero
- 4.2.7 Azucarero
- 4.2.8 Turismo
- 4.2.9 Papelero
- 4.2.10 Químico
- 4.2.11 Alimentos
- 4.2.12 Otros

4.3 Instalaciones de generación eléctrica en PEMEX.

- 4.3.1 Plantas de Autoabastecimiento
- 4.3.2 Plantas de Cogeneración

Capítulo 5. Procedimientos y Lineamientos para ingresar al Mercado Internacional del Carbono

5.1 Esquema general del proceso

5.2 Diseño del PIN y el PDD **(Paso 1)**

5.2.1 Diseño del PIN

5.2.1.1 Características del PIN

5.2.1.2 Obtención de la carta de no objeción por la AND

5.2.1.3 Tiempo requerido y costos estimados

5.2.2 Diseño del PDD

5.2.2.1 Características del PDD

5.2.2.2 Descripción general de las actividades del proyecto

a) Aplicación de la metodología de base de referencia
b) Duración de la actividad de proyecto y periodo de acreditación
c) Aplicación de la metodología del plan de vigilancia
d) Estimaciones de las emisiones de GEI por fuentes
e) Evaluación del impacto ambiental
f) Alegaciones y comentarios de los interesados
g) Formulaciones de los documentos anexos al documento del proyecto

5.2.2.3 Obtención de la carta de aprobación por la AND

5.2.2.4 Tiempo requerido y costos estimados

5.3 Proceso de validación **(Paso 2)**

5.3.1 Evaluación independiente por una EOD1

5.3.2 Informe de validación de la EOD1

5.3.3 Solicitud de registro de la EOD1 ante la JE

5.3.4 Tiempo requerido y costos estimados

5.4 Registro del proyecto **(Paso 3)**

5.4.1 Aceptación oficial por la JE

5.4.2 Tiempo requerido y costos estimados

5.5 Implementación del diseño del proyecto **(Paso 4)**

5.5.1 Implementación del diseño

5.5.2 Inicio de operación

5.5.3 Tiempo requerido y costos estimados

5.6 Monitoreo y reporte **(Paso 5)**

5.6.1 Recopilación y archivo de datos necesarios para estimar la emisión de GEI por parte de los participantes

5.6.2 Tiempo requerido y costos estimados

5.7 Verificación y certificación por una EOD2 **(Paso 6)**
5.7.1 Examen independiente y periódico por una EOD2 de las reducciones de emisiones
5.7.2 Certificación por escrito de la EOD2 confirmando las reducciones de emisiones durante un tiempo determinado
5.7.3 Petición de la expedición de RCE
5.7.4 Tiempo requerido y costos estimados

5.8 Expedición de RCE por la JE **(Paso 7)**
5.8.1 Expedición de RCE resultantes del proyecto
5.8.2 Transferencia de la cantidad de RCE equivalente a los gastos administrativos a la JE del registro del MDL
5.8.3 Transferencia de RCE restantes a las cuentas de las partes
5.8.4 Tiempo requerido y costos estimados

Conclusiones generales

Referencias

Anexos

Anexo I *Project Idea Note (PIN)*

Anexo I *Project Design Document (PDD)*

Anexo III *Natural gas-based package cogeneration*

Índice de Tablas

I.1 Fuentes de energía

I.2 Fuentes de energía no renovable

I.3 Gases de Efecto Invernadero

I.4 Parámetros de los Gases de Efecto Invernadero

II.1 Tipo I: Actividades de Proyectos de energías renovables de Pequeña Escala (<15MWe) - Categorías y Ejemplos de Proyectos

II.2 Tipo II: Actividades de Proyectos de mejora de eficiencia energética (límite:≤15GWh/año) - Categorías y Ejemplos de Proyectos

II.3 Tipo III: Actividades de Proyectos que reduzcan emisiones antropogénicas y emitan 15 $ktCO_2e$/año - Categorías y Ejemplos de Proyectos
II.4 Partes del Documento de un Proyecto MDL de pequeña escala
II.5 Test de adicionalidad
III.1 Datos disponibles del inventario de GEI
III.2 Proyectos MDL registrados por parte de México a septiembre de 2006
III.3 Potencial de CFE de proyectos MDL
IV.1 Número de permisos y capacidad autorizada de cada sector industrial
IV.2 Sectores industriales de menor participación
IV.3 Capacidad de generación bajo la modalidad de Autoabastecimiento en PEMEX
IV.4 Generación eléctrica en PEMEX Petroquímica
IV.5 Generación eléctrica en PEMEX Refinación
IV.6 Generación eléctrica en PEMEX Gas y Petroquímica Básica
IV.7 Generación eléctrica en PEMEX Exploración y Producción
IV.8 Generación eléctrica en PEMEX bajo la modalidad de Cogeneración
V.1 Metodologías relacionadas con proyectos de generación eléctrica
V.2 Cronograma de actividades de un Proyecto MDL
V.3 Costos estimados de las actividades de un Proyecto MDL

Índice de Figuras

I.1 Utilización del carbón en una central térmica convencional
I.2 Utilización de la energía nuclear
I.3 Utilización de la energía hidráulica
I.4 Utilización de la energía solar en una central térmica
I.5 Utilización de la energía solar en una central fotovoltaica
I.6 Utilización de la energía eólica
I.7 Utilización de la energía geotérmica
I.8 Utilización de la biomasa
I.9 Representación del Efecto Invernadero
I.10 Concentración de CO2 en la atmósfera
I.11 Concentración de CH4 en la atmósfera
I.12 Concentración de N2O en la atmósfera
I.13 Variaciones en la temperatura de la superficie de la Tierra durante los últimos 1,000 años

I.14 Calentamiento global a causa del efecto invernadero
I.15 Variaciones en la temperatura de la superficie de la Tierra durante los últimos 140 años
I.16 Estructura del PICC
II.1 Esquema del interés mundial para la creación del PK
II.2 Participación de entidades en un proyecto MDL
III.1 Emisiones de GEI en el mundo
III.2 Emisiones de GEI con referencia al año de 1990
III.3 Emisiones de CO2
III.4 Emisiones de GEI con referencia al año 1996
III.5 Emisiones de CO2 equivalente por sectores
III.6 Proyectos MDL registrados a nivel mundial a abril de 2006
III.7 Áreas de oportunidad identificadas en PEMEX a febrero de 2006 para el período 2005-2008
IV.1 Conversión de energía térmica a energía eléctrica.
IV.2 Circuito de vapor y gas.
IV.3 Turbina de gas
IV.4 Combustión Interna
IV.5 Turbina Hidráulica
IV.6 Clasificación de Turbinas Hidráulicas
IV.7 Aerogenerador
IV.8 Capacidad autorizada de cada sector industrial de México
IV.9 Tecnologías empleadas en el sector industrial
IV.10 Capacidad Autorizada por tipo de tecnología
IV.11 Tipo de tecnología empleada en industrias diversas
IV.12 Tipo de tecnología empleada en el sector municipal
IV.13 Tipo de tecnología empleada en la industria siderúrgica
IV.14 Tipo de tecnología empleada en servicios
IV.15 Tipo de tecnología empleada en la industria azucarera
IV.16 Tipo de tecnología empleada en la industria del turismo
IV.17 Tipo de tecnología empleada en la industria papelera
IV.18 Tipo de tecnología empleada en la industria química
IV.19 Tipo de tecnología empleada en la industria de alimentos
V.1 Pasos y participantes para implementar un proyecto MDL

Abreviaturas y siglas

AND	Autoridad Nacional Designada
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CICC	Comité Intersecretarial sobre Cambio Climático
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
COMEGEI	Comité Mexicano para Proyectos de Reducción y Captura de Emisiones de GEI
CONAE	Comisión Nacional para el Ahorro de Energía
COP	Conferencia de las Partes
CRE	Comisión Reguladora de Energía
EOD	Entidad Operacional Designada
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
GEI	Gases de Efecto Invernadero
INE	Instituto Nacional de Ecología
JE	Junta Ejecutiva
LyFC	Luz y Fuerza del Centro
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
OMM	Organización Meteorológica Mundial
PAESE	Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PIB	Producto Interno Bruto
PICC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
PK	Protocolo de Kyoto
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RCE	Reducciones Certificadas de Emisiones
SEMARNAP	Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
UAA	Montos Asignados Anualmente
URE	Unidades de Reducción de Emisiones

Introducción general

Esta página se dejó en blanco intencionalmente

Introducción general

Hoy en día los problemas ambientales son más graves a consecuencia de la poca atención que el hombre ha prestado; sin embargo, es de suma importancia que se tomen las medidas necesarias para minimizar los daños hacia el ambiente pues a raíz de esto el mundo se enfrenta a un problema de naturaleza global en el que se pronostican impactos mayores a largo plazo y nos referimos al cambio climático, fenómeno que involucra para su mitigación procesos naturales, sociales, económicos y políticos a escala mundial.

El fenómeno del cambio climático es originado por un aumento en la temperatura promedio global de la Tierra a consecuencia de una mayor concentración de gases de efecto invernadero, los cuales a partir de la revolución industrial muestran un creciente aumento en la atmósfera. Los gases de efecto invernadero son originados por: el uso de fertilizantes, fermentación entérica, fugas de gas, minería de carbón, diversos usos industriales, la deforestación y principalmente la quema de combustibles fósiles. La minimización del uso de combustibles fósiles representa un aspecto importante de análisis para evitar las tendencias crecientes de concentraciones de los gases favorecedores del efecto invernadero. La generación de energía eléctrica en un porcentaje muy alto utiliza como fuentes de energía primaria combustibles fósiles por cuestiones técnicas y económicas, representando estos factores obstáculos al uso de las energías renovables que son más respetuosas hacia el medio ambiente. Para poder hacer frente al cambio climático a partir de la disminución de emisiones en centrales generadoras de energía se debe buscar la eficiencia de los procesos, y aprovechar las posibilidades de generación a partir de energías renovables.

La generación de energía eléctrica para servicio público en México es una tarea encomendada a la Comisión Federal de Electricidad, sin embargo existen modalidades que permiten a particulares la generación de energía para uso propio, tal es el caso de Petróleos Mexicanos quién es una institución con grandes necesidades de suministro de energía y con posibilidades de aprovechamiento de vapor en sus procesos. Sin embargo, la implantación de diversos proyectos se enfrenta a problemas de financiamiento, por lo que se pretende obtener ayuda a partir del Protocolo de Kyoto, quién contempla un mecanismo que busca apoyar a proyectos de menor impacto al medio ambiente en países subdesarrollados.

Por lo anterior en el presente trabajo abordamos las dos siguientes preguntas de investigación:

1) ¿Cuáles son los procedimientos y lineamientos generales impuestos por las autoridades correspondientes para ingresar al Mercado de Bonos de Carbono?
2) ¿Cuál es la viabilidad técnico-económica de proyectos ambientales de generación de energía eléctrica en instalaciones de PEMEX a través del Mercado de Bonos de Carbono en el marco del Protocolo de Kyoto?

En el primer capítulo, se mencionan los impactos hacia el medio ambiente de las energías renovables y no renovables, posteriormente se describe el efecto invernadero como consecuencia directa del calentamiento global, además se mencionan los cambios meteorológicos pronosticados que alertan a poblaciones y ecosistemas con mayor vulnerabilidad. En la parte final del capítulo se mencionan a las instituciones involucradas en mitigar los efectos del el cambio climático.

En el segundo capítulo, se describe el acuerdo internacional de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, el cual fue establecido en Kyoto Japón, aprobado en 1997, y finalmente el 16 de febrero de 2005 entra en vigor. En esta convención se menciona el contenido y las características de este acuerdo así como los mecanismos que contempla, de los cuales es de nuestro particular interés el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) por la participación conjunta de países desarrollados y subdesarrollados.

En el tercer capítulo, se muestra la situación de México respecto a su postura y obligaciones ante la Convención Marco sobre Cambio Climático y sobretodo ante el Protocolo de Kyoto. En la segunda sección se presentan las oportunidades de participación en proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio, destacando los potenciales de la Comisión Federal de Electricidad y Petróleos Mexicanos.

En el cuarto capítulo, se analiza la situación del sector industrial de México en relación con la generación de energía eléctrica bajo las modalidades de Autoabastecimiento y Cogeneración con las tecnologías de turbina de vapor, turbina de gas, ciclo combinado, combustión interna, turbina hidráulica y lecho fluidazado. Se detalla enseguida la situación de PEMEX en cuanto a la capacidad de sus plantas de autoabastecimiento y cogeneración.

Para finalizar, en el capítulo cinco se describen paso a paso cada uno de los procedimientos y lineamientos para ingresar proyectos de generación de energía eléctrica al Mercado Internacional del Carbono o Mercado de Bonos de Carbono, término que se emplea para hacer mención a las Reducciones Certificadas de Emisiones o Bonos de Carbono.

Capítulo 1

Energía, Medio Ambiente y Gases de Efecto Invernadero

Esta página se dejó en blanco intencionalmente

1. Energía, Medio Ambiente y Gases de Efecto Invernadero

Introducción.

Los problemas ambientales se han incrementado en los últimos años debido a las grandes necesidades de una población creciente, cuyas actividades principales de los sistemas energéticos no han sido respetuosos con el medio ambiente provocando la degradación del mismo y de los recursos naturales.

En la primera parte del capítulo, mencionamos las diferentes fuentes de energía y sus impactos ambientales al aire, agua y suelo. Las fuentes de energía pueden ser recursos renovables, lo que representa que prácticamente son inagotables ó recursos no renovables que indican que existe una cantidad limitada y que por tanto es posible agotar, estrictamente nunca agotamos un recurso por completo; sin embargo se convierte en económicamente agotado cuando su costo de explotación supera su valor económico.

En un segundo tiempo, estudiamos a detalle una de las consecuencias más severas de la contaminación atmosférica y nos referimos al incremento de las concentraciones de gases que tienen la propiedad de retener calor. Como consecuencia tenemos un incremento de la temperatura promedio global de la Tierra, lo que ocasiona modificaciones en los patrones meteorológicos.

Finalmente en la tercera parte, enunciamos las instituciones y organismos encomendados al estudio y análisis de los efectos que proceden de las acciones humanas relacionadas con la emisión de gases de efecto invernadero, a partir de ello se han podido determinar algunas medidas para enfrentar y mitigar los efectos que hasta el momento no se conocen con precisión y exactitud, pero que podrían representar problemas verdaderamente catastróficos.

1.1 Impactos ambientales de los sistemas energéticos

Un sistema energético general es considerado como un conjunto de tres elementos principales: la fuente, el proceso de transformación y la utilización, durante cada etapa del sistema se producen impactos negativos hacia el medio ambiente. En la primera parte del capítulo mencionaremos los principales impactos ocasionados en la generación de energía eléctrica dependiendo del tipo de fuente utilizada.

Las principales fuentes de energía se clasifican en renovables y no renovables (Tabla I.1).

Tabla I.1Fuentes de energía

RENOVABLES	NO RENOVABLES
Hidráulica	Carbón
Solar	Petróleo
Eólica	Gas Natural
Geotérmica	Nuclear
Biomasa	
Mareomotriz	

Analizaremos el impacto ambiental de cada fuente de energía hacia los tres componentes básicos: aire, agua y suelo.

Aire. Es considerada la capa de la atmósfera donde los organismos desarrollan procesos biológicos. La contaminación atmosférica se presenta por la adición de compuestos que modifican su composición química y se produce por la emisión de gases, vapores y cenizas; como también por la evaporación de contaminantes líquidos y la elevación de partículas sólidas que puedan estar suspendidas en el aire.

Agua. Es un recurso vital de la Tierra, la cual contiene 300 millones de metros cúbicos, el 97% del agua en la Tierra es salada, el 3% restante es de agua dulce; sin embargo el valor real del agua dulce al que se tiene acceso es del 0.4%, este porcentaje es renovado continuamente gracias a la evaporación de los océanos y a la precipitación, es importante recordar que es un recurso renovable que tiene limitaciones. La contaminación del agua se produce por descargas directas sobre mares, lagos y ríos e indirectas por el arrastre de contaminantes del suelo y aire (a través de la precipitación pluvial).

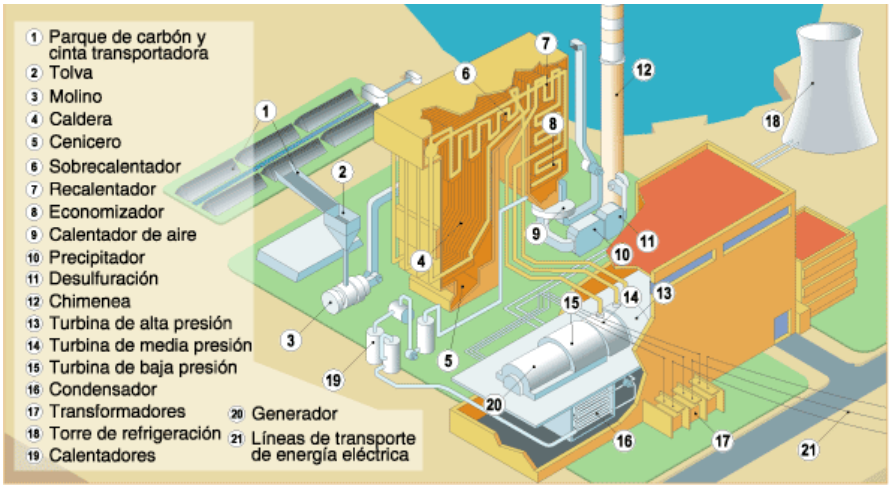
Suelo. Es un recurso que se encuentra en la capa superior de la corteza terrestre, el cual esta compuesto por minerales y partículas orgánicas. La contaminación se realiza al depositar desechos de cualquier tipo, ya sea directamente o a través de la precipitación pluvial, es importante mencionar que una gran parte de la contaminación atmosférica tiene como destino el suelo (Martín, 2005).

1.1.1 *Impactos ambientales de las energías no renovables*

Las energías no renovables utilizan fuentes que provienen de los recursos naturales limitados.

1.1.1.1 ***Carbón***

Es un combustible fósil y sólido que se encuentra en el subsuelo a diferentes profundidades formando vetas que proceden de la carbonización natural de grandes masas vegetales sepultadas hace millones de años. Una central térmica convencional es una instalación que emplea como combustible carbón (Figura I.1).



Fuente: www.unesa.es

Figura I.1 Utilización del carbón en una central térmica convencional

◈ *Contaminación del aire*

- Durante la extracción del carbón se libera gas metano que al mezclarse con el aire en una proporción superior al 6% resulta ser muy peligrosa.
- La combustión del carbón emite gases como CO_2 y SO_2 éste último se produce debido a la presencia del azufre como impureza en el carbón.
- La emisión de cenizas y polvo representan partículas sólidas muy pequeñas que quedan suspendidas en el aire.

◈ *Contaminación del agua*

- La minería subterránea puede provocar hundimientos del suelo sobre las minas y filtraciones de ácidos a los mantos acuíferos.
- Debido a las impurezas que acompañan al carbón es sometido a un tratamiento que consiste en el lavar el carbón si se considera que el porcentaje de azufre no es aceptable, de esta manera se forma ácido sulfúrico lo cual perjudica la calidad del agua.

◈ *Contaminación del suelo*

- En el caso de minas a cielo abierto el sistema de producción que se utiliza crea huecos que modifican a los ecosistemas aledaños.
- Las explotaciones mineras desestabilizan las tierras de superficie provocando la erosión por las aguas.
- Las cenizas provenientes de la combustión requieren de espacios grandes para su manejo y confinamiento.

1.1.1.2 ***Petróleo***

El petróleo es un aceite natural compuesto principalmente de carbono e hidrógeno y se encuentra almacenado en yacimientos formados hace aproximadamente 10 y 300 millones de años, los cuales fueron producidos por restos de organismos vegetales y acuáticos depositados en las profundidades de la corteza terrestre en forma de sedimentos.

◈ *Contaminación del aire*

- El petróleo crudo es sometido a una destilación por etapas, que consiste en calentarlo en orden creciente a distintas temperaturas, con lo cual se consigue que se desprendan vapores de los productos más volátiles.
- Los procesos que conllevan a la obtención de los derivados del petróleo desprenden energía calorífica, CO_2, vapor de agua y otros gases en menor cantidad.
- La combustión del petróleo producen gases como dióxido de azufre, dióxido de carbono, dióxido de nitrógeno entre otros en menor cantidad.

◈ *Contaminación del agua*

- Durante la extracción del petróleo se vierte accidentalmente este material en el espacio que lo rodea, esto resulta más grave cuando se trata de extracciones a mar abierto.
- El transporte del petróleo representa un porcentaje alto de derrames accidentales (PEMEX, 2006).

◈ *Contaminación del suelo*

- Durante el transporte de esta fuente existen derrames directos sobre el suelo lo cual provoca modificaciones de las propiedades del suelo (PEMEX, 2006).

1.1.1.3 ***Gas natural***

Es un hidrocarburo gaseoso que se obtiene como subproducto del gas asociado. El principal componente del gas natural es el metano y en menor proporción los gases etano, propano y butano.

◈ *Contaminación del aire*

- La combustión del gas natural emite gases hacia el aire ocasionando el deterioro de la capa de ozono y el aumento de la concentración de gases que modifican la temperatura de la Tierra; sin embargo es importante destacar que el gas natural es de los combustibles fósiles el que menor impacto provoca al medio ambiente.

◈ *Contaminación del agua*

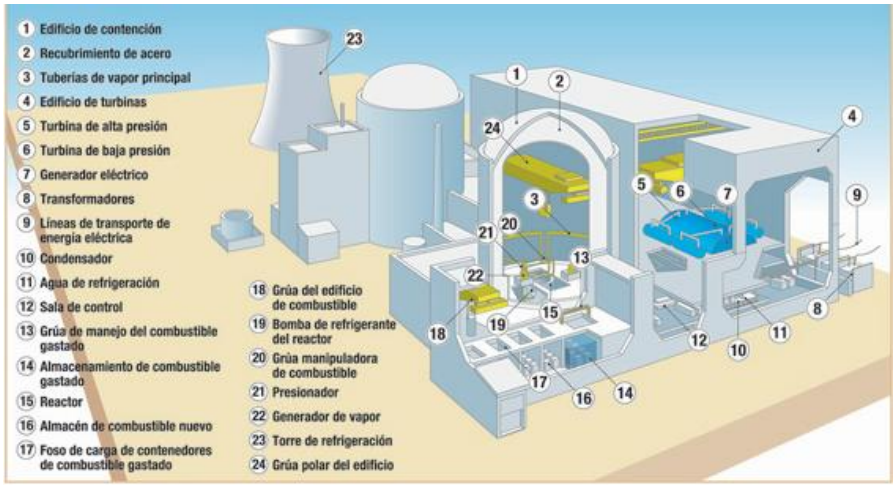
- En el proceso de transformación, las centrales termoeléctricas utilizan agua para su proceso.

◈ *Contaminación del suelo*

- En este medio no se presentan directamente impactos ambientales pero, cabe señalar que al contaminar al aire y debido a precipitación pluvial el suelo es contaminado.

1.1.1.4 *Energía Nuclear*

La energía nuclear es aquella que se libera de una reacción nuclear, se puede obtener por el proceso de fisión nuclear el cual consiste en dividir los núcleos atómicos pesados, o bien fusión nuclear en donde se pretende la unión de núcleos atómicos muy livianos. Una planta nuclear es un ejemplo de la utilización de este tipo de energía (Figura I.2).



Fuente: www.unesa.es

Figura I.2 Utilización de la energía nuclear

◈ *Contaminación del aire*

- Esta fuente de energía no emite gases nocivos al ambiente pero el riesgo de una explosión puede tener impactos catastróficos.

◈ *Contaminación del agua*

- La descarga de afluentes a temperaturas mayores representa contaminación térmica.
- Los productos radiactivos al dispersarse por la atmósfera afectan a los mantos acuíferos.

◈ *Contaminación del suelo*

- Este tipo de energía produce residuos radioactivos y su confinamiento representa un gran problema, los daños que pueden llegar ha ocasionar serían irreversibles en el suelo, aire y agua; sin embargo hoy en día las centrales nucleares poseen sistemas de seguridad de un nivel de exigencia muy alto, por lo que la probabilidad de accidentes es mínima.

Las energías no renovables presentan emisiones y otros tipos de problemas ambientales, la Tabla I.2 muestra una comparación de consumos, residuos y requerimientos de centrales eléctricas al emplear una fuente de energía no renovable. Se considera una central con una potencia de 1000 MW con un factor de operación del 75% y una producción de 6,600 GWh/año.

Tabla I.2 Fuentes de energía no renovable

	Carbón	**Petróleo**	**Gas natural**	**Energía nuclear**
Consumo diario medio	6,300 t.	4,400 t.	4.4 Mm^3	75 kg.
Consumo anual	2.52 Mt.	1.52 Mt.	1,700 Mm^3	27.2 t.
Oxígeno consumido cada año	6.5 Mt.	4.8 Mt.	4.6 Mt.	–
Combustible transportado cada año	23,000 vagones de 100 t.	Oleoducto de 500,000 t.	Gaseoducto de 125,000 m^3	3 ó 4 camiones
Superficie de suelo	300	250	200	200
Emisión anual de CO_2	7.8 Mt.	4.7 Mt.	3.2 Mt.	–
Emisión anual de SO_2	39,800 t.	91,000 t.	2,540 t.	–
Emisión anual de NO_2	9,450 t.	6,400 t.	21,000 t.	–
Cenizas enviadas a la atmósfera cada año: Con filtros	6,000 t.	1,650 t.	–	–
Cenizas enviadas a la atmósfera cada año: Sin filtros	383,000 t.	4,700 t.	340 t.	–
Residuos sólidos generados cada año	69,000 t. de cenizas de horno y 377,000 t. cenizas volantes.	Menos de 8 m^3 de cenizas de horno	–	Alta actividad: 3.75 m^3 vitrificado. Media y baja actividad: 500m^3

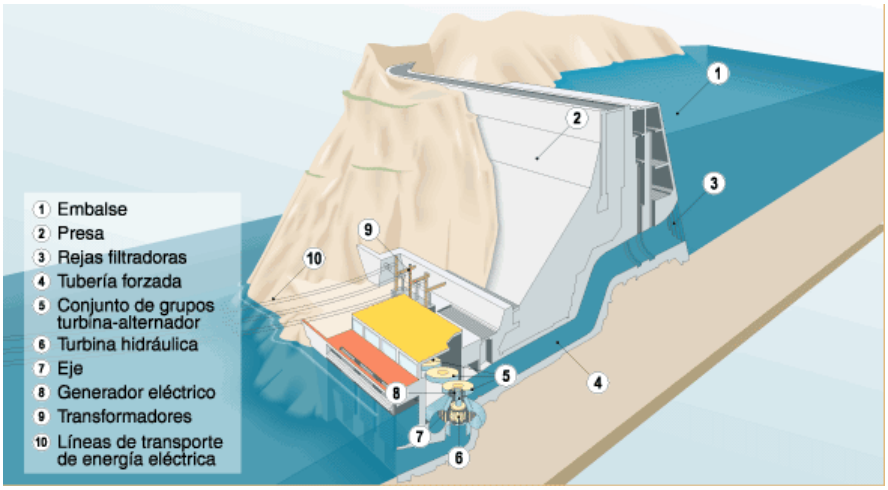
Fuente: www.foronuclear.org

1.1.2 *Impactos ambientales de las energías renovables*

Se consideran energías renovables aquellas que utilizan fuentes que pueden explotarse ilimitadamente debido a que su cantidad no disminuye a medida que se aprovecha.

1.1.2.1 ***Energía Hidráulica***

Es la energía que es aprovechada de las corrientes de agua de ríos y que puede ser almacenada en grandes embalses artificiales. Se le considera como una forma indirecta de la energía proveniente del sol al ser el causante de propiciar el ciclo del agua. Una hidroeléctrica aprovecha la energía potencial del agua (Figura I.3).



Fuente: www.unesa.es

Figura I.3 Utilización de la energía hidráulica

◈ *Contaminación del aire*

- No es muy relevante en la energía hidráulica, sin embargo la descomposición de la masa forestal de la zona inundada produce gases como metano, sulfhídrico entre otros.

◈ *Contaminación del agua*

- La construcción de las presas y embalses constituyen la interrupción de la emigración de los peces, y con la acidificación del agua la desaparición de estos.
- Produce sedimentación de los nutrientes de los ríos hacia el mar.

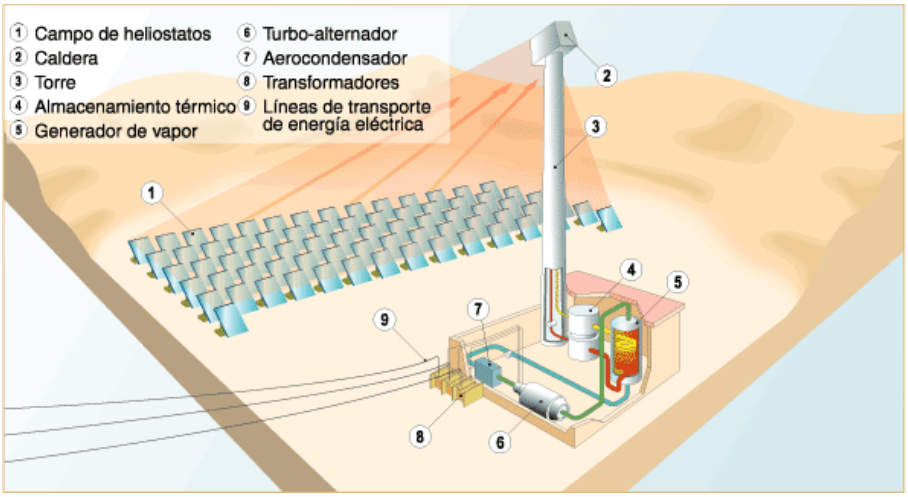
◈ *Contaminación de suelo*

- Las grandes construcciones tienen un mayor e irreversible impacto al suelo, la inundación altera los ecosistemas circundantes.
- El peso del agua contenida en las presas puede afectar las características telúricas del suelo.

1.1.2.2 ***Energía Solar***

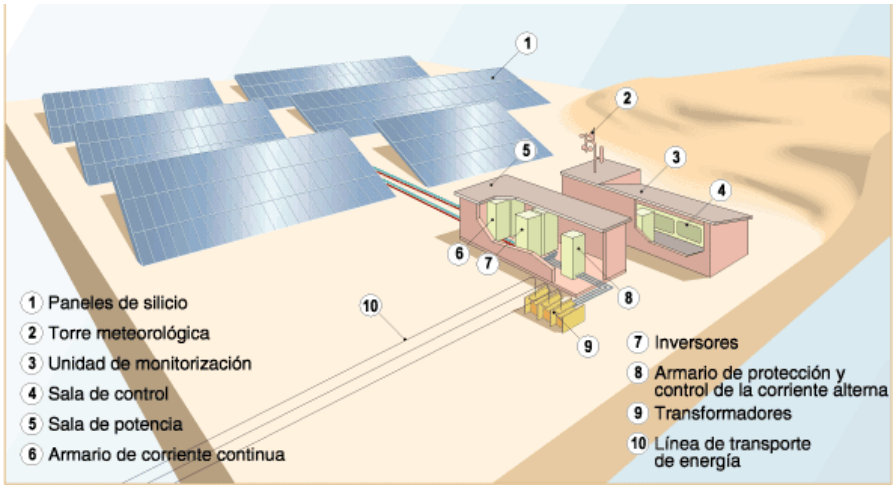
Es el recurso más abundante en el planeta, es limpia e inagotable. Existen tres modalidades para su aprovechamiento:

1. La arquitectura de las construcciones con la cual se aprovecha al máximo la luz natural y valiéndose de la estructura y de los materiales de edificación se logra capturar, almacenar y distribuir el calor y la luz.
2. Los sistemas solares que requieren de transportar el calor hasta un punto de captación, hasta el lugar donde se precisa –fototérmica- (Figura I.4).
3. Celdas fotovoltaicas que aprovechan la inestabilidad electrónica de elementos como el silicio y con ello generan una corriente eléctrica (Figura I.5).



Fuente: www.unesa.es

Figura I.4 Utilización de la energía solar en una central solar térmica



Fuente: www.unesa.es

Figura I.5 Utilización de la energía solar en una central fotovoltaica

◈ *Contaminación del aire*

- No produce efectos negativos durante la generación, sin embargo en la producción de las celdas conlleva a la emisión de gases contaminantes.

◈ *Contaminación del agua*

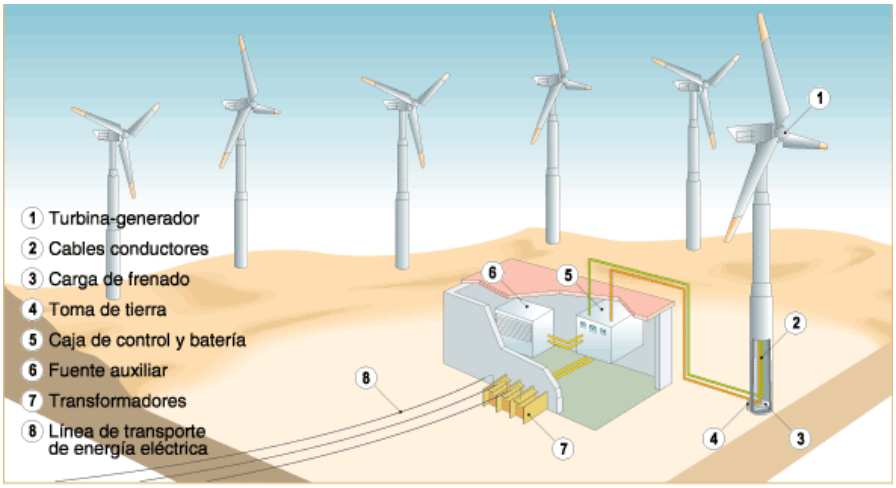
- No se presenta ningún impacto de forma directa o considerable.

◈ *Contaminación de suelo*

- Los lugares en los que se colocan pueden afectar a la flora y la fauna, sin embargo tomando ciertas medidas pueden ser irrelevantes.

1.1.2.3 ***Energía Eólica***

Es aprovechada a través de la energía cinética del viento, es considerada al igual que la energía hidráulica como una forma indirecta de la energía solar dado que el sol, al calentar las masas de aire produce un incremento de la presión atmosférica y con ello el desplazamiento a zonas de menor presión. Una Eoloeléctrica es un ejemplo de aprovechamiento de este tipo de energía (Figura I.6).



Fuente: www.unesa.es

Figura I.6 Utilización de la energía eólica

◈ *Contaminación de aire*

- No representa ningún impacto.

◈ *Contaminación de agua*

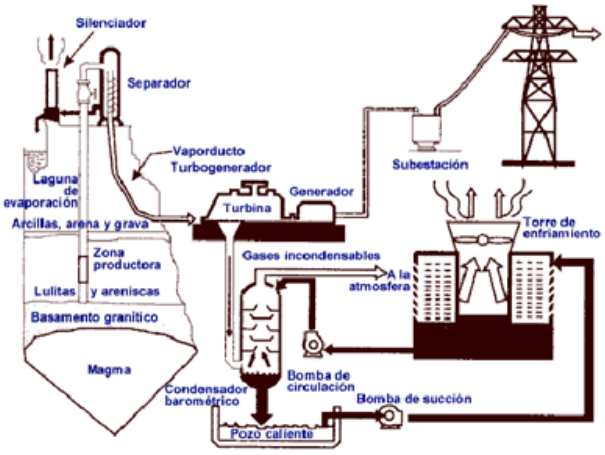
- No genera contaminantes a este medio.

◈ *Contaminación de suelo*

- La implantación a gran escala produce alteraciones sobre el paisaje.

1.1.2.4 *Energía Geotérmica*

Este tipo de energía consiste en el aprovechamiento del vapor natural de la tierra. Una central Geotermoeléctrica extrae del subsuelo la mezcla de agua-vapor, separa la humedad y transforma la energía cinética en mecánica (Figura I.7).



Fuente: www.conae.gob.mx

Figura I.7 Utilización de la energía geotérmica

◈ *Contaminación de aire*

- La mayor parte de los gases no condensados de un campo térmico[1] están formados por CO_2 y pueden escapar al aire o a corrientes de agua locales.

[1] Área térmica en la que la presencia de formaciones de roca permeable debajo de la Tierra permite el alojamiento de agua y/o vapor asociado a ciertos gases.

- Las instalaciones presentan una gama de residuos en suspensión como: sales disueltas, mercurio, arsénico entre otros.

