



UNAM

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO.**

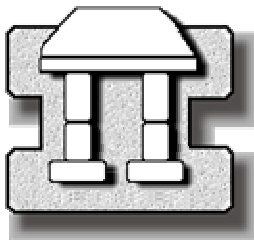
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

NORMATIVIDAD ASOCIADA AL APROVECHAMIENTO
SUSTENTABLE DEL BIOGÁS, Y ALTERNATIVAS
RECOMENDABLES PARA SU USO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G O
P R E S E N T A:

JOAB RAZIEL QUINTERO RUIZ

DIRECTOR DE TESIS:
M. EN C. ALFONSO REYES OLIVERA.



LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS.

A Dios por concederme la vida y con ella una gran familia. Gracias por darme fe para creer en lo que hago.

A mi madre Maria Teresa por ser quien me ha enseñado apreciar las ciencias, el arte, la música y sobre todo la vida, porque no siempre nos tomamos al menos un minuto para apreciar las maravillas de la vida. Solo te falta un título porque para mí eres la más grande de las maestras, de las consejeras. Gracias mamá

A mi padre Fernando porque me ha enseñado a valorar los sacrificios que las personas pueden llegar a realizar mostrándomelo con el ejemplo, a quien el trabajo lo consume pero día a día demuestra el esfuerzo que hace por nosotros. Gracias papá.

A mi hermana Nancy, con quien siempre me he identificado compartiendo los mismos gustos por la música, por la pintura, por actividades como el rapel, incluso en las bromas. Gracias mi pequeña hermana.

A mi tía Yola y mi abuelita Teresita que aunque las distancias nos separan siempre están presentes, dándome su cariño y afecto cada vez que las distancias se acortan. Gracias a ambas.

A mi abuelita Eugenia y mis tías Marina, Esther, Teresa y todos mis demás tíos, primos y primas de quienes su afecto y cariño me han motivado a seguir adelante. A todos gracias.

AGRADECIMIENTOS.

A todas las personas que estuvieron siempre apoyándome no solo en mi carrera sino en mi formación como persona consolidando mis sueños y anhelos.

Mi asesor y mentor M. en C. y Lic. En Derecho Alfonso Reyes Olivera, por sus consejos al realizar esta tesis y apoyo para no temer al hacer algo diferente. Muchas gracias.

A mis sinodales por aceptar ser partícipes en algo tan importante para mí, Doctor Ignacio Peñalosa Castro, M. en C. Arlet López Trujillo, Biol. Alberto Rodríguez de la Concha Paes y M. en C. Jorge Gersenowies Rodríguez.

A grandes profesores que dentro y fuera de un salón de clases o laboratorio han marcado mi camino en la carrera no solo con sus enseñanzas sino también con las motivaciones que dan a sus alumnos, Profesores Mario Moreno, Beatriz Urbieto, Rosario Robles, Tizoc Altamirano, Ángeles, Rico (q.e.p.d.)

Mis amigos que desde mi infancia han estado conmigo ayudándome a superar todas las adversidades y obstáculos que da la vida, Raúl, Paco, Aristóteles, Erick, Bazan, Magali, Daniel (q.e.p.d.) y claro gracias a ti Rebeca.

Mis amigos de carrera y de relajación, con quienes compartí esfuerzos, desvelos, pero también grandes momentos, Reyna, Nancy, Joel, Abraham, Aldosa, Edgar, Paco, Sule, Carlitos, Oscar, Omar, Richard, Cinthia, Toño y varios más.

De todos y cada uno de ellos he aprendido algo, por que el ser profesionista no se limita en conocer un área de las ciencias, es conocer la vida, las maravillas que ofrece, la integración que tenemos los individuos como sociedades, ser profesionista significa prepararse para un propósito "el de servir"

..... El hombre que sirve solo a sus propósitos se contempla así mismo y se conforma al concluirlos, el hombre que sirve a los propósitos de otros jamás se conforma porque al servir a otros se sirve a él.

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS	2
MÉTODO	3
ANTECEDENTES	4
Las normas jurídicas	4
Evolución de la legislación ambiental en México	4
Políticas públicas Internacionales	7
CAPÍTULO 1. BIOGÁS	
1. Biogás	11
1.1 Metano	12
1.1.1 Naturaleza Química	12
1.1.2 Combustión	12
1.1.3 El metano como gas de efecto invernadero	13
1.2 El carbono	14
1.2.1 El dióxido de carbono	15
1.2.2 Usos del dióxido de carbono	18
1.3 Efecto invernadero	18
CAPÍTULO 2. NORMATIVIDAD NACIONAL	
2.1 Propiedad del biogás	20
2.1.1 Como propiedad de la Nación	20
2.1.2 Como propiedad de los particulares	21
2.1.3 Como propiedad de la Nación concesionado a los particulares para su aprovechamiento	21
2.2 Discusión	23
2.3 Formas jurídicas como puede presentarse el biogás	25
2.3.1 Biogás como un gas contaminante atmosférico	25
2.3.2 Biogás como un recurso natural y recurso energético	29
2.3.3 Biogás como un residuo revalorizable	32
2.4 Discusión	34
CAPÍTULO 3. NORMATIVIDAD INTERNACIONAL	
3.1 Bonos del carbono	36
3.1.2 Mecanismos flexibles del Protocolo de Kyoto	38
3.2 Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)	41
3.2.1 Participantes de los MDL	41

3.2.2 Condiciones para la admisión de proyectos MDL	42
3.2.3 Ciclo de un proyecto MDL	43
3.2.4 Proyectos de pequeña escala	48
3.2.5 Proyecto sobre sumideros	50
3.3 Transacción de las Reducciones Certificadas de Emisiones (RCEs)	51
3.4 Los bonos del carbono en el caso de México	53
3.5 Discusión	58
CAPÍTULO 4. EXPERIENCIAS SOBRE LA UTILIZACIÓN DEL BIOGÁS	
4.1 Experiencias internacionales sobre el aprovechamiento del biogás	60
4.2 Experiencias nacionales sobre el aprovechamiento del biogás	63
CAPÍTULO 5. CUESTIONARIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LAS NORMAS	
5.1 Percepción de las normas jurídicas, los gases de efecto invernadero y los Mecanismos de Desarrollo Limpio por los alumnos de la carrera de biología de la FES Iztacala.	66
5.2 Discusión	71
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	74
ANEXO	75
BIBLIOGRAFÍA	76

RESUMEN

La biología como una ciencia contempla entre otros campos de estudio el uso sustentable de los recursos naturales, formas o medidas para mitigar las diferentes formas de contaminación, así como el estudio de fenómenos que acontecen en el medio ambiente y en nuestro planeta en general, sin embargo los estudios biológicos se encuentran regulados como las mismas actividades humanas por leyes y normas, lo que hace que las actividades biológicas no sean meramente de una disciplina sino que se conlleve con la integración de múltiples disciplinas como puede ser el derecho, entre otras. Siendo así, es de considerar que en la actualidad los problemas de naturaleza ambiental a los que nos enfrentamos pueden afrontarse con la integración de conocimientos científicos junto con las políticas adecuadas para llegar a generar acciones que puedan solventarlos. Dentro de estas acciones se encuentran la debida aplicación de las normas jurídicas, las cuales pueden estar diseñadas tanto para la conservación como para el aprovechamiento del medio ambiente o los recursos que se encuentran en él, como lo es por nombrar alguno el biogás, el cual en nuestro país se ve contemplado como un contaminante atmosférico, sin embargo también puede ser empleado como una energía alterna por lo que el presente trabajo tuvo como finalidad estudiar y analizar la normatividad referente al biogás, buscando manifestar a este gas no solo como un contaminante atmosférico sino también como un recurso natural, a través de las alternativas que ofrece al poder ser empleado como una fuente de energía alterna. Para ello se realizó una investigación con el fin de obtener una compilación y análisis de las normas jurídicas nacionales relacionadas con el biogás, como la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el Código Civil Federal, la Ley General de Bienes Nacionales, entre otros. Asimismo se compilaron y analizaron algunos instrumentos internacionales más relevantes sobre el aprovechamiento del biogás siendo estas, la Convención marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, el Protocolo de Kyoto, entre otros. De la misma manera se estudiaron diversas formas de aprovechamiento del biogás en el ámbito nacional e internacional lo que demostró con ejemplos exitosos algunas posibilidades para su aprovechamiento y finalmente fue aplicado un cuestionario a los alumnos de la carrera de biología de la FESI referente a las leyes y normas así como la utilidad del Protocolo de Kyoto y sus subsecuentes Mecanismos de Desarrollo Limpio

Al realizar el análisis normativo del biogás se identificaron huecos en la normatividad de nuestro país referentes a este gas, sin embargo con los elementos presentes en las normas existentes se logro orientar al biogás tanto como un contaminante atmosférico, como un recurso natural y energético el cual esta siendo desaprovechado. De igual forma es considerado como un gas de efecto invernadero para lo cual pueden obtenerse beneficios ambientales y económicos al participar dentro de los bonos del carbono en base al Protocolo de Kyoto, el cual de acuerdo con el cuestionario aplicado resulto ser de desconocimiento para la mayoría de los alumnos de la FESI, sin embargo esto no refleja el interés que tienen en la divulgación de las normas.

A pesar de los múltiples beneficios que se pueden llegar a obtener a través del biogás, su regulación en nuestro país es incipiente, puesto que solo toma en cuenta la regulación de algunos de los gases presentes en el biogás de manera separada y no como biogás propiamente dicho.

INTRODUCCIÓN

La biología entre sus campos de estudio contempla el uso y aprovechamiento adecuado de los recursos naturales como una forma sustentable de obtener beneficios de estos recursos sin llegar a sobre explotarlos, sin embargo en ocasiones se considera que esta acción es una cualidad exclusiva de la biología olvidando muchas veces que es una cuestión multidisciplinaria.

Para tener un manejo sustentable de los recursos naturales, como el suelo, el agua, las plantas, los animales, los minerales, etc. Es necesario promover la integración de múltiples disciplinas como el derecho ya que si bien gran parte de los errores al gestionar los recursos naturales se deben a una explotación o degradación excesivas del ecosistema, también existen casos en los que la supresión de intervenciones por carencias de normas puede ocasionar problemas ambientales, es decir, el daño ambiental puede ocurrir por acción u omisión (González Bernáldez, 1976).

Por lo que es de considerar que en la actualidad los problemas ambientales a los que nos enfrentamos como la contaminación atmosférica o la falta de empleo de energías renovables, no pueden ser resueltos por una sola disciplina, la integración de conocimientos científicos junto con las políticas adecuadas pueden llegar a generar acciones para solventarlos.

Dentro de estas acciones se encuentran la debida aplicación de las normas jurídicas, las cuales son reglas que restringen o moderan la conducta del hombre y pueden estar diseñadas tanto para la conservación como para el aprovechamiento del medio ambiente o los recursos que se encuentran en él, como lo es por nombrar alguno el biogás, el cual en nuestro país se ve contemplado como un contaminante atmosférico, sin embargo dada sus características también puede ser empleado como una energía alterna.

De esta forma, el presente trabajo tiene como finalidad estudiar la normatividad vigente aplicable al biogás, analizándolo no solo como un contaminante sino también como un residuo y como un recurso natural susceptible de aprovechamiento, a través de las alternativas que ofrece al poder ser empleado como una fuente de energía alternativa.

El **objetivo general** que se pretende alcanzar con este trabajo es el “Estudiar y analizar la normatividad nacional e internacional en materia de regulación y aprovechamiento de biogás, así como obtener una apreciación del interés por las normas de estudiantes de biología,” con el fin de conocer las posibilidades jurídicas y biológicas para plantear y realizar un proyecto de generación y captación de biogás, al mismo tiempo que se aprecia el interés de los estudiantes por las normas y por el biogás visto desde una perspectiva jurídica.

Para alcanzar este objetivo se han planteado los siguientes **objetivos particulares**:

- Analizar la normatividad nacional referente al biogás en un triple enfoque, tanto como un contaminante atmosférico, como residuo y como un recurso natural.
- Analizar la normatividad internacional para el aprovechamiento de biogás

- Obtener con base a un cuestionario una percepción del interés de los estudiantes de la carrera de biología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala sobre la normatividad en general y el biogás en particular.
- Analizar algunas experiencias de aprovechamiento de biogás en México.

Método

Para alcanzar los objetivos antes mencionados se realizó una compilación de las normas jurídicas nacionales relacionadas con el biogás, para ello se utilizó como criterio la relación que estas pudieran tener con la propiedad, con la contaminación atmosférica, con los recursos naturales, con la energía eléctrica y su generación, con la generación y gestión de los residuos, así como los que estuvieran relacionados con los apoyos al medio rural. Por lo cual fueron recopiladas, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS), la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, el Código Civil Federal (CCF), la Ley General de Bienes Nacionales (LGBN), la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, Reglamento de Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, el Reglamento del Gas Natural (RGN), el Reglamento del Gas licuado de petróleo (RG L.P.), la Ley de Energía para el Campo (LEC), el Reglamento de la Ley de Energía para el Campo (RLEC), la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE), el Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (RLSPEE), el Reglamento de la Ley del servicio Público de Energía Eléctrica en Materia de Aportaciones, la Ley de la Comisión Reguladora de Energía (LCRE) y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). De igual forma se realizó una búsqueda en el catálogo de las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs), para identificar las NOMs que estuvieran relacionadas con el biogás o con alguno de los elementos presentes en él.

Todas las leyes y reglamentos recopilados fueron estudiados y analizados en base al contenido que pudiesen presentar sobre el biogás, dichos contenidos se compararon y estructuraron con los resultantes del análisis de otras leyes y reglamentos.

Asimismo, se compilaron normas internacionales relevantes sobre el aprovechamiento del biogás, siendo estas: la Convención marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, el Protocolo de Kyoto, las Metodologías para la Implementación de los Mecanismos Flexibles de Kioto-Mecanismos de Desarrollo Limpio en Latinoamérica.

En este caso los tres instrumentos jurídicos fueron estudiados a fin de analizar los proyectos para la captación y aprovechamiento del biogás que se derivan de ellos.

De la misma manera se estudió en literatura especializada los gases presentes en el biogás con el fin de ampliar las utilidades de este recurso, como también fue realizada una búsqueda en artículos, publicaciones e internet sobre la utilidad que se le ha dado al biogás tanto en nuestro país como en otros diversos países.