◈ *Contaminación de agua*

- La fase agua de los campos húmedos contienen en su mayoría de veces ingredientes tóxicos, los cuales son descargados a las corrientes de agua.

◈ *Contaminación de suelo*

- Las grandes instalaciones pueden causar movimientos de tierras como consecuencia de los cambios bruscos de temperatura que se producen.
- Las grandes cantidades de calor de desecho que escapan dan origen a inmensos volúmenes de vapor de agua, provocando riesgo de precipitación de hielo (Armstead, 1993).

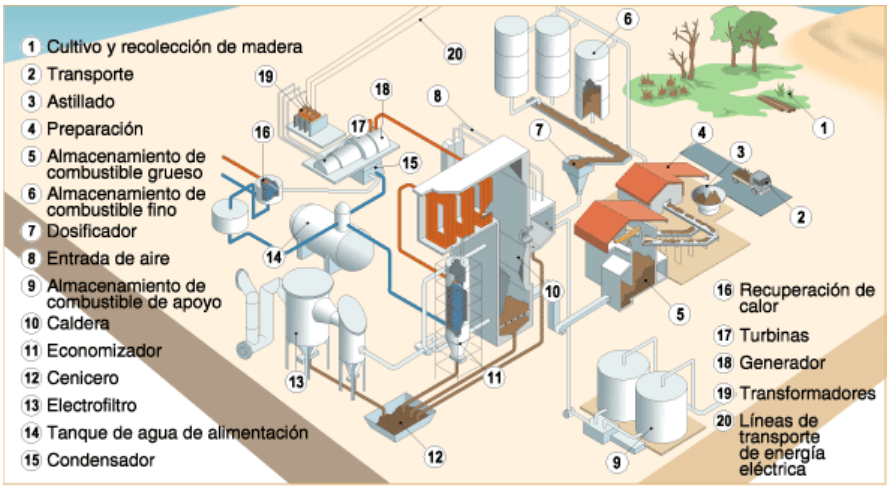
1.1.2.5 ***Biomasa***

Constituye la opción más compleja de energía renovable, consiste en la transformación de materia orgánica (desperdicios, aguas negras, restos de cosechas, residuos agrícolas, industriales, ganaderos, etc.) en energía calorífica o eléctrica (Figura I.8).

Los métodos principales para convertir la biomasa en energía son: combustión directa[2], digestión anaeróbica[3], fermentación alcohólica[4], pirólisis[5] y gasificación[6] (Armstead, 1993).

---

[2] Se entiende por combustión directa a la oxidación completa de la materia para dar dióxido de carbono, vapor de agua, cenizas y calor principalmente.
[3] Es una fermentación microbiana en rigurosas condicione de ausencia de oxígeno y da lugar a una mezcla de productos gaseosos.
[4] Se refiere a la obtención de alcohol a partir de productos que contengan azúcares fermentables o hidratos de carbono transformables es un proceso de conversión de glucosa a etanol.
[5] Consiste en la descomposición de la materia orgánica por la acción de calor y ausencia de oxígeno.
[6] Se basa en recoger en aquellos procesos que llevan implícita una combustión en condiciones de efecto de oxígeno (Armstead, 1993).



Fuente: www.unesa.es

Figura I.8 Utilización de la biomasa

◈ *Contaminación de aire*

- El método de combustión directa presenta mayores problemas entre los que destaca la combustión de residuos orgánicos que emiten elementos muy tóxicos.

◈ *Contaminación de agua*

- No se presenta algún impacto de forma directa o considerable.

◈ *Contaminación de suelo*

- La biomasa que se cultiva representa una serie de aspectos a cuestionar debido a los fertilizantes que requiere para este proceso, además el cultivo de biomasa representa la competencia de cultivos alimenticios.

1.1.2.6 *Energía Mareomotriz*

Es la energía proporcionada por las mareas ya que a través del movimiento de ascenso y descenso de las aguas del mar se aprovecha la energía liberada.

- *Contaminación de aire*

  - No produce efectos negativos al aire.

- *Contaminación de agua*

  - La emigración de peces representa un efecto negativo sobre la fauna acuática.

- *Contaminación de suelo*

  - Se pueden inundar zonas que albergan recursos naturales de importancia
  - Se produce un impacto visual y estructural sobre el paisaje costero así como un efecto negativo sobre la flora y fauna.

1.2 Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático

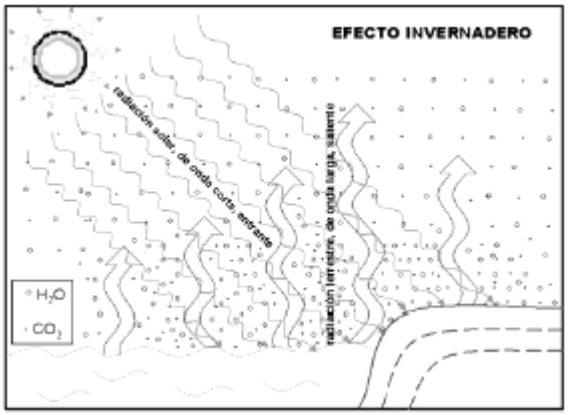
1.2.1 *Efecto invernadero*

1.2.1.1 *¿Qué es el efecto invernadero?*

El efecto invernadero es un fenómeno que se presenta en la tierra ocasionado por ciertos gases que se encuentran en la atmósfera. Se le otorgó el nombre de "efecto invernadero" debido al a similitud que tiene con las instalaciones construidas para el cultivo de plantas, las cuales requieren de un ambiente más cálido para su crecimiento. Esto se logra permitiendo la entrada de la radiación solar y bloqueando la salida de ella misma para no ser reemitida a la atmósfera.

El efecto invernadero ha estado presente en la tierra desde hace millones de años lo cual ha provocado que la Tierra posea una temperatura real en su superficie de 15 °C (promedio anual y global) y no una temperatura efectiva[7] de -18 °C, la diferencia que observamos es provocada por éstos gases que han originado tal fenómeno.

En el fenómeno del efecto invernadero la atmósfera tiene el papel de un filtro que solo dejar pasar algunos de los rayos solares (luz visible) que son absorbidos por la superficie de la Tierra provocando un aumento de temperatura ocasionando que ésta a su vez emita radiación terrestre (radiación infrarroja), la cual es detenida por la atmósfera y las nubes (Figura I.9).



Fuente: Martínez (2004a).

Figura I.9 Representación del efecto invernadero

Como ya hemos mencionado el efecto invernadero se produce por ciertos gases que tienen la característica de ser termoactivos[8], son los más complejos y minoritarios representan el 1% de la composición atmosférica, y son los responsables en gran parte de la temperatura del planeta y por consiguiente, de crear condiciones aptas para la vida.

Otro componente causante del efecto invernadero es el vapor de agua, sin embargo éste elemento puede aumentar o disminuir la temperatura de la superficie terrestre dependiendo del estado físico en el cual se encuentre, pero en los últimos años no sea manifestado un cambio representativo debido al vapor de agua, y el hombre difícilmente podría cuantificar y controlar.

[7] La temperatura efectiva es el resultado neto entre la radiación solar absorbida por la Tierra y la emitida por ella misma (Martínez, 2004a).
[8] Los gases termoactivos tienen la capacidad de absorber radiación infrarroja. (Martínez, 2004b).

El efecto invernadero siempre ha existido y es consecuencia de la composición natural de la atmósfera y gracias a ella tenemos una temperatura relativamente alta que ha permitido el surgimiento de la vida. Sin embargo esta situación ha sido alterada por actividades antropogénicas y éstas comprenden prácticamente toda la actividad humana.

1.2.1.2 *Gases de Efecto Invernadero*

Los principales gases de efecto invernadero de origen antropogénico se enuncian en la Tabla I.3.

Tabla I.3 Gases de Efecto Invernadero

GASES DE EFECTO INVERNADERO	
Bióxido de carbono	CO_2
Metano	CH_4
Óxido nitroso	N_2O
Hidrofluorocarbonos	HFC
Perfluorocarbonos	PFC
Hexafluoruro de azufre	SF_6

Fuente: Martínez (2004b).

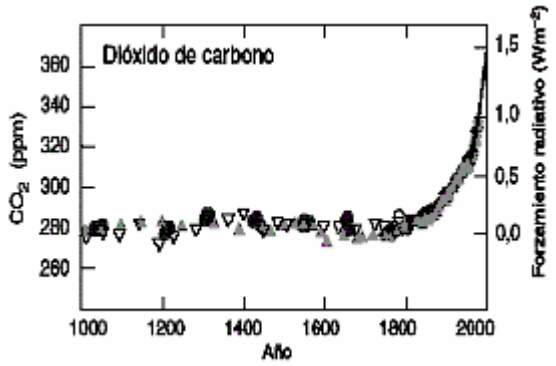
Ahora mencionaremos una breve descripción de los gases de efecto invernadero, sus fuentes y su papel en la atmósfera, cabe mencionar que éstos gases pueden propiciar el efecto invernadero de manera directa e indirecta, esta última forma propicia que el efecto se debe al influir en la formación o destrucción del ozono (teniendo un efecto absorbente de la radiación terrestre), como lo son: el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), y compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano.

a) Bióxido de carbono

El bióxido de carbono se encuentra en la naturaleza y existe un equilibrio dado que billones de toneladas de CO_2 son emitidas por medio de procesos naturales y son absorbidas por sumideros. El tiempo de vida del CO_2 en la atmósfera es de 5 a 200 años, cuenta con un forzamiento radiativo[9] de 1.46 [W/m2].

[9] Por forzamiento radiativo se entiende como el cambio en el balance entre la radiación solar que entra y la radiación infrarroja que sale de la tierra, se expresa en watts por metro cuadrado [W/m^2] (Martínez, 2004b)

La concentración de bióxido de carbono en la atmósfera se ha incrementado notablemente y esto ha ocurrido principalmente por las actividades humanas, y particularmente por relacionadas con la combustión de combustible fósiles, deforestación y otros procesos (Figura I.10).

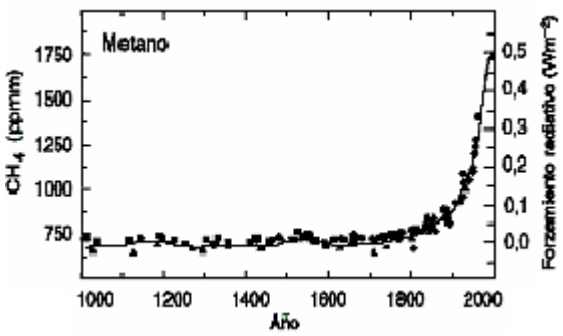


Fuente: PICC (2001).

Figura I.10 Concentración de CO_2 en la atmósfera

b) *Metano*

El metano es producido primordialmente por la descomposición anaerobia de la materia orgánica, también es emitido durante los procesos agrícolas, la fermentación entérica en los animales y la descomposición de los desechos de estos, de igual forma la descomposición de los desechos municipales, también se emite durante la producción y distribución del gas natural y del petróleo, durante la extracción del carbón y en la combustión incompleta de los energéticos fósiles. El CH_4 tiene un tiempo de vida de 12 años y es eliminado por reacciones químicas, cuenta con un forzamiento radiativo de 0.48 [W/m2]. Observamos el incremento de la concentración del metano en la Figura I.11.

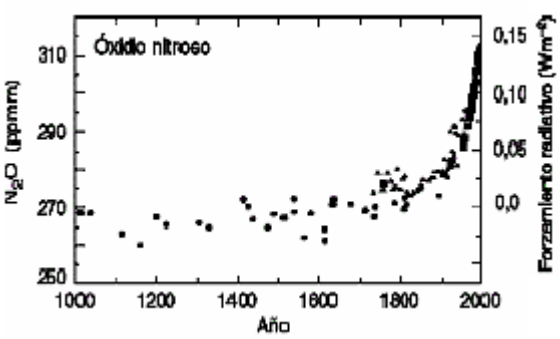


Fuente: PICC (2001).

Figura I.11 Concentración de CH_4 en la atmósfera

c) Óxido Nitroso

Las principales fuentes de emisión de óxido nitroso son: suelos agrícolas (al utilizar fertilizantes sintéticos y abonos), la combustión de energéticos fósiles, durante la producción de ácidos, en el tratamiento de aguas residuales y finalmente en la combustión de desechos. El tiempo de vida del N_2O en la atmósfera es de 114 años, cuenta con un forzamiento radiativo de 0.15 [W/m^2]. Como consecuencia tenemos un incremento de concentraciones en la atmósfera (Figura I.12).



Fuente: PICC (2001).

Figura I.12 Concentración de N_2O en la atmósfera

d) Halocarbonos y compuestos relacionados

Los halocarbonos son compuestos de carbono que contienen flúor, cloro, bromo o yodo, los cuales agotan el ozono de la estratosfera. Los hidrofluorocarbonos son utilizados para reemplazar las sustancias agotadoras de la capa de ozono y los perfluorocarbonos se utilizan como productos intermedios en la fundición de aluminio y de la fabricación de semiconductores. El tiempo de residencia en la atmósfera es extremadamente largo y absorben una gran cantidad de radiación infrarroja.

e) Hexafluoruro de azufre

Es un gas de efecto invernadero 22,200 veces más eficaz que el CO_2 por unidad de masa, es muy utilizado como aislante en interruptores y equipos eléctricos, es generado también por procesos de fabricación de algunos semiconductores y manufacturación de magnesio. Las concentraciones en la atmósfera son muy bajas.

Los GEI de mayor participación en el efecto invernadero son los siguientes: CO_2, CFCs, CH_4 y N_2O. El SF_6 tiene un impacto muy grande, sin embargo su concentración en la atmósfera es menor que los gases antes mencionados. La Tabla I.4 muestra parámetros generales de los GEI de mayor contribución al efecto invernadero.

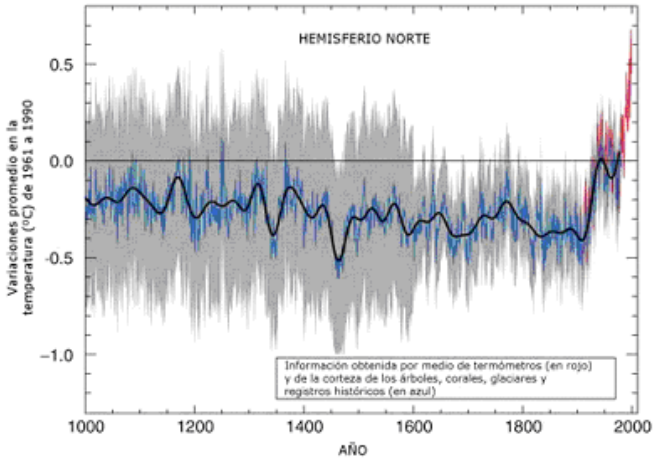
Tabla I.4 Parámetros de los Gases de Efecto Invernadero

	CO_2	CFCs	CH_4	N_2O
Importancia según contribución al efecto	Más del 50%	20% aprox.	12 a 14%	6 a 7%
Tiempo de permanencia en la atmósfera	50 a 200 años	75 a 100 años	7 a 10 años	150 años aprox.
Tasa de crecimiento anual (%)	0.5	4 a 5	1	0.35

Fuente: www.foronuclear.org

1.2.2 *Calentamiento global*

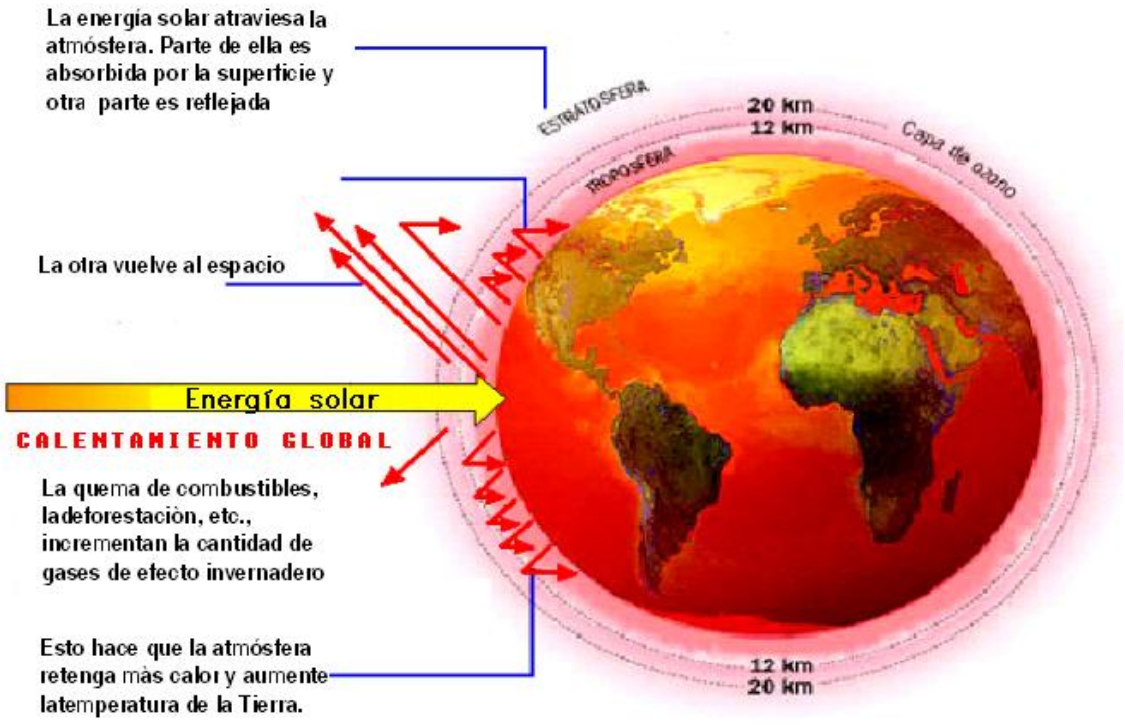
El calentamiento global es el incremento de la temperatura media de la atmósfera terrestre y de los océanos. La teoría del calentamiento global menciona que la temperatura se ha elevado desde finales del siglo XIX debido a la actividad humana, principalmente por las emisiones de CO_2 que incrementaron el efecto invernadero. El consenso científico predice que habrá un aumento global de la temperatura entre 1.5 y 4.5°C en los próximos 100 años. Esto agregado al ya existente aumento de 0.5°C que ha experimentado la atmósfera desde la revolución industrial (PICC, 1990). Cuando se cambia el forzante radiativo, naturalmente o por actividad humana, el sistema climático responde con variaciones en la temperatura (Figura I.13).



Fuente: IPCC (2001)

Figura I.13 Variaciones en la temperatura de la superficie de la Tierra

Las variaciones de la temperatura de la superficie de la Tierra se reflejan en cambios significativos en el balance radiativo de la misma, los cuales alterarán la circulación del mar y, consecuentemente el ciclo hidrológico, lo que se manifestará como cambios en la precipitación y la temperatura en la superficie. Las alteraciones en el clima[10] por efecto de la actividad humana afectarán las variaciones naturales de éste en un amplio rango de escalas. Así, la variabilidad natural del sistema climático se ve afectada por la influencia humana al haber un incremento de concentraciones de los GEI, teniendo como consecuencia una mayor retención de calor (Figura I.14).



Fuente: www.cienciasambientales.com

Figura I.14 Calentamiento global a causa del efecto invernadero

[10] El término clima se asocia al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan durante un largo periodo el estado medio de la atmósfera y su evolución en un lugar dado y resulta de la combinación de diversas propiedades de la atmósfera tales como: humedad, temperatura, viento, presión atmosférica, etc. (Guillén, 2004).

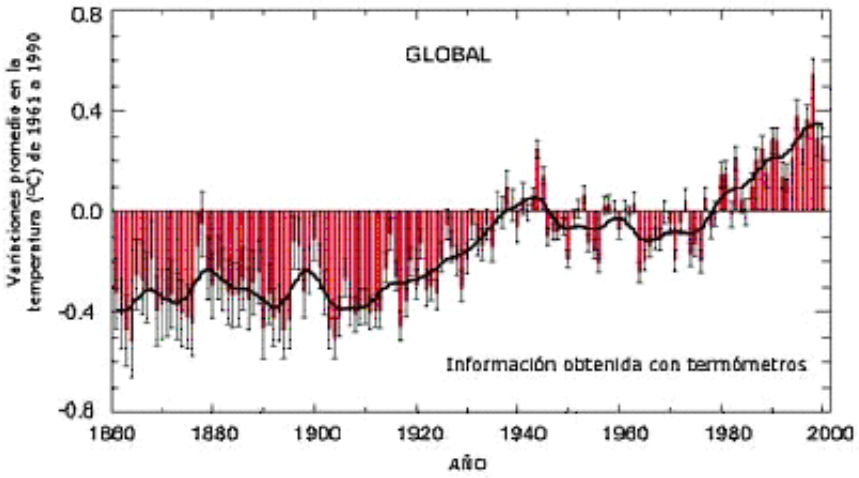
1.2.3 *Cambio climático*

1.2.3.1 ***Orígenes***

El cambio climático se considera cuando un parámetro meteorológico como la precipitación o la temperatura sale de su valor medio de hace muchos años, es entonces cuando se habla de una anomalía la cual puede ser ocasionada por:

- Forzamientos externos, como puede ser un cambio en la intensidad de la radiación solar recibida.
- Cambios en las características del planeta resultado de la actividad humana, por ejemplo: concentración de GEI, cambios en el uso de suelo, etc.

El efecto invernadero y los forzamientos externos dan lugar a modificaciones en el cambio climático, y esto se refiere a un aumento en la temperatura global promedio de la Tierra (Figura I.15), causando una elevación del nivel medio del mar, importantes modificaciones en los patrones de precipitación y de humedad del aire, así como una posible intensificación de fenómenos meteorológicos extremos.



Fuente: PICC (2001).

Figura I.15 Variaciones en la temperatura de la superficie de la Tierra durante los últimos 140 años

1.2.3.2 *Vulnerabilidad*

La vulnerabilidad de la vida humana y los sistemas naturales varían entre regiones y poblaciones, existen debido a su limitada capacidad de adaptación lo cual representa daños irreversibles. En el mundo se observan manifestaciones del cambio climático.

Las investigaciones realizadas por los expertos ((PICC, 1990), (PICC, 1995), (PICC, 2000), (Atomic Energy Agency), (Tyler (2004)) indican que son varios los impactos previstos para el siglo XXI relacionados con fenómenos climáticos extremos, las proyecciones que se tienen varían de probable a muy probable como los siguientes:

- Temperaturas máximas más elevadas y las ondas de calor más frecuentes en todo el mundo, lo que conlleva a un aumento de incidencia de muertes y enfermedades graves en los grupos de mayor edad y de pobreza urbana, cambios de destinos turísticos, así como a un aumento considerable de la demanda de electricidad para el aire acondicionado.
- Disminución de días fríos, días de heladas y ondas de frío, provocará que disminuya la morbilidad y la mortalidad humana relacionada con el frío, a su vez se registrará un mayor alcance y actividad de plagas y enfermedades.
- Incremento de los sucesos de precipitación fuerte, lo que significa un aumento de los daños por inundaciones, derrumbes, así como el aumento en las escorrentías[11] por inundaciones y un aumento de recarga de algunos acuíferos.
- Incremento de seis centímetros por década del nivel medio del mar.

1.2.3.3 *Adaptabilidad*

Las medidas de adaptabilidad deben ser preventivas para la protección de la sociedad y de los ecosistemas, de igual forma se requiere de una preparación a la sociedad, con la finalidad de dar respuestas previas y garantizar la seguridad a la población. El proceso de adaptabilidad debe conllevar programas de sensibilización, educación, además del desarrollo de sistemas de información que proporcionen acceso a todo el público. También debe generar la capacidad local no solo para el registro y seguimiento de los eventos, sino para desarrollar investigaciones sobre el comportamiento y predicción climática.

[11] Se refiere al sistema de desplazamiento de las aguas que se opone al estancamiento e infiltración (Tyler, 2004).

1.3 Estrategias mundiales para la mitigación de GEI

1.3.1 *Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC)*

El problema del cambio climático requiere de estrategias para mitigar los efectos adversos, para esta tarea se requiere de la colaboración de organizaciones de gran envergadura científica, ya que de vital importancia es tener el conocimiento de las causas, efectos y acciones para enfrentar éste problema tan complejo. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático o Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático fue creado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), organismo especializado de las Naciones Unidas el cual ha hecho estudios sobre la influencia del CO_2 desde 1951 y el Programa de Naciones Unidas Sobre Medio Ambiente (PNUMA) en el año de 1988. De las actividades del PICC se destacan:

- La evaluación exhaustiva de la información disponible a nivel mundial sobre todo lo relacionado con el cambio climático.
- El asesoramiento científico, técnico y socioeconómico a la Conferencia de las Partes de la CMNUCC (organismo que mencionaremos a detalle más adelante).

1.3.1.1 ***Estructura del PICC***

El PICC esta integrado por todos los estados miembros de las Naciones Unidas y de la OMM. Las actividades del Panel se encuentran divididas en tres grupos de trabajo más un equipo especial sobre inventarios nacionales de GEI, con el fin de evaluar la información científica y técnica, así como identificar y evaluar los impactos económicos y sociales del desarrollo de estrategias de respuesta a los impactos del cambio climático (Figura I.16).

i. *Grupo de trabajo I, el grupo científico:* lleva a cabo la evaluación de la información científica mundial disponible sobre cambio climático.
ii. *Grupo de trabajo II, el grupo de vulnerabilidad, impactos y adaptación:* evalúa la vulnerabilidad de los sistemas naturales y socioeconómicos al cambio climático, y las consecuencias negativas y positivas del cambio. Asimismo, identifica los impactos a estos sistemas y propone medidas de adaptación.
iii. *Grupo de trabajo III, el grupo de respuesta o mitigación:* evalúa opciones para limitar las emisiones de los GEI o estrategias de mitigación del cambio climático.

iv. *Equipo especial sobre inventarios*, fue establecido por el PICC en 1998, lleva a cabo el Programa sobre el Inventario Nacional de GEI.

Fuente: www.cienciasambientales.com

Figura I.16 Estructura del PICC

El PICC esta conformado por un presidente, una mesa directiva o consejo, y una secretaría de apoyo; además de los grupos de trabajo y el equipo especial sobre inventarios. Las actividades del PICC son financiadas por un fideicomiso manejado por la secretaría de apoyo, que recibe contribuciones de los gobiernos, de la OMM y del PNUMA. El grupo de expertos se reúne en sesiones plenarias aproximadamente una vez al año y participan representantes de gobierno.

1.3.1.2 ***Productos principales del PICC***

La actividad principal del PICC es evaluar el conocimiento mundial sobre cambio climático para proveer una opinión científica, autorizada e internacional, y para dar cumplimiento el PICC produce informes de evaluación de manera periódica sobre las causas, impactos y posibles estrategias, también prepara informes especiales sobre temas específicos y finalmente elabora metodologías y prácticas relacionadas con los inventarios nacionales de GEI. Los documentos provienen de universidades, centros de investigación y asociaciones de protección ambiental procedentes de 120 países, con el objetivo de tener una amplia variedad de opiniones y puntos de vista actuales. A continuación mencionaremos los principales documentos que realiza el PICC.

a) *Informes de Evaluación*

El trabajo del PICC al evaluar las publicaciones técnicas no es formular recomendaciones sobre cuestiones políticas, sin embargo sirven de referencia a los responsables de políticas para tomar medidas adecuadas. El PICC ha preparado tres Informes de Evaluación, publicados en 1990, 1995 y 2001, estos informes constan de tres partes que desarrollan cada uno de los grupos de trabajo y un resumen para responsables de políticas.

- *Primer Informe de Evaluación.* Este primer informe se publicó en 1990, dos años después de la creación del PICC y fue presentado en la Segunda Conferencia Mundial del Clima. El informe llamó la atención a los responsables de políticas y el público en general, al confirmar la existencia científica del cambio climático y sus posibles impactos. El informe llevó a los gobiernos a crear el Comité Intergubernamental de Negociación y ayudó a establecer los acuerdos de la CMNUCC, que entró en vigor en 1994.
- *Segundo informe de evaluación.* El PICC continúo actuando como una organización de apoyo, para proporcionar información científica, técnica y socioeconómica a la comunidad mundial. En 1995 publicó su segundo informe enriquecido de manera significativa y con material adicional sobre las implicaciones de emisiones y consecuencias regionales, proporcionó los insumos clave para la negociación de la adopción de acuerdos internacionales.
- *Tercer informe de evaluación.* El tercer informe fue publicado en 2001 y señala que los informes anteriores habían sido muy conservadores en cuanto a la predicción del calentamiento global y reveló nueva evidencia científica respecto a la participación humana en el calentamiento global reciente. Este informe se encuentra conformado por tres documentos elaborados por cada uno de los grupos de trabajo del PICC.

b) *Informes especiales*

Son preparados con uno o más de los grupos de trabajo y responden a las peticiones de las organizaciones relacionadas con el cambio climático. También son elaboradas las guías técnicas son requeridas para la evaluación de los impactos y la adaptación al cambio climático y las guías del PICC para inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero así como resúmenes para responsables de políticas.

c) Documentos técnicos.

Los documentos técnicos de igual manera son elaborados a petición de las organizaciones interesadas en la mitigación del cambio climático u otras convenciones ambientales, proporcionando una perspectiva internacional científica y técnica, están basados en información que contienen los informes de evaluación y los informes especiales.

d) Guías metodológicas.

Las metodologías son relacionadas con los inventarios nacionales de GEI y su principal objetivo es establecer procedimientos para calcular las emisiones y eliminación de GEI. Algunas guías han evaluado los impactos del cambio climático y otras guías técnicas analizan la adaptación.

1.3.2 *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)*

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático fue creada por la OMM y el PNUMA a partir de la obtención de evidencias respecto a la acumulación de gases termoactivos en la atmósfera. La CMNUCC fija mecanismos para la instrumentación de la Convención y el grupo de compromisos.

La incertidumbre asociada al fenómeno y sus implicaciones económicas y ambientales, conllevan a principios de "precaución" y "responsabilidad común pero diferenciada", términos que representan aspectos importantes para las medidas a tomar. Se observa una clara postura de la Comunidad Europea para acelerar la diversificación energética y la notable disminución de la participación de los hidrocarburos y carbón en los balances energéticos el fin de fortalecer la seguridad energética de sus integrantes. La postura de Estados Unidos en compañía de Canadá y Australia al participar es con el objetivo común de abatir las emisiones de gases termoactivos en sus economías, insistiendo en que los compromisos pudieran llevarse a cabo mediante actividades cuyo costo económico y social fuese el mínimo posible (ATPAE, 2004).

El principio de responsabilidad común pero diferenciada es considerado como una deuda histórica de las emisiones de los países desarrollados, por lo que los países en desarrollo no son los culpables del intenso uso de la atmósfera, cuestión que plantea la necesidad de un apoyo a los países en desarrollo y con ello su participación segura.

Europa promovió la creación del Fondo Ambiental Global, con el objetivo de promover la participación de los países en desarrollo en la solución de los problemas ambiéntales globales.

Los países desarrollados fueron agrupados por los miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y a los países con economías en transición.

1.3.3 *Acciones en la Convención*

En la Convención se establecieron criterios y mecanismos básicos para la instrumentación de la Convención. Los países miembros adquirieron compromisos como: hacer reportes sobre la situación de sus emisiones y sumideros de carbono, así como medidas a tomar para evitar el fenómeno del cambio climático. Se establecieron compromisos para el intercambio de información y promoción de la investigación sobre el fenómeno del cambio climático.

La Convención se firmó durante la “Cumbre de Río” en junio de 1992, y entra en vigor hasta 1994. Con el objetivo de estabilizar las concentraciones de gases termoactivos en la atmósfera a un nivel que impida una interferencia humana peligrosa en el sistema climático.

Conclusiones

En este capítulo se estudiaron los problemas ambientales de los sistemas energéticos, el impacto generado a los receptores aire, agua y suelo, señalando como todas las formas de generación de energía eléctrica producen impactos hacia el medio ambiente; no obstante, fue evidente la diferencia entre cada una de las fuentes de energía, vimos como las energía renovables tienen menor impacto por tener la característica de no emitir gases durante su proceso de transformación. De las energías no renovables encontramos al carbón y al petróleo como las más nocivas.

La comunidad científica establece modelos y teorías que resultan útiles al momento de examinar cómo reaccionaría la naturaleza y que sucedería con las tendencias en el incremento de la concentración de gases térmicos en la atmósfera, que al parecer han ocasionando una mayor retención de calor que da lugar a un incremento de la temperatura global de la Tierra, situación que los investigadores traducen como cambios en los sistemas climáticos.

Los organismos internacionales han estudiado desde hace varios años el problema del cambio climático originado por el calentamiento global y han considerado la necesaria la colaboración de todos los países para enfrentar dicho problema. Las medidas que se estudian comprenden factores ambientales, económicos, políticos y sociales.

En el siguiente capítulo se abordará una de las medidas más sólidas en la mitigación de gases de efecto invernadero, la adopción de un protocolo, el cual compromete a ciertos países industrializados a lograr objetivos de reducción de emisiones de GEI y a su vez fomenta la colaboración de países en desarrollo a partir de mecanismos en dónde la colaboración mutua representa el cumplimiento a sus compromisos ya sean cuantitativos o no.

Esta página se dejó en blanco intencionalmente

Capítulo 2

Protocolo de Kyoto, Mecanismos de Desarrollo Limpio y el Mercado Internacional del Carbono

Esta página se dejó en blanco intencionalmente

2. Protocolo de Kyoto, Mecanismos de Desarrollo Limpio y el Mercado Internacional del Carbono

Introducción.

El problema del cambio climático se asocia al aumento de las concentraciones de gases que producen el efecto invernadero a causa de las actividades humanas, es notable que desde la revolución industrial se ha observado un incremento considerable de la emisión de estos gases.

En la primera parte abordaremos al Protocolo de Kyoto (PK), acuerdo internacional cuyo objetivo es disminuir las concentraciones de gases de efecto invernadero, el cual finalmente el 16 de febrero de 2005 entra en vigor y obliga a los países que han ratificado el PK a disminuir sus emisiones a un a un nivel no menor del 5% al del año 1990, el período en el cual deberá lograrse es del 2008 al 2012.

En seguida procederemos a describir el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) uno de los tres mecanismos de flexibilidad que contempla el PK, este mecanismo es de gran interés para países industrializados como para países en desarrollo debido a la participación mutua en proyectos de reducción de emisiones de GEI, hecho que resulta beneficioso para ambas partes. Los proyectos MDL tienen un ciclo compuesto por: el diseño del proyecto, la validación, el registro ante la JE, la verificación y certificación. Las etapas mencionadas se encuentran reguladas por un organismo de la CMNUCC.

La cooperación mundial para mitigar las emisiones de GEI conlleva a los países en desarrollo a enfrentarse a problemas de financiamiento, sin embargo existen instituciones que proporcionan dicha ayuda con la finalidad de generar y exportar las RCE que se obtienen de proyectos MDL. El mercado internacional del carbono negocia las RCE y la comercialización puede realizarse de manera conjunta o individual entre promotores de proyectos en países en dónde se realizará la implementación de proyectos y con entidades interesadas en la compra de RCE.

2.1 Protocolo de Kyoto

El Protocolo de Kyoto es un acuerdo internacional de la CMNUCC que busca minimizar y enfrentar los efectos del cambio climático a partir de la reducción de emisiones de GEI. El PICC representa para la CMNUCC la fuente de información objetiva para analizar las acciones a implementar y así lograr el objetivo de estabilizar las emisiones de los GEI. El órgano primario de la CMNUCC es la Conferencia de las Partes[12] (COP), en ella se examinan las actividades de sus países miembros (a partir de sus comunicados e inventarios nacionales), se consideran las nuevas investigaciones científicas y se evalúa la situación para hacer frente al cambio climático. A través de las COP se definen los instrumentos para lograr el objetivo de la CMNUCC y se adquieren compromisos como el PK.

2.1.1 *Conferencias de las Partes*

Las Conferencias de la Partes son reuniones que se realizan periódicamente, con el objetivo de definir acuerdos y cumplir compromisos. Brevemente mencionaremos los aspectos más relevantes de las conferencias efectuadas hasta diciembre de 2005.

COP-1: Durante esta Conferencia se aprueba el mandato de Berlín, en el cual se reconoce que los compromisos de la reducción de emisiones en los países desarrollados son insuficientes, por consiguiente se plantea la necesidad de adquirir un instrumento jurídico que refuerce los compromisos de las naciones industrializadas.

COP-2: Realizada en 1996, Ginebra Suiza, establece los compromisos de los países del Anexo I. Se presenta el *Segundo Informe de Evaluación sobre Cambio Climático* del PICC, el cual contiene los informes de los tres grupos de trabajo. La aportación técnica y científica se utiliza para formular el Protocolo de Kyoto.

COP-3: En 1997 en Kyoto, Japón, se aprueba el Protocolo de Kyoto que desarrolla dos temas fundamentales: la reducción cuantificada de emisiones y los mecanismos de flexibilidad para lograr el objetivo último de la Convención.

[12] Los países que han ratificado la CMNUCC, son considerados como – las "Partes en la Convención" (CMNUCC, 1992)

COP-4: Llevada a cabo en Buenos Aires, Argentina, 1988. En esta Conferencia se aprueba el *Plan de Acción de Buenos Aires,* en el que se establecen las fechas límite (antes del año 2000) para llegar a un acuerdo del funcionamiento de los mecanismos, que tienen como propósito ayudar a lograr las metas de reducción de emisiones.

COP-5: En Bonn, Alemania en el año de 1999. Se plantean diversas propuestas y puntos de vista respecto a los mecanismos. El único acuerdo logrado consiste en ratificar el Protocolo en la Cumbre de Johannesburgo que se realizaría en el año 2002.

COP-6: Realizada en la Haya, Holanda en el año 2000. Surgen opiniones importantes respecto a cómo determinar los métodos de reducción de GEI, y cómo contabilizar la absorción por parte de sumideros[13]. Esto provoca el rompimiento del diálogo entre Estados Unidos y la Unión Europea.

En febrero de 2001, el PICC publica su *Tercer informe de Evaluación*, documento que confirma los riesgos y peligros del calentamiento global. Un mes después, en una reunión de ministros de medio ambiente, Estados Unidos se compromete a continuar en el Protocolo de Kyoto, y unos días después se retracta y anuncia su salida del Protocolo.

COP-7: En Marrakech 2001, la participación de Estados Unidos es únicamente como observador en las negociaciones. Es de esta conferencia donde se definen aspectos importantes del Protocolo entre los que destacan:

1) Compromisos que vinculen legalmente a los países en desarrollo.
2) Métodos de implementación diferentes de la reducción de emisiones.
3) Minimización de los impactos en países en desarrollo.
4) Reportes y revisiones por un equipo de expertos.
5) Cumplimiento evaluado por un Comité.

COP-8: Nueva Delhi, India, 2002, surge la Declaración de Delhi sobre Cambio Climático y Desarrollo Sostenible, reafirmándose el desarrollo y la erradicación de la pobreza como prioridad superior de los países en desarrollo. En esta reunión se espera la ratificación de Rusia al Protocolo de Kyoto en un periodo corto. Se definen Modalidades y Procedimientos para proyectos de Pequeña Escala.

[13] Por "sumidero" se entiende cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe un gas de efecto invernadero o un precursor de un gas de efecto invernadero. (Art. 1, CMNUCC, 1992)

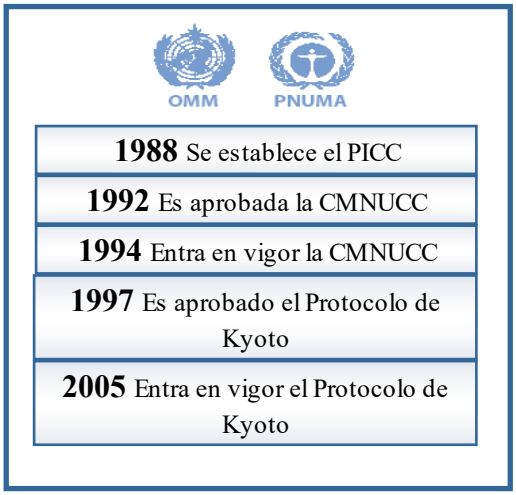
COP-9: Millán, Italia, 2003, Rusia no ratifica y Estados Unidos mantiene su firme oposición al protocolo de Kyoto, sin embargo varios de sus estados han adoptado autónomamente políticas de reducción de emisiones (Seminario sobre uso racional de energía, 2004).

COP-10: Buenos Aires Argentina, 2004, se establecen criterios relativos a proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio, y se fortalece el apoyo a la Junta Ejecutiva del MDL.

COP-11: Montreal Canadá, 2005, se propone un impulso multilateral de lucha contra el cambio climático. Un aspecto muy importante acordado en ésta conferencia es el iniciar el diálogo formal que permita sentar las bases de cooperación a largo plazo en el contexto de la CMNUCC, la contemplación de compromisos posteriores al 2012.

El Protocolo de Kyoto estableció su entrada en vigor el nonagésimo día posterior a la fecha en que hayan ratificado cincuenta y cinco Partes de la Convención y cuyas emisiones totales representen cuando menos el 55% de las emisiones totales de CO_2. En noviembre de 2004, 145 Partes habían ratificado, y la contribución de los países industrializados era del 61.6% de las emisiones y por ello fue que el l6 de febrero de 2005 el Protocolo de Kyoto entró en vigor.

El siguiente esquema cronológico ilustra las fechas relevantes para la creación del Protocolo de Kyoto (Figura II.1), a partir de la creación del PICC por parte la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).



Fuente: El autor

Figura II.1 Esquema del interés mundial para la creación del PK

2.1.2 *Organismos que integran el Protocolo de Kyoto*

Existen organismos que integran al PK y tienen funciones específicas que contribuyen al desarrollo del cumplimiento de sus objetivos, como la Secretaría y los Organismos Subsidiarios, estos últimos están integrados por el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico y el Órgano Subsidiario de Ejecución.

2.1.3 *Contenido del Protocolo de Kyoto*

2.1.3.1 ***Objetivo***

El acuerdo de la comunidad internacional para reducir los GEI establece la necesidad de que las naciones contribuyan de acuerdo con sus responsabilidades. El objetivo que se persigue en el Protocolo es el objetivo último de la CMNUCC, enunciado en su Art. 2: "Lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible".

2.1.3.2 ***Compromiso***

Una de las características más importantes de este acuerdo es el compromiso de la reducción cuantificada de emisiones a las principales economías mundiales, esto es, que para los países industrializados pertenecientes al Anexo 1[14] de la CMNUCC la reducción debe ser de los 6 GEI[15], a un nivel no menor al 5% de sus emisiones con respectos a los niveles en el año de 1990, durante lo que se define como "primer periodo ", que comprende del año 2008-2012 (Art. 13, Protocolo de Kyoto). Los países industrializados aceptaron diversos compromisos cuando se aprobó el Protocolo entre los que destacan:

[14] La CMNUCC, contempla a los países con mayor responsabilidad y capacidad de acción ante el cambio climático en su Anexo I. El Anexo I de la CMNUCC es también el Anexo B del Protocolo de Kyoto (CMNUCC,1992) (Protocolo de Kyoto, 1997).

[15] CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC y SF_6 (Anexo A, Protocolo de Kyoto). Otros gases de efecto invernadero no son considerados por no resultar directamente de emisiones antropógenas, o encontrarse regulados por otros acuerdos internacionales.

- Considerar en sus políticas sociales, económicas y ambientales el cambio climático.
- Adoptar programas nacionales para prevenir las emisiones de GEI.
- Promover la transferencia de tecnología.
- Conservar y fomentar el manejo sostenible de los sumideros de GEI.
- Cooperar en asuntos científicos, técnicos y educativos.
- Promover la conciencia pública e intercambio de información relacionada con el cambio climático.

2.1.3.3 *Comunicados de información*

Los comunicados de información son documentos que describen las emisiones antropogénicas de las fuentes y la absorción por los sumideros de GEI. Además en los comunicados se exponen las acciones realizadas que demuestran el cumplimiento de las obligaciones contraídas.

Cabe señalar que el Art. 7 referente a los Comunicados de Información señalan que se debe presentar dicha información para el primer año del período de compromiso, después de la entrada en vigor del PK.

2.1.3.4 *Aspectos metodológicos*

Las Partes incluidas en el Anexo 1 deben establecer antes del período de compromiso un sistema nacional el cual permita estimar las emisiones por las fuentes y absorción por los sumideros. Las metodologías de cálculo y los potenciales de calentamiento atmosférico para la estimación de CO_2 deben ser aceptados por el PICC.

2.1.3.5 *Incumplimientos*

La Conferencia de las Partes aprobará procedimientos y mecanismos para determinar los casos de incumplimiento según las disposiciones del Protocolo de Kyoto, teniendo en cuenta la causa, el tipo y el grado del incumplimiento.

2.1.4 *Mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kyoto*

El PK contempla tres mecanismos de flexibilidad para ayudar a reducir los costos y facilitar el cumplimiento de las obligaciones contraídas por los países industrializados respecto a la limitación de GEI: el Comercio de Emisiones, la Implementación Conjunta y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), los dos últimos mecanismos se basan en la realización de proyectos.

2.1.4.1 *Comercio de Emisiones (Art. 17)*

Permite la compraventa de emisiones entre los países del Anexo 1 de la CMNUCC, para el cumplimiento de sus compromisos.

2.1.4.2 *Aplicación Conjunta (Art. 6)*

Este mecanismo permite la cuantificación de las Unidades de Reducción de Emisiones (URE) obtenidas en proyectos realizados entre las Partes pertenecientes al Anexo 1 de la CMNUCC, el cual tiene como objetivo ya sea la reducción de emisiones antropógenas o el incremento de de las absorciones de GEI.

2.1.4.3 *Mecanismo de Desarrollo Limpio (Art. 12)*

Regulado por el Art. 12 tiene dos objetivos específicos:

1) Ayudar a los países en desarrollo mediante la implantación de proyectos, y la transferencia de tecnología con lo que se obtendrán Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE).

2) Ayudar a los países desarrollados pertenecientes al Anexo 1 con el cumplimiento de sus compromisos de reducción y/o limitación de emisiones.

2.2 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

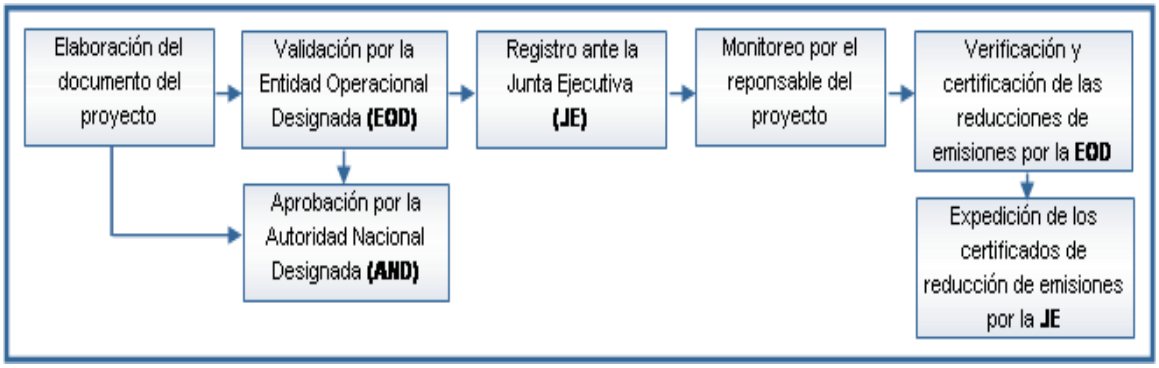
2.2.1 *Características de un proyecto MDL*

El Protocolo de Kyoto no define las actividades y tecnologías que un proyecto debe cumplir para participar como MDL; sin embargo existen criterios generales que deben cumplirse, y son los enunciados enseguida.

- Los proyectos deben generar reducciones de emisiones de GEI en un país en desarrollo, y estas emisiones deben ser reales, cuantificables y a largo plazo.
- El proyecto debe señalar los límites de la reducción o secuestro de GEI.
- Las reducciones de emisiones de GEI de un proyecto deben ser adicionales. Es un requisito la adicionalidad y se refiere a que las emisiones generadas son menores que si no se hubiera implantado el proyecto, además de demostrarse que el proyecto no se hubiera implantado en ausencia del Mecanismo de Desarrollo Limpio. Las reducciones de emisiones de GEI son calculadas con un escenario hipotético y que se define como base de referencia o línea base, aspecto que definiremos posteriormente dentro del capítulo.
- Los proyectos MDL deben contribuir al desarrollo sostenible del País anfitrión, es decisión de este declarar que a través del proyecto se contribuye a su desarrollo sostenible y son considerados los criterios sociales, económicos y ambientales.
- Los proyectos deben cumplir con los requisitos en el aspecto legal del País anfitrión.
- Se deben evitar por las Partes las certificaciones generadas por proyectos que utilicen energía nuclear.
- No podrán utilizarse fondos provenientes de la Ayuda Oficial para el Desarrollo para financiar proyectos.

2.2.2 *Participantes en la ejecución de un proyecto MDL*

Es necesaria la participación de entidades para llevar a cabo un proyecto MDL que son los que se enunciaran y describirán continuación, además la Figura II.2 muestra el proceso que se debe seguir para un proyecto MDL.



Fuente: El autor a partir de la SEMARNAT.

Figura II.2 Participación de entidades en un proyecto MDL

2.2.2.1 *Autoridad Nacional Designada (AND)*

Las Partes deben nombrar a una AND para poder participar en los proyectos MDL, cuyas funciones principales son las siguientes:

- Desempeñar el papel de Autoridad Nacional Designada
- Revisar y emitir Cartas de Aprobación de Proyectos MDL
- Promover y facilitar el desarrollo de proyectos
- Difundir y capacitar para la realización de proyectos de reducción o captura de GEI.

2.2.2.2 *Entidad Operacional Designada (EOD)*

Es una entidad independiente acreditada por la JE del MDL las actividades que realiza son las siguientes:

- Validar proyectos MDL y presentarlos ante la JE para su aprobación y registro.
- Verificar y certificar las reducciones de emisiones de GEI.

La Entidad Operacional designada está facultada para presentar nuevas metodologías.

2.2.2.3 *Junta Ejecutiva (JE)*

Órgano encargado de supervisar el funcionamiento del Mecanismo de Desarrollo Limpio. La Junta Ejecutiva esta integrada por diez miembros, un miembro de cada uno de los cinco grupos regionales de Naciones Unidas[16], dos miembros precedentes de Partes incluidas en el Anexo 1, dos miembros precedentes de Partes no incluidas en el Anexo 1, un miembro en representación de los pequeños estados insulares en desarrollo. Las actividades que desempeña la Junta Ejecutiva son:

- Supervisar al MDL
- Establecer reglas referentes al cálculo de la base de referencia, vigilancia de misiones, procedimientos de verificación, aprobación de proyectos y acreditación de las entidades operativas.
- Procedimientos y Modalidades para los proyectos.
- Elaboración y gestión de registro MDL.
- Información al público.

2.2.2.4 *País anfitrión*

Es el país que no pertenece al Anexo 1 de la CMNUCC, en el cual se efectúa el proyecto, y debe cumplir con ciertos requisitos para poder participar, y son enunciados a continuación:

1. Haber ratificado el Protocolo de Kyoto
2. Participar voluntariamente en la actividad del proyecto MDL (como entidad pública o privada del país participante)
3. Tener establecida una Autoridad Nacional Designada

2.2.2.5 *País incluido en el Anexo 1 de la CMNUCC*

Para que un país con compromisos cuantificados de reducción de emisiones pueda participar en proyectos MDL es necesario que haya realizado las siguientes actividades:

[16] Las cinco regiones que considera la Organización de Naciones Unidas son las siguientes: Estados de África, Asia, Europa Oriental, América Latina y el Caribe, y Europa Occidental y otros Estados.

1. Designar a la AND.
2. Ratificado el Protocolo de Kyoto.
3. Tener el limite cuantitativo de sus emisiones, encontrándose ya establecido en el PK, a partir del cálculo de su atribución de GEI.
4. Establecer un registro nacional.
5. Contar con un sistema nacional para la estimación de emisiones
6. Entregar anualmente los inventarios requeridos

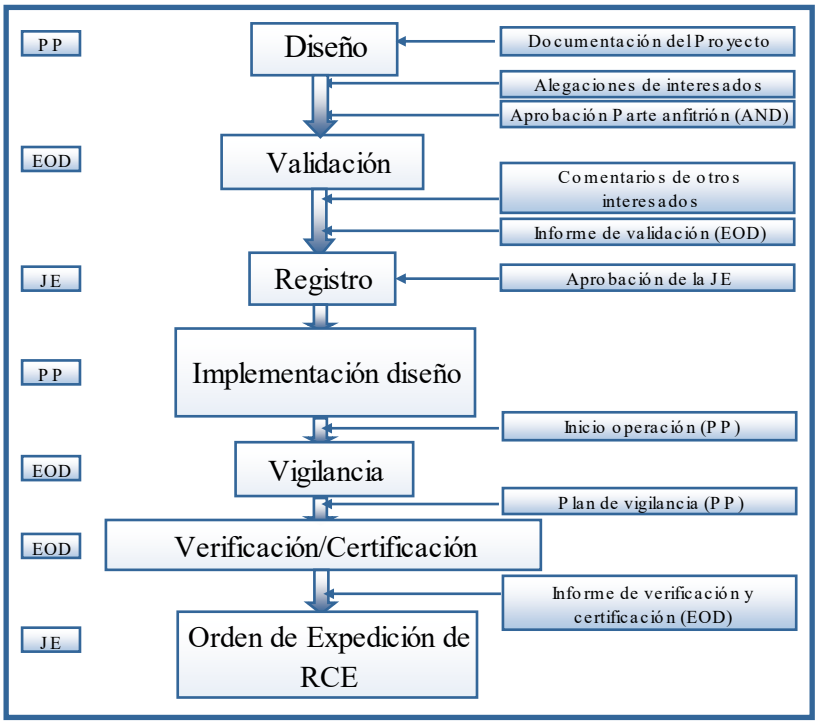
2.2.3 *Calendario de implantación y Reducciones Certificadas*

El calendario de implantación se considero independientemente de la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto y la fecha establecida fue el primero de enero de 2000, lo que indica que los proyectos iniciados a partir de esta fecha pueden ser validados y registrados antes del 31 de diciembre de 2005, para poder ser utilizadas las Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE) en el período de compromiso establecido entre 2008-20012.

Las RCE son unidades expedidas por la JE, una RCE corresponde a una tonelada de CO_2 equivalente, pueden ser utilizadas para dar cumplimiento a compromisos de reducción o limitación de GEI de las Partes incluidas en el Anexo 1, o bien comerciar con ellas en el Comercio Internacional de Emisiones regulado por el artículo 17 del Protocolo de Kyoto.

2.2.4 *Ciclo de la actividad de un proyecto*

Esta sección describe las etapas de un proyecto MDL, las cuales debe cumplir con las condiciones establecidas por las “Modalidades y Procedimientos de un Mecanismo de Desarrollo Limpio”, los proyectos de pequeña escala tienen simplificaciones en el ciclo del proyecto por lo que se analizara posteriormente. (Figura II.3)



Fuente: Bauer, M. et al (2005).

Figura II.3 Participación de entidades en un proyecto MDL

2.2.4.1 ***Diseño***

El documento de diseño de proyecto (DDP), es un formato que indica los requerimientos de esta etapa, fue establecido por la Junta Ejecutiva, el idioma que debe ser presentado es el inglés. El formato debe incluir la descripción de la actividad, la aplicación al proyecto de una metodología para la base de referencia, la aplicación de la metodología de vigilancia, una estimación de las reducciones de emisiones de GEI por fuentes, repercusiones ambientales y las alegaciones de los interesados.

El documento del proyecto debe estar validado por la Entidad Operacional Designada (EOD), la cual debe ser contratada por los participantes para la aprobación y registro del proyecto ante la JE. A continuación se describirán los principales elementos del diseño de un proyecto MDL.

a) Base de referencia

La base de referencia de un proyecto MDL, es el escenario que se presentaría de las emisiones antropógenas por las fuentes de GEI de no realizarse el proyecto propuesto (Modalidades y Procedimientos del MDL). La base de referencia abarca las emisiones de los gases, sectores y fuentes enunciados en el Anexo A del protocolo de Kyoto.

Se puede optar por una base de referencia que ya haya sido aprobada por la JE, las cuales se publican en la página de Internet del MDL[17].

De no existir una metodología adecuada al proyecto propuesto se propone una nueva base de referencia, la metodología debe estar fundamentada por algunos de los criterios siguientes:

A) Las emisiones efectivas del momento o del pasado según se aplique.
B) Las emisiones con una tecnología que represente una línea de acción económicamente atractiva, teniendo en cuenta las barreras a las inversiones.
C) Las tasas promedio de emisiones de actividades de proyectos análogas, realizadas en los cinco años anteriores en circunstancias sociales, económicas, ambientales y tecnológicas parecidas y con resultados que la sitúen dentro del 20% superior a su categoría.

b) Adicionalidad

Un proyecto es considerado como adicional si la reducción de emisiones antropógenas de GEI por las fuentes es superior a la que se produciría de no realizarse el proyecto MDL propuesto (Modalidades y Procedimientos del MDL). Una alternativa al concepto de adicionalidad es "Un proyecto MDL es adicional si sus emisiones están por debajo de las de la base de referencia".

Es muy importante demostrar que un proyecto es adicional, dado que solo se otorgan créditos a éste tipo de proyectos, y para ello es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La prueba de adicionalidad tiene como propósito demostrar que dichos proyectos no se hubieran realizado en escenarios habituales.
- El DDP debe explicar cómo y porqué el proyecto se considera adicional

[17] http://cdm.unfccc.int/

- Si se propone una nueva metodología de base de referencia, los participantes deben explicar cómo la metodología utilizada determina la base de referencia y, demostrar a través de ella, la adicionalidad de un proyecto.

Para ayudar a demostrar la adicionalidad de proyectos MDL, existe la "Herramienta Consolidada para demostrar la adicionalidad de proyectos MDL" aprobada en una reunión de la JE.

Los siguientes razonamientos enunciados en "Metodologías para la Implementación de los Mecanismos flexibles de Kyoto – Mecanismo de Desarrollo Limpio en Latinoamérica", pueden ayudar a demostrar la adicionalidad de un proyecto MDL:

- Una comparación cuantitativa o cualitativa de diferentes opciones de la base de referencia, manifestando que una opción diferente al proyecto MDL tiene mayores posibilidades de llevarse a cabo.
- La descripción, cuantitativa o cualitativa, de las barreras que debe enfrentarse el proyecto MDL, como las que se enuncian a continuación:

  - De inversión: Existe una alternativa más viable económicamente que el proyecto MDL pero que conduce a mayores emisiones.
  - Tecnologías: La alternativa menos avanzada tecnológicamente que el proyecto MDL involucra un menor riesgo, debido a la mayor incertidumbre de la nueva tecnología y la tecnología convencional conduce a mayores emisiones.
  - Escenarios inerciales: Los escenarios comunes, las regulaciones, o los requerimientos políticos podrían llevar a la implantación de una nueva tecnología con mayores emisiones que los del proyecto MDL
  - Otras barreras: El proyecto MDL propuesto, por razones específicas, tales como barreras institucionales, de información limitada, escasos recursos directivos, poca capacidad organizativa, pocos recursos financieros, o poca capacidad para asimilar nuevas tecnologías, no se llevaría a cabo y las emisiones del País anfitrión serían mayores.

- El tipo de proyecto MDL propuesto nos es típico en el área geográfica de su implantación, y no es exigido por la legislación o regulación del País anfitrión.

c) Período de acreditación

El período de acreditación se refiere al tiempo en que la Entidad Operacional Designada verifica y certifica las reducciones de emisiones de GEI, con el fin de que la JE pueda dar su aprobación y por consiguiente otorgar las Reducciones Certificadas de Emisiones

En el documento del proyecto se debe indicar la fecha de iniciación y el tiempo de funcionamiento del proyecto, además del período de acreditación.

Existe la posibilidad de elegir entre un período de acreditación fijo de diez años no renovable, o un período de siete años renovable como máximo tres veces, siempre y cuando una EOD valide la base de referencia e informe a la JE durante las renovaciones.

d) Vigilancia

Esta etapa comprende la recopilación y archivo de los datos necesarios durante el período de acreditación, con ello se determina la validez de la base de referencia, y se estiman o miden las emisiones antropogénicas por las fuentes de GEI. Los participantes deberán elaborar un plan de vigilancia utilizando una metodología de vigilancia aprobada por la JE. El plan de vigilancia se activará al iniciarse la fase operativa del proyecto.

En caso de no existir una metodología de vigilancia aprobada adecuada al proyecto, los participantes deberán desarrollar una nueva metodología de vigilancia que sea la apropiada a la actividad del proyecto, y presentar el documento "Proponed Methodology: Montoring ". Cabe señalar que las metodologías de la base de referencia y vigilancia están muy relacionadas, y ambas sirven para demostrar la adicionalidad del Proyecto.

Las metodologías de base de referencia y de vigilancia en estudio, aprobadas por la JE se hacen públicas en la página: http://cdm.unfccc.int/methodologies.

Los planes de vigilancia dependen del tipo de proyecto, pues en algunos la reducción de emisiones resultan de la diferencia de emisiones de la base de referencia y las emisiones del proyecto, y otros tienen una reducción de emisiones directas del proyecto, por tal motivo existen dos tipos de planes de vigilancia

e) Repercusiones ambientales

Los participantes deben analizar los impactos ambientales del proyecto, si el proyecto produce impactos significativos, los participantes deben exponer las medidas para su mitigación.

2.2.4.2 *Validación y Registro*

Esta etapa del ciclo del proyecto consiste en una evaluación independiente por una Entidad Operacional Designada (EOD), que establece la veracidad del cumplimiento de todos los requisitos establecidos por las MP del MDL, en base al Documento del Diseño del Proyecto. Las EOD deben ser contratadas por los participantes y estas deben ser acreditadas por a JE. Los aspectos que debe constatar son los siguientes:

- El proyecto es voluntario y ésta aprobado por el país anfitrión.
- El proyecto cumple con las Modalidades y Procedimientos de las MP del MDL, y regulaciones posteriores que haya aprobado la JE.
- El documento del proyecto está completo.
- Las metodologías de la base de referencia y de vigilancia elegidas están aprobadas por la JE, son aplicables a la actividad del proyecto, y están utilizadas correctamente.
- Se demuestra la adicionalidad del proyecto.
- Los límites de emisión del proyecto incluyen todas las fuentes de emisión de GEI que están bajo el control de los participantes, y se tienen en consideración las posibles fugas para hacer los ajustes correspondientes.
- Los cálculos son adecuados para la actividad del proyecto y reflejan las circunstancias nacionales y sectoriales, incluyendo escenarios futuros viables en base a las circunstancias del País anfitrión.
- La base de referencia no incluye factores externos a los límites del proyecto, como pueden ser los desastres naturales.
- El proyecto incluye un plan de vigilancia efectivo y fiable.
- Se ha seleccionado el período de acreditación.
- El proyecto incluye un informe resumido de los comentarios recibidos de los interesados locales.
- El proyecto incluye un estudio del impacto ambiental.

Durante esta etapa la EOD debe dirigirse a las organizaciones internacionales acreditadas ante la CMNUCC, para exhortarlos a realizar observaciones sobre el proyecto e incluir en el informe de validación el análisis de las opiniones obtenidas.

La Entidad Operacional Designada una vez teniendo la documentación correcta y completa, procede a su envió ante la JE. La EOD debe hacer público el informe de validación y la solicitud de registro.

La EOD debe presentar una solicitud de registro ante la JE, el documento de diseño del proyecto (DDP), la aprobación del proyecto por la AND, y una explicación de las alegaciones recibidas y cómo fueron tomadas en cuenta.

Finalmente el registro del proyecto se realiza a petición de la EOD que ha validado el proyecto, representando de esta manera la aceptación oficial del proyecto MDL ante la JE, para su posterior implantación.

2.2.4.3 *Implantación y Vigilancia*

Con el proyecto registrado, los participantes pueden proceder a su implantación, con la excepción de los proyectos iniciados en el año 2000 y cuyo registro se haya solicitado antes del 31 de diciembre de 2005, y en este caso la implantación puede ser anterior al registro.

Los participantes son responsables de la vigilancia del proyecto en la fase operativa, y debe realizarse de acuerdo con las exigencias del Plan de Vigilancia. Dicho Plan se activará al iniciarse el funcionamiento del proyecto.

Los participantes deberán emitir un informe de vigilancia, que incluya las reducciones de emisiones antropógenas y someterlo a una EOD para su verificación y certificación.

2.2.4.4 *Verificación y Certificación*

La verificación de un proyecto MDL es el examen periódico e independiente por una Entidad Operacional Designada, de las reducciones de emisiones obtenidas por la actividad del proyecto.

La certificación es la constancia por escrito de la EOD de que se obtuvieron las reducciones durante el período de tiempo especificado.

Los participantes deben contratar una EOD para llevar a cabo la verificación y certificación. La EOD elegida deber ser diferente a la que realizo la validación del proyecto. Los participantes y la EOD deben determinar la frecuencia de las verificaciones.

La EOD debe realizar las actividades correspondientes de verificación para presentar el informe de verificación a los participantes, a las Partes interesadas y a la JE.

Al concluir el proceso de certificación, se solicita la expedición de RCE. Es importante publicar el informe de certificación.

2.2.4.5 ***Expedición de las Reducciones Certificadas de Emisiones***

El informe de certificación es una solicitud de expedición de las RCE equivalentes a la JE. La expedición debe realizarse en un plazo de 15 días a partir de la recepción, a menos de que sea solicitada una revisión. La revisión se limita a cuestiones de fraude o incompetencia de la EOD.

La JE expide las RCE a través del Administrador del Registro del MDL, el cual realizará las siguientes acciones:

- Transferir la cantidad de RCE equivalentes a los gastos administrativos y de adaptación, a la cuenta del Registro prevista para estos fondos.
- Transferir la cantidad de RCE restantes a las cuentas de las Partes y de los participantes según sea lo indicado en la solicitud.

2.2.5 *Proyectos de Pequeña Escala*

Los proyectos de pequeña escala tienen la finalidad de reducir los costos de transacción que se asocian al preparar e implementar el proyecto. Existen par este tipo de proyectos Modalidades y Procedimientos simplificados para su implantación como proyectos MDL.

2.2.5.1 *Clasificación de proyectos*

Es importante identificar que el proyecto pueda considerarse un MDL de pequeña escala, para ello se han clasificado en tres tipos: de energías renovables, de mejora de la eficiencia energética y proyectos que reducen las emisiones antropógenas de GEI, los cuales están sujetos a unos límites máximos y se enuncian a continuación:

- **Tipo I:** Actividades de proyectos de energías renovables con una capacidad máxima de producción equivalente[18] de 15MW (o equivalente apropiado)[19].
- **Tipo II:** Actividades de proyectos de mejor a de la eficiencia energética que reduzcan el consumo de energía, por el lado de la oferta y/o de la demanda, con un máximo equivalente de 15 GWh/año.
- **Tipo III:** Actividades de otros proyectos que reduzcan las emisiones antropogénicas por las fuentes y emitan directamente menos de 15kt de CO_2 equivalente por año.

Es necesario que los proyectos se adapten a alguno de los estándares antes mencionados, sin embargo puede existir la posibilidad de que algún proyecto pueda estar en más de un tipo y en este caso es necesario acogerse a un tipo aunque el proyecto pueda cumplir con más de una definición.

Puede darse el caso de un proyecto no encaje en ninguna de las categorías establecidas, y es necesario que los participantes del proyecto propongan una nueva categoría a la JE antes de entregar el documento de diseño del proyecto. Esta propuesta debe incluir una descripción de la aplicación de la nueva categoría a la metodología simplificada de la base de referencia y de vigilancia. Si es aprobada por la JE esta se incluirá en las clasificaciones.

- **Tipo I**

Las energías renovables son incluidas en este tipo de proyectos, y la producción puede ser de electricidad, energía mecánica y/o térmica al usuario directamente, o tecnologías energéticas conectadas a una red de distribución eléctrica.

[18] Se entiende por producción máxima a la capacidad instalada o calculada que haya indicado el fabricante del equipo, sin tener el factor de disponibilidad efectivo de las instalaciones.
[19] La potencia de los proyectos puede referirse a megawatts de pico, eléctricos ó térmicos (MW_p, MW_e, MW_t respectivamente), se decidió medir en megawatts eléctricos (MW), y aplicar el factor de conversión correspondiente para los otros tipos de energía.

El Tipo I, tiene a su vez actividades que se clasifican en diferentes categorías. Las categorías existentes y ejemplos de proyectos se muestran en la Tabla II.1

Tabla II.1 Tipo I: Actividades de Proyectos de energías renovables de Pequeña Escala (<15MWe) - Categorías y Ejemplos de Proyectos

Categorías de las actividades de proyectos	Ejemplos y Tecnologías utilizadas
I.A. Generación eléctrica para el consumidor /hogar (residencial)	Energía solar, hidroeléctrica, eólica y otras energías renovables que producen electricidad para uso residencial. Como ejemplos pueden citarse las placas solares para edificios, bombas de agua solares o cargadores de baterías eólicas
I.B. Energía mecánica para el consumidor/ empresa	Unidades de generación de energía renovable para el suministro de energía mecánica a usuarios o empresas que necesitan una pequeña cantidad de energía: bombas de energía solar o térmica, molinos de agua y viento, etc.
I.C. Energía térmica para el consumidor final	Suministro de energía térmica sustituyendo fuentes de combustibles fósiles o de biomasa no renovable. Pueden utilizarse calentadores de agua solares, cocinas solares y sistemas de cogeneración por biomasa para electricidad y calor. (no debe de exceder los 45 MWt).
I.D. Generación de electricidad con fuentes renovables para suministro de una red de distribución	Instalaciones de energía renovable que suministran electricidad a una red de distribución abastecida al menos por una central de combustible fósil, o biomasa no renovable. El límite de elegibilidad de 15MW aplica solamente a la componente renovable. Para sistemas de cogeneración basadas en biomasa no debe exceder los 45 MWt.

Fuente: Apéndice B del Anexo II de la Decisión 21/CP.8 contenido en Bauer, M. et al (2005).

- **Tipo II**

Este tipo de actividades de eficiencia energética se refieren a la mejora del servicio por unidad de potencia. Son considerados proyectos MDL de pequeña escala aquellos que tengan como resultado una reducción menor o igual a 15GWh/año.

La Tabla II.2, muestra las categorías y ejemplos de proyectos de éste tipo.

Tabla II.2 Tipo II: Actividades de Proyectos de mejora de eficiencia energética (límite:≤15GWh/año) - Categorías y Ejemplos de Proyectos

Categorías de las actividades de proyectos	Ejemplos y Tecnologías utilizadas
II.A. Mejora de eficiencia en la oferta de sistemas de transporte y distribución	Procesos de mejora del rendimiento energético de la red eléctrica, o del transporte/distribución de la calefacción urbana. Tecnologías: Aumento del voltaje en una línea de transporte, ampliación o mejora del aislamiento en las tuberías de un sistema de la calefacción urbana. Las tecnologías o los procedimientos pueden ser aplicados a los sistemas existentes de transporte y/o distribución, o ser parte de una ampliación del sistema.
II.B. Mejora de la eficiencia energética en la oferta de generación electricidad/calor	Procesos de mejora de la eficiencia de las plantas que consumen combustible fósil para producir electricidad o calor, reduciendo el consumo de energía hasta el límite máximo establecido. Como ejemplo puede citarse la mejora de la eficiencia en centrales de generación eléctrica y de cogeneración.
II.C. Programas de eficiencia energética en la demanda	Programas de eficiencia energética en equipamientos como: lámparas, refrigeradores, motores, ventiladores, y otras aplicaciones. Estas tecnologías pueden sustituir el equipo existente, o instalarse en nuevos emplazamientos.
II.D. Medidas de eficiencia energética mediante la sustitución de combustibles en instalaciones industriales	Mejora del rendimiento energético y/o cambio de combustible implantados en una industria. Ejemplos de Tecnologías: medidas del rendimiento energético (motores más eficientes), mejoras de combustible (sustitución de vapor o aire comprimido por electricidad) y medidas específicas de procesos industriales (hornos de acero, secado de papel, cura del tabaco, etc).
II.E. Medidas de eficiencia energética mediante la sustitución de combustibles en edificios comerciales y residenciales	Cualquier mejora del rendimiento energético y cambio de combustible en un edificio comercial o residencial, o grupo de edificios similares. Ejemplos: mejoras técnicas del rendimiento energético (aislamiento de edificios, cambio de combustible a gas natural). Las medidas pueden aplicarse a equipos existentes o a instalaciones nuevas.
II.E. Medidas de eficiencia energética mediante la sustitución de combustibles en instalaciones agrícolas	Cualquier mejora del rendimiento energético y/o cambio de combustible en actividades relacionadas con instalaciones o procesos agrícolas. Ejemplos: Uso de tractores más pequeños, alargamiento de la vida útil de los mismos y menor equipamiento en las granjas; reducir el uso de combustible mediante un menor uso de maquinaria agrícola, reducción del riego, uso de maquinaria más ligera. Ejemplos de cambio de combustible pueden ser pasar del uso del diesel, al etanol o al biocombustible[20].