Por último se realizó una encuesta a cien estudiantes de biología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala entre primer y octavo semestre, con el propósito de tener una apreciación del interés que presentan por el uso y aplicación de las leyes y normas, así como por los Mecanismos de Desarrollo Limpio y lo que implican ellos. El cuestionario consistió en once preguntas aplicadas, las preguntas planteadas en el cuestionario fueron en su mayoría preguntas abiertas, esto con el propósito de no reducir sus respuestas al momento de contestar.

ANTECEDENTES

LAS NORMAS JURÍDICAS.

Todas las sociedades humanas están reguladas por normas, las cuales son reglas que rigen la conducta de sus integrantes en un marco de respeto. Estas pueden imponer deberes y/o conferir derechos.

Las reglas de conducta en nuestro país se pueden clasificar en cuatro grandes grupos, como son: Normas morales, normas religiosas, normas de trato social y normas jurídicas. Estas últimas motivo del presente trabajo son de gran importancia por las características que presentan como las de ser normas bilaterales, es decir conceden derechos y obligaciones, son también externas regulando la conducta exterior de las personas, también son heterónomas es decir que el destinatario es diferente a su creador y por último y más importante estas normas son coercibles lo que las hace de cumplimiento obligatorio (García 1996).

Hay que recordar que las normas jurídicas son de cumplimiento general y obligatorio, y no podemos alegar su desconocimiento como eximente de responsabilidad. Para validar las normas jurídicas hay instituciones u organismos, encargados de crearlas, modificarlas y velar por que sean cumplidas. Dichas instituciones no siempre han perseguido propósitos ambientales, incluso cabe mencionar que la creación de normas jurídicas con contenido ambiental son relativamente recientes, por lo que a lo largo de su historia han sufrido diferentes modificaciones e incluso no siempre han tenido los mismos fines.

EVOLUCIÓN DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO.

En general podemos decir que las normas de derecho desde una perspectiva jurídica ambiental han tenido tres etapas. A continuación se refieren estas tres etapas de la legislación ambiental mexicana, señalando algunos de los acontecimientos más significativos en nuestro país que han modificado la política ambiental y con ello han llevado a la creación y aplicación de normas ambientales, también sintetizadas en la tabla 1 junto con las políticas públicas internacionales más relevantes. (Colegio Nacional De Jurisprudencia Urbanística, 2007).

A) Primera etapa.

La cual inicia en la década de los setenta del siglo veinte y termina a finales de esa misma década, donde se considera que tenían un enfoque orientado al cuidado de la salud humana,

ya que se pretendía imponer medidas preventivas contra los riesgos o daños a la salud de las personas que se pudiesen ocasionar por la contaminación ambiental, sin prestar la atención debida al cuidado del ambiente por si mismo. Como prueba de ello encontramos la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación, dicha ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 23 de marzo de 1971, y sus criterios estaban orientados a la protección de la salud con algunos elementos para el control de emisiones. Posteriormente en 1973, en el Código Sanitario se incorporó un capítulo denominado “Saneamiento del Ambiente”, expidiendo así reglamentos para el control de la contaminación atmosférica por humos y polvos, así como también de la contaminación de agua, de la contaminación del mar por desechos y otros ordenamientos que directa o indirectamente se relacionaban con el control de la contaminación industrial. En 1972 se llevó a cabo la Conferencia Internacional de las Naciones Unidas Sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo, Suecia, donde nuestro país, como consecuencia de su participación en dicha conferencia se vio influenciado para dar origen a la creación de la Subsecretaría de Mejoramiento del Medio Ambiente (1976), dependiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, así como también la Dirección General de Ecología Urbana, dependiente de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (1977) con lo cual concluyó esta etapa (González, 1999).

B) Segunda etapa.

La cual se desarrolló en la década de los ochenta del siglo veinte, se considera que había una orientación normativa hacia la prevención y el control de los problemas ambientales, siendo éstos administrados por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, apenas creada en 1982, al reformarse el artículo 25 constitucional con el fin de modificar la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. La secretaría basó sus atribuciones en la Ley Federal de Protección al Ambiente, la cual fue publicada en 1982 y fue vigente hasta el año de 1988.

A pesar de que en esta etapa se empezaron a enfocar los problemas ambientales por separados y ya no como un riesgo para la salud, la política ambiental empleada no contemplaba aspectos tan importantes como el incremento de la contaminación como consecuencia de un desarrollo económico. De igual manera el desarrollo sustentable no era tomado en cuenta (Colegio Nacional De Jurisprudencia Urbanística, 2007).

En 1983 se creó la Subsecretaría de Ecología, dependiente de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Posteriormente en 1987 se reformaron los artículos 27 y 73 de nuestra Carta Magna, con el objeto de incrementar las atribuciones del Estado para imponer modalidades a la propiedad, tendientes a la protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como para facultar al Congreso Federal para “expedir leyes que establezcan la concurrencia de los gobiernos de los estados y municipios en el ámbito de sus respectivas competencias en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico”.

Finalmente esta etapa concluyó con la elaboración de la Ley General del Equilibrio Ecológico y protección al ambiente (LGEEPA), siendo publicada el 28 de enero de 1988 en el DOF, decretándose de esta forma la primera ley marco cuyas pretensiones son las de ordenar el ambiente (Almanza, 1996).

C) Tercera etapa

La tercera etapa de la legislación ambiental mexicana inicia de la década de 90s a la actualidad. Esta etapa se distingue por la inclusión dentro de las políticas públicas ambientales al desarrollo sustentable, además tiene entre sus metas el desarrollo social en congruencia con aprovechamiento del suelo y los recursos naturales. Atiende de manera integral los problemas ambientales haciéndolos prioritarios por los riesgos que pueden causar a la salud de la comunidad y el daño a los ecosistemas.

Para el año de 1992 en respuesta a un incremento de los problemas ambientales y en materia de los recursos naturales, se creó la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) como un apoyo a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. La SEDESOL propiciaba un marco institucional más articulado entre las políticas sociales y ambientales. Estos cambios implicaron que la Subsecretaría de Ecología se reorganizará en dos órganos desconcentrados de SEDESOL; La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y el Instituto Nacional de Ecología (INE).

La PROFEPA inició actividades en 1992 encargándose de vigilar, inspeccionar y verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental, así como de las medidas de control y sanciones a las violaciones de estas normas. Fue hasta el año de 1998 cuando la PROFEPA tuvo un nuevo diseño, donde se vio modificado el tipo de visitas de inspección, a través de las cuales se obtenía información detallada de las fuentes fijas de jurisdicción federal. Por su parte el INE quien inició el mismo año, tuvo la encomienda de formular y expedir las normas y criterios ambientales, así como de la evaluación y dictámenes de las manifestaciones de impacto ambiental, de la administración de las áreas naturales protegidas que no se encontraban bajo la responsabilidad de otras dependencias y del ordenamiento ecológico del territorio.

Asimismo, para atender los asuntos relativos a la Biodiversidad, el 16 de marzo de 1992 se creó por acuerdo presidencial, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

En Diciembre de 1994 se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), en un esfuerzo por integrar las funciones de protección ambiental y recursos naturales, que estaban siendo diseminados en varias secretarías de estado.

Absorbiendo por tanto la SEMANARP las funciones desconcentradas que la SEDESOL tenía en el Instituto Nacional de Ecología y en la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, junto con sus funciones vinculadas con aspectos forestales, de protección de flora y fauna silvestres. Asimismo la SEMARNAP toma las atribuciones relativas al manejo de agua que formaban parte de las atribuciones de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y de su órgano desconcentrado, la Comisión Nacional del Agua (CNA). (Instituto Nacional de Ecología, 2000)

Ya con la SEMARNAP en marcha empiezan a realizarse modificaciones a la LGEEPA, al considerarla un tanto ambigua para los fines que se pretendían alcanzar, lo anterior tras haber realizado una Consulta Nacional sobre Legislación Ambiental, convocada en el año de 1995 por las comisiones de ecología y medio ambiente de las cámaras de diputados y

senadores, lo que llevó a incorporar importantes modificaciones a la LGEEPA publicadas el 13 de Diciembre de 1996, en donde se incorporan entre otros aspectos: Mecanismos de descentralización hacia autoridades locales, ampliación de márgenes legales de participación de la sociedad en la gestión ambiental; reducción de márgenes de discrecionalidad en las autoridades; fortalecimiento de instrumentos de política ambiental; incorporación de conceptos como sustentabilidad y biodiversidad; asegurar la congruencia de la ley con otros ordenamientos federales.

Otra reforma que sufrió la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente data del 7 de enero de 2000, y su contenido se abocó fundamentalmente a incorporar criterios de educación ambiental en los sectores cultural y social. En ese mismo año el 30 de noviembre, la SEMANAP sufrió algunas modificaciones administrativas, convirtiéndose en la actual Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Actualmente de conformidad con el Reglamento Interior de la SEMARNAT, publicado el 21 de enero de 2003 en el DOF, la SEMARNAT cuenta con las siguientes unidades administrativas: tres Subsecretarios, de Planeación y Política Ambiental, de Fomento y Normatividad Ambiental, y de Gestión para la Protección Ambiental; una Oficialía Mayor, dos Unidades Coordinadoras y diecisiete Direcciones Generales, además de Delegaciones en cada entidad federativa. Asimismo cuenta con cuatro Órganos Desconcentrados: el Instituto Nacional de Ecología (INE), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la Comisión Nacional del Agua (CNA), y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CNANP). (SEMARNAT, 2007)

Por ultimo dentro de esta tercera etapa hasta el año 2000 nuestro país había suscrito 51 Convenios Internacionales en materia ambiental, dentro de los que destacan por su importancia la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres; Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación; Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre la Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza; Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras materias; Convenio Internacional para prevenir la Contaminación de Buques; Convenio para la Protección de la Capa de Ozono y Protocolo de Montreal; Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto; Convención Internacional para la Reglamentación de la Caza de la Ballena y el Acuerdo Paralelo en materia ambiental del Tratado del Libre Comercio, (Colegio Nacional De Jurisprudencia Urbanística 2007).

POLÍTICAS PÚBLICAS INTERNACIONALES.

Por otro lado no podemos dejar sin considerar las acciones políticas internacionales en materia ambiental, ya que estas han tenido un gran impacto al ser apoyadas por los países participantes en las Naciones Unidas. Independientemente de la manera en que sean adoptadas por los diversos países, estas acciones han marcado grandes pautas en el impulso a la política ambiental, incluso llegando a influenciar a nuestro país, algunas de las más importantes que se han llevado a cabo a lo largo del tiempo, son:

A) La Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Medio Ambiente Humano, celebrada del 5 al 16 de Junio de 1972 en Estocolmo, Suecia. Esta conferencia es de gran importancia debido a que es la primera vez en que se discuten los problemas ambientales en un foro internacional. De esta conferencia se derivó la Declaración de Estocolmo, documento importante por tratarse del inicio fundacional del Derecho Ambiental, incluso conocido también como “Carta Magna del Derecho Internacional Ambiental.” Esta declaración presenta 26 principios referidos sobre el hombre y del hombre hacia el medio ambiente. Asimismo la declaración abrió la pauta para lo que se conoce como “Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente” (PNUMA). Este programa es el principal organismo de las Naciones Unidas para tratar las cuestiones ambientales; está integrado por 58 gobiernos con una mesa directiva rotativa y tiene gran influencia a nivel mundial en la celebración de tratados y convenios internacionales, financia publicaciones y apoya programas en los países. Además de ser la única agencia de Naciones Unidas que está localizado en un país en vías de desarrollo como es Kenya, África, teniendo su sede en su capital, Nairobi.

El objetivo del PNUMA es resolver los problemas que los países no pueden enfrentar solos. Además sirve como un foro para crear consenso y llegar a acuerdos internacionales. Por otro lado, busca la participación de las empresas y la industria, la comunidad científica y académica, las organizaciones no gubernamentales y los grupos civiles, entre otros.

El PNUMA también busca crear conciencia mundial acerca de los problemas del medio ambiente, a través de investigaciones y síntesis de información regional y mundial relativa al tema. Esta información ha llegado incluso a conducir a negociaciones internacionales conducentes a elaborar varias convenciones sobre el medio ambiente. Para un buen desempeño, el PNUMA cuenta con tres programas especializados:

- 1.- Sistema de Control Global del Medio Ambiente, en ingles *The Global Environment Monitoring System* (GEMS), que se ocupa de brindar información a los países sobre clima, la atmósfera, los océanos, los recursos naturales renovables, la contaminación transfronteriza, entre otros. Sus acciones se llevan a cabo en casi 142 países.
- 2.- Registro Internacional de Sustancias Tóxicas, en ingles es *The International Register of Potentially Toxic Chemicals* (IRPTC). Se estima que en el mundo hay 80,000 sustancias químicas en uso, y el IRPTC se ocupa de sugerir las medidas de seguridad adecuadas para el manejo de sustancias nocivas.
- 3.- Infoterra (*World-Wide data network*), que es una red mundial de intercambio de información y servicios de respuesta a preguntas técnicas sobre medio ambiente con cobertura a más de 175 países. (PNUMA 2005)

B) En el año de 1982 en la Resolución 37/7 de las Naciones Unidas, se creó y adoptó la Carta Mundial de la naturaleza. En esta carta se adoptaron principios de preservación incorporándolos al derecho y a la práctica según la legislación de cada estado, así como su adopción de manera internacional.

C) Posteriormente en el año de 1992, se celebró otra conferencia de gran magnitud e importancia por sus alcances, esta conferencia fue denominada la “Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo” y fue celebrada en Río de

Janeiro, Brasil, esta conferencia ha sido considerada por algunos expertos como la más grande Conferencia Mundial sobre Medio Ambiente, es llamada también “la cumbre de la Tierra”, la cual se ocupó de normar todo lo referido al ambiente para los años posteriores, de cara al siglo XXI.

En esta Conferencia, conocida también como ECO-92, los principales temas fueron: Los asuntos Jurídicos Globales, entre los que destacan la “Convención Marco sobre Cambios Climáticos”, de donde se desprende el Protocolo de Kyoto (PK), “La Convención sobre Diversidad Biológica”, “La Carta de la Tierra” y la “Agenda 21.” También se abordaron los acuerdos económicos y técnicos para financiar el desarrollo sostenible, la transferencia de tecnología y la posible creación de nuevas instituciones ambientales.

ECO-92 desprendió uno de los instrumentos más amplios e importantes en las cuestiones ambientales, dicho instrumento es la Agenda XXI. El documento tiene cerca de 540 páginas y establece un programa de acción para el siglo XXI a ser adoptado por los diversos países, convirtiéndose en la base de muchos programas de acción nacionales. Los diversos capítulos de esta Agenda incluye temas tan variados como el combate a la pobreza, la protección de la salud, la protección de la atmósfera, la conservación de los suelos, la biotecnología, los recursos oceánicos, los residuos peligrosos o la educación ambiental. En total son 39 capítulos, donde también son establecidas las instituciones que seguirán todo el programa definido (Centro de noticias de la ONU 2005).

MÉXICO	INTERNACIONAL
1 Etapa	
1971 Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación	1972 Conferencia Internacional de las Naciones Unidas Sobre el Medio Humano, Estocolmo, Suecia
1973 Incorporación en el Código Sanitario un capítulo denominado "Saneamiento del Ambiente"	1972 Se creó el PNUMA
1976 Subsecretaría de Mejoramiento del Medio Ambiente	
1977 Dirección General de Ecología Urbana	
2 Etapa	
1982 Creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.	1982 Se creó y adoptó la Carta Mundial de la Naturaleza
1982 Ley Federal de Protección al Ambiente	
Para 1983 se crea la Subsecretaría de Ecología	
1987 se reformaron los artículos 27 y 73 Fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	
1988 se crea la LGEEPA	
3 Etapa.	
1992 se creó la SEDESOL, PROFEPA, INE y CONABIO	1992 Se celebró la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
1994 se creó la SEMARNAP	1992 La Convención sobre Diversidad Biológica
1996 Importantes modificaciones a la LGEEPA	1992 Agenda 21
2000 SEMANAP se convierte en SEMARNAT	1994 Convención Marco sobre Cambio Climáticos.
	1998 Protocolo de Kyoto (PK)

Tabla1. Principales relaciones temporales de acciones políticas e instrumentos jurídicos sobre el ambiente en el contexto nacional e internacional.

CAPÍTULO 1

1. BIOGÁS

El biogás es una mezcla de gases producido por una fuente natural, se produce mediante un proceso metabólico de descomposición de la materia orgánica sin la presencia del oxígeno. La generación natural de biogás es una parte importante del ciclo biogeoquímico del carbono, sin embargo para obtener el biogás es necesario contar con la biomasa la cual es toda aquella materia orgánica acumulada como consecuencia de procesos biológicos, es decir son las plantas y todo producto vegetal, los animales que directa o indirectamente se alimentan de ellas, y todos los residuos generados por la actividad de los seres vivos. Para fines prácticos se suelen encontrar tres tipos de biomasa, vegetal, animal y residual.

De cualquiera de estos tres tipos se puede llegar a obtener el biogás, el cual en esencia esta constituido por:

- Metano (CH_4) 55 a 70 %.
- Dióxido de carbono (CO_2) 35 a 40 %.
- Nitrógeno (N_2) 0.5 a 5 %.
- Sulfuro de hidrógeno (SH_2) 0.1 %.
- Hidrógeno (H_2) 1 a 3 %.
- Vapor de agua (H_2O) Trazas.

(Zapata, 2002)

Lo que distingue al biogás de otros gases que pueden estar conformados similarmente por los mismos componentes, son las fuentes por las que se originan, dicha fuentes pueden ser: las ciénegas en donde incluso puede verse aflorar burbujeando como gas de los pantanos, por la descomposición de los residuos orgánicos ya sea en tiraderos o rellenos sanitarios, en zonas de extracción de combustibles fósiles, en los procesos en la digestión y defecación de animales, incluso por las bacterias en plantaciones de arroz. Es decir el biogás se puede obtener de casi cualquier fuente natural en cuyo proceso se lleve acabo la descomposición de la materia orgánica, como también pueden ser los gases de las aguas de deshecho, en la fermentación de productos como el pulque, entre otros (Zapata, 2002)

Dentro de los componentes del biogás, el metano es el principal, incluso si se requiere metano muy puro, puede separarse por destilación fraccionada de los otros constituyentes. El siguiente componente del biogás en abundancia es el dióxido de carbono, por lo que a continuación se mencionarán algunas de las propiedades tanto del metano como del dióxido de carbono, así como su importancia para el medio ambiente. Los otros componentes del biogás por su poca abundancia no serán descritos.

1.1 METANO

1.1.1 NATURALEZÁ QUÍMICA

El metano (CH_4) al ser un compuesto orgánico que se integra por los elementos de hidrógeno y carbono forma parte de los hidrocarburos, estos se dividen en dos clases principales que son los alifáticos y aromáticos. Los primeros se subdividen en familias: alcanos, alquenos, alquinos y sus análogos cíclicos (cicloalcanos, etc.). Dentro de los alcanos se encuentra el metano, siendo incluso el hidrocarburo más simple, tal y como se muestra en la figura 1.

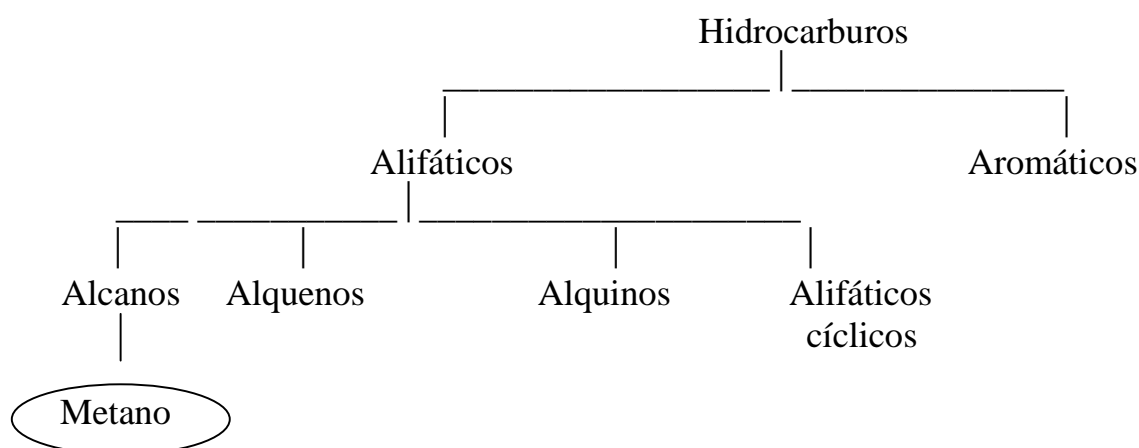


Fig1. Clasificación del metano dentro de los hidrocarburos.

El metano es incoloro y, en estado líquido menos denso que el agua (densidad relativa 0.4). Es apenas soluble en agua, pero muy soluble en líquidos orgánicos, como gasolina, éter y alcohol, además de presentar un punto de ebullición a -161.5°C , por esta misma razón es gaseoso a temperatura ambiente. El metano es un producto final de la putrefacción de los organismos como plantas y animales, es decir, de la descomposición de ciertas moléculas más complejas. Como tal, es el principal constituyente del gas natural hasta un 97 %

Por sus propiedades químicas y físicas, el metano típicamente sólo reacciona con sustancias muy reactivas o en condiciones muy vigorosas. Dentro de las principales reacciones que se pueden llevar a cabo con el metano se encuentra la oxidación (combustión), la cual se puede llevar a cabo en presencia de oxígeno, halógenos e, incluso agua (Atkins, et al. 1998).

1.1.2 COMBUSTIÓN

Dentro de la combustión del metano se da como resultado dióxido de carbono y agua, lo cual es algo muy característico de los compuestos orgánicos. La combustión del metano es muy exotérmica, siendo este hecho de gran importancia ya que lo convierte en una

importante fuente de energía. Dentro de este tipo de reacciones cabe señalar que el producto importante no es el dióxido de carbono ni el agua, sino el calor.

La combustión de hidrocarburos sólo se efectúa a temperaturas elevadas, como las que proporcionan una llama o una chispa. Sin embargo, una vez iniciada la reacción desprende calor, que a menudo es suficiente para mantener la alta temperatura y permitir que la combustión continúe. La cantidad de calor que se genera al quemar un mol de un hidrocarburo a dióxido de carbono y agua se llama calor de combustión; para el metano es 213 kcal. (Atkins et al. 1998).

1.1.3 EL METANO COMO GAS DE EFECTO INVERNADERO

Así mismo el metano es una gas de efecto invernadero ya que al entrar en la atmósfera junto con otros gases impide la salida de la radiación infrarroja provocando un sobrecalentamiento de la superficie terrestre, sin embargo la destrucción de este gas se lleva a cabo de manera natural por los radicales OH presentes en el aire y por el oxígeno (O₂). La reacción con este último se resume así: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. Esta destrucción es relativamente rápida, de tal manera que la vida media del metano atmosférico es de tan sólo unos 12 años. La evolución de la concentración atmosférica de metano depende por eso, no sólo de las fuentes, sino también de la mayor o menor presencia de estos radicales en el aire. Como podemos apreciar en la figura 2, el metano se encuentra distribuido aunque a diferentes concentraciones por toda la atmósfera de nuestro planeta (Uriarte 2003).

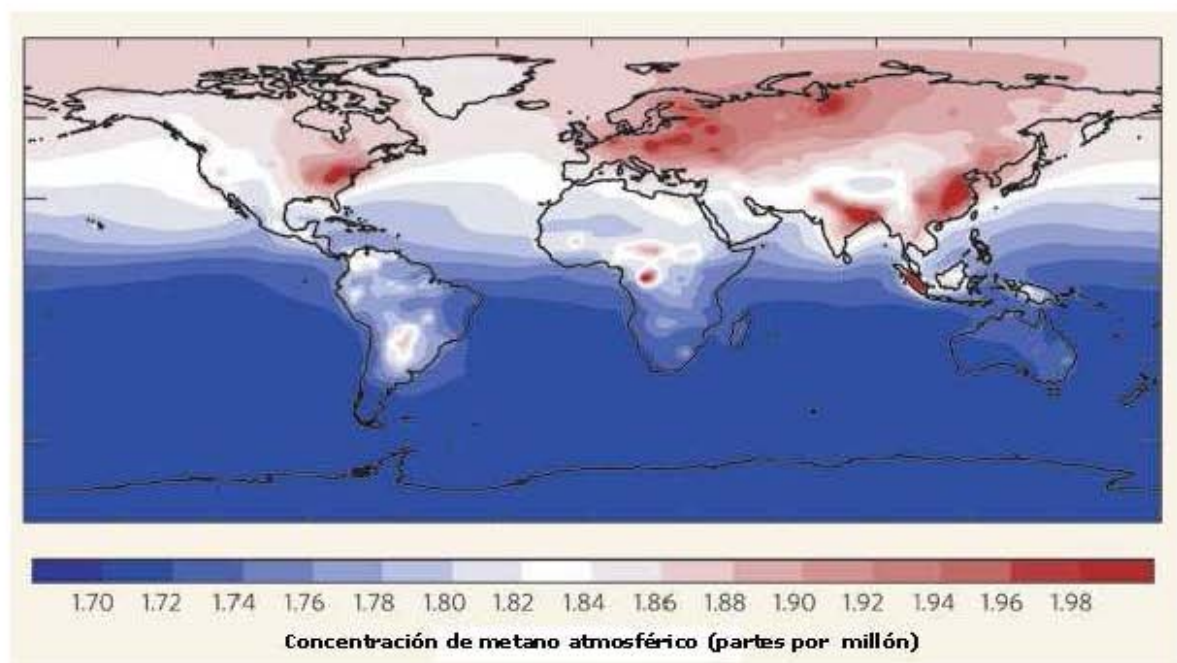


Figura 2. Distribución y concentraciones de metano sobre el planeta. Fuente Lelieveld, 2006

A lo largo de la historia de la Tierra el metano junto con otros gases ha tenido un papel importante. De acuerdo con la teoría de Oparin del océano primitivo (1924), los orígenes de la vida se remontan a una tierra primitiva, rodeada por una atmósfera de metano, agua, amoníaco e hidrógeno. La radiación del sol, junto con descargas de relámpagos rompieron estas moléculas simples en fragmentos reactivos (radicales libres), que se combinaron para formar moléculas más grandes y finalmente dieron origen a los enormemente complejos compuestos orgánicos que conforman los organismos vivos. Ese metano provenía, o bien directamente del interior de la tierra por medio de las chimeneas volcánicas, o bien de bacterias metanogénicas del reino de las arqueas, que vivían en las condiciones sin oxígeno de aquella atmósfera. Actualmente las bacterias metanogénicas están confinadas en algunos reductos anóxicos, como son los intestinos de los bóvidos o en los fangos de los campos inundados. Pero entonces eran probablemente mucho más abundantes gracias a la ausencia de oxígeno en el aire (Uriarte, 2003).

Incluso los periodos de glaciación se considera que se originaron debido a la acción que ejercía el oxígeno generado por las cianobacterias sobre el metano, esto queda ejemplificado en la reacción anterior. Por ello siendo el metano el gas de efecto invernadero más abundante desde hace más de 2,700 millones de años, al disminuir este gas de manera abrupta ocasionó el descenso de la temperatura de la tierra, lo que junto con el hecho de que había una luminosidad del sol más tenue que la actual (6 % menor aproximadamente) conllevó al menos a uno de los periodos glaciales del Arqueozoico al Proterozoico, entre hace unos 2,700 millones de años y 2,300 millones de años, (Hyde, 2000, citado en Uriarte, 2003).

Hay algunos investigadores que consideran que la temperatura actual del planeta se debe en parte a un equilibrio ocasionado por el aumento del metano que trajo consigo el inicio de la agricultura y en especial el cultivo del arroz hace 5,000 años. Según Ruddiman (2003) el incremento térmico causado por la agricultura, aportó 40 ppm de CO₂ por las deforestaciones y 0,25 ppm de metano por los regadíos en especial por las bacterias metanogénicas que plagaban los campos de cultivo de arroz.

A pesar de haber disminuido la abundancia del metano a lo largo de la historia del planeta, en la actualidad esta habiendo un exceso de metano atmosférico contribuyendo en gran parte al efecto invernadero y con ello a un sobrecalentamiento del planeta.

1.2 CARBONO

El carbono es un elemento de suma importancia debido a que es capaz de formar un gran número de compuestos estimándose un mínimo de 1, 000,000 compuestos orgánicos.