Fuente: Apéndice B del Anexo II de la Decisión 21/CP.8 contenido en Bauer y Belza (2005).

[20] Biocombustible es el combustible obtenido de productos naturales.

- **Tipo III**

Los proyectos pertenecientes a éste tipo no peden emitir directamente más de 15 tCO_2e al año. De igual forma existen actividades que se clasifican en las categorías siguientes y se muestran en la Tabla II.3.

Tabla II.3 Tipo III: Actividades de Proyectos que reduzcan emisiones antropogénicas y emitan 15 kt CO_2e/año - Categorías y Ejemplos de Proyectos

Categorías de las actividades de proyectos	Ejemplos y Tecnologías utilizadas
III.A. Agrícolas	Reducción de metano en cultivos de arroz, disminución de los residuos animales o su utilización para generación eléctrica.
III.B. Sustitución de combustibles fósiles	Cambio de combustibles fósiles en la producción de energía para uso industrial, residencial, y comercial. Si el cambio de combustible es parte de una actividad del proyecto centrada en la mejora del rendimiento energético, la actividad del proyecto debe incluirse en las categorías II.D o II.E.
III.C. Reducción de emisiones en el sector del transporte	Mejoras en la eficiencia de los carburantes, cambio de vehículos y/o de tipo de carburantes, fomento del transporte público o reducción de la frecuencia en los itinerarios.
III.D. Recuperación de metano	Recuperación del metano en las minas de carbón, industria agroalimentaria, instalaciones de tratamiento de aguas residuales, vertederos, etc.
III.E. Eliminación del metano producido por descomposición de la biomasa u otra materia orgánica	Eliminación del metano procedente de la descomposición de la biomasa o de otra materia orgánica, a través de la combustión controlada de este gas. En esta actividad de proyecto no se recupera el metano, ni se usa como combustible, como sucedía en la categoría III.D.

Fuente: Apéndice B del Anexo II de la Decisión 21/CP.8 contenido en Bauer y Belza (2005).

2.2.5.2 *Modalidades y Procedimientos simplificados*

Teniendo la finalidad de impulsar el desarrollo de proyectos de pequeña escala se establecieron Modalidades y Procedimientos simplificados lo que ayudará a los participantes a agilizar los procedimientos y a reducir los costos de transacción[21].

[21] Por costos de transacción se entienden todos los costos adicionales a los que normalmente incurren en un proyecto, siendo estos necesarios para cumplir con la aprobación como proyecto

a) Agrupación de actividades

Con la finalidad de minimizar los costos, las actividades de los proyectos pueden agruparse en las siguientes etapas: documento del proyecto, validación, registro, vigilancia, verificación y certificación de las RCE.

La limitación consiste en no exceder las capacidades establecidas para cada tipo de proyecto de pequeña escala. La JE elaboró un procedimiento que tiene como finalidad determinar si el proyecto de pequeña escala es componente que proviene de la desagrupación de un proyecto de mayor escala, el cual no puede estar agrupado para ser considerado proyecto MDL de pequeña escala.

b) Simplificación del documento de diseño.

El documento del proyecto tiene las mismas etapas del DDP de un MDL, pero en él no es necesario realizar estudios por separado de la base de referencia y el plan de vigilancia, además de ser opcional la evaluación del impacto ambiental.

El contenido del documento del proyecto exige incluir necesariamente los siguientes apartados que se muestran en la Tabla II.4. Las letras en negritas representan a las etapas simplificadas.

Tabla II.4 Partes del Documento de Diseño del Proyecto MDL de pequeña escala

A.	Descripción de la actividad general del proyecto
B.	**Metodología y cálculo para la base de referencia**
C.	Determinación del periodo de duración de la actividad del proyecto y del período de acreditación
D.	**Plan y metodología de vigilancia**
E.	**Cálculo de emisiones de GEI por las fuentes**
F.	**Análisis del impacto medioambiental**
G.	**Alegaciones de los interesados**
Anexo I	Información sobre los participantes del proyecto
Anexo II	Información sobre la financiación pública

Fuente: Apéndice A de las MP simplificadas contenido en Bauer, M. et al (2005).

En proyectos de pequeña escala la EOD puede: validar, verificar y certificar la actividad del proyecto. El registro se agiliza al acortarse el período de tiempo por la JE, siendo ahora de cuatro semanas desde la recepción.

c) *Simplificación del las metodologías.*

Adicionalidad. Se cumple con el requisito de adicionalidad al demostrar que el proyecto no hubiese sido implantado por la existencia de una o más barreras (Tabla II.5).

Tabla II.5 Test de adicionalidad

Barreras	Criterios utilizados
De inversión	Una alternativa financieramente más atractiva a la actividad del proyecto habría conducido a emisiones más altas.
Tecnológicas	Una alternativa tecnológica menos avanzada que la actividad de proyecto implicaría para los participantes riesgos más bajos dada la menor incertidumbre en su funcionamiento, pero se producirían emisiones más altas
Prácticas habituales (BAU)	Las prácticas habituales, y la existencia de requisitos reguladores o políticos, habrían conducido a la implantación de tecnologías con emisiones más altas a las del proyecto
Otras barreras	Sin la actividad del proyecto, las emisiones habrían sido más altas por razones identificadas por los participantes del proyecto de carácter institucional, información limitada, escasos recursos empresariales, poca capacidad de organización, o dificultades serias para asimilar nuevas tecnologías.

Fuente: Apéndice A de las MP simplificadas contenido en Bauer, M. et al (2005).

- *Base de referencia, plan de monitoreo y determinación de fugas.*

Las Modalidades y Procedimientos simplificados incluyen metodologías más sencillas de la Base de referencia y el Plan de Vigilancia para cada tipo y categoría de un proyecto.

Las fugas se definen como el cambio neto de las emisiones antropogénicas de las fuentes de GEI que se producen fuera del ámbito del proyecto, y que pueden medirse y atribuirse a la actividad del proyecto MDL.

2.2.5.3 ***Metodologías aprobadas***

Se encuentran aprobadas las metodologías de pequeña escala por la JE, de todas las categorías de los tres Tipos, y se encuentran en la dirección de Internet del MDL, con la posibilidad e agregarse nuevas metodologías aprobadas.

2.3 Mecanismos Financieros

2.3.1 *Financiamiento de proyectos*

Las barreras a las que comúnmente se enfrentan los proyectos se refieren a problemas de financiamiento. Los proyectos energéticos tienen la característica de requerir inversiones importantes y esperar beneficios a largo plazo, por tal motivo es necesario considerar opciones de financiamiento.

La Guía Metodológica para Latinoamérica ha clasificado a los distintos agentes y modelos de financiamiento, haciendo un énfasis en ventajas y desventajas.

2.3.1.1 ***Modelos de Financiamiento***

Los agentes financieros pueden ser promotores locales de realización de proyectos MDL y tener el firme propósito de generar y exportar RCE, y pueden ser empresas locales o agencias gubernamentales.

Empresas de países pertenecientes al Anexo I interesadas en adquirir créditos de carbono pueden pactar con los promotores locales la participación en proyectos MDL, la cuel puede ser aportando capital, concediendo préstamos al proyecto o ayudas de tipo tecnológico para obtener las RCE generadas. Los agentes pueden ser empresas u organismos externos, “socios financieros” para los cuales un proyecto MDL representa oportunidades de inversión debido al rendimiento que de estos pueda resultar. Los modelos financieros quedan clasificados de la siguiente manera:

- Financiamiento por promotores locales.
- Financiamiento por compradores de las RCE.
- Socios financieros (*Project Finance*).

2.3.1.2 ***Instituciones Financieras y Fondos de interés para proyectos MDL***

Los Fondos de Carbono se encuentran orientados a financiar proyectos generadores de RCE. Mencionaremos los grupos financieros más importantes para proyectos MDL, así como sus características más importantes.

- *Grupo del Banco Interamericano de Desarrollo (Grupo BID)*

Es la principal fuente de financiamientos para proyectos de desarrollo económico, social en América Latina y el Caribe. El Grupo BID, realiza préstamos para inversión pública y privada, préstamos de emergencia, financiamiento para el desarrollo de proyectos sociales. El Grupo BID tiene su sede en Washington e incluye las instituciones que se enuncian a continuación:

- El Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
- La Corporación Interamericana de Inversiones (CII)
- El fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN)

- *Corporación Andina de Fomento (CAF)*

Es una institución financiera multilateral que apoya al desarrollo sostenible de los países accionistas, atiende al sector público y privado otorgando servicios y productos financieros a clientes constituidos por los gobiernos de los estados accionistas[22], instituciones financieras y empresas públicas y privadas.

La CAF tiene diversas modalidades de apoyo financiero, y puede ser la concesión de préstamos de corto, mediano y largo plazo, participación financiera de proyectos, y la cooperación de operaciones con otros organismos como: el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial, la Corporación Interamericana de Inversiones, entre otros.

Establece la CAF el Programa Latinoamericano del Carbono, con el propósito de apoyar la participación de sus clientes en el mercado de carbono.

[22] Los países accionistas de la CAF son: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, Jamaica, México, Panamá, Paraguay, Perú, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

- *Fondos Hemisféricos de Energía y Transporte Sostenible (FHET)*

Pertenecen a una familia de fondos no administrados por el BID, y los fondos se encuentran destinados al apoyo de la preparación de proyectos de energía sostenible y transporte urbano en América Latina y el Caribe.

La clase de proyectos que puede financiar son relacionados con la eficiencia energética en el uso final especialmente, aplicaciones de energía renovable no convencional y al transporte urbano limpio y eficiente. Las instituciones que pueden recibir esta asistencia financiera son: los gobiernos nacionales, entidades públicas y del sector privado, organizaciones regionales.

- *ESCO Found (Fondo de Energía Limpia y Eficiencia Energética)*

Este Fondo tiene como objetivo realizar inversiones en pequeñas empresas innovadoras que ofrecen servicios a terceros, además busca invertir en proyectos de generación de energía con tecnologías renovables y de eficiencia energética.

- *Banco Europeo de Inversiones.*

Es una institución independiente dentro de la Unión Europea, y fue establecida para financiar proyectos que promuevan el desarrollo de la UE. Actúa con fondos para préstamos de riesgo compartido a temas relacionados con el cambio climático y con préstamos para proyectos que tienen la finalidad de disminuir o mitigar las emisiones de GEI.

2.3.2 *Mercado Internacional del Carbono*

Se creo el Mercado internacional de derechos de emisión de GEI, en el cual se negocia Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE), obtenidas por la implementación de proyectos MDL las cuales se venden a países pertenecientes al Anexo I que tienen la obligación cuantificada de reducir sus emisiones de GEI.

El mercado internacional de RCE se ha desarrollado principalmente por el interés de países europeos, Canadá y Japón.

2.3.2.1 *Certificados*

Los certificados que hayan sido emitidos por la Junta Ejecutiva pasan al Administrador del Registro de Certificados (órgano interno de la JE), el cual tiene la tarea de mantener el registro actualizado de las RCE emitidas, como propiedad y las transferencias realizadas.

Los propietarios de la RCE pueden negociar directamente en los mercados internacionales, son considerados posibles propietarios de las RCE a los participantes del proyecto, los gobiernos de los países, los inversionistas de los Pases del Anexo I, los fondos de inversión y a las entidades comercializadoras de RCE.

Los certificados tienen la propiedad de ser contratos formales en los cuales se establecen los derechos de cada una de las partes que se involucraron en el proyecto, y los propietarios legales de las RCE.

Al no existir una legislación clara de las partes que intervienen en el contrato de compra-venta de las RCE, se deben tomar en cuenta algunos criterios para minimizar los riesgos por alguna de las partes, mientras se logra la estandarización de las reglas por la comunidad internacional.

2.3.2.2 *Tipos de comercialización y transacciones*

Las transacciones de las RCE pueden desarrollarse dentro del sistema de comercialización del Protocolo de Kyoto en el marco de los proyectos MDL y pueden considerarse tres tipos de modelos de comercialización: unilateral, bilateral y multilateral.

- *Modelo de comercialización unilateral*

En este modelo el diseño, el financiamiento, los gastos de certificación, así como los costos de producción de las RCE son adquiridos por el promotor de un País anfitrión de proyecto, sin ninguna participación de agentes u entidades de Países Anexo 1.

- *Modelo de comercialización bilateral*

En este caso, un agente de un País Anexo 1 interviene conjuntamente con un promotor del País anfitrión para financiar y desarrollar un proyecto MDL, y se crea una estrecha relación entre inversionistas y el promotor del diseño, en el financiamiento y la venta de los certificados. En esta modalidad la propiedad puede ser completamente del inversionista o compartida con el promotor.

- *Modelo de comercialización multilateral*

En la tercera modalidad intervienen los Fondos de Carbono como: Prototype Carbon Fund (PFC), el fondo holandés CERUPT, International Finance Corporation (IFC), Corporación Andina de Fomento (CAF), entre otros, con el fin de ejecutar proyectos, y otras entidades son las compradoras de las RCE. Los Fondos captan recursos para la ejecución de proyectos que seleccionan según sus propios criterios. Todos los derechos de la RCE son transferidos a los Fondos de inversión.

Las transacciones pueden clasificarse de acuerdo a la forma de pago y entrega de RCE en distintos tipos: pago por adelantado, contrato "foward" a precio fijo, contrato "forward a precio variable, prepago con la opción de mantener el precio fijo y mercado spot.

- *Pago por adelantado*

El comprador paga la totalidad de los certificados que se emitirán durante el plazo del contrato. La ventaja del comprador al asumir los riesgos es la obtención de precios bajos de los certificados.

- *Contrato "foward" a precio fijo*

En esta modalidad el comprador acuerda un precio fijo por año para todo el período del contrato. El vendedor asume el riesgo de cumplir con la RCE dadas a un precio fijo.

- *Contrato "foward" a precio variable*

El comprador se compromete a adquirir las RCE generadas en el período del contrato, considerando una variación en los precios. Existe un riesgo compartido entre el comprador y el vendedor, el primero al haber una fluctuación en los precios, y el segundo con la responsabilidad de entregar un número de RCE acordadas.

- *Prepago para la opción de mantener el precio*

En este caso el comprador realiza un primer pago parcial anticipado de RCE con la finalidad de mantener el precio de los certificados. El comprador tiene la posibilidad de adquirir un número determinado de RCE, y recibe el derecho de hacer una compra a futuro. El vendedor asume el riesgo de no obtener las RCE ya pactadas y las variaciones de los precios, sin embargo tiene un comprador fijo, lo cual representa una ventaja.

- *Mercado Spot*

En esta modalidad el vendedor entrega al mercado de oportunidad o "mercado spot", una cantidad de RCE determinada, y recibe un solo pago de la entrega y no existe ningún compromiso entre el vendedor y el comprador a futuro. El riesgo es asumido por el vendedor al haber asumido todo el costo del proyecto.

Conclusiones

El Protocolo de Kyoto al adoptar compromisos cuantificados de reducción de emisiones de GEI trae consigo cuestiones muy complejas de regular, sin embargo es un proceso que se define durante las Conferencias de las Partes.

Los mecanismos de flexibilidad del PK se encuentran basados en el carácter global que representan las altas concentraciones de GEI. A través de los mecanismos se busca el cumplimiento de los compromisos para reducir emisiones de los países desarrollados preocupados por el cambio climático y el desarrollo sustentable.

El Mecanismo de Desarrollo Limpio muestra una gran variedad de opciones para la participación de países en vías de desarrollo, al existir entidades interesadas desde proporcionar la información necesaria, hasta financiar la implementación de proyectos, los cuales generan RCE y son negociados en los mercados internacionales del carbono. El mecanismo tiene a su vez distintas modalidades en las que se incorpora de manera implícita el financiamiento.

El PK representa el tratado más ambicioso sobre cambio climático por su carácter obligatorio y cuantificado, a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio trabajan en conjunto países desarrollados y en vías de desarrollo lográndose de esta manera el beneficio mutuo.

En los siguientes capítulos analizaremos la forma en la que los proyectos de generación eléctrica de Petróleos Mexicanos puedan participar en el Mercado Internacional del Carbono. En el siguiente capítulo observaremos la situación de México respecto al MDL.

Esta página se dejó en blanco intencionalmente

Capítulo 3

Desarrollo de Proyectos MDL en México

Esta página se dejó en blanco intencionalmente

3. Desarrollo de Proyectos MDL en México

Introducción.

Es importante analizar la situación que tiene México ante el problema tan severo que se enfrenta la humanidad, el cambio climático. Los estudios que se han realizado para combatir el cambio climático a través de instituciones especializadas en el área, no solo tienen la finalidad de publicar los resultados alarmantes que ocasiona la actividad antropogénica o los posibles escenarios futuros, sino el objetivo principal ha sido tomar las medidas necesarias para enfrentar dicho fenómeno. En vista de la globalidad del problema, nuestro país deberá participar activamente para brindar soluciones.

En la primera parte de este capítulo mencionaremos cual es la posición de México ante la CMNUCC, los compromisos que el Gobierno Federal adquirió al depositar sus instrumentos de ratificación. Un compromiso de México es la realización de Comunicados Nacionales donde se describen las circunstancias nacionales referentes al cambio climático. Las acciones que México ha tomado se reflejan en las instituciones encargadas de realizar las actividades necesarias para poder dar cumplimiento a sus compromisos. El Comité Intersecretarial sobre cambio Climático (CICC), coordinado por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la cual es encargada entre otras actividades revisar y aprobar proyectos MDL.

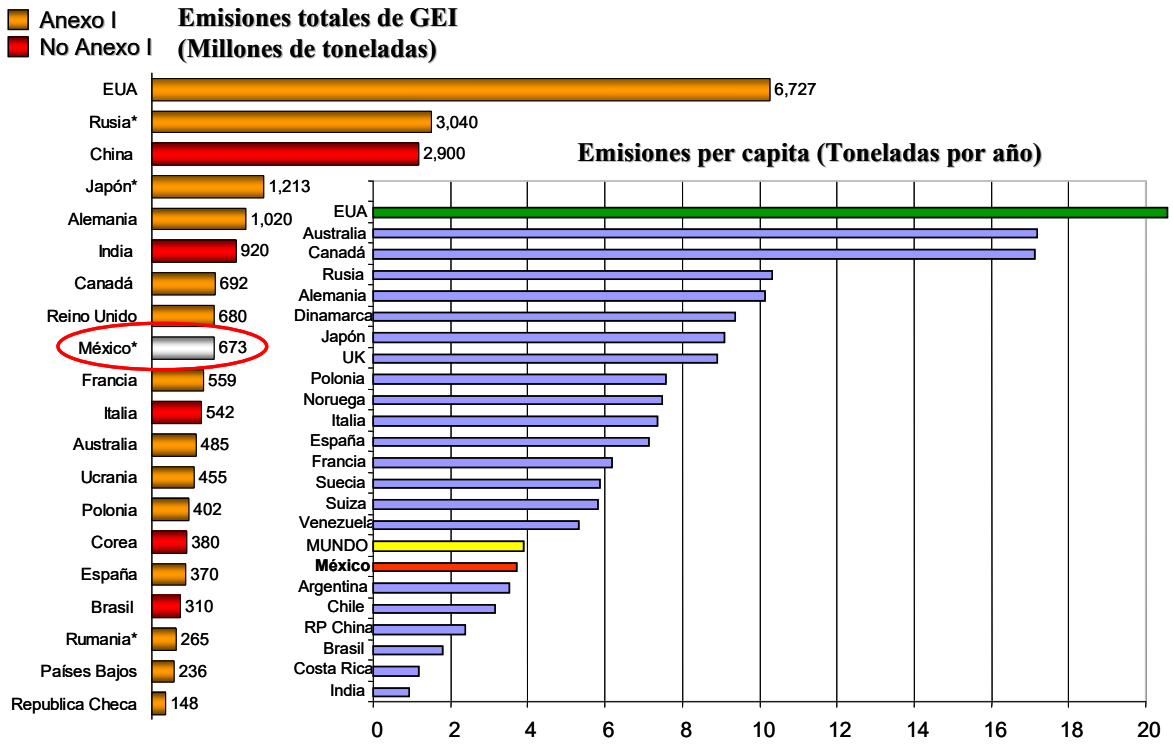
En la segunda parte, abordamos las oportunidades de proyectos MDL. Este tipo de proyectos representan una excelente oportunidad en donde nuestro país puede contribuir en la mitigación de los gases de efecto invernadero. El potencial de México se encuentra repartido en diferentes sectores, siendo el más representativo el sector energético.

En la tercera parte, abordamos al sector energía de la siguiente manera: energías renovables, conservación de la energía, secuestro geológico del carbono, generación de electricidad con combustibles más limpios, y cogeneración. Dos instituciones que representan al sector energético son PEMEX y la CFE, empresas que reconocen los importantes beneficios que se podrían obtener y es por ello que están llevando diferentes actividades para desarrollo de MDL.

3.1 Entorno de los proyectos MDL en México

Las acciones de respuesta ante cambio climático no competen únicamente a países industrializados, este fenómeno de carácter global requiere de la colaboración a nivel local o regional, y de esta manera se asume la responsabilidad en la contribución de emisiones de GEI.

Cabe señalar que México es el país latinoamericano que emite la mayor cantidad de GEI, y a nivel mundial ocupa el noveno lugar con 673 millones de toneladas de CO_2 equivalentes, las emisiones per capita al año son de 3.8 toneladas. Sin embargo su participación global es menor al 2% del total mundial (Figura III.1).



Fuente: www.unfccc.int

Figura III.1 Emisiones de GEI en el mundo

México no pertenece al Anexo I de la CMNUCC y por lo tanto no tiene compromisos cuantitativos de reducción de emisiones de GEI, sin embargo al ratificar el Protocolo de Kyoto (PK) muestra su participación e interés ante el severo problema.

3.1.1 *Compromisos de México ante la CMNUCC*

México al haber ratificado el PK y ser Parte de la Convención Marco adquiere los siguientes compromisos, que como bien habíamos mencionado no son cuantitativos:

- Investigar las consideraciones políticas, sociales, económicas y ambientales sobre el cambio climático con el objetivo de minimizar los efectos adversos.
- Preparar medidas de adaptación para enfrentar el cambio climático.
- Elaborar periódicamente Comunicados Nacionales.
- Elaborar y actualizar Inventarios Nacionales de GEI.

Con la finalidad de participar en proyectos MDL que establece el PK, en enero de 2004 se constituye el Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de gases de efecto invernadero[23], quién funge como Autoridad Nacional Designada para revisar y aprobar proyectos que se integren al MDL. Esta sección se detallará más adelante, en el apartado denominado Instituciones del Gobierno Mexicano involucradas en Proyectos MDL.

3.1.1.1 ***Comunicados Nacionales***

Los Comunicados Nacionales se presentan ante la CMNUCC y son informes cuyo objetivo fundamental es brindar una visión general del cambio climático con circunstancias nacionales. La CMNUCC estableció que la primera comunicación nacional debía presentarse tres años después de que este el PK fuera aprobado, por lo que México entrego su primer comunicado nacional en el año de 1997.

a) Primera comunicación nacional

La coordinación para la elaboración estuvo a cargo del Instituto Nacional de Ecología (INE) de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)[24], en colaboración con diferentes centros de investigación de la UNAM. Es presentada el 9 de diciembre de 1997. Para la elaboración de este documento se tomaron los de datos de emisiones del año 1990.

[23] Posteriormente Comité Intersecretarial sobre Cambio Climático.
[24] A partir de diciembre del 2000, es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Como circunstancias nacionales y datos básicos, México tiene una extensión territorial de 1,964.381 km^2, con una gran diversidad de climas colocando su patrimonio en la lista de los 12 países megadiversos. A finales de 1995, la población que registra es de 91.2 millones de habitantes. En 1996 el PIB de México ascendió a 334,790 millones de dólares. Los principales sectores económicos son los siguientes: servicios, industrial y agropecuario.

México presenta tendencias de deterioro y elevadas tasas de de pérdida de biodiversidad, deforestación, erosión, desertificación, contaminación hidrológica y atmosférica. Estas tendencias se agravan debido a la mala distribución de asentamientos humanos y actividades económicas.

Respecto a los recursos forestales de México, los bosques, las selvas y otras áreas con vegetación natural ocupan el 72% del territorio nacional. El crecimiento del sector ganadero provocó una extensión de la superficie dedicada a la ganadería aproximadamente de 114 millones de hectáreas.

Este estudió indicó que las reservas probadas de hidrocarburos ascendieron en 1997 a 50,812 millones de barriles, del cual el 80% correspondió a petróleo crudo y condensados y el 20% a gas natural, menciona además que México posee un posee un apreciable potencial de fuentes alternativas de energía geotérmica, nuclear, solar y eólica.

Este documento contiene un inventario de GEI por fuentes y sumideros que analizaremos en inventarios nacionales más adelante.

Los estudios de vulnerabilidad consideran los efectos posibles del cambio climático, México divide su territorio nacional en tres grandes zonas (norte, centro y sur). En la zona norte alrededor del 10% de la vegetación de los ecosistemas se verían afectados por condiciones secas y cálidas, además se pronostica que determinadas áreas de la región no serían aptas para el cultivo del maíz. La zona centro cuenta con el mayor volumen de población y actividades económicas del país, esta zona presentaría una situación alta de vulnerabilidad, los climas templados tenderán a desaparecer, aumentando los cálidos y secos, un problema que se agravará aún más, es la disponibilidad del vital líquido. La zona sur representa mayor sensibilidad en las zonas de producción de petróleo. En las tres zonas se presentan regiones susceptibles al ascenso del nivel del mar.

La política energética de México ha considerado las medidas correspondientes por la contaminación derivada del uso de combustibles fósiles, por lo que ha tomado algunas medidas: mejoramiento de combustibles, sustitución de combustibles y el ahorro y eficiencia de energía.

b) *Segunda comunicación nacional*

La elaboración de esta Comunicación Nacional se inició en el año 2000, y es precisamente en este año cuando el gobierno mexicano deposita el instrumento de ratificación en la sede de las Naciones Unidas. Es presentada el 23 de Julio de 2001.

Dentro del contexto nacional, el censo del año 2000 arrojó el resultado de que la población mexicana contaba con un total de 97.48 millones de habitantes, de 1995 al 2000 la tasa de crecimiento demográfico fue de 1.4% anual, con lo que se espera de mantenerse esta tasa una población de 112.2 millones de habitantes para el año 2010. El PIB del año 2000 ascendió a 574,445.1 millones de dólares, donde los principales sectores siguieron siendo: servicios, industrial y agropecuario.

El inventario de emisiones lo analizaremos más adelante, para poder hacer una comparación de los resultados alojados por parte de la primera y segunda Comunicación Nacional.

Respecto a las políticas de mitigación en el área forestal, se han tomado prácticas en cuanto al manejo del secuestro del carbono mediante la acumulación y almacenamiento de la biomasa. También se han tomado estrategias en el sector de uso del suelo, cambio de uso del suelo y bosques, como: crear o incrementar sumideros principalmente.

La sustitución de combustibles fósiles es para México un gran reto, por ejemplo, la leña representa el principal combustible de uso rural en México. En 1990 el 31% de la población del país usaba leña para cocinar, por lo que se puso en marcha un programa rural de instalación de estufas con una mayor eficiencia energética que permite reducir el uso de aproximadamente 6 millones de toneladas de madera por año.

En el sector agropecuario se busca mejorar los sistemas agropecuarios que usan fuego, reconvertir tierras agrícolas marginales en ecosistemas naturales, mejorar la utilización de los restos de las cosechas.

Las políticas de mitigación en el sector energía tienen la finalidad de implementar programas para un uso sustentable de la energía, con la participación de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) y el Fideicomiso para el Ahorro de Energía (FIDE), lo que significó una reducción de 24 millones de toneladas de CO_2.

Se fomenta a las energía renovables a partir del desarrollo de prototipos, proyectos, industrias e instituciones que buscan el aprovechamiento de estas energías.

Acerca de las investigaciones sobre emisiones a nivel local se tiene que en la zona metropolitana y el valle de México se emite e1 12% del total nacional de emisiones de GEI por la quema de combustibles fósiles

Los estudios referentes a la variabilidad climática reflejan la alta vulnerabilidad que presenta la Cuidad de México por lo que se han desarrollado proyectos en el país con la información climática que se tiene disponible.

Se ponen en marcha los estudios para la operación de mitigación de GEI y con lo que se dará a conocer las ventajas que tendría México con la participación de proyectos MDL.

c) *Hacia la Tercera comunicación social*

Hasta el momento se han presentado dos Comunicaciones Nacionales y la tercera se encuentra ya en marcha y para ello se han realizando diferentes actividades, entre las más destacas se encuentra la consulta pública celebrada el 19 de noviembre de 2004, donde los principales temas abordados se refieren a la construcción de una estrategia nacional de cambio climático, cuyos puntos más importantes son:

- La elaboración del presente taller para preparar la Tercera Comunicación Nacional
- La relación con el Centro Mario Molina y la Universidad Autónoma Metropolitana para que puedan apoyar los procesos que permita una definición final de una estrategia nacional de acción climática.
- La puesta en marcha de proyectos relativos al Mecanismo de Desarrollo Limpio
- La difusión y el desarrollo de capacidades en los diversos sectores de la sociedad.

En la tercera Comunicación Nacional se pretende tener mejores inventarios con elementos de información serios, creíbles que permitan establecer las bases para políticas con lo que se permitirá identificar las tendencias en emisiones de mitigación forestal y energética, así como el registro de aspectos de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

Es importante destacar los esfuerzos que se están realizando para poder entregar un informe más integro, analizando las posibles deficiencias que han tenido los anteriores comunicados por falta de inventarios de ciertas fuentes de emisión, la falta y seguimiento de estudios referentes a la vulnerabilidad ante el cambio climático, la ausencia detallada por regiones y el estudio solo se presentó en la primera Comunicación Nacional. Con este taller se analizó el borrador de la tercera Comunicación Nacional considerando las nuevas guías de la 3ª Comunicación Nacional.

3.1.1.2 ***Inventarios Nacionales***

Los inventarios permiten identificar y cuantificar las principales fuentes y sumideros de GEI, estos han sido incluidos en las Comunicaciones Nacionales. Ahora se cuenta con una página de Internet[25] en donde se pueden consultar las tablas de la base de datos de las emisiones de GEI, principalmente de los siguientes gases: CO_2, CH_4 y N_2O, los cuales están disponibles para los años 1994, 1996 y 1998. Las categorías que se presentan están de acuerdo a las categorías de la Guía del PICC. Los datos disponibles del inventario los muestra la Tabla I.1.

Tabla III.1 Datos disponibles del inventario de GEI

Actividad Económica	Capacidad Autorizada [MW]
Energía	1994, 1996 y 1998
Industria	1994, 1996 y 1998
Agricultura	1994, 1996 y 1998
Forestal	1996
Desechos	1992, 1994, 1996 y 1998

Fuente: www.ine.gob.mx

Ahora mencionaremos los Inventarios Nacionales que se han presentado ante la CMNUCC.

a) *Inventario Nacional de emisiones de GEI con cifras de 1990*

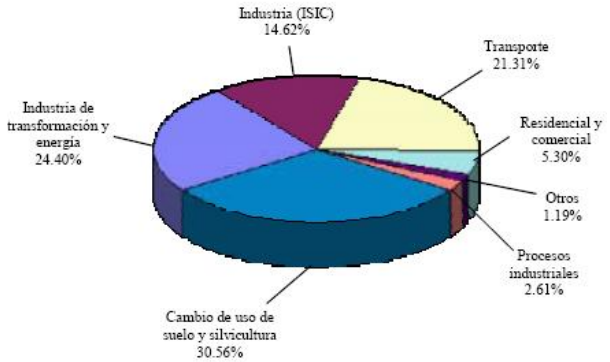
Las emisiones de GEI provienen principalmente del uso de combustibles de generación de energía, el cambio de uso de suelos, la agricultura y las fugas asociadas a la producción de petróleo y gas. El porcentaje de emisiones registrada fue del 96.42% de CO_2, el 0.79% de CH_4 y el 2.79% por otros GEI (Figura III.2).

[25] http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/inventario/index.php

Fuente: Inventario Nacional de GEI, 1990.

Figura III.2 Emisiones de GEI con referencia al año de 1990

El sector energético constituye la fuente más importante del CO_2, y en su conjunto todas las fuentes de energía relacionadas con la combustión representan la mayor contribución representando el 67% de las emisiones de este gas (Figura III.3).



Fuente: Inventario Nacional de GEI, 1990.

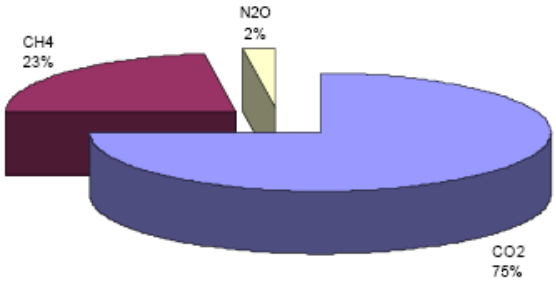
Figura III.3 Emisiones de CO_2

El sector transporte representa el 32% de las emisiones por consumo de combustibles fósiles, seguido por el de la generación eléctrica (23%) y la industria (22%). En 1990, cerca del 84% de la energía de uso final y del 62% de la electricidad generada, se producían por medio de combustibles fósiles. Uno de los aspectos que quedaron pendientes del inventario fue establecer los procedimientos de actualización anual de todas las partes del inventario.

b) *Inventario Nacional de emisiones de GEI con cifras de 1994-1998*

Este inventario elaborado por la INE, en colaboración con otras dependencias, muestra el reporte del Inventario Nacional de Emisiones de GEI para el sector energía el período 1994-1998 y para el sector de cambio de uso de suelo y silvicultura el año de 1996.

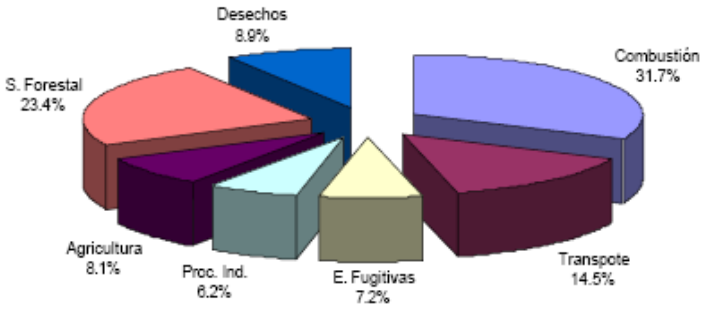
Las emisiones de GEI para 1996 presentaron la siguiente distribución: 75% de CO_2, 23% CH_4, 2% de NO_2, de un total de 691, 318Gg[26] de CO_2 equivalentes (Figura III.4).



Fuente: Inventario Nacional de GEI, 1994-1998.

Figura III.4 Emisiones de GEI con referencia al año 1996

Los sectores de procesos industriales y desechos presentaron un incremento debido a algunas fuentes que no habían sido consideradas en el inventario de 1990, además de haber cambios en la metodología. Las emisiones por producción y consumo de energía están representadas por la suma de los procesos de combustión y los procesos de combustión interna para transporte, representado de esta manera el 46.2% del total de las emisiones (Figura III.5).



Fuente: Inventario Nacional de GEI, 1994-1998.

Figura III.5 Emisiones de CO_2 equivalente por sectores

[26] Gg es la unidad media de masa equivalente a 10^9 gramos

3.1.2 *Instituciones del Gobierno Mexicano involucradas en proyectos MDL*

3.1.2.1 *Comité Mexicano para Proyectos de Reducción y Captura de Emisiones de GEI*

Con el fin de participar en proyectos MDL que establece en el Protocolo de Kyoto, el 23 de enero de 2004 se publica en el Diario Oficial la creación de la comisión intersecretarial denominada "Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y de Captura GEI" dado que en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 es considerado que el desarrollo debe ser limpio y preservador del medio ambiente.

El Comité esta integrado por: la Secretaría de Energía, la Secretaría de Economía, la Secretaría de Agricultura, la Secretaría de Ganadería, la Secretaría de Desarrollo Rural, la Secretaría de Pesca y Alimentación, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Secretaría de de Desarrollo Social, Secretaría de Relaciones Exteriores, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Es para México el Art. 12 una aplicación importante pues en el es posible el intercambio de emisiones entre países desarrollados y en desarrollo, a partir de la realización de proyectos individuales en el país en desarrollo.