El carbono elemental es una sustancia inerte, insoluble en agua, a temperaturas elevadas se combina con el oxígeno para formar comúnmente monóxido de carbono (CO), o dióxido de carbono (CO₂). El carbono y sus compuestos se encuentran distribuidos ampliamente en la naturaleza, encontrándose incluso en varios minerales como caliza, dolomita, yeso y mármol, en forma de carbonatos. Asimismo el carbono se hace presente en la materia orgánica como las plantas, animales, bacterias hongos, etc. A través de compuestos orgánicos combinado con hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y otros elementos.

Los compuestos de carbono tienen muchos usos. El dióxido de carbono se utiliza en la carbonatación de bebidas, en extintores de fuego y, en estado sólido, como enfriador (hielo seco). El monóxido de carbono se utiliza como agente reductor en muchos procesos metalúrgicos. El tetracloruro de carbono y el disulfuro de carbono son disolventes industriales importantes. El freón (diclorodifluorometano, CCl_2F_2) se utiliza en aparatos de refrigeración. El carburo de calcio se emplea para preparar acetileno que es útil para soldar y cortar metales, así como para preparar otros compuestos orgánicos. Muchas de las utilidades del carbono se deben en importante medida por su gran abundancia. Se estima que el carbono constituye 0.032% de la corteza terrestre, de forma libre se encuentra en grandes depósitos como hulla (forma amorfa del elemento con otros compuestos complejos de carbono-hidrógeno-nitrógeno), mientras que el carbono presente en la atmósfera se estima en un 0.03% como dióxido de carbono (Peter y Vollhardt, 1994)

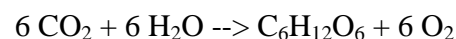
1.2.1 DIÓXIDO DE CARBONO

El dióxido de carbono (CO_2) es el segundo elemento más abundante en el biogás, es un gas incoloro, denso y poco reactivo. Forma parte de la composición de la tropósfera actualmente en una proporción de 350 ppm.

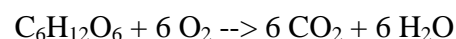
A pesar de que el dióxido de carbono existe principalmente en su forma gaseosa, también tiene forma sólida y líquida, sin embargo solo puede ser sólido a temperaturas por debajo de los -78°C , mientras que en estado líquido existe principalmente cuando el dióxido de carbono se disuelve en agua, siempre y cuando la presión sea constante. (Peter y Vollhardt, 1994).

El balance del dióxido de carbono es sumamente complejo por las interacciones que existen entre la reserva atmosférica de este gas y las plantas que lo consumen en el proceso de fotosíntesis. A continuación explicaremos brevemente este proceso:

1) Las plantas verdes transforman el dióxido de carbono y el agua en compuestos alimentarios, tales como glucosa y oxígeno. Como se muestra en la siguiente reacción:



2) Las plantas y los animales, a su vez, transforman los componentes alimentarios combinándolos con oxígeno para obtener energía para el crecimiento y otras funciones vitales. Este es el proceso de respiración, el inverso de la fotosíntesis. Como se expresa:



La fotosíntesis y la respiración juegan un papel muy importante en el ciclo del carbón y están en equilibrio entre sí. La fotosíntesis domina durante la época más templada del año y la respiración domina durante la época más fría del año. Sin embargo, ambos procesos tienen lugar a lo largo de todo el año. En conjunto, entonces, el dióxido de carbono en la atmósfera disminuye durante la época de crecimiento y aumenta durante el resto del año. (Robinson, 1998)

Con el desarrollo humano ha habido un aumento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, pues para el año de 1850 había 280 ppm de partículas de CO₂ suspendidas en la atmósfera mientras que para 1998 existían 364 ppm, principalmente debido a las actividades humanas durante y después de la revolución industrial que empezó en 1850.

Esto ha podido ser corroborado por varios resultados obtenidos mediante diversas técnicas, entre la que destaca el análisis de gases retenidos en muestras de hielo. Estas muestras son obtenidas a distintas profundidades en la Antártida y Groenlandia, y han permitido conocer la concentración de dióxido de carbono atmosférico, y de otros gases del llamado efecto invernadero, durante por lo menos los últimos 150,000 años. Estas concentraciones han variado observando valores bajos durante los períodos glaciales (temperaturas bajas) y relativamente altas durante los períodos interglaciales (temperaturas altas). Se ha comprobado que el actual incremento de la concentración de dióxido de carbono se superpone a la variación esperada del mismo y los niveles alcanzados superan a los registrados en el pasado, siendo el aumento sustancial y acelerado durante los últimos 160 años e indudablemente causado por la actividad humana. (Uriarte 2003).

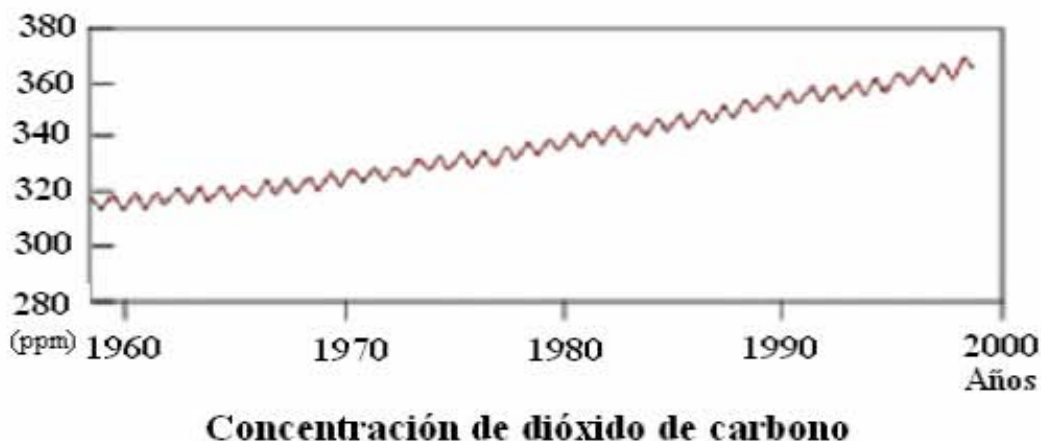


Figura 3. Evolución de la concentración del CO₂ desde el año 1960 al año 2000. Zeng, 2005.

En la figura 3 se observan unos dientes de sierra que son oscilaciones estacionales invierno-verano, por lo que la línea de incremento del CO₂ no es rectilínea sino quebrada. Ocurre que durante la estación de crecimiento vegetativo la vegetación absorbe CO₂ del aire y la concentración atmosférica baja. Por el contrario, en la época de hibernación, la biomasa terrestre pierde carbono y la concentración de CO₂ en el aire aumenta. (Zeng 2005)

Las principales fuentes generadoras de dióxido de carbono a la atmósfera son la agricultura, deforestación e incendios como también el uso de combustibles fósiles. En cuanto a la agricultura, se debe a la conversión de los ecosistemas naturales en zonas agrícolas lo cual supone una pérdida del 60% del carbono del suelo en las regiones de las latitudes templadas y un 75% o más en los suelos cultivados de los trópicos. Las prácticas de deforestación, unidas a la erosión de los suelos, suelen suponer una pérdida de biomasa y la devolución a

la atmósfera, en forma de CO₂, del carbono que previamente ha sido captado por las plantas en la fotosíntesis.

Los incendios provocados, bien para aumentar las tierras de cultivo agrícola y ganadero en el interior de la selva, o bien para fertilizar los suelos con las cenizas suman otra fuente liberadora de CO₂ a la atmósfera. Se calcula que esta agricultura de rozas provoca dos tercios de la pérdida de los bosques tropicales, que en la actualidad es de unos seis millones de hectáreas al año (60,000 km²). A groso modo la quema de la hierba de las sabanas supone en la actualidad un 50% de las emisiones, el de los bosque tropicales un 40% y el de los bosques templados y boreales un 10 % (Willis, 2004). Mas aún de todo ello la principal fuente generadora de CO₂ a la atmósfera es el uso de combustibles para la generación de de energía, el 80 % de la energía provino en el año 2004 de la utilización de combustibles fósiles: petróleo (35%), carbón (25%) y gas natural (20%), como se expresa en la figura 4.

Como resultado de la quema de combustibles fósiles, la media global de las emisiones de carbono a la atmósfera en forma de CO₂ es de una tonelada por año (tC/año) per capita. Pero las diferencias entre unos países y otros son enormes: la emisión per cápita en Estados Unidos es superior a 5 tC/año, en Japón y Europa las emisiones per cápita están entre 2 y 5 tC/año y en los países en vías de desarrollo la emisión per cápita es de 0,6 tC/año. Hay unos 50 países en donde las emisiones son incluso inferiores a las 0,2 tC/año (Goldemberg, 2007).

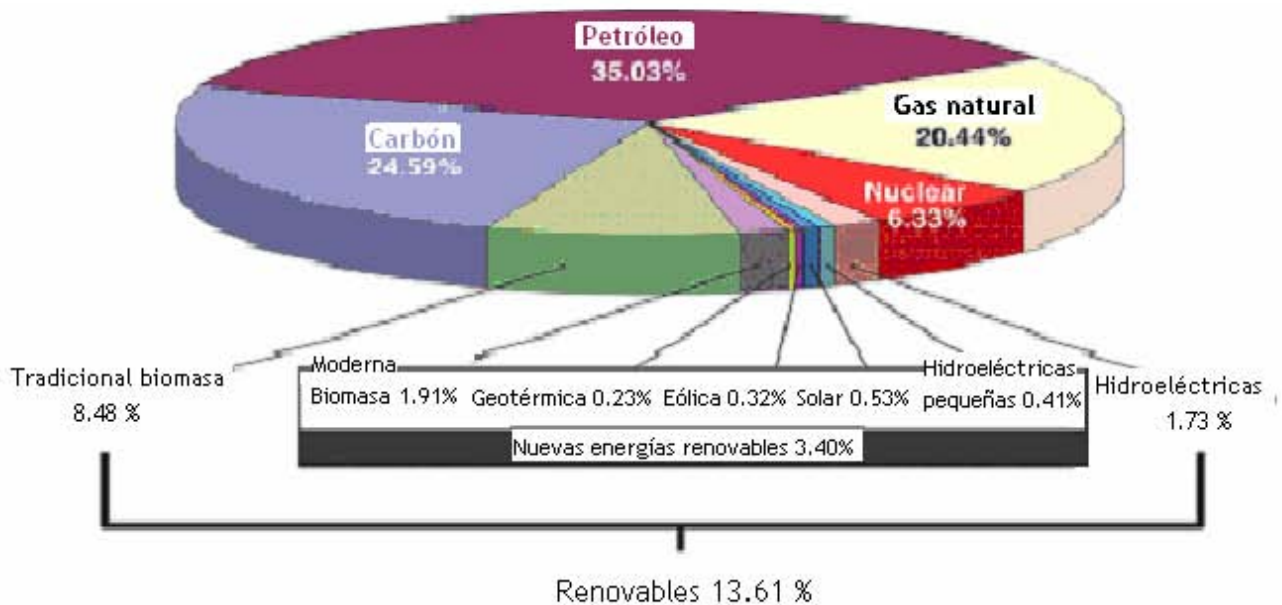


Figura 4. Fuentes de energía primaria global en el año 2004 (Goldemberg, 2007)

El dióxido de carbono aparte de ser un gas de efecto invernadero es un compuesto que puede provocar daños a la salud como son la asfixia, causada por la liberación de dióxido de carbono en un área cerrada o sin ventilación. El CO₂ puede disminuir la concentración de oxígeno en la sangre hasta un nivel que es inmediatamente peligroso para la salud humana. Cuando el dióxido de carbono gaseoso es liberado por un cilindro de acero sobre

la piel, tal como un extintor de incendios, provoca graves ampollas y otros efectos indeseados. Incluso en el cuerpo humano el desequilibrio de carbonato puede provocar daños renales o coma.

1.2.2 USOS DEL DIÓXIDO DE CARBONO

El dióxido de carbono en la actualidad tiene muchas aplicaciones, es empleado en bebidas refrescantes y cerveza, para hacerlas gaseosas. Algunos extintores usan dióxido de carbono porque es más denso que el aire, actúa impidiendo el aporte de oxígeno al fuego y como resultado, el material en combustión es privado del oxígeno que necesita para continuar ardiendo. El dióxido de carbono también es usado en una tecnología llamada extracción de fluido supercrítico que es usada para descafeinar el café. Sin embargo debido a la poca presencia de este compuesto en el biogás sería poco factible darle un uso al obtenido.

1.3 EFECTO INVERNADERO

Como se ha mencionado anteriormente tanto en las características del metano como en las características del dióxido de carbono ambos compuestos constituyen los principales gases de efecto invernadero, ambos al mismo tiempo constituyen cerca del 90% o más del total de la composición del biogás, por lo tanto el biogás es en sí un gas de efecto invernadero. Así entonces es importante hacer una breve reseña del efecto del calentamiento global.

La tropósfera es la parte baja de la atmósfera, de 10 a 15 kilómetros de ancho. Dentro de ésta se encuentran los gases de efecto invernadero que son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el dióxido de nitrógeno (NO_2), el vapor de agua, monóxido de dinitrógeno (N_2O), los clorofluorocarbonos (CFC) y el ozono (O_3). Cuando la luz del sol alcanza nuestro planeta, realiza un efecto de rebote contra la superficie, sin embargo esta radiación es desprendida de vuelta en forma de radiación infrarroja térmica (de onda larga) por lo que el papel de los gases de efecto invernadero es no dejan escapar la radiación, la cual choca contra aquellos gases presentes en la atmósfera y regresa para caer al suelo recalentando la superficie terrestre.

Los gases de efecto invernadero absorben parte del calor y lo retienen cerca de la superficie terrestre, de forma que la Tierra se calienta (Figura 5).

La cantidad de calor retenida en la tropósfera determina la temperatura de la Tierra. La cantidad de calor en la tropósfera depende de las concentraciones de los gases de efecto invernadero y de la cantidad de tiempo que estos gases permanecen en la atmósfera, para tal cabe destacar como se mencionó anteriormente el metano tiene una vida media de 12 años. El CO_2 es el gas más responsable del calentamiento aportando entre un 50% y 60% del total del sobrecalentamiento.

En una forma más práctica, se estima que de cada 100 unidades de watts por m^2 del flujo total de radiación solar (o de onda corta) que llega al tope de la atmósfera, 23 unidades son retenidas, de las cuales el ozono estratosférico y el vapor de agua troposférico absorben 19 unidades, y el agua líquida en las nubes 4 unidades. La superficie de los océanos y los continentes absorben 46 unidades. Las 31 unidades restantes son reflejadas hacia el espacio

exterior: las nubes reflejan 17 unidades, la superficie del planeta 6 unidades, y los gases que componen la atmósfera dispersan hacia el espacio exterior 8 unidades. Estas últimas 31 unidades no participan en los procesos e interacciones del sistema climático. La energía absorbida por éste (69 unidades) es convertida en calor, movimiento de la atmósfera y de los océanos (energía cinética) y energía potencial (De Ville 1996, Uriarte 2003 y SENER 2005).