3.1.2.2 *Comité Intersecretarial sobre Cambio Climático*

El 25 de abril de 2005, dos meses después de que entra en vigor el PK, es publicado en el Diario Oficial de la Federación el decreto de la creación de la Comisión Intersecretarial sobre Cambio Climático institución que sustituye al Comité Mexicano para Proyectos de Reducción y Captura de Emisiones de GEI integrada por las mismas secretarías y además esta facultada para poder invitar a otras dependencias y entidades gubernamentales a participar de manera permanente o temporal, la Comisión adquiere las siguientes funciones:

- Promover y someter a consideración del Presidente de la República, las políticas y estrategias nacionales.
- Promover y coordinar la instrumentación de las estrategias nacionales.
- Actualizar permanentemente las acciones para cumplir con los compromisos ante CMNUCC, el PK y los MDL.
- Fungir como Autoridad Nacional Designada (AND).

- Adoptar la posición nacional ante los foros y organismos internacionales referentes al cambio climático.
- Proponer la actualización, el desarrollo y la integración del marco jurídico nacional, la materia de prevención y mitigación del cambio climático.
- Impulsar el desarrollo de la investigación en relación con el cambio climático.
- Publicar en el Diario Oficial de la Federación los proyectos de reducción de GEI que obtengan la carta de aprobación y constatar que promueven el desarrollo sostenible.
- Dar seguimiento a los trabajos de la JE del MDL, la CMNUCC, así como a los mercados internacionales de reducción y de captura de GEI.
- Promover la participación en proyectos MDL.
- Realizar las acciones necesarias para el entendimiento de asuntos relativos al cambio climático.
- Difundir a nivel nacional información y avances en materia del cambió climático.
- Promover la sistematización de información relevante de la Comisión.
- Establecer y revisar periódicamente su Programa General de Trabajo.

3.1.2.3 ***Comité de Cambio Climático del sector Energía***

Como habíamos mencionado anteriormente el sector energía juega un papel muy importante en la emisión de GEI, por ello la creación del Comité de Cambio Climático del sector Energía.

Esta integrada por la Secretaría de Energía (SENER), Petróleos Mexicanos (PEMEX), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Luz y Fuerza del Centro (LyFC), comisión Nacional de Ahorro de Energía (CONAE) entre otros.

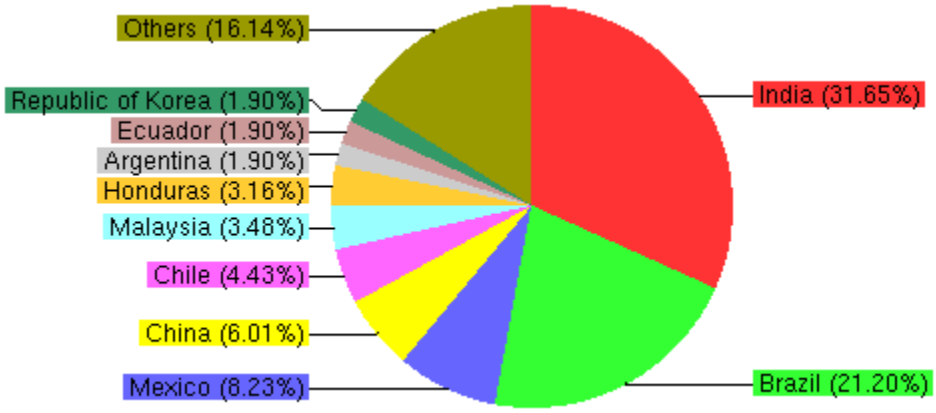
De las principales actividades se encuentran:

- Revisión de proyectos en el COMEGI (Cartas de Aprobación y de No Objeción)
- Contribución a la definición de la postura del sector energía en materia de cambio climático.
- Desarrollo de una cartera de proyectos en el sector energía.

3.2 Proyectos MDL

De acuerdo a las estadísticas, los proyectos de MDL en trámites son más de 670, a petición de registro se encuentran 88 proyectos, como proyectos registrados son 321 y la distribución de los proyectos en los diferentes países se muestra en la Figura III.5. México cuenta con el 8.10% equivalente a 26 proyectos registrados.

De los proyectos registrados 185 son de Gran Escala y 136 de Pequeña Escala. El mayor porcentaje de proyectos MDL lo tiene el área de la industria de la energía con el 49.76% equivalente a 207 proyectos, lo que indica que es un sector con un potencial muy grande de disminución de emisiones.



Fuente: http://cdm.unfccc.int

Figura III.6 Proyectos MDL registrados a nivel mundial a septiembre de 2006

3.2.1 *Proyectos MDL en México.*

México tiene millones de hectáreas de tierras degradadas que podrían ser reforestadas generando recursos al mismo tiempo por la venta de la captura de carbono. Tiene también muchas hectáreas de bosques amenazadas por la deforestación. Los proyectos MDL representan para México oportunidades para contribuir a la mitigación del cambio climático global además de obtener el beneficio de un desarrollo sustentable.

Los 26 proyectos en los que México ha tenido participación como MDL, registrados ante la JE son los mostrados en la Tabla III.2.

Tabla III.2 Proyectos MDL registrados por parte de México a septiembre de 2006

Proyecto	Fecha de registro	Reducciones estimadas (ton CO_2 eq/año)
AWMS GHG Mitigation Project MX05-B-16, Sinaloa and Sonora, México	16 de septiembre de 2006	46,445
AWMS GHG Mitigation Project MX06-B-33, Jalisco and San Luis Potosí México	16 de septiembre de 2006	38,907
AWMS GHG Mitigation Project MX05-B-17, Jalisco, México	16 de septiembre de 2006	23,782
AWMS GHG Mitigation Project MX06-B-19, Sonora, México	16 de septiembre de 2006	43,590
AWMS GHG Mitigation Project MX06-B-31, Nuevo León and Tamaulipas, México	9 de septiembre de 2006	26,973
A joint venture project of cogeneration of electricity and hot water using natural gas and biogas produced from on-site wastewater biodigesters	19 de agosto de 2006	3,619
Aguascalientes – EcoMethane Landfill Gas to Energy Project	15 de Julio de 2006	162,593
El Gallo Hydroelectric Project.	14 de Julio de 2006	65,704
AWMS GHG Mitigation Project, MX06-B-18, Sinaloa, México	9 de Julio de 2006	26,499
Quimobásicos HFC Recovery and Decomposition Project	14 de junio de 2006	2,155,363
AWMS GHG Mitigation Project, MX05-B-15, Sonora, México	25 de mayo de 2006	61,486
AWMS GHG Mitigation Project, MX05-B-14, Jalisco	31 de marzo de 2006	97,405
AWMS GHG Mitigation Project, MX05-B-13, Sonora	17 de marzo de 2006	86,102
AWMS GHG Mitigation Project, MX05-B-08, Sonora	03 de marzo de 2006	51,408
AWMS GHG Mitigation Project, MX05-B-12, Sonora	03 de marzo de 2006	63,562
AWMS GHG Mitigation Project, MX05-B-10, Aguascalientes, Guanajuato and Queretaro	03 de marzo de 2006	27,812
AWMS GHG Mitigation Project, MX05-B-04, Jalisco	03 de marzo de 2006	73,927
AWMS GHG Mitigation Project, MX05-B-05, Jalisco	10 de febrero de 2006	83,010
AWMS GHG Mitigation Project, MX05-B-06, Jalisco	10 febrero 2006	147,953
AWMS GHG Mitigation Project, MX05-B-09, Nuevo León	10 de febrero de 2006	20,984
AWMS GHG Mitigation Project, MX05-B-07, Sonora	06 de febrero de 2006	120,925
AWMS Methane Recovery Project MX05-S-11, Baja California	09 de enero de 2006	21,601
AWMS GHG Mitigation Project MX05-B-03, Sonora	08 de enero de 2006	127,914
BII NEE STIPA	25 de diciembre de 2005	309,979
AWMS GHG Mitigation Project, MX05-B-01	10 de diciembre de 2005	14,380
AWMS GHG Mitigation Project, MX05-B-02, Sonora	05 de diciembre de 2005	121,698

Fuente: el autor a partir de datos obtenidos en *CDM-Home and Project Activities.*

3.2.2 *Potencial de proyectos MDL1*

Se estima que el país tiene un potencial de reducción y captura de carbono de aproximadamente 81 millones de toneladas entre 2008-2012[27] (SEMARNAT). Este potencial puede traducirse en ingreso cercano a $500 millones de dólares por concepto de venta de Certificados de Reducción de Emisiones, es importante mencionar que existen diferentes esquemas de comercio y sitios en donde hacer estas transacciones por lo que habrán diferentes precios.

3.3 Oportunidades en el sector energía

3.3.1 *Potencial en el sector energía*

Las áreas de potencial de participación del sector energía para la captura y reducción de emisiones de GEI han sido clasificadas de la siguiente manera según la Dirección de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable de la SENER:

- Energías renovables
  - Generación de electricidad (viento, biogás, biomasa, minihidros, etc.)
  - Aplicaciones en el sector rural (fotovoltaico y minihidro)
  - Repotenciación de hidroeléctricas
- Conservación de la energía
  - Programas Institucionales (CONAE, FIDE, PEMEX, PAESE, Cámaras y Asociaciones, etc.)
  - Reducción de fugas y desperdicios en producción de petróleo y en producción, procesamiento y transporte de gas natural.
- Secuestro geológico de carbono
- Generación de electricidad con combustibles más limpios
- Cogeneración.

[27] Periodo de compromiso contemplado en el Artículo 3 del Protocolo de Kyoto.

3.3.2 *Potencial en PEMEX y CFE.*

Existe un gran potencial en PEMEX y CFE representando de esta manera al sector energético. PEMEX consume el 8.6% de la energía producida en México, el resto de la energía es consumida por los sectores transporte, industrial, agropecuario y residencial.

3.3.2.1 *Proyectos de PEMEX*

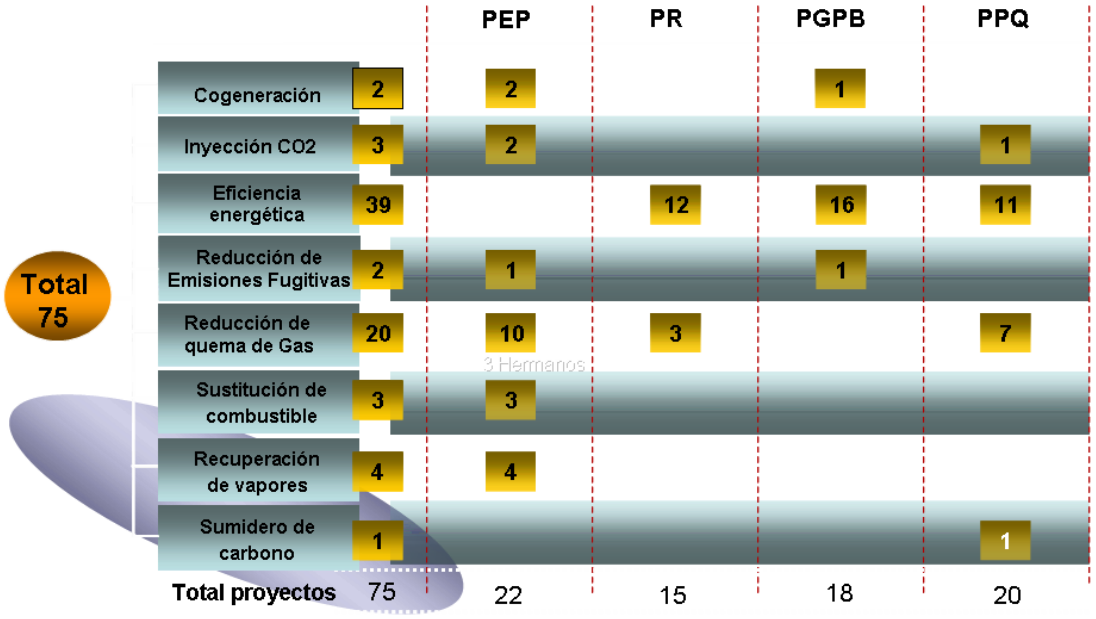
México es el quinto país productor de petróleo y decimotercero de gas natural, PEMEX es una compañía del Estado y es la organización industrial más grande del país. Está integrada por cuatro subsidiarias: PEMEX Exploración y Producción, PEMEX Refinación, PEMEX Gas y Petroquímica Básica y PEMEX Petroquímica.

Petróleos Mexicanos ha considerado el tema de cambio climático como una de las prioridades de la Agenda Ambiental, con ello buscar las oportunidades de PEMEX para obtener ventajas y beneficios en la participación en los MDL. Para lograr lo anterior la principal área de oportunidad consiste en la comercialización de las reducciones certificadas de emisiones de gases de efecto invernadero (RCEs). PEMEX tiene una estrategia definida para capturar esta oportunidad y se encuentra trabajando para validar proyectos ante un órgano acreditada por el Consejo Ejecutivo del MDL. Paralelo a ello se trabaja en la iniciativa de Metano al Mercado impulsada por SEMARNAT y SENER como apoyo al esfuerzo del Gobierno de los Estados Unidos, paralelo al Protocolo de Kyoto.

Los aspectos que PEMEX esta considerando son: concretar cuanto antes la gestión de los proyectos MDL más desarrollados, ordenar una agenda, los procesos de documentación y analizar las condiciones de oferta.

Además de inversión a través de MDL, la implantación de mejores prácticas, de acciones de mantenimiento y operación que puedan reducir emisiones de gases de efecto invernadero, PEMEX puede incentivar acciones de ahorro de energía y reducción de pérdidas por medio del mercado interno de emisiones de carbono.

PEMEX ha identificado oportunidades en las diferentes subsidiarias que la integran con un estimado de 5.8 millones de toneladas de CO_2/año. El aspecto de eficiencia energética se encuentra el mayor número de proyectos identificados (Figura III.7).



Fuente: Petróleos Mexicanos en una presentación durante un evento llevado en la Cd. de México y organizado por la empresa española ENDESA en febrero de 2006.

Figura III.7 Áreas de oportunidad identificadas en PEMEX a febrero de 2006 para el período 2005-2008.

3.3.2.2 *Proyectos de CFE*

La visión que la CFE tiene es operar bajo estándares internacionales, ser eficiente y competente, para satisfacer la demanda del servicio eléctrico y con ello contribuir a la conservación del patrimonio ambiental para uso y aprovechamiento por las generaciones futuras. La infraestructura de la CFE es la siguiente:

- Cuenta con 637 unidades generadoras instaladas en 218 centrales.
- En transmisión se cuenta con 43,950 km de líneas de alta tensión y 632,950 km en mediana tensión, en 324 subestaciones.
- En Distribución se dispone de 587,568 km de líneas y 43,952 MVA en 1,371 subestaciones.

Esta empresa crea el Programa para el Mecanismo de Desarrollo Limpio (PMEDEL), cuyo objetivo general es identificar, analizar e impulsar proyectos MDL con criterios de sustentabilidad en los proyectos de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica.

Los beneficios que espera esta empresa son: alcanzar y cumplir metas sectoriales, exploración de nuevos mercados y negocios, inversión en proyectos de desarrollo sustentable, actualización tecnológica y comercialización de los RCE.

Tabla III.4 Potencial de CFE de proyectos MDL

Proyectos identificados	Área responsable
La Venta II	Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, Subdirección de Generación
Repotenciación de la unidades 5 y 6 de la central termoeléctrica Pdte. Juárez	Coordinación de Generación Termoeléctrica, Subdirección de Generación
Repotenciación de las hidroeléctricas Botello e Ixtaczoquitlán	Coordinación de Generación Hidroeléctrica, Subdirección de Generación
Proyecto Undimotriz Guerrero Negro	Coordinación de Proyectos Hidroeléctricos, Subdirección de Construcción
Programa de Ahorro Sistemático Integral	Subdirección de Distribución Gerencia de Protección Ambiental
Eliminación de fugas de SF6	Gerencia de Subestaciones, Subdirección de Transmisión
Aprovechamiento de la cuenca del río Moctezuma mediante hidroeléctricas de cortina baja aguas debajo de la central hidroeléctrica Zimapán	Coordinación de Proyectos Hidroeléctricos, Subdirección de Construcción
Sustitución de gas halón en sistemas contraincendios	Gerencia de Seguridad Industrial Gerencia de Protección Ambiental
Redes neuronales para puestas a punto de calderas	Laboratorio de Prueba de Equipos y Materiales Gerencia de Protección Ambiental
Repotenciación del Complejo Termoeléctrico Manzanillo	Proyectos de Inversión Financiada / Coordinación de Proyectos Termoeléctricos

Fuente: Comisión Federal de Electricidad en una presentación llevada a cabo en la Cd. De México y organizada por "Colaboración México-Gran Bretaña en Cambio Climático" en marzo de 2006.

Conclusiones

México ha participado activamente en el combate contra el cambio climático, por ejemplo publicando informes nacionales, fortaleciendo a sus instituciones involucradas y desarrollando proyectos MDL.

Los proyectos MDL en México cuentan una participación significativa, pues es el tercer país con el mayor número de proyectos registrados, sin contar el número que están en revisión. Se han identificado diferentes actividades con potenciales para desarrollar este tipo de proyectos: generación de energía en rellenos sanitarios a partir del aprovechamiento del biogás, programas de ahorro de energía en nuevas viviendas y sobre todo lo que concierne al sector energético.

El sector más importante de captura y reducción de gases GEI es sin duda el sector energético, por tal motivo se creó el Comité de Cambio Climático en el sector Energía, siendo PEMEX y CFE dos de las principales empresas involucradas. Ambas empresas estatales ya cuentan con una amplia cartera de proyectos potenciales, y un camino largo por recorrer, pero los primeros pasos ya están dados.

En el siguiente capítulo nos enfocaremos a analizar la generación de energía eléctrica del sector industrial en México, sin embargo no debemos perder de vista que nuestro interés principal es ubicar a PEMEX, conocer las tecnologías de generación eléctrica que emplea, así como las capacidades que maneja.

Capítulo 4

Descripción de la generación de la energía eléctrica PEMEX

Esta página se dejó en blanco intencionalmente

4. Descripción de la generación de energía eléctrica y vapor de PEMEX

Introducción.

La ley del servicio público de energía eléctrica estipula que la Comisión Federal de Electricidad es la única institución facultada para la generación de energía eléctrica destinada al sector público.

Sin embargo, existen modalidades de generación de energía eléctrica del sector privado: Autoabastecimiento, Cogeneración, Producción Independiente, Pequeña producción, Importación y Exportación.

En la primera parte de este capítulo describiremos las tecnologías de generación eléctrica empleadas en plantas industriales, sus principios de operación y sus principales equipos.

Posteriormente, en un segundo tiempo, mostraremos un análisis de las tecnologías de generación eléctrica en instalaciones industriales de México y el sector al que pertenecen y la capacidad autorizada de generación.

En la tercera parte, nos enfocaremos al sector petrolero y petroquímico de Petróleos Mexicanos, quién tiene una importante participación en la generación eléctrica bajo las modalidades de Cogeneración y Autoabastecimiento. Esta última representa el mayor porcentaje a la fecha, sin embargo se espera un incremento considerable de proyectos bajo la modalidad de Cogeneración. Las unidades generadoras con que cuenta el sector petrolero y petroquímico de Petróleos Mexicanos, así como su generación, serán analizadas a detalle. Finalmente mencionaremos las plantas de Cogeneración y de Autoabastecimiento, así como las tecnologías que esta empresa utiliza.

4.1 Tecnologías de generación eléctrica empleadas en plantas industriales

Las tecnologías de generación eléctrica empleadas usualmente en plantas industriales son: la turbina de vapor, la turbina de gas, combustión interna, turbina eólica y turbina hidráulica. En esta sección describiremos estas tecnologías empleadas en el sector industrial al 1 de enero de 2006.

4.1.1 *Turbina de vapor*

La tecnología de Turbina de vapor es empleada para centrales termoeléctricas, las cuales usan el calor para producir electricidad, calientan agua o gas y al calentarse salen a presión y mueven turbinas.

4.1.1.1 ***Equipos y operación***

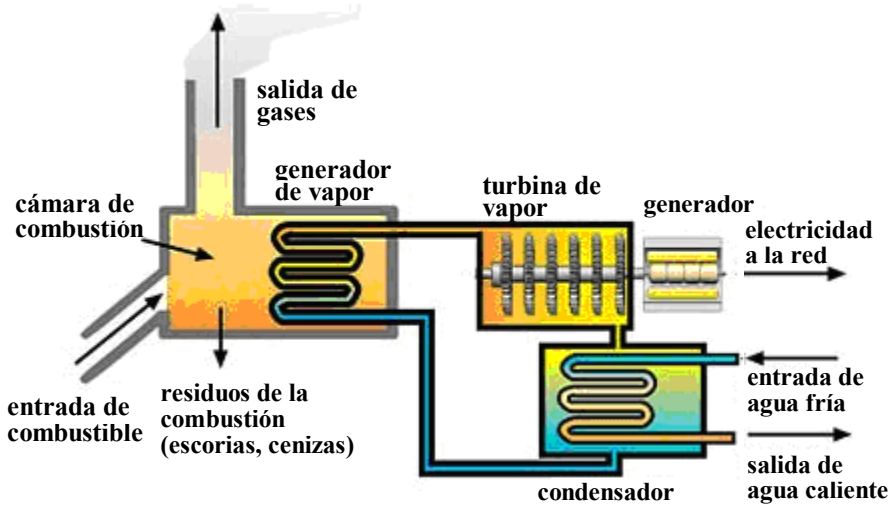
La turbina de vapor se mueve debido a la presión del vapor del agua y la energía cinética es transformada en electricidad por un generador.

En la caldera, los quemadores provocan la combustión generando energía calorífica. Esta convierte a su vez, vapor a alta temperatura el agua circula a través de tubos por la caldera y el vapor entra a gran presión en la turbina de la central y emplea: alta, media y baja presión. En alta presión hay cientos de álabes o paletas de pequeño tamaño, la media presión posee asimismo cientos de álabes pero de mayor tamaño que los anteriores., y finalmente la baja presión, tiene álabes aún más grandes que los precedentes. El objetivo de esta disposición es aprovechar al máximo la fuerza del vapor, ya que esta va perdiendo presión progresivamente, por lo cual los álabes de la turbina se hacen de mayor tamaño cuando se pasa de un cuerpo a otro.

El vapor de agua a presión, hace girar los álabes de la turbina generando energía mecánica. A su vez, el eje que une a los tres cuerpos de la turbina (de alta, media y baja presión) hace girar al mismo tiempo a un alternador unido a ella, produciéndose de esta manera la energía eléctrica.

Por su parte, el vapor con menor presión es enviado a unos condensadores. Allí es enfriado y convertido de nuevo en agua.

El eje de la turbina está unido a un generador que envía la corriente eléctrica a través de un transformador (Figura IV.1).



Fuente: http://unesa.net/unesa/html/

Figura IV.1 Conversión de energía térmica a energía eléctrica

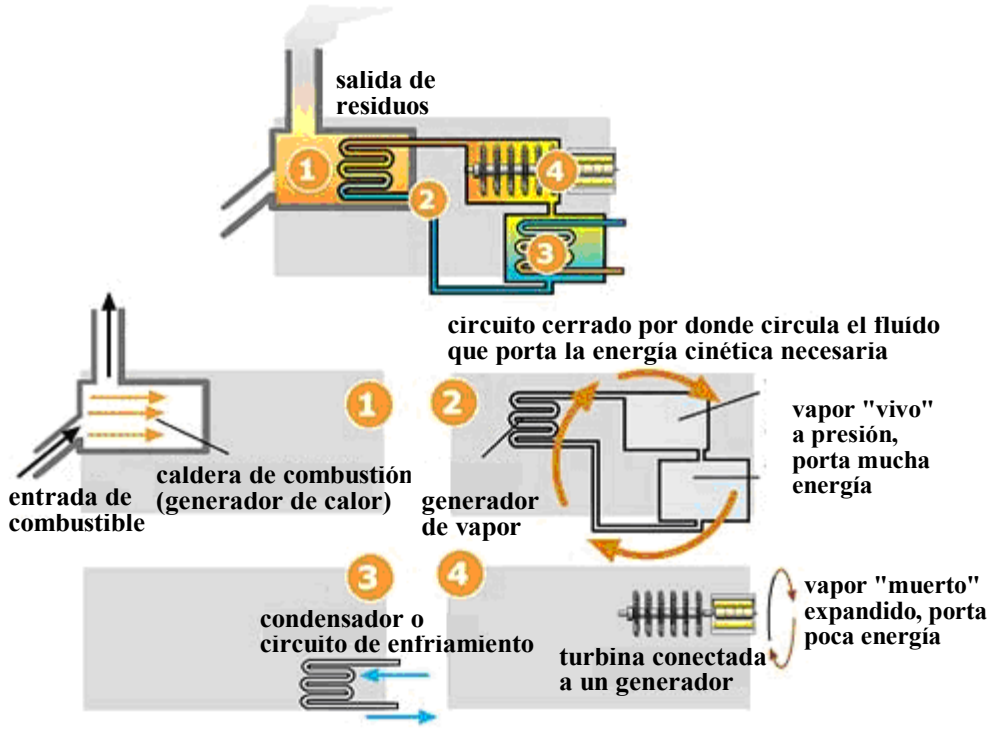
Los principales equipos empleados son:

1. Generador de calor: es una caldera en dónde el combustible puede ser: carbón, diesel, gas natural, etc.

2. El circuito cerrado donde circula el agua en fase líquida y en vapor. El generador de vapor tiene una gran superficie de contacto para facilitar la transferencia de calor de la caldera.

3. Condensador o circuito de enfriamiento convierte el vapor "muerto" de baja densidad en agua líquida de alta densidad, apta para ser convertida de nuevo en vapor.

4. La turbina convierte la energía cinética del vapor en movimiento rotatorio. Las ruedas de paletas se disponen una tras otra, con diferentes configuraciones, para aprovechar toda la energía contenida, como anteriormente se menciono. El generador convierte el giro en corriente eléctrica, gracias al proceso de inducción electromagnética (Figura IV.2).



Fuente: http://unesa.net/unesa/html/

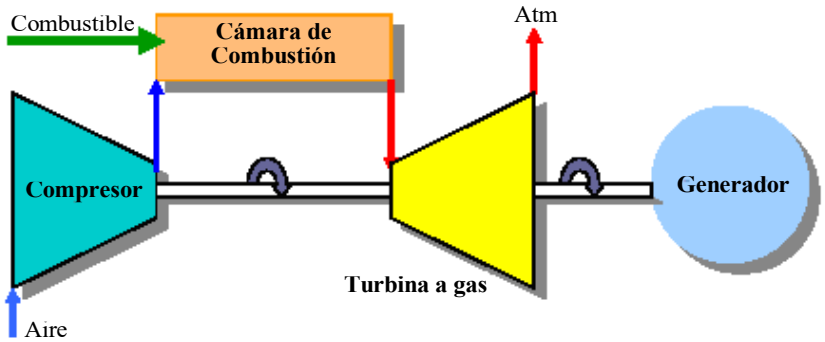
Figura IV.2 Circuito de vapor y gas.

4.1.2 *Turbina de gas*

4.1.2.1 ***Equipos y operación***

En este tipo de central térmica en dónde en lugar de agua se utiliza gas, el cual puede ser calentado por diversos combustibles (gas, derivados de petróleo). En la combustión el resultado es que gases a altas temperaturas mueven a la turbina.

En las unidades de turbogas, el aire se comprime antes de llegar a la cámara de combustión, donde se mezcla el combustible con el aire. De ello resultan gases de combustión calientes que, al expandirse, hacen girar la turbina. El generador acoplado a la turbina de gas transforma esta energía mecánica en energía eléctrica. Los gases desechados poseen un importante contenido energético, que se utiliza para calentar agua llevándola a la fase de vapor, que se aprovecha para generar energía eléctrica, siguiendo un proceso semejante al descrito para las plantas convencionales de turbina de vapor.



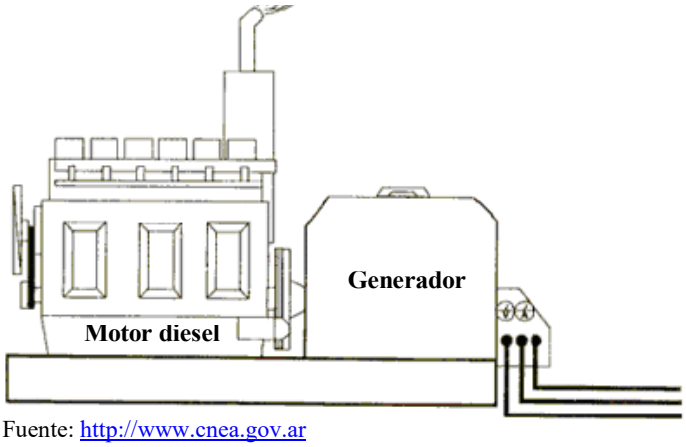
Fuente: http://www.cnea.gov.ar

Figura III.3 Turbina de gas

4.1.4 *Combustión interna*

4.1.4.1 ***Equipos y operación***

Por su parte, la tecnología de las centrales diesel sigue el principio de los motores de combustión interna, en donde se aprovecha la expansión de los gases de combustión para obtener la energía mecánica, la cual es transformada en energía eléctrica en el generador (Figura IV.4).



Fuente: http://www.cnea.gov.ar

Figura IV.4 Combustión Interna

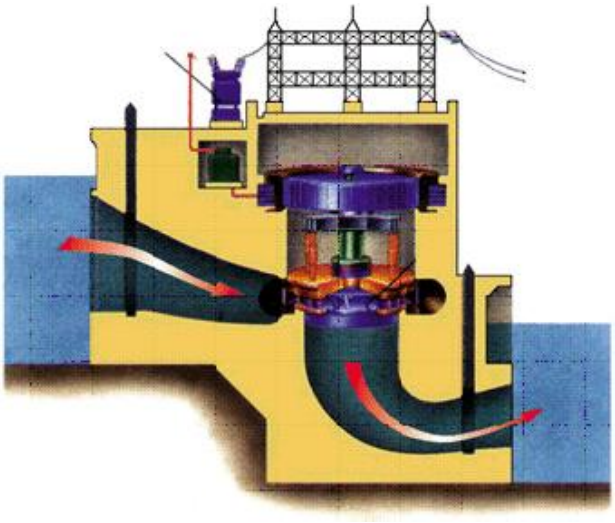
4.1.5 *Turbina hidráulica*

Para la utilización de la energía hidráulica de una corriente de agua es preciso disponer de un salto de agua. Este salto puede ser natural o artificial. La altura del salto dependerá esencialmente de las condiciones locales que constituyen el parámetro principal del proyecto de una central hidráulica.

El segundo parámetro es al caudal de agua que también depende de las condiciones locales pero, además, es esencialmente variable en función de la época del año, debido a las precipitaciones atmosféricas de la cuenca hidrográfica que alimenta la corriente de agua considerada. El caudal medio puede oscilar entre algunos metros cúbicos por segundo (torrentes de montaña) y algunos cientos o incluso millones de metros cúbicos por segundo en los grandes ríos.

4.1.5.1 ***Equipos y operación***

El objeto principal de una instalación hidroeléctrica es transformar la energía hidráulica de un río en eléctrica; para ello, se utilizan turbinas y generadores de corriente alterna. La turbina es una máquina que transforma la energía de un fluido en movimiento giratorio directamente y sin necesidad de órganos intermedios. La velocidad que desarrolla una turbina hidráulica depende de la cantidad de agua y de desnivel entre la superficie del agua y el plano de salida (Figura IV.5)

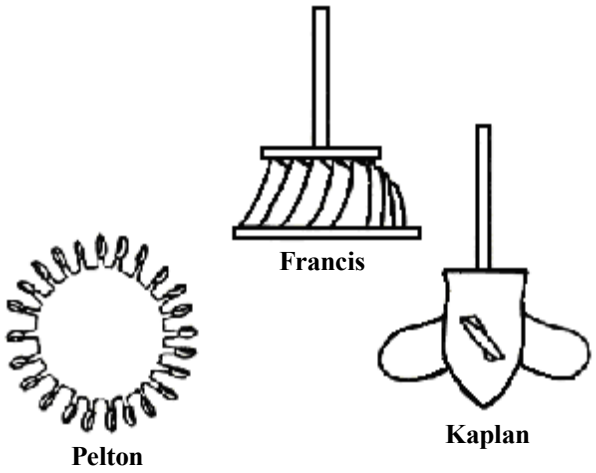


Fuente: http://www.cnea.gov.ar

Figura IV.5 Turbina Hidráulica

Las turbinas de acción modernas son del tipo Pelton y tienen la particularidad de que el chorro que desemboca al aire libre llega al rodete tangencialmente, por lo que son perdurables al eje de la turbina. Se utilizan en caídas hasta de 1 000 metros.

Las turbinas en hélice y Kaplan se utilizan en las centrales de salto pequeño (hasta unos 70 metros), mientras que en los medianos, comprendidos entre 50 y 500 metros, se emplean las turbinas Francis, cuyos alabes modifican la velocidad de las capas líquidas, tanto en dirección como en magnitud (Figura IV.6).



Fuente: http://www.cnea.gob.ar

Figura IV.6 Clasificación de Turbinas Hidráulicas

4.1.6 *Lecho fluidizado*

Consiste en efectuar la combustión en un lecho compuesto por partículas del combustible, sus cenizas y un absorbente alcalino, generalmente caliza, que se mantiene suspendido por la acción de una corriente de aire ascendente. De esta forma, el conjunto tiene la apariencia de un líquido en ebullición. Con ello, se obtiene un mejor rendimiento en el proceso de combustión, al haber una mayor superficie de contacto entre el aire y las partículas que reaccionan. El aspecto más positivo es que se produce una fuerte reducción de las emisiones de gases a la atmósfera.

4.1.6.1 ***Equipos y operación***

Hay dos tipos fundamentales de combustión en lecho fluido: la tecnología de lecho fluido atmosférico y la tecnología de lecho fluido a presión. La tecnología de lecho fluido atmosférico logra unos niveles de reducción de emisiones de SO_2 de entre un 60% y un 90%, así como disminuciones apreciables en las de NO_x y CO_2. Vemos que tiene una alta capacidad para la retención del azufre.

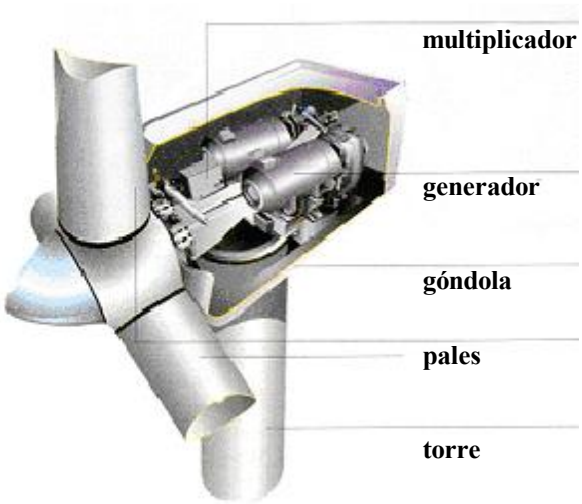
Por lo que se refiere a la tecnología de lecho fluido a presión, las emisiones de SO_2 y NO_x son también inferiores a las que se generan en una central convencional. Dadas las limitaciones fijadas por las leyes de la termodinámica, el rendimiento en las centrales térmicas no puede sufrir una mejora substancial. Actualmente, menos del 40% de la energía producida por combustión se transfiere finalmente como energía eléctrica. El resto se desperdicia principalmente como calor residual. Con la tecnología de lecho fluido a presión se pueden conseguir niveles de eficiencia superiores al 40%.

4.1.7 *Eoloeléctrica*

Este tipo de central convierte la energía del viento en energía eléctrica, mediante una aeroturbina que hace girar un generador.

4.1.7.1 ***Principios de operación***

Las turbinas eólicas o aerogeneradores convierten la energía cinética del viento en electricidad por medio de un generador. Estos equipos tienen aspas hélices que hacen girar un eje central conectado, inmediatamente una serie de engranajes, al generador eléctrico. Un sistema eoloeléctrico convencional se compone de las siguientes partes principales: aspas, rotor, transmisión, generador, controles y torre (Figura IV.7).



Fuente: http://www.cnea.gov.ar

Figura IV.7 Aerogenerador

Las aspas reciben directamente la energía del viento. Un rotor está compuesto por dos o tres aspas cuyo tamaño comercial oscila entre 25 y 50 metros y pueden pesar más de 900 kg cada una. Como estándar para centrales eoloeléctricas, se considera a las unidades de 1 MW.

4.2 Centrales eléctricas en instalaciones industriales en México

Algunos sectores industriales diferentes a la industria eléctrica generan electricidad, bajo las modalidades de Autoabastecimiento[23] y Cogeneración[24] las cuales se encuentran reguladas por la Comisión Reguladora de Energía (CRE). Las actividades reguladas de la CRE definidas en la ley de la CRE y que son de nuestro interés son las siguientes:

- El suministro y venta de energía eléctrica a los usuarios del servicio público
- La generación, exportación e importación que realicen los particulares.
- La adquisición de la energía eléctrica para el servicio público.

[23] "De autoabastecimiento de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de personas físicas y morales, siempre que no resulte inconveniente para el país…" (Art. 36, Ley del servicio publico de energía eléctrica).

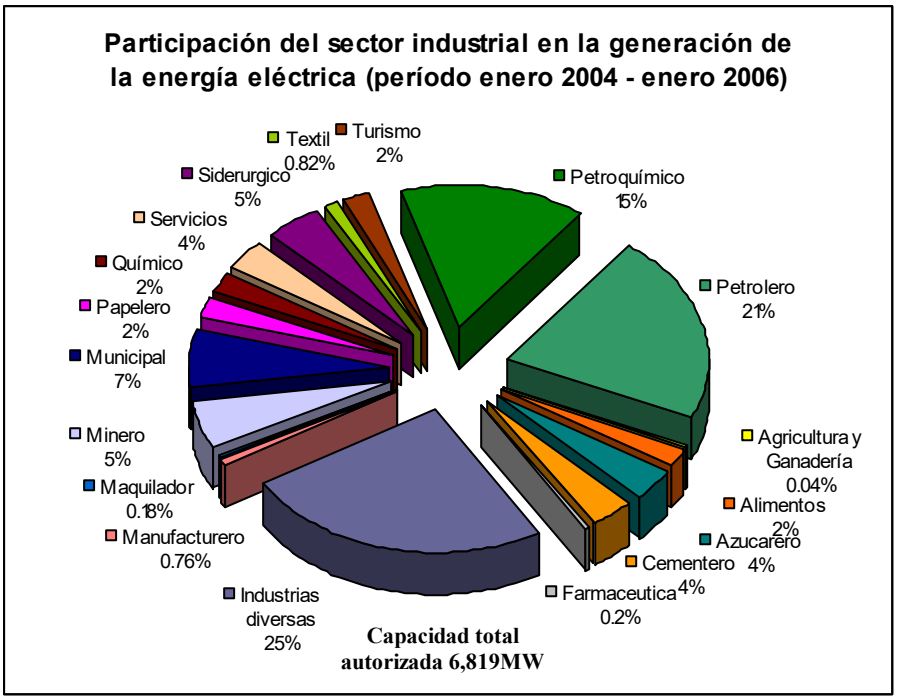
[24] "De Cogeneración, para generar energía eléctrica producida conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica o ambos; cuando la energía térmica no aprovechada en los procesos se utilice para la producción directa o indirecta de energía eléctrica o cuando se utilicen combustibles producidos en sus procesos para la generación directa o indirecta de energía eléctrica…" (Art. 36, Ley del servicio publico de energía eléctrica)

- Los servicios de conducción transformación y entrega de energía eléctrica y entre estas y los titulares de los permisos para la generación, exportación e importación e energía eléctrica.

El sector industrial de México emplea las tecnologías antes mencionadas, en esta sección describiremos cada sector industrial que tiene una participación en la generación de electricidad.

4.2.1 *Capacidad total de generación por sector industrial*

El sector industrial en México ha optado por la generación de electricidad a partir de las tecnologías antes descritas. La participación de diferentes sectores industriales de México en la generación de energía eléctrica bajo la modalidad de Autoabastecimiento es de 5,021 MW y con la modalidad de Cogeneración es de 1,798 MW, sumando un total de **6,819 MW**, la mayor participación ha sido de las industrias diversas, el sector petrolero y el sector petroquímico, la Figura IV.8 muestra la el porcentaje de la capacidad autorizada total de generación de cada sector industrial.



Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

Figura IV.8 Capacidad autorizada de cada sector industrial de México

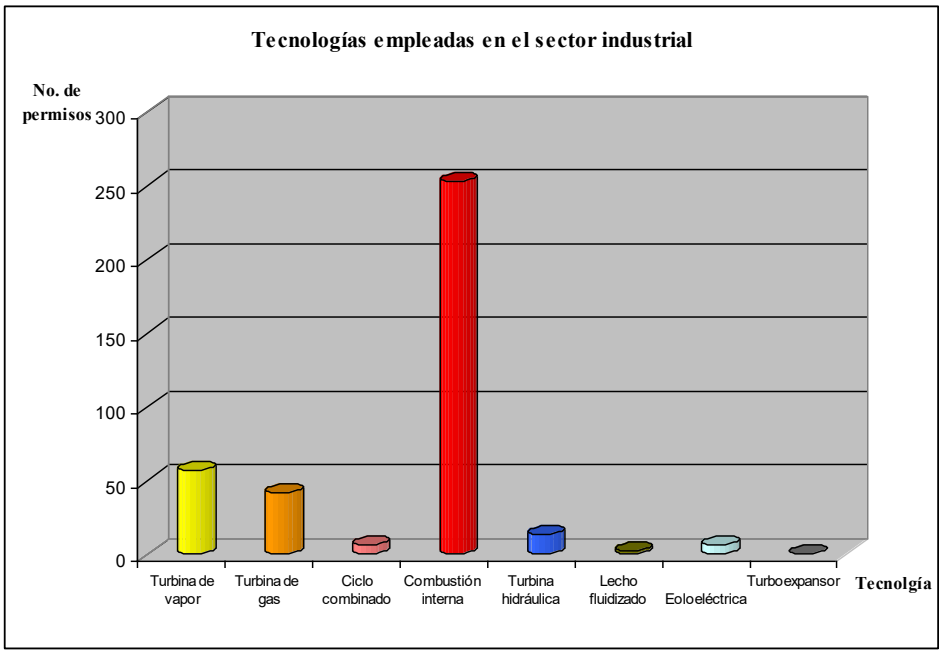
El sector denominado servicios ha adquirido un número considerable de permisos en los últimos dos años; sin embargo industrias diversas, el sector petrolero y petroquímico cuentan con capacidades mayores. El número de permisos así como capacidades autorizadas de cada actividad económica se muestra en la Tabla IV.1.

Tabla IV.1 Número de permisos y capacidad autorizada de cada sector industrial

Actividad Económica (Sector Industrial)	No. de Permisos	Capacidad Autorizada [MW]
Servicios	163	255.29
Alimentos	33	131.29
Petrolero	32	1,460.05
Azucarero	26	242.5
Industrias diversas	26	1,713.57
Petroquímico	15	1,031.49
Químico	14	138.61
Papelero	13	148.62
Minero	12	367.33
Municipal	10	462.96
Manufacturero	9	51.28
Textil	9	68.15
Siderúrgico	5	309.9
Turismo	5	150.04
Farmacéutica	4	18.89
Maquilador	3	17.78
Cementero	1	250
Agricultura y Ganadería	1	2.2
Total	**381**	**6,819**

Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

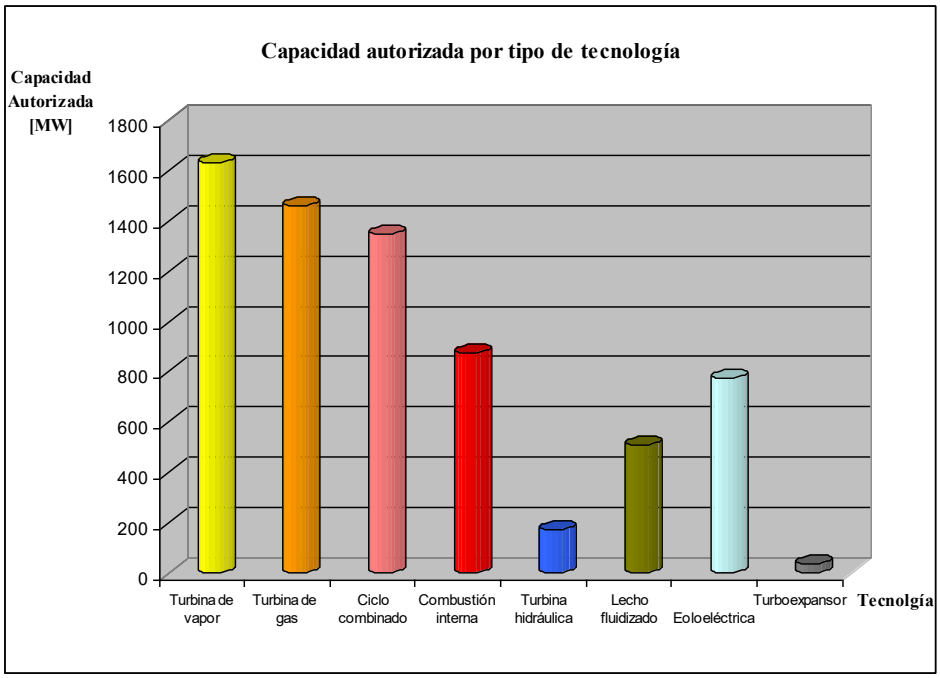
El número de permisos vigentes otorgados en la modalidad de Autoabastecimiento es de 343 y bajo la modalidad de Cogeneración es de 38, teniendo un total de **381** permisos. La incidencia de permisos con las diferentes tecnologías es indicada en la Figura IV.9.



Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

Figura IV.9 Tecnologías empleadas en el sector industrial

La tecnología de turbina de vapor tiene una capacidad autorizada de 1,633 MW, la capacidad de la tecnología te combustión interna es de 876 MW, con lo cual se indica que existen muchos permisos que utilizan esta tecnología con capacidades relativamente pequeñas, nos referimos a un promedio de 2.2 MW. La capacidad autorizada de las diferentes tecnologías se ilustra en la Figura IV.10.



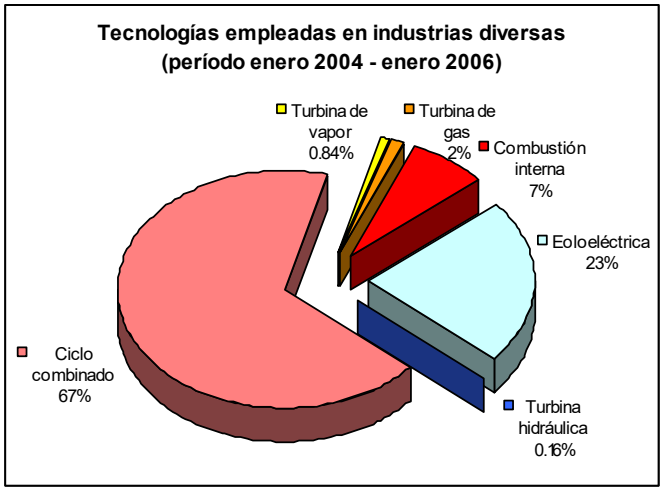
Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

Figura IV.10 Capacidad Autorizada por tipo de tecnología

A continuación mostraremos a detalle el empleo de las distintas tecnologías en la generación eléctrica de cada sector y en el siguiente apartado del capítulo se abordará específicamente las centrales del sector petrolero y petroquímico correspondientes a PEMEX.

4.2.2 *Industrias diversas*

La actividad económica denominada industrias diversas se compone por empresas con diversas actividades y de igual manera son variadas las tecnologías que implementan en la generación de energía, este sector posee una capacidad autorizada de 1,713.5 MW y cuenta con 26 permisos otorgados (Figura IV.11).

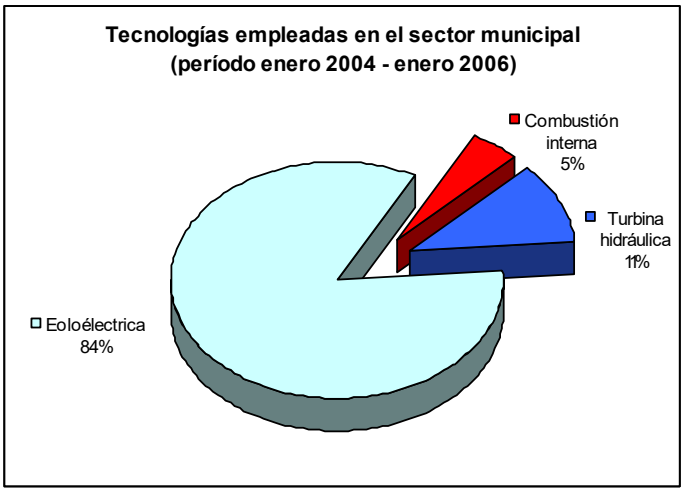


Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

Figura IV.11 Tipo de tecnología empleada en industrias diversas

4.2.3 *Municipal*

La actividad económica denominada municipal cuenta con 10 permisos y una capacidad de 463 MW, divididos en las siguientes tecnologías: eoloeléctrica, turbina hidráulica y combustión interna (Figura IV.12).

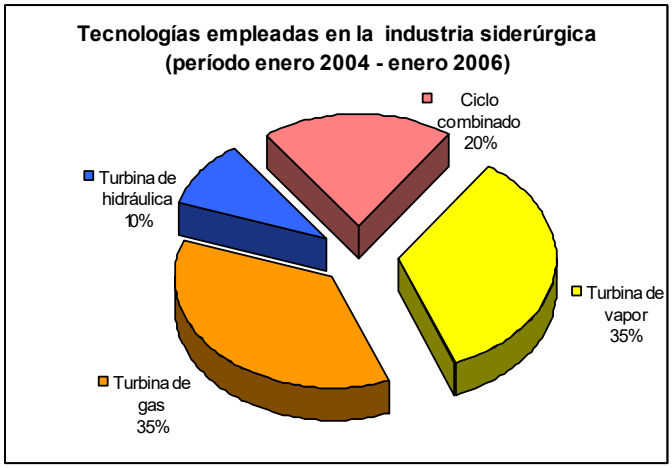


Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

Figura IV.12 Tipo de tecnología empleada en el sector municipal

4.2.4 *Siderúrgico*

La industria siderúrgica tiene una capacidad autorizada de 310 MW, en tan solo 5 permisos lo cual indica que el consumo de este sector es representativo y las tecnologías empleadas son las representadas en la Figura IV.13.

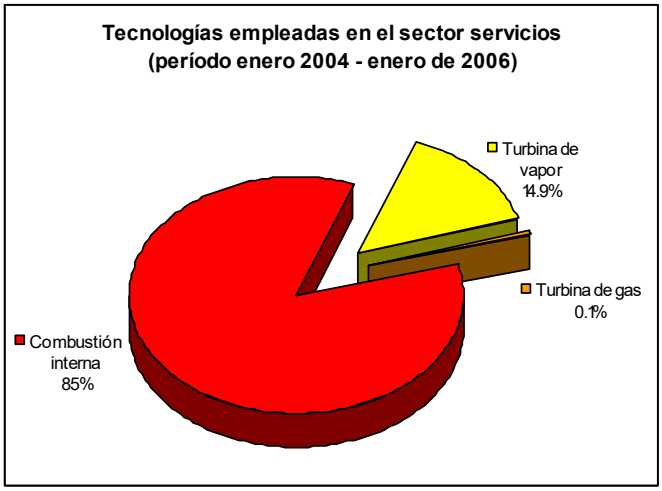


Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

Figura IV.13 Tipo de tecnología empleada en la industria siderúrgica

4.2.5 *Servicios*

Esta actividad económica cuenta con el mayor número de permisos, los cuales emplean con mayor incidencia la tecnología de combustión interna. TELEFONOS DE MEXICO, S.A. DE C.V, es la empresa con más permisos otorgados en el 2005. La capacidad autorizada total de este sector es de 255.3 MW y las tecnologías empleadas se indican en la Figura IV.14.



Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

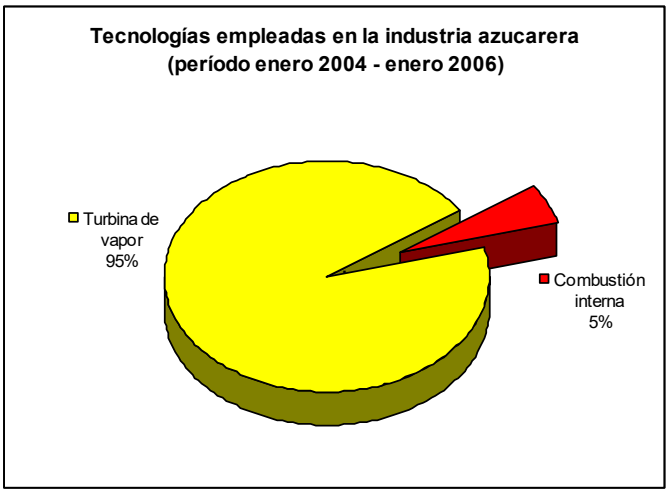
Figura IV.14 Tipo de tecnología empleada en servicios

4.2.6 *Cementero*

Este sector industrial posee únicamente un permiso de generación de electricidad con la tecnología de lecho fluidizado y una capacidad de 250 MW, como energético primario ha utiliza coque.

4.2.7 *Azucarero*

La industria azucarera tiene una capacidad autorizada de 242.5 MW, y como energéticos utiliza combustóleo y bagazo de caña en 26 permisos otorgados por la CRE (Figura IV.15).

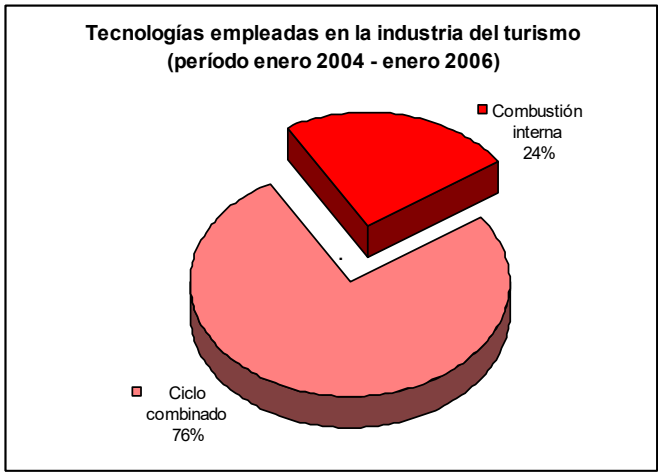


Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

Figura IV.15 Tipo de tecnología empleada en la industria azucarera

4.2.8 *Turismo*

La actividad económica dedicada al turismo cuenta con 1 permiso de con la tecnología de ciclo combinado y los restantes corresponden a el empleo de combustión interna, en su conjunto tienen una capacidad autorizada de 150 MW (Figura IV.16).

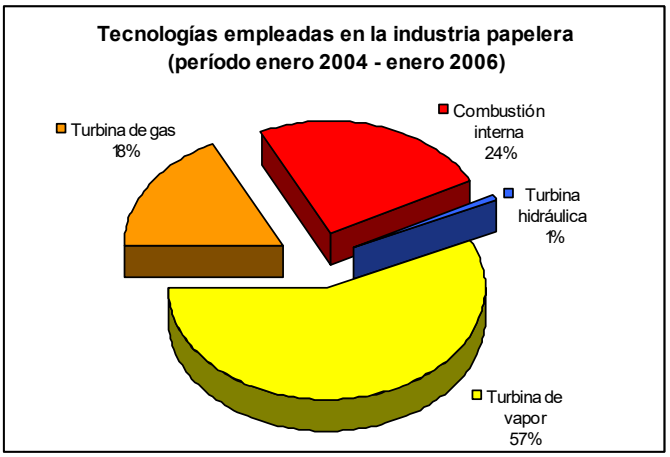


Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

Figura IV.16 Tipo de tecnología empleada en la industria del turismo

4.2.9 *Papelero*

A la industria papelera se le han otorgado 13 permisos con una capacidad autorizada de 148.6 MW, la industria papelera utiliza como energético primario principalmente gas, el empleo de las tecnologías y su distribución se observa en la Figura IV.17.

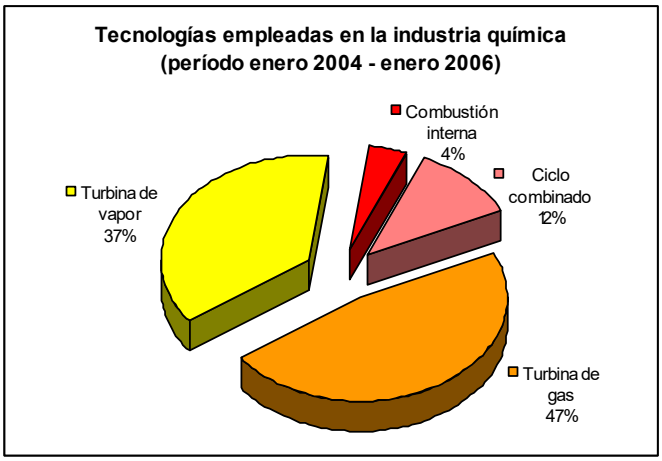


Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

Figura IV.17 Tipo de tecnología empleada en la industria papelera

4.2.10 *Químico*

La industria química cuenta con 14 permisos y una capacidad de 138.6 MW, de los energéticos de mayor empleo son el diesel y el gas natural (Figura IV.18).

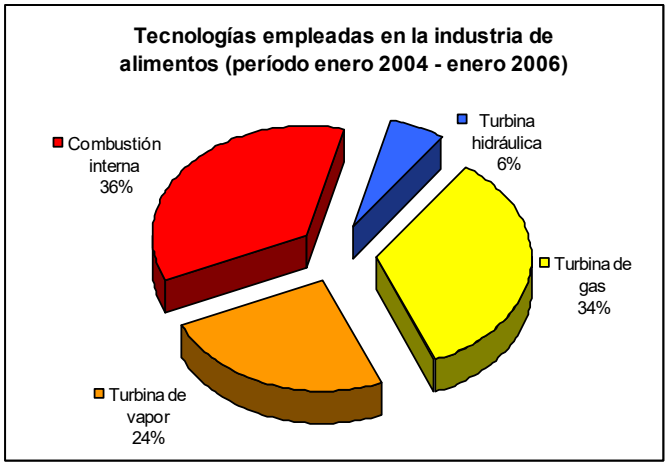


Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

Figura IV.18 Tipo de tecnología empleada en la industria química

4.2.11 *Alimentos*

La industria química posee 33 permisos con los que tiene una capacidad autorizada de 1,31.3 MW, la tecnología de mayor implantación ha sido la combustión interna, posteriormente la turbina de gas y turbina de vapor, teniendo una participación mínima la turbina hidráulica (Figura IV.19).



Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

Figura IV.19 Tipo de tecnología empleada en la industria de alimentos

4.2.12 *Otros*

Los sectores industriales: textil, manufacturero, farmacéutica, maquilador y agricultura y ganadería cuentan con una participación menor en la generación de energía eléctrica, en la Tabla IV.2 se indica el número de permisos otorgados por la CRE, las capacidades autorizadas y el respectivo porcentaje de empleo cada tecnología en la generación de energía eléctrica.

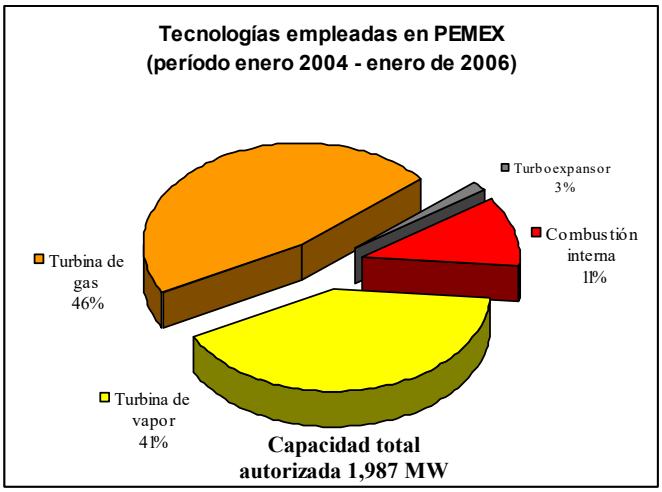
Tabla IV.2 Sectores industriales de menor participación

Actividad Económica	Capacidad Autorizada [MW]	No. De Permisos	Turbina de vapor	Turbina de gas	Combustión interna	Turbina hidráulica
Textil	68.15	9	25.3	27.73	6.74	8.38
Manufacturero	51.30	9	--	10.39	25.53	17.36
Farmacéutica	18.90	4	--	--	18.90	--
Maquilador	17.78	3	--	7.52	1.11	9.15
Agricultura y ganadería	2.2	1	--	--	2.2	--

Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

4.3 Instalaciones de generación eléctrica en PEMEX

La industria petrolera y petroquímica representan a los sectores más importantes para el país, en México PEMEX constituye ambos sectores y esta integrado por: PEMEX Exploración y Producción, PEMEX Refinación, PEMEX Gas y Petroquímica Básica y PEMEX Petroquímica bajo la conducción del Corporativo de PEMEX. La empresa tiene una capacidad total autorizada de 1,987 MW a través de 42 permisos bajo las modalidades Autoabastecimiento y Cogeneración. Las tecnologías de mayor empleo en PEMEX han sido la turbina de gas y la turbina de vapor. La distribución de las diferentes tecnologías se muestra en la Tabla IV.3.



Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

Figura IV.19 Tipo de tecnología empleada en PEMEX

4.3.1 *Plantas de Autoabastecimiento*

La capacidad de PEMEX bajo la modalidad de Autoabastecimiento es de 1472 MW, en 38 permisos vigentes de la CRE (Tabla IV.3).

Tabla IV.3 Capacidad de generación bajo la modalidad de Autoabastecimiento en PEMEX

Filial de PEMX	Capacidad Autorizada [MW]	No. De Permisos
Pemex Petroquímica	161.2	3
Pemex Refinación	661.2	6
Pemex Gas y Petroquímica Básica	282.8	7
Pemex Exploración y Producción	366.7	22
Total	1472	38

Fuente: El autor a partir de datos obtenidos de la CRE

La capacidad autorizada de generación en PEMEX Petroquímica es de 161.2 MW, empleando las tecnologías de turbina de gas y turbina de vapor (Tabla IV.4).

Tabla IV.4 Generación eléctrica en PEMEX Petroquímica

CAPACIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN PEMEX PETROQUÍMICA Capacidad de generación eléctrica en Pemex Petroquímica, según los permisos otorgados por la CRE				
Petroquímica	**No. de permiso**	**No. de generadores**		**Capacidad total MW**
		Unidades	**Capacidad MW**	
Independencia	E/069/AUT/97	1 turbogenerador a vapor 1 turbogenerador a vapor	30.0 24.0	54.0
Escolín	E/063/AUT/97	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas	24.0 24.0	48.0
Cosoleacaque	E/062/AUT/97	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas	29.6 29.6	59.2

Fuente: CRE.

PEMEX Refinación tiene una capacidad autorizada de generación de 661.2 MW, empleando las tecnologías de turbina de gas, turbina de vapor y turboexpansor. Esta última tecnología mencionada con una capacidad de 15 MW ubicada en Cadereyta. Las unidades utilizadas en esta filial se muestran en la Tabla IV.5.

Tabla IV.5 Generación eléctrica en PEMEX Refinación

CAPACIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN PEMEX REFINACIÓN Capacidad de generación eléctrica en Pemex Refinación, según los permisos otorgados por la CRE				
Refinería	**No. de permiso**	**No. de generadores**		**Capacidad total MW**
		Unidades	**Capacidad MW**	
Madero [1]	E/093/AUT/98	1 turbogenerador a vapor	15.00	129.00
		1 turbogenerador a vapor	15.00	
		1 turbogenerador a vapor	15.00	
		1 turbogenerador a vapor	20.00	
		1 turbogenerador a vapor	32.00	
		1 turbogenerador a vapor	32.00	
Minatitlán [2]	E/082/AUT/98	1 turbogenerador a vapor	32.00	64.00
		1 turbogenerador a vapor	32.00	
Salamanca [3]	E/079/AUT/98	1 turbogenerador a vapor	18.75	140.50
		1 turbogenerador a vapor	18.75	
		1 turbogenerador a vapor	24.00	
		1 turbogenerador a vapor	3.00	
		1 turbogenerador a vapor	3.00	
		1 turbogenerador a vapor	3.00	
		1 turbogenerador a vapor	6.00	
		1 turbogenerador a vapor	32.00	
		1 turbogenerador a vapor	32.00	
Tula [4]	E/072/AUT/98	1 turbogenerador a vapor	25.60	133.70
		1 turbogenerador a vapor	25.60	
		1 turbogenerador a vapor	32.00	
		1 turbogenerador a vapor	32.00	
		1 turbogenerador a gas	18.50	
Salina Cruz	E/097/AUT/98	1 turbogenerador a vapor	25.50	115.00
		1 turbogenerador a vapor	25.50	
		1 turbogenerador a vapor	32.00	
		1 turbogenerador a vapor	32.00	
Cadereyta [5]	E/083/AUT/98	1 turbogenerador a vapor	32.00	79.00
		1 turbogenerador a vapor	32.00	
		1 turbogenerador a gas	15.00	

Fuente: CRE.

[1] *Capacidad modificada por la resolución Núm. RES/062/2001.*
[2] *Capacidad modificada por la resolución Núm. RES/171/2000.*
[3] *Capacidad modificada por la resolución Núm. RES/152/2002.*
[4] *Capacidad modificada por las resoluciones Núm. RES/281/1998 y RES/194/2000.*
[5] *Capacidad modificada por la resolución Núm. RES/283/2002.*

PEMEX Gas y Petroquímica Básica cuenta con una capacidad autorizada de generación de 282.8 MW, empleando las tecnologías de turbina vapor y turbina de gas (Tabla IV.6).

Tabla IV.6 Generación eléctrica en PEMEX gas y Petroquímica Básica

CAPACIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN PEMEX GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA Capacidad de generación eléctrica en Pemex Gas y Petroquímica Básica, según los permisos otorgados por la CRE				
CPG	**No. de permiso**	**No. de generadores**		**Capacidad total MW**
		Unidades	**Capacidad MW**	
Reynosa	E/064/AUT/97	1 turbogenerador a vapor 1 turbogenerador a vapor	3.00 3.00	6.00
Nuevo Pemex	E/065/AUT/97	1 turbogenerador a vapor 1 turbogenerador a vapor 1 turbogenerador a vapor	36.00 36.00 20.00	92.00
La Venta [1]	E/066/AUT/97	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas	22.25 6.40	28.65
Poza Rica [2]	E/067/AUT/97	1 turbogenerador a vapor 1 turbogenerador a vapor 1 turbogenerador a vapor	6.00 8.00 8.00	22.00
Ciudad Pemex	E/068/AUT/97	1 turbogenerador a vapor 1 turbogenerador a vapor 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas	3.00 3.00 24.00 34.00	64.00
Área Coatzacoalcos [3]	E/080/AUT/98	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas	22.25 22.25 19.20	63.70
Burgos	E/294/AUT/2004	1 turbogenerador a gas	6.50	6.50

Fuente: CRE.

[1] *Capacidad modificada por la resolución Núm. RES/110/2003.*
[2] *Capacidad modificada por las resoluciones Núm. RES/107/2003 y RES/106/2004 (IIE).*
[3] *Capacidad modificada por las resoluciones Núm. RES/002/2004 (IIE).*

PMEX Exploración y Producción cuenta con una capacidad autorizada de generación de 366.8 MW distribuidos en 22 permisos otorgados por la CRE, las tecnologías que emplea son la turbina de gas y combustión interna. Las unidades con que cuenta, así como los sitios en dónde se localizan se muestra en la Tabla IV.7.

Tabla IV.7 Generación eléctrica en Pemex Exploración y Producción

CAPACIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN Capacidad de generación eléctrica en Pemex Exploración y Producción según los permisos otorgados por la CRE					
Sitio	**Región de PEP**	**No. de permiso**	**No. de generadores**		**Capacidad total MW**
			Unidades	**Capacidad MW**	
Plataforma Marina Akal-P	Región Marina Noreste	E/248/AUT/2003	1 motogenerador 1 motogenerador	0.832 0.832	1.664
Plataforma Marina Akal-G	Región Marina Noreste	E/247/AUT/2003	1 motogenerador 1 motogenerador	1.5 1.5	3.0
Centro de Proceso Akal-L	Región Marina Noreste	E/243/AUT/2003	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 motogenerador 1 motogenerador 1 motogenerador	3.60 3.60 3.60 3.60 3.50 3.50 1.25 1.08 1.00	24.73
Centro de Proceso Akal-B	Región Marina Noreste	E/213/AUT/2002	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 motogenerador 1 motogenerador 1 motogenerador	5.20 5.20 5.20 5.20 1.50 1.25 1.00	24.55
Plataforma Akal-C Compresión CA-AC-2	Región Marina Noreste	E/206/AUT/2002	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 motogenerador	3.88 3.88 3.88 1.20	12.84
Plataforma Marina Complejo Ixtoc-A	Región Marina Noreste	E/178/AUT/2000	1 motogenerador 1 motogenerador 1 motogenerador	0.275 0.275 0.275	0.825
Plataforma Marina Zaap-C [12]	Región Marina Noreste	E/120/AUT/98	1 motogenerador	0.75	0.75
Terminal Marítima Dos Bocas	Región Marina Suroeste	E/110/AUT/98	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas	24.25 24.25 24.25 26.40	99.15

Planta Eléctrica Cárdenas	Región Sur	E/109/AUT/98	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas	18.40 18.40	36.80
Centro de Proceso y Transporte de Gas Atasta	Región Marina Noreste	E/107/AUT/98	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas	2.7 2.7 2.7	8.1
Complejo Marino de Producción Abkatún A	Región Marina Suroeste	E/106/AUT/98	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 motogenerador 1 motogenerador 1 motogenerador 1 motogenerador	2.560 2.560 2.560 1.250 1.250 1.250 0.875 0.875 0.875 0.875 0.875 0.875 0.550 0.550 0.550 0.400	18.730
Complejo Marino de Producción Akal-N [9]	Región Marina Noreste	E/105/AUT/98	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 motogenerador 1 motogenerador	1.05 1.05 1.05 1.25 1.25	5.65
Complejo Marino de Producción Akal-J [7]	Región Marina Noreste	E/104/AUT/98	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 motogenerador 1 motogenerador 1 motogenerador 1 motogenerador 1 motogenerador	0.95 1.05 1.05 1.05 3.80 3.80 1.50 1.50 0.50 0.50 0.50	16.20

Complejo Marino de Producción KU-A [1]	Región Marina Noreste	E/040/AUT/96	1 motogenerador 1 motogenerador 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas	0.75 0.70 1.05 1.05	3.55
Plataforma de Medición Cayo Arcas[11]	Región Marina Noreste	E/039/AUT/96	1 motogenerador 1 motogenerador 1 motogenerador 1 motogenerador	0.50 0.62 0.50 0.50	2.12
Complejo Marino Producción Abkatún Inyección de Agua	Región Marina Suroeste	E/038/AUT/96	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 motogenerador 1 motogenerador	17.00 17.00 0.75 0.75	35.50
Abkatún-Delta	Región Marina Suroeste	E/009/AUT/94	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 motogenerador 1 motogenerador 1 motogenerador 1 motogenerador	2.65 2.65 0.555 0.555 0.555 0.550	7.515

Fuente: CRE.

[1] *Capacidad modificada por la resolución Núm. RES/052/2000.*
[2] *Capacidad modificada por las resoluciones Núm. RES/053/2000 y RES/080/2002.*
[3] *Capacidad modificada por la resolución Núm. RES/231/99.*
[4] *Capacidad modificada por la resolución Núm. RES/162/99.*
[5] *Capacidad modificada por las resoluciones Núm. RES/200/97 y RES/188/99.*
[6] *Capacidad modificada por la resolución Núm. RES/189/99.*
[7] *Capacidad modificada por la resolución Núm. RES/036/2003.*
[8] *Capacidad modificada por la resolución Núm. RES/145/2002.*
[9] *Capacidad modificada por la resolución Núm. RES/097/2002.*
[10] *Capacidad modificada por la resolución Núm. RES/102/98.*
[11] *Capacidad modificada por la resolución Núm. RES/110/98.*
[12] *Capacidad modificada por las resoluciones Núm. RES/231/99 y RES/129/2000 (anulación).*
[13] *El total no incluye ni la unidad, ni la capacidad instalada, ni el permiso (E/120/AUT/98) de la Plataforma Marina Zaap-C ya que fue cancelado.*

4.3.2 *Plantas de Cogeneración*

La capacidad de PEMEX bajo esta modalidad es de 515 MW, contando con 4 permisos vigentes otorgados por CRE, ubicados en PEMEX Petroquímica y PEMEX Gas y Petroquímica Básica. Las tecnologías empleadas son la turbina de vapor y la turbina de gas, las unidades generadoras y los sitios de ubicación se muestran en la Tabla IV.8.