Figura 5. Representación del efecto invernadero sobre la atmósfera. Fuente: Departamento de Geografía, Universidad de Oxford citado en SENER 2005.

CAPÍTULO 2

NORMATIVIDAD NACIONAL

2.1 PROPIEDAD DEL BIOGÁS.

El orden jurídico nacional no es muy claro en materia de la propiedad del biogás como un bien susceptible de apropiación, pues por un lado lo reconoce como un bien nacional y por otro como un bien particular.

2.1.1 COMO PROPIEDAD DE LA NACIÓN

De conformidad con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), en base al artículo 27 constitucional, se dice que la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.

La Nación tiene la facultad de limitar y regular la propiedad privada incluso con la expropiación con el fin de que los elementos naturales presentes puedan ser regulados en beneficio social, y así hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, con el propósito de procurar su conservación.

Sin embargo, la constitución federal por tratarse de una ley primaria es poco específica, por lo que en materia de propiedad específicamente tratándose del biogás, es necesario consultar una ley secundaria que sea más específica. En este sentido invocaremos algunos lineamientos del Código Civil Federal (CCF) y de la Ley General de Bienes Nacionales (LGBN).

I) CÓDIGO CIVIL FEDERAL

El artículo 838, señala que no pertenecen al dueño del predio los minerales o sustancias mencionadas en el párrafo cuarto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es decir “el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos”. Siendo así, aunque no existe una definición jurídica de lo que es el biogás o de qué se compone, sabemos que este presenta metano entre un 55% y un 70% de la composición total del biogás. Por lo tanto de acuerdo con este artículo si el metano del biogás es un hidrocarburo o carburo de hidrogeno como dice la ley, entonces todo el metano que se produzca de cualquier forma será propiedad de la Nación. Por lo que quien posea un predio con un yacimiento de biogás podrá ser expropiado por ser el biogás un bien de la Nación.

II) LEY GENERAL DE BIENES NACIONALES

En su artículo tercero se mencionan los bienes que corresponden a la Nación, siendo estos los señalados en el artículo 27 Constitucional, párrafos cuarto, quinto y octavo. De acuerdo

con esta ley, el biogás es sin duda propiedad de la Nación por lo que se refiere a los carburos de hidrógeno referidos en el párrafo precedente.

Cabe señalar que el artículo 17 de la presente ley secundaria establece concesiones sobre bienes denominados “bienes de dominio directo de la Nación” sin embargo, al revisar el párrafo sexto de la CPEUM encontramos que los carburos de hidrogeno en cualquiera de sus tres estados físicos, sólidos, líquidos o gaseosos, no serán objeto de concesiones ni contratos y la Nación llevará a cabo la explotación de esos productos en los términos que señale la Ley Reglamentaria respectiva. La ley en consecuencia reconoce nuevamente al biogás como un elemento exclusivo de la Nación, del cual no existe posibilidad alguna de ser concesionado, sin embargo como bien sabemos, tratándose de gas natural que es propiamente gas metano, si existen concesiones, por lo que una revisión más detallada de la legislación será necesaria para saber hasta qué punto los procedimientos de las concesiones del gas natural son anticonstitucionales.

2.1.2 COMO PROPIEDAD DE LOS PARTICULARES

I) CÓDIGO CIVIL FEDERAL

En el artículo 830 del CCF se otorga un pleno derecho a los particulares sobre los bienes, al señalar que el propietario de una cosa puede gozar y disponer de ella con las limitaciones y modalidades que fijen las leyes. Asimismo la propiedad no puede ser ocupada contra la voluntad de su dueño, sino por causa de utilidad pública y mediante indemnización, esto establecido en el artículo 831 del mismo instrumento normativo.

Más aun la propiedad de los bienes da derecho a la accesión que es todo lo que se produce en un bien, o se le une o incorpora natural o artificialmente (artículo 886). Incluso el artículo 887, señala que pertenecen al propietario del predio los frutos naturales, estos son definidos en el artículo 888, como producciones espontáneas de la tierra, las crías y demás productos de los animales. El ganado es un fruto natural de los predios, entonces podríamos citar algún propietario de cualquier tipo de ganado, quien obtiene biogás a través de las excretas del ganado, ya sea mediante el uso de biodigestores o cualquier otro método, dicho biogás sería un producto indirecto de los animales por lo que bien podría ser considerado como un fruto natural o accesorio de un fruto natural. Es decir, de acuerdo al CCF el terreno es el bien principal y el ganado es un fruto natural, por lo que el estiércol del ganado es un producto que necesariamente puede considerarse como accesorio del ganado, luego entonces, el dueño del terreno y del ganado por extensión lo será también del biogás.

2.1.3 EL BIOGÁS COMO PROPIEDAD DE LA NACIÓN CONCESIONADO A LOS PARTICULARES PARA SU APROVECHAMIENTO

Hasta este momento, sabemos que el biogás es un carburo de hidrógeno y que siendo así la legislación nacional lo considera como un recurso que pertenece a la Nación con fines de aprovechamiento y explotación. Sin embargo en materia de concesiones la CPEUM prohíbe que los particulares aprovechen estos recursos, pues son estratégicos para el país. No obstante, existen leyes y reglamentos que permiten la existencia de dichas concesiones, por ello revisaremos a continuación otros instrumentos jurídicos.

I) LEY REGLAMENTARIA DEL ARTÍCULO 27 CONSTITUCIONAL EN EL RAMO DEL PETRÓLEO

De entrada en el artículo tercero de esta ley se indica lo que para la ley abarca la industria petrolera, como lo es la elaboración, el transporte, el almacenamiento, la distribución y la venta de primera mano de aquellos derivados del petróleo y del gas, que sean susceptibles de servir como materias primas en industrias básicas y que constituyan petroquímicos básicos, que a continuación se enumeran:

1. Etano.	6. Heptano.
2. Propano.	7. Materia prima para negro de humo.
3. Butanos.	8. Naftas y
4. Pentanos.	9. Metano. Cuando provenga de carburos de
5. Hexano.	Hidrógeno, obtenidos de yacimientos ubicados en el territorio nacional y se utilice como materia prima en procesos industriales petroquímicos.

Tabla 2. Compuestos que abarca la industria petrolera en México.

Dentro del artículo cuarto de esta ley, se menciona que corresponde a la Nación la exploración y explotación del petróleo y las demás actividades a que se refiere el artículo tercero. Salvo el transporte, el almacenamiento y la distribución de gas, lo cual podrá realizarse por los sectores social y privado con previo permiso, facultando a éstos sectores para la construcción y operación de ductos instalaciones y equipos. El 13 de Noviembre de 1996 quedó incluido bajo los términos antes señalados el gas metano, pudiendo entonces otorgar concesiones para el manejo de este gas a los sectores social o privado pero exclusivamente en materia de transporte, almacenamiento y distribución no para la generación.

II) REGLAMENTO DE GAS NATURAL Y REGLAMENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO

En el artículo segundo del Reglamento de Gas Natural se define al gas natural como la mezcla de hidrocarburos compuesta primordialmente por metano. Como mencionamos anteriormente el biogás se encuentra constituido en más del 50% por metano, en este mismo reglamento se indica los títulos a los que se puede ser acreedor los particulares para la comercialización del gas natural por estos mismos.

El Reglamento de Gas Natural, es el instrumento jurídico responsable de regular los precios de dicho recurso, las competencias, los procedimientos para la adquisición del título de permiso de almacenamiento, transporte y distribución de dicho recurso.

El Reglamento de Gas Licuado de Petróleo, en el artículo segundo en la fracción XVII, se define el gas licuado de petróleo (L.P.) como un combustible en cuya composición

predominan los hidrocarburos butano, propano o sus mezclas, excluyendo los componentes del biogás.

2.2 DISCUSIÓN

El biogás aunque por la ley no está definido, en base a su composición sabemos que está conformado en su mayoría por metano, incluso como se señaló en el capítulo anterior se pueden separar los otros compuestos del biogás para obtener metano puro. Este compuesto por ser un hidrocarburo o carburo de hidrógeno de acuerdo con la ley, se encuentra dentro de los bienes o propiedades de la Nación incluso sin posibilidad de que los particulares puedan ejercer derecho alguno, como es señalado por la CPEUM y la ley de Bienes Nacionales. Este es un principio que en la práctica no es aplicable ya que como hemos visto existen empresas dedicadas a la distribución y almacenamiento de dicho gas, dichas empresas pueden operar bajo concesión del estado, ya que hay leyes que otorgan el derecho de concesión sobre el metano y otros hidrocarburos, como las señaladas en este capítulo. Aunque estas leyes debemos recordar que se tratan de leyes secundarias y terciarias por lo que su jerarquía es menor a la de la CPEUM, por lo tanto debemos abocarnos a los lineamientos que marca la CPEUM, por lo que las concesiones aún y con las leyes que las ampara serían anticonstitucionales.

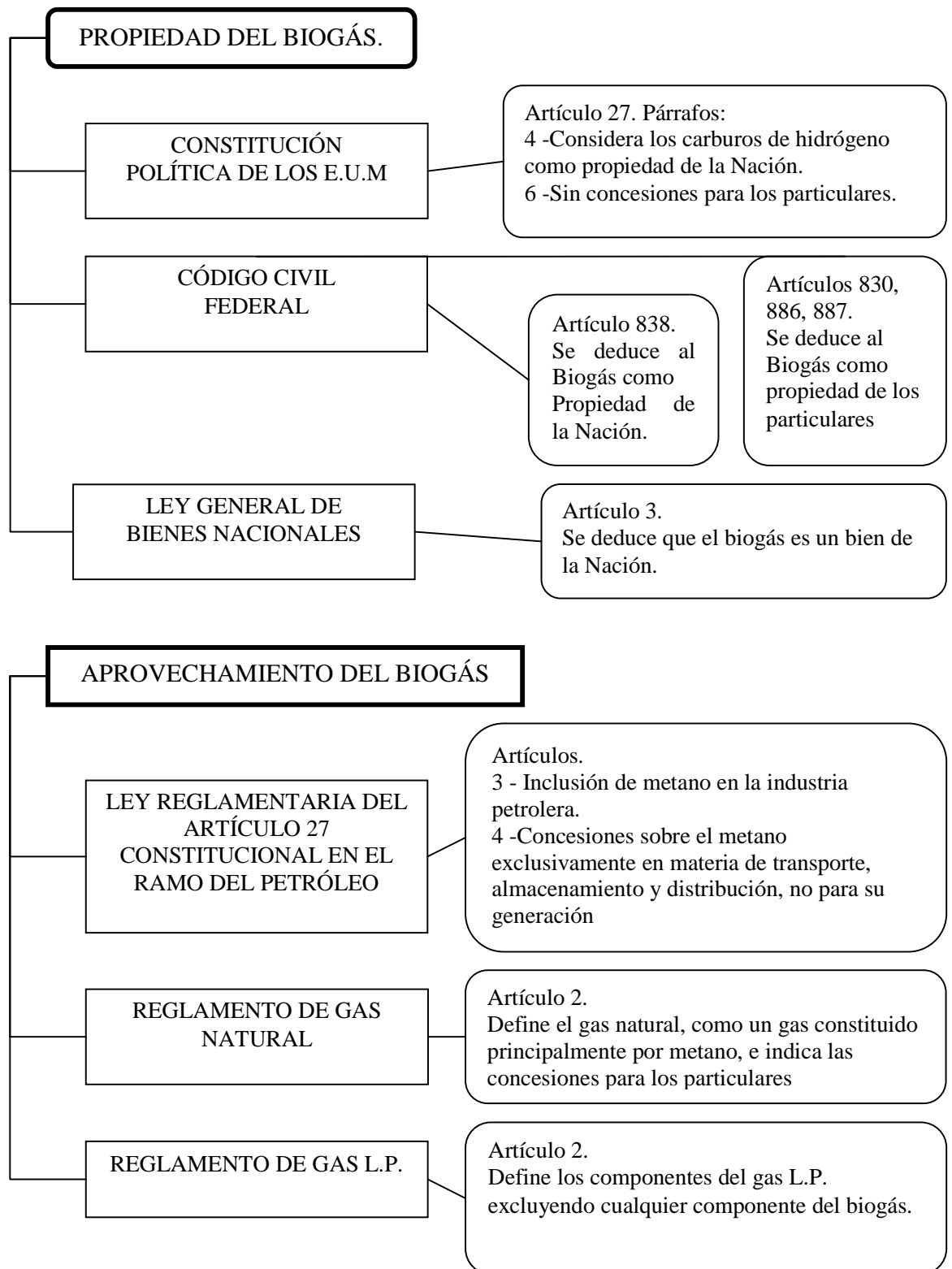
De esto podemos deducir que quizá en su momento la ley sobre los hidrocarburos fue pensada exclusivamente en regular los gases procedentes de yacimientos petroleros, por lo que podemos darnos cuenta de que no fueron considerados todas las fuentes naturales capaces de producir dichos elementos.

Del CCF se puede deducir que el biogás es de los particulares y toca a ellos su aprovechamiento.

Por otro lado otras leyes reglamentarias apuntan indirectamente a que el biogás es propiedad de la Nación y no se puede concesionar su generación.

La CPEUM como norma suprema apunta que los carburos de hidrógeno son bienes estratégicos de la Nación, por lo que solo podrán ser aprovechados por el Estado y los particulares no podrán participar en procesos de generación. Esta circunstancia en estricto orden jurídico dificulta el aprovechamiento del biogás por los particulares, situación francamente anacrónica y poco efectiva.

En el cuadro 1 se muestra el resumen sobre la propiedad del biogás de acuerdo con las leyes analizadas anteriormente, así como el aprovechamiento de este por parte de los particulares de acuerdo con las leyes antes vistas.



Cuadro 1. Resumen esquemático de la propiedad y aprovechamiento del biogás.

2.3 FORMAS JURÍDICAS COMO PUEDE CONSIDERARSE AL BIOGÁS

En términos Jurídicos el biogás puede considerarse de tres formas, puede ser un contaminante, un residuo el cual puede ser valorizado o un recurso natural (Figura 6).