Tabla IV.8 Generación eléctrica en PEMEX bajo la modalidad de Cogeneración

CAPACIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN PEMEX **Capacidad de generación eléctrica en Pemex Petroquímica y PEMEX Gas y Petroquímica Básica, según los permisos otorgados por la CRE**				
Complejo	**No. de permiso**	**No. de generadores**		**Capacidad total MW**
		Unidades	**Capacidad MW**	
Pajaritos [1]	E/076/COG/98	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas	19.5 19.5 19.5	58.5
Cangrejera [2]	E/075/COG/98	1 turbogenerador a vapor 1 turbogenerador a vapor 1 turbogenerador a vapor 1 turbogenerador a gas	48.0 48.0 48.8 19.5	163.5
Morelos [3]	E/074/COG/98	1 turbogenerador a vapor 1 turbogenerador a vapor 1 turbogenerador a vapor 1 turbogenerador a gas	48.0 48.0 48.4 28.0	172.0
Cactus	E/073/COG/98	1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas 1 turbogenerador a gas	24.14 24.14 24.14 24.14 24.14	120.70

Fuente: CRE.

Conclusiones

El sector industrial en México ha tenido una participación creciente en la generación eléctrica con tecnologías como: turbina de vapor, turbina de gas, combustión interna, turbina hidráulica, lecho fluidizado y eoloeléctrica, teniendo un mayor empleo de la tecnología de combustión interna por el sector de Servicios.

La generación eléctrica del sector industrial en el país, se encuentra bajo las figuras de Autoabastecimiento y Cogeneración, y las tecnología empleadas hasta el 1 de enero de 2006 no han variado mucho, excepto por la utilización de ciclo combinado en un pequeño porcentaje del sector industrial, cabe destacar que el mayor empleo de esta tecnología se presentó en los Productores Independientes de Energía, quienes destinan su generación a la Comisión Federal de Electricidad.

PEMEX es uno de los sectores industriales más importantes con una participación en la generación de electricidad con una capacidad de 1,987 MW, bajo las modalidades de Autoabastecimiento y Cogeneración. Esta última ha sido la menos desarrollada por lo que presenta un mayor potencial en el futuro cercano. Las tecnologías empleadas en PEMEX en orden decreciente de utilización: turbina de gas, turbina de vapor y combustión interna. Como podemos observar este tipo de tecnologías son poco eficientes, existe en este sector un potencial muy grande de aprovechamiento de cogeneración.

En la siguiente sección describiremos los pasos a seguir en la etapa de un MDL para proyectos de generación eléctrica en PEMEX. De esta manera se busca encontrar ayudas financieras adicionales para el desarrollo de este tipo de proyectos a través de la venta de bonos de carbono en el mercado internacional del carbono.

Esta página se dejó en blanco intencionalmente

Capítulo 5

Procedimientos y Lineamientos para ingresar al Mercado Internacional del Carbono

Esta página se dejó en blanco intencionalmente

5. Procedimientos y Lineamientos para ingresar al Mercado Internacional del Carbono.

Introducción.

El Mercado Internacional del Carbono consiste en la compra y venta de Unidades de Reducción de Emisiones (URE), Montos Asignados Anualmente (UAA) ó Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE), de acuerdo a cada uno de los mecanismos flexibles del PK. Las RCE se obtienen a través del MDL. El comercio de emisiones se basa en el hecho de que no importa en qué parte del planeta se eviten las emisiones de GEI, ya que es un problema global que atañe a todos los pueblos de la tierra.

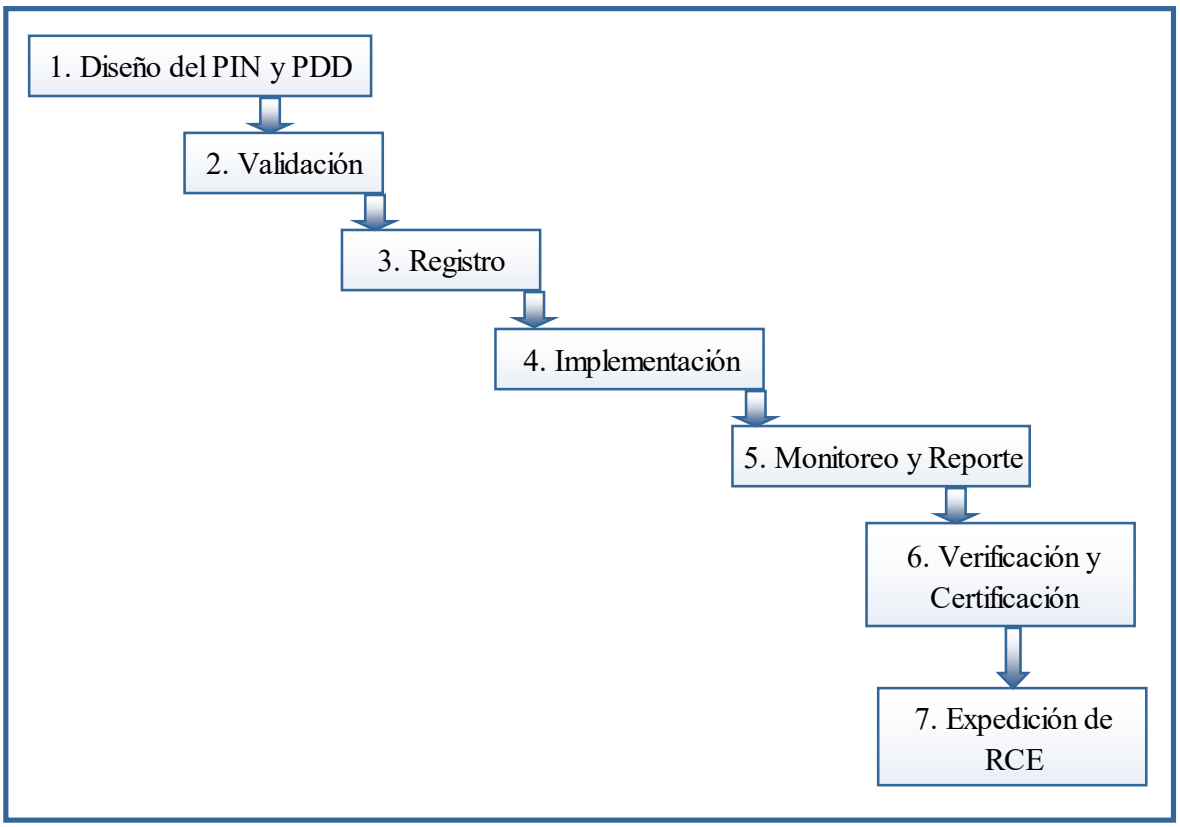
Ahora, para poder participar en este mercado se requiere de RCE las cuales son obtenidas al finalizar el ciclo de un proyecto MDL. Es por ello que resulta necesario realizar cada paso del ciclo de un MDL.

Como ya se mencionó anteriormente PEMEX cuenta con un gran potencial, para desarrollar proyectos MDL, siendo estas iniciativas una gran oportunidad de mejorar sus procesos y contribuir en la solución del problema del cambio climático. El objetivo del capítulo es mostrar los principales procedimientos y lineamientos para ingresar proyectos de generación eléctrica de PEMEX en el Mercado Internacional del Carbono.

Alo largo del capítulo, describiremos de manera general en qué consiste, indicaremos los requisitos específicos de cada etapa, el tiempo que se necesita o que requiere como mínimo, dependiendo de circunstancias particulares de cada proyecto, de quiénes intervienen y los costos que tienen cada trámite. El primer paso es la realización del documento de diseño del proyecto, pues estamos considerando que se tiene ya planteado el diseño del proyecto, ya sea de mejora de eficiencia, cambio de combustible o cogeneración.

5.1 Esquema general del proceso

El proceso necesario para que un proyecto susceptible de reducción de emisiones de GEI pueda obtener RCE y con ello participar en el Mercado Internacional del Carbono se muestra en la Figura V.1. El esquema describe cada uno de los pasos: el diseño de los documentos PIN[25] y PDD[26], el proceso de validación, el registro del proyecto ante la JE, la implementación de dicho proyecto, el monitoreo y los reportes para la obtención de la verificación y certificación, para finalmente obtener la expedición de RCE emitidas por la JE del MDL.



Fuente: El autor a partir de Bauer, M. et al (2005).

Figura V.1 Pasos y participantes para implementar un proyecto MDL

[25] *Project Idea Note (PIN)*, Anexo 1 de este trabajo.
[26] *Project Design Document (PDD)*, Anexo 2 de este trabajo.

5.2 Diseño del PIN y el PDD (Paso 1)

El PIN y el PDD son documentos con formatos establecidos que se requieren para obtener la carta de no objeción y la carta de aprobación la cual es otorgada por el Comité Intersecretarial sobre Cambio Climático quién funge como AND en México. Este es el primer paso del ciclo de un proyecto MDL.

5.2.1 *Diseño del PIN*

5.2.1.1 Características del PIN

El documento denominado PIN mencionan las características generales del proyecto, este documento es aproximadamente de 5 páginas las cuales proporcionan la siguiente información:

- El tipo y tamaño del proyecto
- Localización
- Las reducciones de GEI esperadas, en comparación con un escenario usual.
- El tiempo de vida sugerido para el proyecto
- El precio sugerido de la tonelada de CO_2e en dólares o euros
- La estructuración financiera indicando las partes que se esperan ser financiadas
- Los efectos y beneficios socio-económicos y medioambientales del proyecto

La sección A del PIN menciona la descripción, el tipo, la localización y el periodo. La información requerida es:

- Nombre del proyecto
- Objetivo del proyecto
- Tecnología empleada
- Datos del desarrollador del proyecto
- Datos del patrocinador del proyecto
- Sector al que pertenece el proyecto
- Tiempos estimados para el desarrollo del proyecto
- Posición del país anfitrión con respecto al PK

La sección B menciona los beneficios medioambientales y económicos, y se requieren los siguientes datos:

- Estimación de la reducción de GEI
- Escenario base
- Beneficios medioambientales globales y locales
- Aspectos socioeconómicos
- Prioridades y estrategia medioambiental del país anfitrión

Finalmente la sección C se refiere a cuestiones de financiamiento y los puntos abordados son los siguientes:

- Costos totales estimados del proyecto
- Fuentes de financiamiento buscadas o ya definidas
- Acuerdos de venta de Reducción de Emisiones

5.2.1.2 Obtención de la carta de no objeción por la AND

EL PIN es necesario para la búsqueda de financiamiento, pues la AND no requiere este documento para emitir la carta de aprobación. La carta de no objeción que emite el AND se podría ver como una carta de recomendación dado que no se realiza un estudio profundo.

5.2.1.3 Tiempo requerido y costos estimados

El tiempo requerido para realizar el PIN es el tiempo en que se llegue a conceptualizar el proyecto y los costos son los que el desarrollador necesite para realizar el estudio para identificar el proyecto.

5.2.2 *Diseño del PDD*

Es un documento en el que se describe el aspecto técnico del proyecto y la justificación del proyecto. Las disposiciones necesarias se encuentran en las Modalidades y Procedimientos de un MDL.

5.2.2.1 Características del PDD

Este documento debe contener una serie de puntos establecidos en el *Project Design Document Form* establecido el 1 de julio de 2004.

5.2.2.2 Descripción general de la actividad del proyecto

a) *Aplicación de la metodología de la base de referencia.*

La base de referencia es el escenario que se presenta de manera razonable de las emisiones antropogénicas de GEI que se producirían de no realizarse el proyecto MDL que se propone. Los participantes del proyecto pueden seleccionar una metodología adecuada a su proyecto ya aprobada por la JE, en caso de no existir se debe proponer una nueva metodología que se adecuará a las características del proyecto, se propondrá ante la JE y ella evaluará la metodología.

La Tabla V.1 enlista estas metodologías con sus principales características, mientras que el Anexo 3 presenta el texto íntegro de una de ellas ("Natural gas-based package cogeneration").

b) *Duración de la actividad de un proyecto y período de acreditación*

Esta sección específica el tiempo estimado de vida del proyecto y el periodo de acreditación que incluye el tiempo en que una EOD2[27] verifica y certifica la reducción de emisiones con el objetivo de que la JE pueda dar su aprobación y emitir las RCE. Es precisamente en esta sección donde se elige el período de acreditación.

c) *Aplicación de la Metodología del plan de vigilancia*

La aplicación de una metodología de un plan de vigilancia esta estrechamente vinculado con la línea base, de igual manera se debe elegir metodología ya aprobada o realizar el trámite para realizar la propuesta de una nueva metodología, las cuales son definidas las Modalidades y Procedimientos del MDL.

Al mes de agosto de 2006, existen XX metodologías de este tipo aprobadas para proyectos relacionados con sistemas de generación de energía eléctrica que podrían adecuarse a las circunstancias particulares de PEMEX

d) *Estimaciones de las emisiones de GEI por fuentes*

Deben presentarse las emisiones antropogénicas de GEI de la actividad del proyecto para cada gas regulado por el PK[28] y de igual manera indicar las reducciones debidas a la actividad del proyecto

[27] Especificamos una EOD2 para los proyectos ordinarios que en el ciclo del MDL deben ser verificados y anteriormente validados por una EOD1, sin embargo para proyectos de pequeña escala una misma EOD puede realizar ambas actividades. Recordando que un proyecto de Pequeña Escala no rebasa el límite de 15 MW 15 GWh/año, o 15 kt de CO_2e, esto dependiendo del tipo de proyecto.
[28] EL Anexo A del PK indica los 6 gases regulados.

e) *Evaluación del impacto ambiental*

Este apartado debe informar la evaluación del impacto ambiental y se deben tener en cuenta los posibles efectos en las siguientes áreas:

- Calidad y cantidad de agua
- Impactos en la biodiversidad
- Impactos en la construcción
- Impacto a la herencia cultural

f) *Alegaciones y comentarios de los interesados*

Se describe brevemente el procedimiento que se llevo a cabo para convocar a los interesados en recopilar las alegaciones, los participantes del proyecto deben describir el proyecto de tal manera que permita a los interesados comprender la actividad del proyecto. Así como la forma en que sen tomaron en cuenta los comentarios o alegaciones recibidas.

g) *Formulación de los documentos anexos al documento del proyecto*

Los documentos anexos que debe tener son los siguientes:

- Nombre y dirección de los participantes en la actividad de Proyecto
- Información sobre financiamiento público
- Un tabla esquemática que contenga los elementos clave para determinar la base de referencia de la actividad del proyecto
- Plan de vigilancia

5.2.2.3 Obtención de la carta de aprobación por la AND

Esta carta aprobación es emitida por el CICC, la cual hace constar que la participación de los participantes es voluntaria y contribuyen al desarrollo sustentable del país además de analizar que no haya contradicciones con las políticas que se tienen a nivel nacional.

5.2.2.4 Tiempo requerido y costos estimados

El tiempo estimado depende de la preparación del documento, un aspecto que haría este proceso más rápido es el que se encuentren metodologías apropiadas al proyecto propuesto porque de lo contrario además de proponer la nueva metodología se debe esperar a que ésta sea aceptada por la JE.

5.3 Proceso de validación (Paso 2)

5.3.1 *Evaluación independiente por una EOD_1*

Este proceso consiste en el estudio o evaluación de que las actividades de los proyectos propuestos se ajustan a los requisitos del MDL:

- Se satisfacen los requisitos de participación.
- Se recabaron los comentarios de los interesados y la EOD recibió un informe de cómo se tuvieron en cuenta los comentarios.
- Se ha presentado la documentación sobre el análisis de los efectos ambientales del proyecto.
- Se prevé que el proyecto dará lugar a la reducción de emisiones antropogénicas de GEI.
- Las metodologías de la base de referencia y vigilancia cumplen con los requisitos establecidos por la JE.
- Se encuentren de manera adecuada las disposiciones para la vigilancia y verificación.
- Se ajusten a los requisitos posteriores que adquiera la JE.

5.3.2 *Informe de validación de la EOD_1*

Esta evaluación independiente es realizada por una EOD1 las cuales se ajustan a las modalidades y procedimientos de la JE. Este proceso consiste en el estudio de las actividades de los proyectos.

5.3.3 *Solicitud de registro de la EOD_1 ante la JE*

La EOD1 debe presentar el informe de validación a la JE y a través de este documento solicitará su registro con un informe de validación que deberá incluir el PDD, la aprobación por escrito de la

AND del país anfitrión y una explicación de cómo fueron consideradas las observaciones recibidas de los interesados.

5.3.4 *Tiempo requerido y costos estimados*

El tiempo empleado para la realización del paso 2 varía entre 4 y 8 semanas..

5.4 Registro del proyecto (Paso 3)

5.4.1 *Aceptación oficial por la JE*

El registro del proyecto es la aceptación oficial por la JE, y es considerado definitivo ocho semanas después de la fecha de recibo de la petición de registro, salvo que una parte o al menos tres miembros de la JE soliciten una revisión.

5.4.2 *Tiempo requerido y costos estimados*

Es considerado definitivo ocho semanas.

5.5 Implementación del diseño del proyecto (Paso 4)

5.5.1 *Implementación del diseño*

Una vez registrado el proyecto MDL ante la JE los participantes pueden proceder a su implantación. La duración de la implementación de un proyecto dependerá del tipo de proyecto.

5.5.2 *Inicio de operación*

Es la fecha aproximada del inicio de operación del proyecto quedará estipulada en el PDD.

5.5.3 *Tiempo requerido y costos estimados*

La implementación depende de las características particulares del proyecto.

5.6 Monitoreo y reporte (Paso 5)

Este etapa consiste en que los participantes se responsabilicen del monitoreo de la actividad del proyecto en su fase operativa, el cual se bebe realizar de acuerdo con lo que se haya establecido en el plan de vigilancia del PDD.

5.6.1 *Recopilación y archivo de datos para estimar la emisión de GEI*

Para el proceso de monitoreo se requiere de la recopilación y archivo de los datos necesarios para estimar o medir las emisiones de GEI del proyecto ya en funcionamiento, y posteriormente debe entregarse el informe a una EOD2[29] para ser validado.

5.6.2 *Tiempo requerido y costos estimados.*

El tiempo que requiere es el tiempo de acreditación del proyecto pues este proceso es periódico.

5.7 Verificación y certificación por una EOD_2 (Paso 6)

Los participantes contratan a una EOD_2 para el proceso de verificación y certificación.

5.7.1 *Examen independiente y periódico por una EOD_2 de las reducciones de emisiones*

Examen periódico independiente determinado por la EOD_2 de las reducciones observadas del resultado de la actividad del proyecto.

5.7.2 *Certificación por escrito de la EOD_2 confirmando las reducciones de emisiones*

[29] La EOD_2 puede ser igual a la EOD_1 si el proyecto es de Pequeña Escala.

La certificación es la confirmación por escrito de la EOD_2 que durante un periodo determinado el proyecto consiguió las reducciones de emisiones de GEI que verifico.

5.7.3 *Petición de la expedición de RCE*

Es la EOD_2 debe presentar el informe a los participantes del proyecto, a las Partes interesadas y a la JE, al presentar el informe a la JE es la manera de solicitar la expedición de las RCE correspondientes.

5.7.4 *Tiempo requerido y costos estimados*

El tiempo que se emplea en esta etapa es igual al período de acreditación[30], pues el monitoreo se realiza de manera periódica desde que el proyecto se encuentra en funcionamiento, el proceso de certificación y verificación de igual manera del período de acreditación.

5.8 Expedición de RCE por la JE (Paso 7)

5.8.1 *Expedición de la RCE resultantes del proyecto*

El informe de certificación de la EOD_2 constituye la solicitud de la expedición de RCE.

5.8.2 *Transferencia de la cantidad de RCE equivalente a los gastos de la JE*

Consiste en que el administrador del registro del MDL expide la cantidad especificada de RCE y abona en la cuenta de transición de la JE del MDL, para posteriormente transferir la cantidad de RCE equivalente a los fondos producidos y auxiliar los gastos administrativos.

5.8.3 *Transferencia de RCE restantes a las cuentas de las partes*

Se refiere a la transferencia de las RCE restantes a las cuentas de los registros de la Partes y los participantes del proyecto como se haya especificado en la solicitud.

[30] Existen dos períodos de certificación uno llamado renovable y otro fijo, el primero de máximo 7 años por período y como tres veces máximo la renovación, el segundo de máximo diez años. (Modalidades y procedimientos para un MDL, según el Art. 12 del PK, Decisión 17/CP.7)

5.8.4 *Tiempo requerido y costos estimados*

La expedición de las RCE es considerada definitiva después de la fecha de recepción de la solicitud, salvo que una Parte participante o al menos tres miembros soliciten la revisión de la expedición de RCE, si procede la revisión se realizará en un plazo de 30 días a partir de cuando se proceda a realizar la revisión.

Tabla V.II Cronograma de actividades de un Proyecto MDL

Etapa	Tiempo requerido en teoría	Tiempo aproximado en la práctica
1. Elaboración de la metodología	8 semanas	8 semanas
2. Aprobación de la metodología	8 semanas	Decisión de la JE
3. Elaboración del PDD	6 semanas	10 semanas
4. Consulta a las partes interesadas	4 semanas	6-8 semanas
5. Aprobación Nacional	2 meses	Dependiendo de los requisititos
6. Validación del proyecto con MA	6-8 semanas	6-8 semanas
7. Registro del proyecto	6-8 semanas	5-6 meses
8. Monitoreo del Proyecto	Continuo	Continuo
9. Verificación y certificación	Una o dos veces al año	Una o dos veces al año

Fuente: MGM Internacional en una presentación durante un evento llevado acabo en la Cd. de México, Colaboración México-Gran Bretaña en Cambio Climático febrero de 2006.

Tabla V.III Costos estimados de las actividades de un Proyecto MDL

Etapa	Costo estimado en dólares (US$)	
1. Elaboración de la metodología	$ 30,000	
2. Aprobación de la metodología	$ 30,000	
3. Elaboración del PDD	$ 30,000	
4. Validación del proyecto	$15,000-25,000	
5. Registro de un proyecto	≤ 15,000 ton CO_2e	$5,000
	> 15,000 ≤ 50,000 ton CO_2e	$10,000
	> 50,000 ≤ 100,000 ton CO_2e	$15,000
	> 100,000 ≤ 200,000 ton CO_2e	$20,000
	> 15,000 ton CO_2e	$30,000
6. Monitoreo del proyecto	$5,000 por año, dependiendo del proyecto	
7. Verificación y certificación	$10,000 por año	
8. Contrato de venta RCE	$5,000 - $20,000	
9. Traducción	$5,000 - $10,000	
10. Gastos administrativos	% de trabajo (20-30%)	
11. Viáticos (durante el desarrollo, validación y negociación).	$15,000 - $20,000	
12. Comercialización de RCE	Porcentaje de la transacción.	
Costo total aproximado	**$100,000 - $150,000**	

Fuente: MGM Internacional en una presentación durante un evento llevado acabo en la Cd. de México, Colaboración México-Gran Bretaña en Cambio Climático febrero de 2006.

Conclusiones

Los procedimientos y lineamientos para ingresar al Mercado Internacional del Carbono son un proceso con etapas claras y consecuentes. Es importante destacar el auge en el que se encuentran actualmente este tipo de proyectos, al verificar que la CMNCCC informa continuamente sobre nuevos proyectos aprobados, registrados, con solicitud de registro, y todavía más con RCE expedidas.

Es importante para los proyectos MDL el concepto de costos de transacción y su cuantificación, pues estos costos son adicionales a los que normalmente tiene un proyecto. Existen diferentes factores que inciden en su estimación, resultando difícil plantear todos los escenarios y alternativas posibles que cada caso puede presentar.

Existen diferentes instituciones en México que apoyan al desarrollo de proyectos MDL, como lo mencionamos con las instituciones MGM internacional, Eco Securities, Banco Mundial y Endesa las cuales brindan diferentes posibilidades de negociación, y financiamiento, habiendo ventajas y desventajas para los promotores. Sin embargo, no se descarta la posibilidad que se creen nuevos fondos para hacer un seguimiento continuo en este ámbito.

No hay duda que el MDL representa, con todo y sus complicaciones en sus trámites de aprobación, una oportunidad para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica de PEMEX. Se vislumbra un mayor futuro para aquellos que tienen ya un proceso y lo que se busca es mejorarlo, ya que esto representa un menor riesgo a diferencia de un proceso totalmente nuevo que busca que pueda solventarse de la venta de RCE.

Es importante destacar que, a través del impulso del desarrollo de proyectos MDL, México colabora con sus compromisos ante la CMNUCC, fomenta el desarrollo sustentable, y cumple con su responsabilidad común ante el problema mundial del cambio climático.

Conclusiones generales

Esta página se dejó en blanco intencionalmente

Conclusiones generales

La energía eléctrica es un insumo que se demanda cada día más debido a las necesidades de una creciente crecientes de la población. Es por ello, que su suministro requiere la utilización de fuentes energéticas que provoquen cada vez menores impactos a medio ambiente.

Las centrales que utilizan combustibles fósiles tienen un mayor impacto ambiental, producido a consecuencia de la combustión. Por su parte, la generación de energía a partir de fuentes renovables tiene la desventaja de un mayor costo y una menor eficiencia en el proceso de transformación lo que ha provocado que este tipo de energías sean utilizadas en un menor porcentaje. Debido al notable interés en el mundo por estabilizar las concentraciones de GEI, la búsqueda de procesos de energías con mayor respeto hacia el medio ambiente se ha ido incrementando.

El aumento de las concentraciones de GEI registrado en las últimas décadas, predice con una incertidumbre en la que toca a la magnitud y la cronología de tales sucesos; no obstante, es evidente que se deben tomar medidas a nivel mundial para hacer frente a éste fenómeno. La CMNUCC, a través del Protocolo de Kyoto, logró el compromiso cuantificado de disminución de emisiones de GEI de los países desarrollados que firmaron tal acuerdo. Con la finalidad de minimizar los elevados costos que esto representa, el protocolo contempla tres mecanismos, de los cuales el Mecanismo de Desarrollo Limpio permite la participación de un país desarrollado. Este mecanismo representa para México una gran oportunidad para la implementación de proyectos tendientes a la reducción de GEI.

La participación de México en el combate contra el cambio climático se refleja a través de los informes nacionales y en el fortalecimiento de instituciones involucradas en el desarrollo de proyectos MDL. A septiembre de 2006, México es el tercer país con el mayor número de proyectos registrados, además de tener identificados diferentes actividades con potenciales para desarrollar en el sector energético. Por tal motivo, se creó el Comité de Cambio Climático en el Sector Energía, siendo PEMEX y CFE las principales empresas involucradas en la búsqueda de la rentabilidad de proyectos respetuosos con el medio ambiente. Ambas paraestatales cuentan con una amplia cartera de proyectos potenciales con un largo camino aún por recorrer, pero con los primeros pasos dados.

La generación de energía eléctrica en México en el sector privado se ha desarrollado principalmente a base de tecnologías de combustión interna, turbina de vapor y turbina de gas. Los sectores de industrias diversas, petrolero y petroquímico representan los mayores generadores de energía eléctrica. La capacidad total de generación del sector privado, bajo las modalidades de Autoabastecimiento y Cogeneración al 1^{ero} de enero de 2006 es de 6,819 MW. Con base en el análisis realizado, subrayamos que las energías renovables no han tenido un rol importante la participación de los ciclos combinados ha sido creciente en los últimos años bajo la modalidad de Productor Independiente.

Petróleos Mexicanos cuenta con una capacidad autorizada de 1,987 MW que emplea como tecnología las turbinas de gas, turbinas de vapor y máquinas de combustión interna. Bajo la modalidad de Autoabastecimiento, cuenta con una capacidad de 1,472 MW, permisionadas con 39 permisos. Sus permisos de cogeneración amparan una capacidad de generación de 515 MW. Las oportunidades identificadas para proyectos MDL en generación eléctrica se encuentran en PEMEX Exploración y Producción, PEMEX Refinación, PEMEX Gas y Petroquímica Básica y PEMEX Petroquímica especialmente a través de proyectos de eficiencia energética.

Por último, la participación de PEMEX en proyectos MDL para la generación eléctrica enfrenta obstáculos de diferente índole, institucional, comercial, legal y regulatorio, que pueden asentarse por su falta de experiencia en la materia. Los costos y tiempos de gestión de los proyectos MDL no pueden definirse de manera clara debido a que cada proyecto presenta características particulares, en muchos casos difíciles de prever desde un principio. A pesar de la complejidad de tal proceso PEMEX sigue en marcha en la búsqueda de esas oportunidades de desarrollo e implementación de proyectos eléctricos amigables con el medio ambiente, que pudieran ver la luz por primera vez en el transcurso del 2007.

Anexos

Esta página se dejó en blanco intencionalmente

PROJECT IDEA NOTE

A. Project description, type, location and schedule

Name of Project:_____

Technical summary of the project ***Date submitted:_____***

Objective of the project	*Describe in less than 5 lines*
Project description and proposed activities	*About ½ page*
Technology to be employed	*Describe in less than 5 lines.* Please note that support can only be provided to projects that employ commercially available technology. It would be useful to provide a few examples of where the proposed technology has been employed.

Project developer	
Name of the project developer	
Organizational category	a. Government b. Government agency c. Municipality d. Private company Non Governmental Organization
Other function(s) of the project developer in the project	a. Sponsor b. Operational Entity under the CDM c. Intermediary d. Technical advisor
Summary of the relevant experience of the project developer	Describe in less than 5 lines
Address	Address, PO Box, City, Country
Contact person	Name of the Project Development Manager
Telephone / fax	
E-mail and web address, if any	
Project sponsors	
(List and provide the following information for all project sponsors)	
Name of the project sponsor	
Organizational category	a.Government b.Government agency c. Municipality d. Private company e. Non Governmental Organization
Address (include web address, if any)	Address, PO Box, City, Country
Main activities	*Not more than 5 lines*
Summary of the financials	*Summarize the financials (total assets, revenues, profit, etc.) in not more than 5 lines.*
Type of the project	
Greenhouse gases targeted	CO_2 / CH_4 / N_2O / HFCs / PCFs / SF_6 *(mention what is applicable)*

Type of activities	Abatement / CO_2 Sequestration
Field of activities	
a. Energy supply	Renewable energy, excluding biomass / biomass / cogeneration / improving energy efficiency by replacing existing equipment / minimization of transport and distribution / fuel switch (e.g., switch coal to biomass) *(mention what is applicable)*
b. Energy demand	Replacement of existing "household equipment" / improvement of energy efficiency of existing production equipment *(mention what is applicable)*
c. Transport	More efficient engines for transport / modal shift / fuel switch (e.g. public transport buses fuelled by natural gas) *(mention what is applicable)*
d. Waste management	Capture of landfill methane emissions / utilization of waste and wastewater emissions *(mention what is applicable)*
e. Land Use Change and Forestry	Afforestation/ reforestation/ forest management/ wetlands management/ watershed management/ improved agriculture / land degradation prevention *(mention what is applicable) -> Additional information to be provided in Annex I*
Location of the project	
Region	East Asia & Pacific / South Asia / Central Asia / Middle East / North Africa / Subsaharan Africa / Southern Africa / Central America & the Caribbean / South America/Central & Eastern Europe *(mention what is applicable)*
Country	
City	
Brief description of the location of the project	*No more than 3 - 5 lines*
Expected schedule	
Earliest project start date	Year in which the plant will be operational
Estimate of time required before becoming operational after approval of the PIN	Time required for financial commitments: xx months Time required for legal matters: xx months Time required for negotiations: xx months Time required for construction: xx months
Expected first year of verified Emission Reduction or CER / ERU delivery	Year
Project lifetime	Number of years
Current status or phase of the project	Identification and pre-selection phase / opportunity study finished / pre-feasibility study finished / feasibility study finished / negotiations phase / contracting phase / etc. *(mention what is applicable and indicate the documentation [e.g., the feasibility study] available)*
Current status of the acceptance of the Host Country	Letter of No Objection is available / Letter of Endorsement is under discussion or available / Letter of Approval is under discussion or available / Host Country Agreement is under discussion or signed / Memorandum of Understanding is under discussion or available / etc. *(mention what is applicable)*
The position of the Host Country with regard to the	The Host Country a. signed or acceded to the Kyoto Protocol or

Kyoto Protocol	b. signed and has demonstrated a clear interest in becoming a party in due time (e.g., countries which have already started or are on the verge of starting the national ratification, acceptance or approval process) or c. signed the Kyoto Protocol, d. .is a Party to the UNFCCC. *(mention what is applicable)*

B. Expected environmental and social benefits

Estimate of Greenhouse Gases abated / CO_2 Sequestered (in metric tons of CO_2-equivalent)	Annual: Up to and including 2012: xx tCO_2-equivalent Up to a period of 10 years: xx tCO_2-equivalent Up to a period of 7 years: xx tCO_2-equivalent Up to a period of 14 years: xx tCO_2-equivalent
Baseline scenario	CDM/JI projects must result in GHG emissions being lower than "business-as-usual" in the Host Country. At the PIN stage questions to be answered are at least: • Which emissions is the proposed Clean Development Mechanism (CDM)/Joint Implementation (JI) project displacing? • What would the future look like without the proposed CDM/JI project? • What would the estimated total greenhouse gas (GHG) reduction be? *(About ¼ - ½ page)*
For sequestration projects only: Existing vegetation and land use	*(What is the current land cover and land use? Is the tree cover more or less than 30%?)*
Specific global & local environmental benefits	*(In total about ¼ page)*
Which guidelines will be applied?	Name and, if possible, the website location
Local benefits	
Global benefits	
Socio-economic aspects What social and economic effects can be attributed to the project and which would not have occurred in a comparable situation without that project? Indicate the communities and the number of people that will benefit from this project.	*(In total about ¼ page)*
Which guidelines will be applied?	Name and, if possible, the website location
What are the possible direct effects (e.g., employment creation, capital required, foreign exchange effects)?	

What are the possible other effects? For example: •	*training/education associated with the introduction of new processes, technologies and products and/or* *the effects of a project on other industries*
Environmental strategy/ priorities of the Host Country	A brief description of the relationship of the consistency of the project with environmental strategy and priorities of the Host Country *(Not more than ¼ page)*

C. Finance

Total project cost estimate	
Development costs	xx US$ million
Installed costs	xx US$ million
Other costs	xx US$million
Total project costs	xx US$million
Sources of finance to be sought or already identified	
Equity	Name of the organizations and finance (in xx US$million)
Debt – Long-term	Name of the organizations and finance (in xx US$million)
Debt - Short term	Name of the organizations and finance (in xx US$million)
Not identified	xx US$million
Carbon finance contribution sought	xx US$million
Carbon finance contribution in advance payments. (The quantum of upfront payment will depend on the assessed risk of the project by the World Bank.)	xx US$million and a brief clarification (*not more than 5 lines*)
Sources of carbon finance	Name of carbon financiers other than PCF that your are contacting (if any)
Indicative CER/ERU or vER Price (subject to negotiation)	
Total Emission Reduction Purchase Agreement (ERPA) Value	
A period until 2012 (end of the first budget period)	xxUS$ / €
A period of 10 years	xx US$ / €
A period of 7 years	xx US$ / €
A period of 14 years (2 * 7 years)	xxUS$ / €
If financial analysis is available for the proposed CDM activity, provide the forecast financial internal rate of return for the project with and without the CER revenues. Provide the financial rate of return at the expected CER price above and US$3/ tCO_2e. DO NOT assume any	

up-front payment from the PCF in the financial analysis that includes PCF revenue stream. Please provide a spreadsheet to support these calculations.	