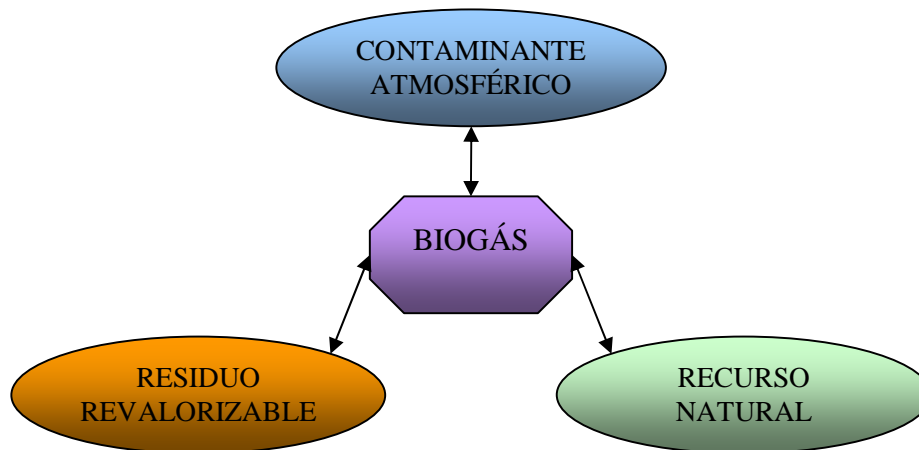


Figura 6. Perfiles jurídicos que presenta el biogás en México.

2.3.1 BIOGÁS COMO UN CONTAMINANTE ATMOSFÉRICO

Según la definición del artículo tercero de la LGEEPA, en su fracción sexta, define a un contaminante como “Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural”. Es decir, de acuerdo con la LGEEPA el biogás debe considerarse como contaminante por sus efectos sobre la atmósfera.

El primer análisis dentro de este tema lo referimos a las atribuciones de los tres órdenes de gobierno en cuanto a la contaminación atmosférica se refiere.

De acuerdo con la LGEEPA corresponde a la federación la regulación de la contaminación atmosférica proveniente de todo tipo de fuentes emisoras y de manera específica de fuentes como lo son: las industrias químicas del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera, tratamiento de residuos peligrosos, así como también los vehículos que sean de jurisdicción federal. Aunque en este listado no se incluyen las fuentes generadoras del biogás, señala el texto legal como condición que provenga de cualquier fuente emisora.

En este sentido la LGEEPA esta de acuerdo con la afirmación constitucional cuando precisa que todo el espacio sobre el territorio del país es propiedad de la Nación y por lo tanto regulado por la federación. El biogás como agente que modifica o altera la

composición y condición natural de la atmósfera es un contaminante y la vigilancia, en el cumplimiento de la ley que lo regula le corresponderá exclusivamente a la federación.

Por su parte señala la LGEEPA que corresponde a los estados la prevención y el control de la contaminación generada por industrias que no sean de competencia federal, así como la contaminación que por residuos siempre y cuando estos no sean peligrosos. En cuanto a los vehículos automotores las emisiones son de jurisdicción estatal. Es decir las entidades federativas y el D.F. no tienen competencia en materia de biogás.

Afirma la LGEEPA que corresponde a los municipios la regulación de la contaminación atmosférica proveniente de establecimientos mercantiles y de vehículos de jurisdicción municipal. Sus atribuciones son tan limitadas que no incluyen al biogás.

Sobre la contaminación atmosférica la federación por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y otras dependencias federales tienen la facultad de expedir Normas Oficiales Mexicanas (NOMs), que regulen los máximos permisibles de contaminantes atmosféricos, así como también normas que prevengan las contingencias ambientales, entre otras muchas materias.

Las NOMs que para los efectos del presente estudio se relacionan con el biogás o alguno de sus componentes principales, que se encuentran vigentes hasta el actual año son:

NORMA	OBJETO
NOM-001-SECRE-2003	Sobre la calidad del gas natural. Contiene las características y especificaciones que debe tener dicho gas.
NOM-002-SECRE-2003	Indica los requisitos de seguridad que deben cumplir las instalaciones donde se almacene y disponga el gas natural.
NOM-003-SECRE-2002	Dentro de esta norma encontramos los lineamientos de seguridad que deben cumplirse para la distribución de gas natural y gas licuado de petróleo a través de ductos.
NOM-004-SECRE-1997	Se establecen las características y requisitos de seguridad con que deben de contar los vehículos que utilizan como combustible el gas natural licuado.
NOM-005-SECRE-1997 NOM-094-SCFI-1994	Ambas normas son similares, en ellas encontramos los requisitos de seguridad que deben cumplir las instalaciones donde se suministra el gas natural licuado.
NOM-006-SECRE-1999	Consiste en la odorización del gas natural, ya que para su distribución se plantea que posea un olor característico como medida para detectar su presencia.
NOM-007-SECRE-1999	Esta norma cuenta con las especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales y equipos del sistema de transporte del gas natural, así como medidas de seguridad.
NOM-009-SECRE-2002	Establece los requisitos para el monitoreo, detección y clasificación de fugas de gas natural y gas L.P. en ductos.

NOM-010-SECRE-2002	Se establecen los requisitos de seguridad que deben cumplir las estaciones de servicio de gas natural comprimido, para uso automotor.
NOM-011-SECRE-2000	Establece los requisitos de seguridad de los vehículos que operan con gas natural comprimido.
NOM-013-SECRE-2004	Esta norma sobre el gas natural es más específica ya que marca los requisitos de seguridad para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de terminales de almacenamiento de gas natural licuado desde su captación hasta su entrega.
NOM-014-SCFI-1997	Sobre las especificaciones que deben tener los medidores tipo diafragma para gas natural o L.P.
NOM-019-SEDG-2002 y NOM-020-SEDG-2003	En la primera norma se establecen los requisitos de seguridad que deben tener las estufas, hornos, asadores y parrillas de uso doméstico que operen con gas L.P. o gas natural. La segunda es parecida excepto porque se aplica a calentadores de agua.
NOM-021-ENER/SCFI/ECOL- 2000 y NOM-022-ENER/SCFI/ECOL- 2000	Estas normas sobre la eficiencia energética, consisten entre otros, en la eliminación de clorofluorocarbonos (CFC's) en acondicionadores de aire tipo cuarto y aparatos de refrigeración comercial autocontenidos respectivamente, tomando en cuenta que los CFC son una forma del carbono, clasificados como gases de EI.
NOM-020-SSA1-1993 y NOM-036-SEMARNAT-1993	Estas normas evalúan, la primera la calidad del aire ambiente con respecto al ozono (O ₃) como medida de protección a la salud de la población, mientras que la segunda establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire. Esto es de suma importancia si consideramos que el ozono es el precursor del radical hidroxilo (OH) que es el principal agente oxidante y limpiador de diversos contaminantes como el metano.
NOM-024-SSA1-1993 y NOM-025-SSA1-1993	Estas normas hacen referencia a las partículas suspendidas totales (PST) en la atmósfera, las cuales pueden originarse por fuentes antropogénicas y naturales, y ser fuentes primarias (de emisión directa a la atmósfera) o secundarias como resultado de reacciones en la atmósfera, algunos de ellos son GEI, como el metano. La concentración máxima de PM ₁₀ (Diámetro esférico o aerodinámico igual o menor a 10 micrómetros) y PM _{2.5} (Diámetro esférico o aerodinámico igual o menor a dos 2.5 micrómetros) debe ser de un máximo permisible de 0.210 µg/m ³ en promedio de 24 horas.
NOM-041-SEMARNAT-2006 NOM-050-SEMARNAT-1993 NOM-048-SEMARNAT-1993	Las dos primeras normas hacen referencia entre varios componentes al segundo más abundante del biogás, que es el dióxido de carbono (CO ₂) marcando un nivel mínimo y

NOM-049-SEMARNAT-1993	un nivel máximo en las emisiones de los autos como de 7% y 18% respectivamente del total de las emisiones. Las dos siguientes normas son similares a la primera exceptuando que estas se aplican para motocicletas, con mediciones de hidrocarburos en la segunda y de gases contaminantes para la cuarta norma
NOM-042-SEMARNAT-2003	Esta norma hace mención a las emisiones a la atmósfera emitidas por vehículos nuevos, tomando como referencia entre otros al gas natural, que como hemos venido estudiando es básicamente el metano el principal componente del biogás. Sin embargo, regula su aprovechamiento como combustible más no como una emisión resultante de la combustión.
NOM-047-SEMARNAT-1999	Establece los sistemas de verificación para vehículos con energías alternas como, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, en este caso si bien es considerado el metano como una energía alterna, las emisiones verificadas no son propias de metano sino más bien de hidrocarburos desprendidos y de CO ₂
NOM-085-SEMARNAT-1994	Esta norma es otra que indirectamente tiene que ver con el biogás, ya que indica los niveles a evaluar de contaminantes atmosféricos en fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos como el metano o cualquiera de sus combinaciones.
NOM-117-SEMARNAT-1998	Se establecen las especificaciones para los sistemas de transporte y distribución de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso, pero que se realicen en vías terrestres ubicadas en zonas agrícolas, ganaderas y relacionadas a estas.
NOM-129-SEMARNAT-2005	Establece las redes de distribución de gas natural, dando especificaciones de protección ambiental para la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono de estas redes de distribución.

Tabla 3. Normas oficiales mexicanas relacionadas a la contaminación atmosférica.

De acuerdo con la LGEEPA también es atribución de la SEMARNAT realizar y mantener actualizado un inventario sobre las fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera de jurisdicción federal, y coordinarse con los gobiernos locales para la integración de inventarios regionales. Asimismo es obligación de dicha secretaría realizar programas para la reducción de emisión de contaminantes a la atmósfera y apoyar técnicamente a los gobiernos locales para la formulación de programas de calidad del aire.

Cabe mencionar que la federación está facultada para promover la aplicación de nuevas tecnologías con el propósito de reducir sus emisiones a la atmósfera, para ello una estrategia consiste en el otorgamiento de los estímulos fiscales establecido en el artículo

116 de la LGEEPA. Para el otorgamiento de dichos estímulos, las autoridades competentes considerarán a quienes:

- A) Adquieran, instalen u operen equipo para el control de emisiones contaminantes a la atmósfera.
- B) Fabriquen, instalen o proporcionen mantenimiento a equipo de filtrado, combustión, control y en general, de tratamiento de emisiones que contaminen la atmósfera.
- C) Realicen investigaciones en tecnología cuya aplicación disminuya la generación de emisiones contaminantes.
- D) Ubiquen o relocalicen sus instalaciones en sitios adecuados para evitar emisiones contaminantes en zonas urbanas.

2.3.2 BIOGÁS COMO UN RECURSO NATURAL Y RECURSO ENERGÉTICO

La LGEEPA define en su artículo tercero, fracción veintinueve a los recursos naturales como aquellos elementos que son de origen natural y son susceptibles de ser aprovechados por el hombre. En cuanto al biogás bien puede ser aprovechado como lo describiremos mas adelante, por lo que el biogás es un recurso natural en el momento en el que se produce naturalmente y es también un recurso energético cuando por acción antropocéntrica adaptamos su uso para la generación de electricidad o con algún otro fin.

Fuera de los recursos naturales como el agua, la flora y fauna, el suelo y los minerales las leyes no mencionan mucho sobre otros recursos naturales, es decir aunque en la definición el biogás se contempla como un recurso natural, las leyes no se extienden lo suficiente en este tipo de recursos.

El biogás es considerado de tres formas dependiendo del lugar en el que se encuentre, es decir mientras que para zonas urbanas es más bien considerado como un contaminante atmosférico, en zonas rurales donde, si bien no deja de ser un contaminante, es más un recurso que puede ser aprovechado. Es que en las zonas rurales dependiendo de sus actividades agrícolas, ganaderas o forestales hay una mayor cantidad de residuos orgánicos capaces de generar biogás, por lo que su generación podría ser algo benéfico antes de ser visto como un contaminante atmosférico. Siendo así analizaremos a continuación normatividad nacional concernientes a las actividades rurales y sobre los energéticos.

A) LEY DE DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE

De acuerdo con la ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS), existen varios programas o sistemas, que tienen por fin impulsar a las comunidades rurales, a partir de la capacitación de los recursos humanos, la transferencia de tecnologías, incentivos económicos, mejoramiento genético de los cultivos, etc. Sin embargo, para efectos del biogás no todos los sistemas son aplicables. De manera general los sistemas concernientes al biogás son los implicados en la consolidación de empresas rurales, esto si lo vemos desde un punto de vista en donde el biogás puede ser colectado y vendido como un combustible. Los referentes a la producción de electricidad, ya que el biogás puede ser adaptado a un generador eléctrico y a la sanidad rural, si tomamos en cuenta que los residuos orgánicos generadores de biogás son también una fuente de bacterias fecales y otros organismos que pueden poner en un riesgo sanitario a los animales y personas aledañas.

Existen también las llamadas “Reconversiones”, cuyos objetivos consisten en impulsar el desarrollo rural sustentable, y consiste en la incorporación de cambios tecnológicos y de aplicación de nuevos procedimientos, esto a través de apoyos e inversiones de acuerdo con el artículo 53 de la LDRS.

Estos apoyos de reconversión de acuerdo con el artículo 59 serán orientados principalmente a la constitución de empresas de carácter colectivo y familiar, o que generen empleos locales, la adopción de tecnologías sustentables ahorradoras de energía, entre otros. Algo que cabe destacar es que quienes estén sujetos a estos programas no se encontrarán limitados para acceder a otros programas públicos de acuerdo con el artículo 80 de la LDRS.

Para la coordinación de la transferencia de tecnologías, la capacitación, etc. Será el Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral quien se encargará directamente de atenderlo. Este sistema a su vez se encuentra regulado por la Comisión Intersecretarial quien se encarga del establecimiento y mantenimiento de los mecanismos para la evaluación y registro de las tecnologías aplicables a las diversas condiciones agroambientales y socioeconómicas de los productores, atendiendo las implicaciones y restricciones de las tecnologías, la sustentabilidad y la bioseguridad, todo ello establecido en los artículos 22, 34, 37, 38, 39 de la LDRS.

Estos programas de ayuda son de acceso para las comunidades rurales en general, tanto como ejidatarios, comunidades o empresas. Sin embargo, los biólogos y profesionistas en general pueden participar dentro de estos sistemas al ser prestadores de servicios, ya que estos son quienes ofrecen la capacitación técnica entre otros, y se encuentran certificados con base en normas de competencia laboral y con base en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Estos mismos son quienes dependen del Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral de acuerdo con el artículo 42 de la ley en estudio.

Hasta este punto, de acuerdo con la LDRS existe la posibilidad de obtener apoyos de inversión para proyectos que estimulen la aplicación de tecnologías y la eficiencia energética. Ambas pueden ser alcanzables con un proyecto bien definido para la colección, almacenamiento e implementación del biogás como un combustible o como fuente primaria para la generación de electricidad.

B) LEY DE LA COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA

En el artículo segundo y tercero de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía (LCRE) se mencionan las atribuciones y actividades que regula esta ley, dentro de ellas se encuentran entre otras las ventas y distribución de gas natural cuando éstas no se interconecten entre su explotación y elaboración, como también la regulación del servicio eléctrico no público que será la parte en la cual nos abocaremos.

La ley define cinco actividades relacionadas a la generación y distribución de electricidad que no se considera de servicio público, establecidos en los artículos 3 y 36, a saber:

I. Generación de electricidad para auto abastecimiento, cogeneración o pequeña producción

→ Auto abastecimiento

Para tal efecto los solicitantes tendrán que agruparse como socios o cooperativas, por lo que tendrán el carácter de copropietarios de la misma, y su objetivo será la generación de energía eléctrica para satisfacción exclusiva de las necesidades de sus socios. Los permisionarios no podrán entregar energía eléctrica a terceras personas que no fueren socios de la misma.

→ De Cogeneración

Es la generación de energía eléctrica producida conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria o ambos. En este caso se pretende utilizar la energía térmica no aprovechada en los procesos de producción directa o indirecta de energía eléctrica. Igual que en el caso anterior la electricidad generada será destinada a la satisfacción de las necesidades de los asociados, además de que los asociados deberán de poner sus excedentes de producción de energía eléctrica a disposición de la Comisión Federal de Electricidad.

→ De pequeña producción de energía eléctrica

En este caso quienes solicitan este permiso tendrán que destinar la totalidad de la energía para su venta a la Comisión Federal de Electricidad. En este caso, la capacidad total del proyecto, en una área no podrá exceder de 30 MW o en su defecto se destinará el total de la producción de energía eléctrica a pequeñas comunidades rurales o áreas aisladas que carezcan de la misma y que la utilicen para su autoconsumo, para tal efecto la producción no podrá exceder un MW.

II. La generación de energía eléctrica que realicen los productores independientes para su venta a la Comisión Federal de Electricidad.

III. La generación de energía eléctrica para su exportación, derivada de cogeneración, producción independiente y pequeña producción.

IV. La importación de energía eléctrica por parte de personas físicas o morales, destinada exclusivamente al abastecimiento para usos propios.

V. La generación de energía eléctrica destinada a uso en emergencias derivadas de interrupciones en el servicio público de energía eléctrica.

Como un apoyo a estos proyectos la LCRE en varios artículos persiste en señalar que cuando existan varias soluciones técnicamente factibles para suministrar un servicio, se considerará la que represente la menor aportación económica para el usuario, incluso si esta no es la que mejor le convenga a la Comisión Federal de Electricidad.

Para el otorgamiento de los permisos es la Secretaría de Energía, quien se encargará de resolver y otorgarlos. Estos mismos tendrán una duración indefinida, salvo los relativos a producción independiente que se otorgarán hasta por un plazo de treinta años. Para la solicitud de los permisos los solicitantes deberán de presentar aparte de los datos personales, la ubicación de la planta, su capacidad y los lugares donde será distribuida la

energía, así como un programa de abastecimiento de energéticos, incluyendo datos sobre su fuente, tipo, sustitutos y costos, características de la planta o de sus instalaciones accesorias, así como los datos estimados de la generación anual esto con fines estadísticos.

2.3.3 BIOGÁS COMO UN RESIDUO REVALORIZABLE

El último perfil que estudiaremos del biogás es el referente a considerarlo y manejarlo como un residuo, el cual tiene el potencial de ser revalorizado.

La LGEEPA en su artículo tercero fracción XXXI define a un residuo como cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) en su artículo 15 los residuos son catalogados de la siguiente manera:

→ **RESIDUOS PELIGROSOS**; aquellos que posean alguna de las características de Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad, o que contengan agentes Biológicos Infecciosos que les confiera peligrosidad de acuerdo a la fórmula CRETIB. El biogás como lo hemos estado mencionando es inflamable, por lo que se puede considerar como residuo peligroso.

→ **RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**; los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques, como los residuos provenientes de establecimientos comerciales en la vía pública. Debemos recordar que la fracción orgánica de estos residuos puede generar biogás.

→ **RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL**; aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, como pueden ser: Residuos de rocas o los productos de su descomposición, generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades. Los generados por los servicios de transporte, en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias, los provenientes de la construcción, residuos tecnológicos, de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil por sus características requieren de un manejo específico. Algunos de estos residuos también serán generadores de biogás.

Los diferentes tipos de residuos son regulados por separado por los tres órdenes de gobierno, de tal manera que son de competencia de los municipios la regulación de los residuos sólidos urbanos de acuerdo con el artículo 10 de la LGPGIR. Son competencia de los estados la regulación de los residuos de manejo especial, establecido en el artículo 9 de la ley referida y por último corresponde a la federación como lo establece el artículo 7 de esta misma ley la regulación de los residuos peligrosos, por lo que el biogás al ser visto como un residuo inflamable es de competencia federal.

Si bien la federación es quien se encarga de regular los residuos peligrosos, estos son responsabilidad de quien los genera, de acuerdo con el artículo 151 de la LGEEPA y de conformidad con lo establecido en el artículo 42 de la LGPGIR. Siendo así, quienes generen los residuos deberán registrarse ante la SEMARNAT como un microgenerador, pequeño generador o como un generador grande. Una vez registrados los generadores se apegarán a un plan para el manejo de dichos residuos, por lo que podrán contratar los servicios para el transporte de dichos residuos, para el manejo final de estos mismos o transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de los procesos.

Sin embargo, estos residuos o propiamente hablando del biogás puede ser revalorizado, para ello los artículos 151 y 152 de la LGEEPA señalan que los residuos peligrosos pueden ser reusados o reciclados en instalaciones distintas a donde se generaron los residuos peligrosos o en el mismo predio donde se genero, todo ello con previa autorización de la SEMARNAT, con el fin de reducir la generación de residuos peligrosos. Asimismo en el reglamento de esta ley se manifiesta la posibilidad para el uso de residuos peligrosos como combustibles alternos en procesos de combustión de calentamiento de tipo directo o indirecto. Para estos casos se deberán considerar los criterios ambientales y los lineamientos establecidos en su autorización otorgada por la SEMARNAT.

En cuanto a las normas referidas sobre el biogás como un residuo peligroso, encontramos las siguientes:

NORMA	OBJETO
NOM-003-SCT-2000 NOM-004-SCT-2000 NOM-005-SCT-2000 NOM-005-SCT2-1994 NOM-007-SCT2/2002 NOM-011-SCT2-1994 NOM-006-SCT2-2000 NOM-010-SCT2/2003 NOM-019-SCT2/2004	Estas normas son referentes al transporte de los residuos peligrosos, indicando las características de las etiquetas de envases, la identificación de las unidades que transportan estos residuos, los procedimientos de emergencias, las condiciones de transporte, la revisión de las unidades destinadas a su transporte, las disposiciones para la limpieza de estas unidades
NOM-018-SCT2-1994	Disposiciones para la carga, acondicionamiento y descarga de materiales y residuos peligrosos en unidades de arrastre ferroviario
NOM-020-SCT2-1995 NOM-023-SCT2-1994	Requerimientos generales para el diseño y construcción de autotanques destinados al transporte de materiales y residuos peligrosos, así como la información técnica que debe contener la placa de estos autotanques.
NOM-024-SCT2/2002 NOM-027-SCT2-1994	Especificaciones para la construcción y reconstrucción, así como los métodos de prueba de los envases y embalajes de las

	substancias, materiales y residuos peligrosos, y las disposiciones generales para el envase, embalaje y transporte de peróxidos orgánicos
NOM-028-SCT2/1998	Disposiciones especiales para los materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables transportados.
NOM-032-SCT2-1995	Para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Especificaciones y características para la construcción y reconstrucción de contenedores cisterna destinados al transporte multimodal de materiales de las clases 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.
NOM-043-SCT/2003	Documento de embarque de substancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Esta norma establece las características, y el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-055-SEMARNAT-2003 NOM-057-SEMARNAT-1993 NOM-058-SEMARNAT-1993	Que establecen los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados, y sobre los requisitos para la construcción de celdas de confinamiento controlado para los residuos peligrosos, así como también los requisitos para la operación de los confinamientos controlados.

Tabla 4. Normas oficiales mexicanas relacionadas con el manejo y disposición final de los residuos peligrosos.

2.4 DISCUSIÓN

Como se mencionó anteriormente el biogás es propiedad de la nación y como lo hemos visto aun tratándose como un contaminante atmosférico, como un recurso natural o como un residuo catalogado como peligroso sigue siendo de competencia federal.

Sin embargo, no importa la perspectiva que tenga el biogás es sin duda un compuesto con diversas oportunidades de aprovechamiento, ya que si bien las leyes no prevén acciones específicas sobre este, existen disposiciones indirectamente ciertos aspectos del biogás y con ello poder generar proyectos que sean apoyados por el gobierno federal o que puedan ser acreedores a estímulos fiscales.

Como un contaminante atmosférico, los estímulos fiscales recaerán sobre investigaciones o aplicaciones para la mitigación del biogás ya que como lo hemos comentado sabemos que sus componentes principales son el metano y el dióxido de carbono, que son algunos de los principales contaminantes atmosféricos como gases de E.I.

Como un recurso natural propiamente dicho para el campo, el biogás puede ser un eje importante en la consolidación de empresas rurales que tengan por fin la colecta del biogás para su posterior venta, incluso es un compuesto importante en estas zonas ya que como lo mencionamos, algunos de los programas de apoyo dirigidas a las comunidades rurales recaen en el abastecimiento eléctrico. El biogás puede ser la materia prima para la generación de electricidad, siempre y cuando el proyecto no sea de servicio público, por lo que quizás puedan surgir asociaciones rurales o cooperativas que tengan por fin la generación de electricidad para autoabastecimiento. Incluso en comunidades rurales donde se carezca del servicio público de electricidad es posible generarla tomando el biogás como combustible para algún generador menor o igual a un MW. Si tomamos en cuenta que se trata de comunidades rurales, donde el índice de población es menor al de las ciudades, hay una menor demanda en el consumo energético por lo que quizás 1 MW pueda satisfacer las demandas básicas de electricidad.

Como un residuo es posible valorizarlo ya que la legislación lo cataloga como un residuo peligroso, por lo que dan oportunidad de ser usado como combustible alternativo en procesos de combustión o calentamiento lo que le daría un valor agregado. Como un ejemplo podemos mencionar los rellenos sanitarios donde el biogás que se genera como resultado de la descomposición generada en el interior del relleno sanitario, es captado por pozos de venteo para la liberación continua del biogás. Estos pozos liberan directamente el biogás a la atmósfera, de tal manera que un proyecto para su captación y utilización podría retribuir en ganancias económicas, al mismo tiempo que se mitiga un contaminante atmosférico.

CAPÍTULO 3

NORMATIVIDAD INTERNACIONAL

3.1 BONOS DEL CARBONO

El cambio climático es uno de los retos más importantes a los que se enfrentan los países en la actualidad por ser un resultado directo de las actividades antropogénicas del hombre, por tal motivo se requiere establecer una política ambiental y llevarla a efecto. Por ello las Naciones Unidas en el año de 1988 a través de su programa de medio ambiente y la Organización Meteorológica Mundial, establecieron un Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), con los resultados dados a conocer a la ONU en donde se afirma un calentamiento en la tierra. La ONU creó el 11 de Diciembre de 1990 un comité con el encargo de elaborar una Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMNUCC), misma que fue aceptada en Nueva York en mayo de 1992. En el mes de Junio de ese mismo año se firmó dicha convención, por lo que entró en vigor el 21 de marzo de 1994, es decir tres meses después de la ratificación del estado número 50, de un total de 155 países.

La CMNUCC estableció como su principal objetivo estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. Asimismo reconoció que esto se lograría mediante la cooperación conjunta de los países integrantes de esta convención, que integran el órgano supremo de dicha convención y a quienes se les denomina Conferencia de las Partes (CP). El documento de la CMNUCC, esta integrado por 26 artículos y dos anexos (I y II).

En el anexo I se ubican los países desarrollados los cuales tienen la obligación de reducir sus GEI. En el anexo II se ubican a países desarrollados los cuales proporcionarán recursos financieros para cubrir la totalidad de los gastos convenidos que efectúen las Partes que son países en desarrollo, también proporcionarán los recursos para la transferencia de tecnología que las Partes que son países en desarrollo necesiten para satisfacer la totalidad de los gastos. Aquellos países que se encuentran en los anexos I y II tienen como obligación el reducir sus emisiones de GEI al mismo tiempo que proporcionarán recursos financieros y tecnológicos a países no anexo I

En la tercera sesión de la CP celebrada en Kyoto, Japón en 1997, se emitió un instrumento legal en relación directa con la CMNUCC que ayuda a controlar las emisiones de GEI, dicho instrumento es conocido como el “Protocolo de Kyoto” (PK). Dicho protocolo entró en vigor el 16 de febrero del año 2005, después de que en noviembre del 2004, 145 países habían ratificado dicho instrumento.

En dicho protocolo se establece por tanto, una reducción promedio de las emisiones de GEI no menores al 5.2 % con base al año de 1990 para los países desarrollados. Este protocolo es efectivo para el primer periodo (como prueba) entre los años 2008-2012 y esta compuesto por 28 artículos y por dos Anexos (A y B).

En el anexo A se mencionan los GEI que son considerados por el PK como gases de efecto invernadero, dichos gases son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), carburos hidrofluorados (HFC) y perfluorados (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Por su parte en el anexo B se retoman los países del anexo I de la CMNUCC, con la diferencia de que se presentan sus porcentajes de limitación o reducción de sus emisiones, como se presentan en la siguiente tabla.