Illustrative project categories and examples include:

Code	**Afforestation and reforestation**[23]
1	Rehabilitation of degraded tropical lands (e.g. *Imperata* grasslands*)* to
1a	forest
1b	Agroforestry
2	Reforestation of degraded temperate grasslands or arid lands by tree planting
3	Establishing tree/shade crops over existing crops (e.g. coffee)
4	Plantations for wood products
4a	Small scale landholder driven
4b	Commercial scale
5	Landscape rehabilitation through planting corridors etc
6	Fuel wood plantings at a commercial scale
	Forest Management
7	Improved forest management via fertilizer, in-plantings etc
8	Improved fire management
9	Reduced impact logging
10	Alternatives to fuel wood for forest/environmental protection
	Cropland management
11	Reduced till agriculture
12	Other sustainable agriculture
	Grazing land management
13	Revegetation of semi-arid and arid lands with shrubs or grasses
14	Improved livestock management leading to vegetation and soil recovery
15	**Bio-fuels***: Use of biological residue to produce energy*
16	**Other**

[23] This is the only class of activities accepted under the CDM for the first commitment period

CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM
PROJECT DESIGN DOCUMENT FORM (CDM-PDD)
Version 03 - in effect as of: 28 July 2006

CONTENTS

A. General description of project activity

B. Application of a baseline and monitoring methodology

C. Duration of the project activity / crediting period

D. Environmental impacts

E. Stakeholders' comments

Annexes

Annex 1: Contact information on participants in the project activity

Annex 2: Information regarding public funding

Annex 3: Baseline information

Annex 4: Monitoring plan

SECTION A. General description of project activity

A.1 Title of the project activity:

>>

A.2. Description of the project activity:

>>

A.3. Project participants:

>>

A.4. Technical description of the project activity:

A.4.1. Location of the project activity:

>>

A.4.1.1. Host Party(ies):

>>

A.4.1.2. Region/State/Province etc.:

>>

A.4.1.3. City/Town/Community etc:

>>

A.4.1.4. Detail of physical location, including information allowing the unique identification of this project activity (maximum one page):

>>

A.4.2. Category(ies) of project activity:

>>

A.4.3. Technology to be employed by the project activity:

>>

A.4.4 Estimated amount of emission reductions over the chosen crediting period:

>>

A.4.5. Public funding of the project activity:

>>

SECTION B. Application of a baseline and monitoring methodology

B.1. Title and reference of the approved baseline and monitoring methodology applied to the project activity:

>>

B.2 Justification of the choice of the methodology and why it is applicable to the project activity:

>>

B.3. Description of the sources and gases included in the project boundary

>>

B.4. Description of how the baseline scenario is identified and description of the identified baseline scenario:

>>

B.5. Description of how the anthropogenic emissions of GHG by sources are reduced below those that would have occurred in the absence of the registered CDM project activity (assessment and demonstration of additionality): >>

B.6. Emission reductions:

B.6.1. Explanation of methodological choices:

>>

B.6.2. Data and parameters that are available at validation:

(Copy this table for each data and parameter)

Data / Parameter:	
Data unit:	
Description:	
Source of data used:	
Value applied:	
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	
Any comment:	

B.6.3 Ex-ante calculation of emission reductions:

>>

B.6.4 Summary of the ex-ante estimation of emission reductions:

>>

B.7 Application of the monitoring methodology and description of the monitoring plan:

B.7.1 Data and parameters monitored:

(Copy this table for each data and parameter)	
Data / Parameter:	
Data unit:	
Description:	
Source of data to be used:	
Value of data applied for the purpose of calculating expected emission reductions in section B.5	
Description of measurement methods and procedures to be applied:	
QA/QC procedures to be applied:	
Any comment:	

B.7.2 Description of the monitoring plan:

>>

B.8 Date of completion of the application of the baseline study and monitoring methodology and the name of the responsible person(s)/entity(ies)

>>

SECTION C. Duration of the project activity / crediting period

C.1 Duration of the project activity:

C.1.1. Starting date of the project activity:

>>

C.1.2. Expected operational lifetime of the project activity:

>>

C.2 Choice of the crediting period and related information:

C.2.1. Renewable crediting period

C.2.1.1. Starting date of the first crediting period:

>>

C.2.1.2. Length of the first crediting period:

>>

C.2.2. Fixed crediting period:

C.2.2.1. Starting date:

>>

C.2.2.2. Length:

>>

SECTION D. Environmental impacts

>>

D.1. Documentation on the analysis of the environmental impacts, including transboundary impacts:

>>

D.2. If environmental impacts are considered significant by the project participants or the host Party, please provide conclusions and all references to support documentation of an environmental impact assessment undertaken in accordance with the procedures as required by the host Party:

>>

SECTION E. Stakeholders' comments

>>

E.1. Brief description how comments by local stakeholders have been invited and compiled:

>>

E.2. Summary of the comments received:

>>

E.3. Report on how due account was taken of any comments received:

>>

Annex 1

CONTACT INFORMATION ON PARTICIPANTS IN THE PROJECT ACTIVITY

Organization:	
Street/P.O.Box:	
Building:	
City:	
State/Region:	
Postfix/ZIP:	
Country:	
Telephone:	
FAX:	
E-Mail:	
URL:	
Represented by:	
Title:	
Salutation:	
Last Name:	
Middle Name:	
First Name:	
Department:	
Mobile:	
Direct FAX:	
Direct tel:	
Personal E-Mail:	

Annex 2

INFORMATION REGARDING PUBLIC FUNDING

Annex 3

BASELINE INFORMATION

Annex 4

MONITORING INFORMATION

- - - - -

Revision to the approved baseline methodology AM0014

"Natural gas-based package cogeneration"

Source

This methodology is based on the MGM natural gas-based package cogeneration project, Chile, whose baseline study, monitoring and verification plan and project design document were prepared by MGM International. For more information regarding the proposal and its consideration by the Executive Board please refer to case NM0018-rev: "MGM baseline methodology Natural Gas-Based Package cogeneration Project" on http://cdm.unfccc.int/methodologies/approved

Selected approach from paragraph 48 of the CDM modalities and procedures

"Existing actual or historical emissions as applicable."

Applicability

This methodology is applicable to natural gas-based cogeneration projects under the following conditions:

- The cogeneration system is a third party cogeneration systems, i.e. not own or operated by the consuming facility that receives the project heat and electricity or the cogeneration system is owned by the industrial user (henceforth referred to as self-owned) that consumes the project heat and electricity;
- The cogeneration system provides all or a part of the electricity and or heat demand of the consuming facility;
- No excess electricity is supplied to the power grid and no excess heat from the cogeneration system is provided to another user.

This baseline methodology shall be used in conjunction with the approved monitoring methodology AM0014 ("Natural gas-based package cogeneration").

Project activity

The project activity encompasses the installation of a package cogeneration system whose input is natural gas from the gas pipeline, and whose outputs are electricity and heat supplied to an industry with demand for heat and electricity.

Leakage

The principal sources of "leakage" in the sense of emissions of GHG emissions outside the project boundary and attributable to the CDM project are the emission of methane from natural gas production and pipeline leakage, associated with gas consumption of cogeneration system.

Baseline

Baseline emissions are those emissions that those associated with the production of heat and electricity that are offset by the output of the cogeneration system. Baseline emissions comprise five components:

a) **CO_2 from combustion.** CO_2 emissions corresponding to the combustion of natural gas that would have been used if the cogeneration system did not provide heat to the factory.
b) **CH_4 from combustion.** CH_4 emissions corresponding to the combustion of natural gas that would have been used if the cogeneration system did not provide heat to the factory.
c) **N_2O from combustion.** N_2O emissions corresponding to the combustion of natural gas that would have been used if the cogeneration system did not provide heat to the factory.
d) **CH_4 leaks.** CH_4 emissions from natural gas production and leaks in the transport and distribution pipeline supplying the factory and leaks in the gas distribution piping within the factory, associated with the natural gas consumption identified in item (a) above.
e) **CO_2 from electricity generation.** CO_2 emissions associated with the electricity that would have to be purchased from the power grid if the cogeneration system did not provide electricity to the factory.

The baseline emissions for the first four items are proportional to the natural gas consumption in the factory that is offset by heat supplied by the cogeneration system. Each can be represented as the product of an emissions factor and an energy consumption, which depends on the heat output of the cogeneration system.

The consumption of natural gas avoided in the baseline for the supply of heat is determined as follows:

Annual baseline natural gas energy consumption for heat supply, $ABEC_{NG}$ (GJ/year):

$$ABEC_{NG} = \frac{CAHO}{e_b} \qquad (3.1)$$

where CAHO = annual heat output from cogeneration system (GJ/year), and
e_b = industrial boiler efficiency (fraction, lower heating value basis).

This is estimated on the basis of the heat output rate of the cogeneration system (*CHOR*) and an estimate of annual operating hours (*AOH*) of the cogeneration system. The formula is described below:

Annual baseline natural gas energy consumption for heat supply, $ABEC_{NG}$ (GJ/year):

$$ABEC_{NG}\ (GJ/year) = \frac{CHOR \cdot AOH}{e_b} \qquad (3.2)$$

where *CHOR* = cogeneration system heat output rate (GJ/h),
AOH = Annual operating hours (h/year), and
e_b = boiler efficiency (fraction, lower heating value basis)

In order to be conservative, a high value of e_b is chosen. The methodology proposes a default value of 0.90.

The value of ***CHOR*** may be determined from the specifications of the cogeneration system. A value of ***AOH*** should be determined from an engineering study of the proposed cogeneration system.
Once the boiler energy consumption has been quantified, the four GHG emissions components (a to d, above) can be determined, as indicated below.

a) Baseline CO_2 emissions from natural gas combustion for heat supply to plant

A value of EF_{NG} needs to be estimated from the following data sources. The numbers indicate a hierarchy in data to be used, with #1 being the best. If #1 data are not available, #2 data should be chosen. If these are not available,#3 data should be chosen.

1. National GHG inventory
2. IPCC, fuel type and technology specific
3. IPCC, near fuel type and technology

b) Baseline methane emissions from natural gas combustion for heat supply to plant

Baseline methane emissions from natural gas combustion for heat supply, $BE_{met\ comb}$ (tonne CH_4/year):

$$BE_{met\ comb}\,(tonne\ CH_4 / year) = \frac{ABEC_{NG} \cdot MEF}{10^6} \qquad (3.4)$$

where $ABEC_{NG}$ = annual baseline natural gas energy consumption for heat supply (GJ/year), and
MEF = methane emission factor for natural gas combustion (kg CH_4/TJ, *lower* heating value basis)

In units of carbon dioxide equivalent, $BE_{equiv\ met\ comb}$ (tonne CO_2 eq/year)

$$BE_{equiv\ met\ comb}\,(tonne\ CO_2 - equiv / year) = BE_{met\ comb} \cdot GWP\,(CH_4) \qquad (3.5)$$

where GWP (CH_4) = global warming potential of methane = 21

The value of MEF needs to be estimated from the following data sources. The numbers indicate a hierarchy in data to be used, with #1 being the best. If #1 data are not available, #2 data should be chosen.

1. IPCC, fuel type and technology specific
2. IPCC, near fuel type and technology

c) Baseline nitrous oxide emissions from natural gas combustion for heat supply to plant

Baseline nitrous oxide emissions from natural gas combustion for heat supply, $BE_{N_2O\ comb}$ (tonne N_2O/year):

$$BE_{N_2O\ comb}\,(tonne\ CH_4 / year) = \frac{ABEC_{NG} \cdot NEF}{10^6} \qquad (3.6)$$

where $ABEC_{NG}$ = annual baseline natural gas energy consumption for heat supply (GJ/year), and
NEF = nitrous oxide emission factor for natural gas combustion (kg N_2O/TJ, *lower* heating value basis)

In units of carbon dioxide equivalent, $BE_{equiv\ N_2O\ comb}$ (tonne CO_2 equiv/year)

$$BE_{equiv\ N_2O\ comb}\,(tonne\ CO_2 - equiv / year) = BE_{N_2O\ comb} \cdot GWP\,(N_2O) \qquad (3.7)$$

where $GWP\ (N_2O)$ = global warming potential of nitrous oxide = 310

The value of NEF needs to be estimated the following data sources. The numbers indicate a hierarchy in data to be used, with #1 being the best. If #1 data are not available, #2 data should be chosen.

1. IPCC, fuel type and technology specific
2. IPCC, near fuel type and technology

Baseline methane emissions from natural gas production and leakage in transport and distribution, corresponding to heat supply, $BE_{th\,fug}$ (tonne CH_4/year):

$$BE_{th\ fug}\ (tonne\ CH_4 / year) = \frac{ABEC_{NG} \cdot MLR}{10^3} \qquad (3.8)$$

where MLR = methane leakage rate in natural gas production, transport and distribution leakage, including leaks at the industrial site (kg CH_4 /GJ natural gas energy consumption, lower heating value basis).

$ABEC_{NG}$ = annual baseline natural gas energy consumption for heat supply (GJ/year)

In units of carbon dioxide equivalent emissions, $BE_{th\,equiv\,fug}$ (tonne CO_2 equiv/year):

$$BE_{th\ equiv\ fug}\ (tonne\ CO_2 - equiv / year) = BE_{th\ fug} \cdot GWP(CH_4) \qquad (3.9)$$

where $GWP\ (CH_4)$ is defined as before = 21

d) Baseline methane emissions from natural gas production and pipeline leaks in the transport and distribution

The value of *MLR* needs to be estimated from the following data sources. The numbers indicate a hierarchy in data to be used, with #1 being the best. If #1 data are not available, #2 data should be chosen.

1. National estimates (if available)
2. IPCC estimates of fugitive emissions from oil and natural gas activities.

e) Baseline emissions of CO_2 from electricity supply to industrial plant, that is offset by electricity supplied from cogeneration system

The final item of GHG emissions in the baseline arises from *electricity,* corresponding to the emissions avoided at the power plants supplying the public grid, including transmission and distribution losses. The relevant formula is described below:

Baseline carbon dioxide emissions for electricity supplied, BE_{elec} (tonne CO_2/year):

$$BE_{elec}\ (tonne\ CO_2 / year) = \frac{CEO \cdot BEF_{elec}}{10^3} \qquad (3.10)$$

where CEO = cogeneration electricity output (MWh/year), and
BEF_{elec} = baseline CO_2 emissions factor for electricity from public supply (kg CO_2/MWh)

The actual baseline emissions are determined by monitoring cogeneration electricity output (*CEO*) and calculating BE_{elec}. For an *a priori* estimation of the baseline CO_2 emissions for electricity supply to the plant, *CEO* is determined by the cogeneration electric power output (*CPO*) and annual operating hours (*AOH*), in a manner similar to Eq. (3.2) for heat output, and is described below.

Annual electricity generation from the cogeneration system, *CEO* (MWh/year):

$$CEO\ (MWh\ /\ year) = CPO \cdot AOH \qquad (3.11)$$

where *CPO* = cogeneration system net power output capacity (MW_e), and
AOH = annual operating hours of cogeneration system (h/year)

To estimate BEF_{elec}, the CO_2 emission factor for electricity supply, users of this methodology shall refer to the "Consolidated Baseline Methodology for Zero-emissions Grid-Connected Electricity Generation from Renewable Sources" where different ways of determining CO_2 emission factors for electricity supply from the grid are provided, or to the "Simplified Methodology for Small-scale CDM Project activities" (in case electricity displaced is less than or equal to 15 MW equivalent).

Total baseline emissions are given by the sum of the components analyzed above:

$$BE_{total} = BE_{th} + BE_{equiv\ met\ comb} + BE_{equiv\ N_2O\ comb} + BE_{th\ equiv\ flug} + BE_{elec} \qquad (3.15)$$

Emission Reductions

Emission reductions are calculated as the difference between baseline and project emissions, taking into account any adjustments for leakage: Project emissions are those associated with natural gas consumption by the cogeneration system, including CO_2, CH_4 and N_2O emissions from natural gas combustion and CH_4 emissions from natural gas production and pipeline leakage, associated with the gas consumption of the cogeneration system.

Additionality

First likely alternative baseline scenarios are described:

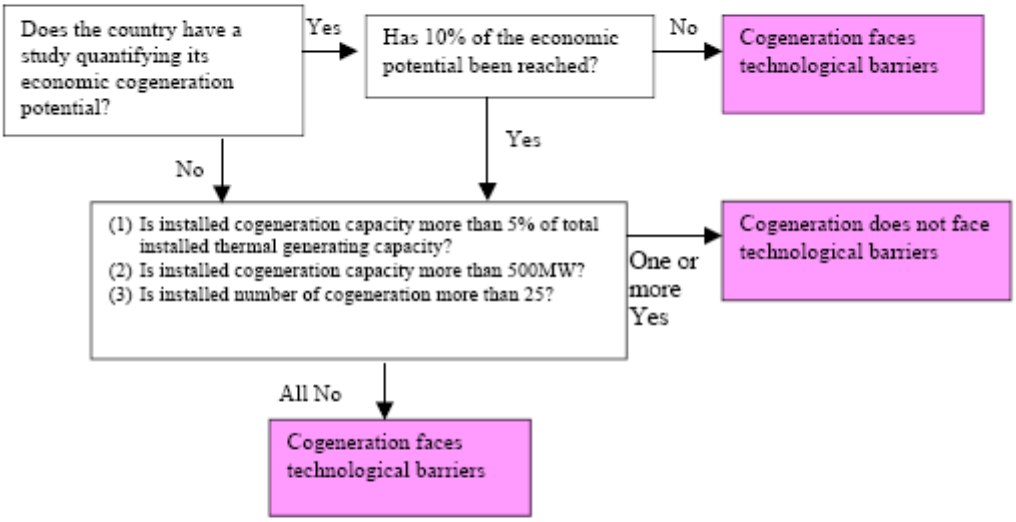
1. Industrial plant continues to operate with equipment replacement as needed with no change in equipment efficiency (The frozen-efficiency scenario).
2. Industrial plant continues to operate with improved efficiency new equipment at the time of equipment replacement.
3. The efficiency of boiler(s) is upgraded immediately.
4. The heat and or electricity demand of the industrial plant is reduced through improvements in end-use efficiency.
5. Installation of a cogeneration system owned by the industrial plant.
6. Installation of a package cogeneration system owned by a company other than the industrial plant (The proposed project).
7. Installation of a cogeneration system by a third party.

Four additionality tests are applied. The first two tests are applicable to *any* cogeneration ownership scenario. The third test is specific to the "package cogeneration" case where the cogeneration system is owned by a party other than the industry using the heat and electricity from the system. The fourth test is specific to the "package cogeneration" case for the self-owned cogeneration system. In the case of self owned Cogeneration project activities the project activity is additional if all the four additionality

tests result in project being assessed as additional, whereas, only the first three tests need be applied in the case of third party ownership.

1. Are there technological barriers to cogeneration in the country?

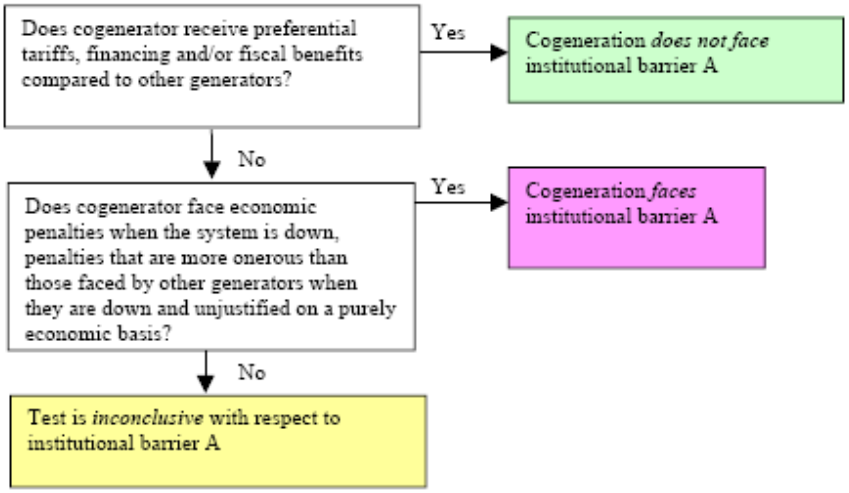
Additionality test 1 is applied by following the flow chart below. A low market share of cogeneration means that there is insufficient infrastructure to support installation and maintenance of such systems, acting as a technological barrier to project participants.



2.A Institutional barrier: Are there institutional barriers to cogeneration in general?

Additionality test 2A is applied by following the flow chart below. It should be noted that even if preferential tariffs or other incentives do exist, they may not be sufficient to promote cogeneration.

A serious barrier may be present, especially in deregulated power systems. All electricity users may have to pay the maximum demand charge for the whole year. Thus, when the cogeneration system is not operating (due to routine maintenance or forced outage), the user of electricity would have to purchase the electricity from the power grid. While this period may be small, the purchase may involve paying for the power demand (kW) for the whole year. This is a significant penalty for users of cogeneration systems.

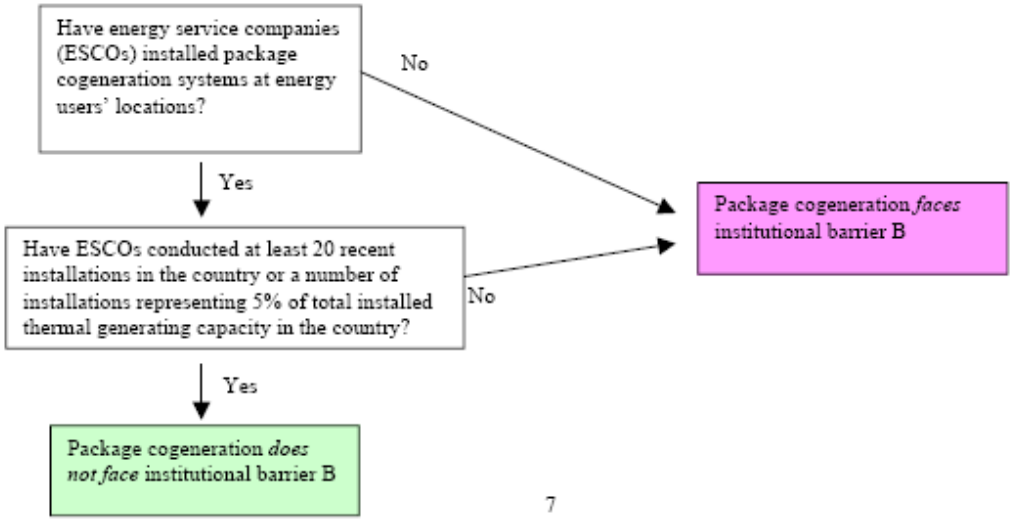


If institutional barriers are not present, but there are no specific incentives to cogeneration, then the test indicated is inconclusive with respect to institutional barrier A. Other barriers (such as technological barrier or institutional barrier B) will need to be considered to determine additionality.

2B. Institutional barrier for ESCOs: Are there institutional barriers to the "package cogeneration" operational context? In other words, is there enough experience in which one company installs a cogeneration system at the location of a separate energy user?

The traditional practice is for an industrial user to meet their electricity and natural gas demand by purchases from power and gas companies respectively. In a packaged cogeneration system, the institutional arrangement is very different. In this case, the project developer invests in and installs the cogeneration system at the industrial user site, and provides electricity and *heat* to that user. This institutional arrangement requires project developer to have special management resources and organizational capacity, and for the industrial energy user to accept this arrangement. Where such experience is lacking, promoting the new arrangement involves a significant institutional barrier.

Additionality test 2B is applied by following the flow chart below.



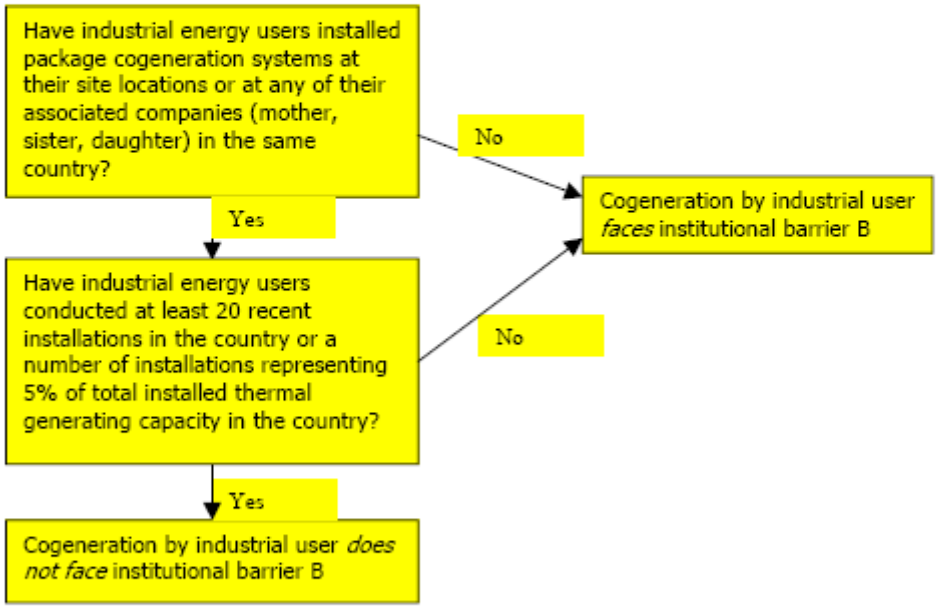
7

2C. Institutional barriers for Industrial Users:

Are there institutional barriers to the 'package cogeneration' operational context? In other words is there enough experience in which an industrial user can install and operate a cogeneration system at it's plant premises?

The traditional practice is for an industrial user to meet their electricity and natural gas demand by purchases from power and gas plants respectively. In this case, the industrial user, installs and operates the cogeneration system for use at its own site. This arrangement requires the industrial user to have specific expertise and knowledge of cogeneration systems. Where such experience is lacking, promoting the new arrangement involves a significant institutional barrier.

Additionality test 2C is applied by the following flow chart below:



If the above additionality tests determine that a package cogeneration system is additional with respect to scenarios where no cogeneration system, scenarios 1 to 4 remain as baseline options. The selection cannot be made without a substantial analysis. Therefore, a conservative approach is taken by assuming a high value for e_b in Eq. 3.2 to calculate the baseline emissions. This assumption implies reduced natural gas consumption in the baseline, and therefore reduced emission reductions compared to option 1-3. Option 4 is discounted for by determining the baseline ex-post on the basis of actual heat and electricity of the industrial plant.

Revision to the approved monitoring methodology AM0014

"Natural gas-based package cogeneration"

Source

This methodology is based on the MGM Natural gas-based package cogeneration Project, Chile, whose baseline study, monitoring and verification plan and project design document were prepared by MGM International. For more information regarding the proposal and its consideration by the Executive Board please refer to case NM0018-rev: "MGM baseline methodology Natural Gas-Based Package cogeneration Project" on http://cdm.unfccc.int/methodologies/approved

Applicability

This methodology is applicable to natural gas-based cogeneration projects under the following conditions:

- The cogeneration system is a third party cogeneration systems, i.e. not own or operated by the consuming facility that receives the project heat and electricity or the cogeneration system is owned by the industrial user (henceforth referred to as self-owned) that consumes the project heat and electricity;
- The cogeneration system provides all or a part of the electricity and or heat demand of the consuming facility;
- No excess electricity is supplied to the power grid and no excess heat from the cogeneration system is provided to another user.

This monitoring methodology shall be used in conjunction with the approved baseline methodology AM0014 ("Natural gas-based package cogeneration").

Monitoring Methodology

The monitoring methodology involves monitoring of the following:

- The natural gas consumption at the cogeneration system;
- Heat production at the cogeneration system;
- Electricity production at the cogeneration system.

Project emissions correspond to natural gas combustion by the cogeneration system, and includes the same four components as in the baseline (CO_2, CH_4 and N_2O emissions from combustion) and CH_4 emissions from natural gas production and leaks in the transport and distribution pipeline supplying the factory and leaks in the gas distribution piping within the factory, associated with the natural gas consumption. Each of these is proportional to the natural gas consumption in the cogeneration system, which is monitored. Emissions are then calculated as follows:

a) CO_2 emissions from natural gas combustion in cogeneration system

Carbon dioxide emissions from natural gas combustion in the cogeneration system, E_{CS} (tonne CO_2/year):

$$E_{CS}\,(tonne\ CO_2\,/\,year) = \frac{AEC_{NG} \cdot EF_{NG}}{10^3} \qquad (4.1)$$

where AEC_{NG} = annual energy consumption of natural gas in cogeneration system (GJ/year), and
EF_{NG} = CO_2 emission factor of natural gas (kg CO_2/GJ, *lower* heating value basis)

b) Methane emissions from natural gas combustion in cogeneration system

Methane emissions from natural gas combustion in the cogeneration system, $E_{met\ comb}$ (tonne CH_4/year), are given by:

$$E_{met\ comb}\,(tonne\ CH_4\ /\ year) = \frac{AEC_{NG} \cdot MEF}{10^6} \qquad \textbf{(4.2)}$$

where AEC_{NG} = annual energy consumption of natural gas in the cogeneration system (GJ/year), and
MEF = methane emission factor for natural gas combustion (kg CH_4/TJ, *lower* heating value basis)

In units of carbon dioxide equivalent emissions, $E_{equiv\ met\ comb}$ (tonne CO_2 equiv/year)

$$E_{equiv\ met\ comb}\,(tonne\ CO_2 - equiv\ /\ year) = E_{met\ comb} \cdot GWP\,(CH_4) \qquad \textbf{(4.3)}$$

where GWP (CH_4) = global warming potential of methane = 21

c) Nitrous oxide emissions from natural gas combustion in cogeneration system

Nitrous oxide emissions from natural gas combustion in the cogeneration system, $E_{N_2O\ comb}$ (tonne N_2O/year), are given by:

$$E_{N_2O\ comb}\,(tonne\ CH_4\ /\ year) = \frac{AEC_{NG} \cdot NEF}{10^6} \qquad \textbf{(4.4)}$$

where AEC_{NG} = annual energy consumption of natural gas in the cogeneration system (GJ/year), and
NEF = nitrous oxide emission factor for natural gas combustion (kg N_2O/TJ, *lower* heating value basis)

In units of carbon dioxide equivalent emissions, $E_{equiv\ N_2O\ comb}$ (tonne CO_2 equiv/year)

$$E_{equiv\ N_2O\ comb}\,(tonne\ CO_2 - equiv\ /\ year) = E_{N_2O\ comb} \cdot GWP\,(N_2O) \qquad \textbf{(4.5)}$$

where $GWP\ (N_2O)$ = global warming potential of nitrous oxide = 310

d) Methane emissions from natural gas production and pipeline leaks in the transport and distribution of natural gas, including leakage within the industrial plant

Total project emissions are given by the sum of the components analyzed above:

$$E_{total} = E_{CS} + E_{equiv\ met\ comb} + E_{equiv\ N_2O\ comb} + E_{equiv\ flug} \qquad \textbf{(4.8)}$$

Parameters to be monitored

ID numbe	Data type	Data variabl e	Data unit	Measured (m), calculated (c) or estimated (e)	Recordin requenc	Proportion of data to be monitored	How will the data be archived? (electronic/ paper)	For how long is archived data to be kept?	Comment
1.	Volume of natural gas consumed	MEC_{N3}	m^3	m	Monthly	100%	Paper (field record) electronic (spreadsheet)	Paper: 1 year, Electronic: 7 years	
2.	Cogeneration electricity supplied to industrial plant	*MCEO*	MWh	m	Monthly	100%	Electronic (spreadsheet)	Electronic: 7 years	
3.	Cogeneration heat supplied to industrial plant	*MCHO*	GJ	m	Monthly	100%	Electronic (spreadsheet)	Paper: 1 year Electronic: 7 years	

Quality Control (QC) and Quality Assurance (QA) Procedures

Data	Uncertainty level of data (High/Medium/Low)	Are QA/QC procedures planned for these data?	Outline explanation why QA/QC procedures are or are not being planned.
1.	Low	Yes	These data will be used as supporting information to calculate emission reductions by project activity
2.	Low	Yes	These data will be used as supporting information to calculate emission reductions by project activity
3.	Low	Yes	These data will be used as supporting information to calculate emission reductions by project activity
4.	Low	Yes	These data will be used as supporting information to calculate emission reductions by project activity

Referencias

Esta página se dejó en blanco intencionalmente

Referencias bibliográficas

- *Armstead, C. (1993). "Energía Geotérmica". Noriega Editores. Londres 1993.*
- *ATPAE (2004)."Cambio Climático y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero" Asociación de Técnicos y Profesionistas en Aplicación Energética, A. C. México Agosto 2004.*
- *Bauer, M.; Belza, C.; Betz R.; Chiliquinga, B.; Gasca J.; Gil, V.; Muñoz, R.; Pineda, L.; Reinking, A.; Rivero, C.; Saiz, A.; Toro, F. (2005). "Metodologías para la Implementación de los Mecanismos flexibles de Kioto – Mecanismo de Desarrollo Limpio en Latinoamérica" Abril 2005.*
- *CFE en la presentación "Estrategias de CFE para el Cambio Climático" organizada por SUBTEC y GPA en Colaboración México-Gran Bretaña en Cambio Climático en marzo de 2006.*
- *CICC (2001). "México 2ª Comunicación Nacional ante la Convención Marco e las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático". México julio 2005.*
- *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio climático (CMNUCC), Nueva York, 1992.*
- *CMNUCC (2002). "Informe de la Conferencia de las Partes sobre su séptimo período de sesiones, celebrado en Marrakech del 29 de octubre al 10 de noviembre de 2001 (FCCC/CP/2001/13/Add.2)". Enero de 2002*
- *Diario Oficial (2005)." Acuerdo por el que se crea con carácter permanente la Comisión Intersecretarial sobre Cambio Climático". México 25 de Abril de 2005.*
- *Friedrich, C. & Elortegui. (2000). "Energías Renovables". Era Solar. España 2000.*
- *Guillén, O. (2004). "Energías renovables. Una perspectiva ingenieril". Editorial Trillas México 2004.*
- *INE (2000). "Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1994-1998". México octubre 2000.*
- *Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, en vigor el 1° de Enero de 1994.*
- *Martín del Campo, C. (2004). "Apuntes energía e Impacto Ambiental". Facultad de Ingeniería (2004).*
- *Martínez, J. & Fernández, A. (2004a)."Cambio Climático: una visión desde México". "¿Qué es el efecto invernadero?". México. SEMARNAT & INE. Noviembre 2004.*

- *Martínez, J. & Fernández, A. (2004b)."Cambio Climático: una visión desde México". "Los gases regulados por la CMNUCC". México. SEMARNAT & INE. Noviembre 2004.*
- *Pansini, J & Smalling, K. (2002). "Guide to Electric Power Generatiom". The Fairmont Press. New York 2002.*
- *(PEMEX,2006) "Informe de seguridad y Medio Ambiente 2001". Petróleos Mexicanos, (2006).*
- *PEMEX en la presentación "Proyectos del Mecanismo para un Desarrollo Limpio" organizada por MGM Internacional en marzo de 2006.*
- *PEMEX en la presentación "Cambio Climático en Petróleos Mexicanos" organizada por la empresa española ENDESA en febrero de 2006.*
- *PEMEX en la presentación "Oportunidades para desarrollar proyectos MDL" organizada por Eco Securities en marzo de 2006.*
- *PICC (1990)."Primer Informe de Evaluación". 1990.*
- *PICC (1995). "Segundo Informe de Evaluación". 1995.*
- *PICC (2001). "Tercer Informe de Evaluación". 2001.*
- *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Kyoto Japón, 11 de diciembre de 1997.*
- *SEMARNAP (1997). "Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático". México noviembre 1997.*
- *SEMARNAP (1999). "Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero con cifras de 1990". México agosto de 1999.*
- *SEMARNAT (2004). "Informe del Taller celebrado el 19 de noviembre de 2004 en el Auditorio Miguel Álvarez". México 2004.*
- *XIII Seminario Sobre Uso Racional de Energía, ATPAE, Curso de Cambio Climático y Emisiones de GEI, México agosto de 2004.*
- *SENER en la presentación "Dialogo México – Reino Unido con el Mecanismo para un desarrollo Limpio" organizada por la Dirección de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable" en marzo de 2005.*
- *Tyler, G. (2004). "Preservemos la Tierra". Editorial Ciencias e Ingeniería. 2004.*

- ***Referencias de Internet***

- *http://www.cnea.gov.ar*
- *http://www.foronuclear.org*
- *ATPAE (2006). Página web http://atpae.org.mx*
- *Banco Mundial. Página web http://www.worldbank.org*
- *CMNUCC (2006). Página web http://unfccc.int/2860.php*
- *CFE (2006). Página web http://www.cfe.gob.mx*
- *CIE (2006). Página web http://www.cie.unam.mx*
- *CONAE (2006). Página web http://www.conae.gob.mx*
- *CRE (2006). Página web http://www.cre.gob.mx*
- *DIE (2005). Página web http://www.fi-b.unam.mx*
- *ENDESA (2006). Página web http://www.endesa.es*
- *INE (2006). Página web http://www.ine.gob.mx*
- *PICC(2006). Página web http://www.ipcc.ch*
- *PEMEX (2006). Página web http://www.pemex.com*
- *SEMARNAT (2006). Página web http://www.semarnat.gob.mx*
- *SENER (2006). Página web http://www.energia.gob.mx*