PAÍS (en orden alfabético)	% del nivel del año o período de base, que debe apegarse cada país para la reducción de sus emisiones.
Alemania	92
Australia	108
Austria	92
Bélgica	92
Bulgaria*	92
Canadá	94
Comunidad Europea	92
Croacia*	95
Dinamarca	92
Eslovaquia*	92
Eslovenia*	92
España	92
Estados Unidos de América	93
Estonia*	92
Federación de Rusia*	100
Finlandia	92
Francia	92
Grecia	92
Hungría*	94
Irlanda	92
Islandia	110
Italia	92
Japón	94
Letonia*	92
Liechtenstein	92
Lituania*	92
Luxemburgo	92
Mónaco	92
Noruega	101
Nueva Zelandia	100
Países Bajos	92

Polonia*	94
Portugal	92
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	92
República Checa*	92
Rumania*	92
Suecia	92
Suiza	92
Ucrania*	100
* Países que están en proceso de transición a una economía de mercado.	

Tabla 5. Países pertenecientes al anexo B del protocolo de Kyoto con sus respectivos niveles de reducción.

3.1.2 MECANISMOS FLEXIBLES DEL PROTOCOLO DE KYOTO

El protocolo de Kyoto contempla la utilización de tres mecanismos flexibles para ayudar al cumplimiento de las obligaciones contraídas por los países desarrollados respecto a la limitación de los gases de efecto invernadero, estos son:

-EL COMERCIO DE EMISIONES. Este permite la compraventa de emisiones entre las partes incluidas en el anexo I de la CMNUCC, para el cumplimiento de sus compromisos.

-LA APLICACIÓN CONJUNTA. Permite contabilizar las unidades de reducción de emisiones obtenidas en proyectos realizados cuyo objetivo sea la reducción de emisiones antropogénicas o el incremento de las absorciones de GEI a las partes incluidas en el anexo I de la CMNUCC.

-MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO (MDL). Permite por un lado ayudar al desarrollo sostenible de las partes no incluidas en el anexo I de la CMNUCC, mediante la ejecución de proyectos de tecnologías limpias y por otro lado, permiten generar Reducciones certificadas de emisiones, que pueden ser contabilizadas por los países anexo I.

Cabe destacar que el comercio de emisiones y la aplicación conjunta son exclusivos de los países pertenecientes a los anexos I y II de la CMNUCC.

México no se encuentra entre los países de los anexos I y II, sin embargo los países que están fuera de estos anexos pueden participar en el PK exclusivamente a través de los MDL, siempre y cuando hayan suscrito el PK y lo hayan ratificado posteriormente. México firmó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático el 7 de mayo de 1993 y ratificó el PK el 24 de noviembre del año 2000.

El 23 de enero del 2004 en el acuerdo 230104 publicado en el diario oficial de la federación se da a conocer la creación de la comisión intersecretarial, denominada Comité Mexicano

para Proyectos de Reducción de Emisiones y de Captura de Gases de Efecto Invernadero. Posteriormente el 25 de abril del año 2005 es publicado en el D.O.F. el acuerdo por el cual el Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto Invernadero pasa a conformar la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático cuyos objetivos en esencia siguen siendo los mismos; identificar oportunidades, facilitar, promover, difundir, evaluar y en su caso aprobar proyectos de reducción de emisiones y captura de gases de efecto invernadero en nuestro país.

En el acuerdo de creación de la Comisión Intersecretarial se precisa que:

A) La Comisión estará integrado por los titulares de las Secretarías del Medio Ambiente y Recursos Naturales; Energía; Economía; Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Comunicaciones y Transportes; Desarrollo Social y la secretaría de Relaciones Exteriores. Estas dos últimas dependencias no se incluían en el Comité Mexicano, por lo que fueron incorporadas al conformarse la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático.

B) La presidencia de la Comisión recaerá de manera permanente en el titular de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Para el cumplimiento de su objeto la Comisión realizará las funciones siguientes:

- 1.-Fungir como Autoridad Nacional Designada para fines relativos a la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto.
- 2.-Emitir con base en los procedimientos publicados a través de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, en el Diario Oficial de la Federación, la carta de aprobación para proyectos de reducción y captura de emisiones de gases de efecto invernadero, dando constancia de que los mismos promueven el desarrollo sustentable del país.
- 3.-Intercambiar comunicaciones con el Secretariado de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático a través de la Secretaría de Relaciones Exteriores.
- 4.-Dar seguimiento a los trabajos de la Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, a las Decisiones relevantes de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, de la Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto, así como a los mercados internacionales de reducción de emisiones y captura de carbono.
- 5.-Realizar tareas de difusión sobre la operación del Comité y de los proyectos MDL.
- 6.-Promover y facilitar el desarrollo de proyectos.
- 7.-Desarrollar funciones de registro de proyectos, así como de reducciones y captura de emisiones de gases de efecto invernadero.
- 8.-Promover la suscripción de memorandos de entendimiento y acuerdos de colaboración en asuntos relativos a proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y de captura de carbono.
- 9.-Establecer y revisar periódicamente su Plan General de Trabajo.
- 10.-Emitir sus Reglas de Operación con el fin de regular su organización y funcionamiento.

Los beneficios de participar en los mecanismos de desarrollo limpio tanto para países (partes) de los anexos I y II como de los países que no se encuentran incluidos en dichos anexos son los siguientes:

A) Para los países Parte del Anexo I. Puede desarrollar proyectos que contribuyan a reducir las emisiones en países en desarrollo que no tienen objetivos en la reducción de estas emisiones. Estas reducciones que se obtienen en los países en desarrollo pueden utilizarlas como certificados para contabilizar sus reducciones de emisiones en el cumplimiento de sus objetivos. Los países que se incluyen en este anexo, se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 6.

Países incluidos en el anexo I de la CMNUCC	
Alemania	Hungría
Australia	Irlanda
Austria	Irlanda del Norte
Bélgica	Islandia
Bielorrusia	Italia
Bulgaria	Japón
Canadá	Letonia
Comunidad Económica Europea	Lituania
Checoslovaquia	Luxemburgo
Dinamarca	Noruega
España	Nueva Zelanda
Estados Unidos de América	Polonia
Estonia	Portugal
Federación Rusa	Reino Unido de Gran Bretaña
Finlandia	Rumania
Francia	Suecia
Grecia	Suiza
Holanda	Turquía
	Ucrania

B) Para los países del Anexo II. Tienen las mismas atribuciones que las partes incluidas en el anexo I, exceptuando que éstas partes proveerán asistencia financiera, incluyendo la transferencia tecnológica a las partes en desarrollo para que estas puedan desarrollar proyectos. Y son los países que se incluyen en la siguiente tabla:

Tabla 7.

Países incluidos en el anexo II de la CMNUCC	
Alemania	Holanda
Australia	Irlanda
Austria	Islandia
Bélgica	Italia
Bulgaria	Japón
Canadá	Luxemburgo
Comunidad Económica Europea	Noruega

Dinamarca	Nueva Zelanda
España	Portugal
Estados Unidos de América	Reino Unido de Gran Bretaña
Finlandia	Suecia
Grecia	Suiza
	Turquía

C) Para las partes no anexas. Se benefician de una transferencia tecnológica mediante elaboración de proyectos que tengan por resultado reducciones certificadas de emisiones y que contribuyan a su desarrollo sostenible.

3.2 MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO

Los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) son de gran importancia por los beneficios que ofrece, ya que a los países desarrollados les permite cuantificar reducciones de emisiones de GEI en otros países con el propósito de cumplir con sus compromisos de reducción, incluso sin llegar a afectar sus industrias, mientras que los países en vías de desarrollo tienen la oportunidad de obtener apoyos económicos y/o tecnológicos con el fin de mitigar los GEI.

Nuestro país al ratificar el Protocolo de Kyoto participa en los MDL, así pueden generarse proyectos cuyo objetivo sea la captura de GEI o estrategias para mitigar las emisiones de este tipo de gases. Estos proyectos pueden ser financiados por alguno de los países del anexo I, de esta forma quien formule el proyecto en nuestro país reduciría costos de aplicación, al mismo tiempo que puede ser beneficiado por la adquisición de tecnología, mientras que el país que aporte estos apoyos podrá cuantificar los GEI reducidos por el proyecto como suyos. También podrá llegar a un acuerdo para la obtención de los Reducción Certificada de Emisiones (RCEs), los cuales describiremos mas adelante junto con el proceso o ciclo con el cual es posible llegar a establecer proyectos de captura de GEI y así generar RCEs.

3.2.1 PARTICIPANTES DE LOS MDL

1.- JUNTA EJECUTIVA (JE).- Es el órgano encargado de la supervisión del funcionamiento del MDL y esta sujeta a la autoridad de la conferencia de las partes (CP) quienes lo integran en calidad de reunión de las partes del PK. Entre sus principales funciones están:

- ° Aprobar nuevas métodos o estrategias.
- ° Acreditar a las Entidades Operacionales Designadas (EOD)
- ° Informar a la CP sobre la distribución de las actividades de los MDL
- ° Preparar y gestionar un registro de todos los proyectos de MDL.

Para llevar a cabo sus funciones, la JE se auxilia de comités o paneles que ésta misma establece, como el - Panel de acreditación, - Panel de metodologías, - Grupo de trabajo sobre forestación y reforestación y Grupo de trabajo de pequeña escala.

2.- AUTORIDAD NACIONAL DESIGNADA (AND).- Es la entidad nacional quien se encarga de dar la aprobación a los proyectos de MDL. Autoriza también las participaciones voluntarias de entidades públicas o privadas. En México la autoridad nacional designada esta integrada por el Comité Mexicano para proyectos de Reducción de Emisiones y de Captura de Gases de Efecto Invernadero.

3.- PARTICIPANTES DEL PROYECTO (PP).- Son todas aquellas entidades públicas o privadas que promueven e implementan un proyecto MDL.

4.- ENTIDAD OPERACIONAL DESIGNADA (EOD).- Es una entidad independiente de las AND y de las autoridades del país donde se pretende desarrollar el proyecto MDL, está acreditada por la JE. Su función es la de validar las actividades de los proyectos de MDL propuestos, dar su aprobación y registro a los proyectos de MDL, así como también la verificación y certificación de las reducciones de GEI.

La persona moral u organismo que pretenda acreditarse como EOD por la JE, debe especificar el tipo de proyecto o actividad en que tiene capacidad de trabajar, escogiendo de una lista de sectores (*peccoral scopes*) los cuales se designan en el anexo A del PK. Estos son:

1. Industrias energéticas.
2. Distribución de energía
3. Demanda de energía
4. Industrias manufactureras
5. Industria química
6. Construcción
7. Transporte
8. Minería y producción de minerales
9. Producción de metales
10. Emisiones fugitivas de combustibles
11. Emisiones fugitivas de la producción y consumo de halocarburos y SF6
12. Uso de disolventes
13. Gestión y almacenamientos de residuos
14. Forestación y reforestación
15. Agricultura.

Los aspectos relativos a la acreditación de EODs se analizan por un grupo de trabajo dependiente de la junta ejecutiva denominado panel de acreditación.

3.2.2 CONDICIONES PARA LA ADMISIÓN DE LOS PROYECTOS MDL

Existen algunas condiciones previas al inicio de un ciclo de MDL. Para que éste se pueda llevar a cabo, las condiciones se deben cumplir tanto por el país anfitrión (país donde se llevará a efecto el proyecto MDL), como por las partes del proyecto y son requisitos para que se lleve a cabo el registro del proyecto y su posterior ejecución.

Para el “PAIS ANFITRIÓN.” Para países no anexo I.

- Haber ratificado el PK
- Participar voluntariamente en la actividad del proyecto.
- Tener establecida una Autoridad Nacional Designada.

En caso de ser países del anexo I se agregan otras condiciones, como la de disponer de un sistema nacional para la estimación de emisiones, calcular sus emisiones atribuidas y contar con un inventario de emisiones.

Para las partes del “PROPIO PROYECTO.” Se consideran los siguientes criterios:

Las reducciones de emisiones de GEI generadas en el proyecto deben ser adicionales. Este es un requisito indispensable para cualquier proyecto de MDL. Para ser emisiones consideradas como adicionales, sus emisiones de GEI deben ser menores que las emisiones que hubieran ocurrido en ausencia del proyecto. Los proyectos MDL deben contribuir al desarrollo sostenible del país anfitrión.

3.2.3 CICLO DE UN PROYECTO DE MDL

La conferencia de las partes acordó llevar a cabo lo que se denominó un “*prompt start*” del MDL, o comienzo temprano, con lo que se dio oportunidad para iniciar este mecanismo independiente de la entrada en vigor del PK que finalmente se produjo el 16 de febrero de 2005. Así los proyectos iniciados a partir del 2000 podían ser registrados, siempre y cuando se solicitare su registro antes del 31 de Diciembre del 2005. Las reducciones certificadas así obtenidas podrán hacerse efectivas en el primer periodo de compromiso del PK que es del 2008 a 2012. El ciclo de un proyecto MDL, esta integrado por los siguientes pasos:

1.-DISEÑO

En él se realiza lo que se conoce como “Documento de Proyecto”, este documento deberá adaptarse al formato “*Project design document form*” en idioma inglés ya que éste se adoptó como oficial por la JE. Para dar marcha al proyecto se tendrá que haber elaborado un método, calcular las reducciones de emisiones que se esperan alcanzar, así como un plan de vigilancia para el desarrollo del proyecto, como también contar con una base de referencia, que es el escenario razonable de las emisiones antropogénicas de GEI que se producirían de no realizarse el proyecto.

Incluye a todas las categorías de gases y fuentes citadas en el anexo A del PK. Asimismo el método de la base de referencia para un proyecto determinado estará cimentado en uno de los tres criterios que se citan a continuación:

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

La base de referencia de un proyecto deberá permitir calcular las emisiones de GEI que cabría esperar en los escenarios inerciales o habituales, así como comparar las emisiones de GEI de la base de referencia con las del proyecto, para tener una estimación de la reducción de emisiones que se espera lograr con el proyecto propuesto.

Otro aspecto que debe demostrar cualquier proyecto de MDL es la Adicionalidad, la cual quiere decir, como hemos referido anteriormente que en un proyecto que las reducciones de emisiones antropogénicas de GEI son superiores a las que se producirían de no realizarse el proyecto propuesto.

Los apoyos financieros por la reducción de emisiones antropógenas solo pueden otorgarse a proyectos que demuestren esta adicionalidad.

Los participantes deben indicar en el documento del proyecto la fecha de iniciación y tiempo de funcionamiento del proyecto, así como el periodo de acreditación y el financiamiento con el que cuentan para realizar el proyecto, incluyendo el organismo o sector que otorgará este financiamiento, para demostrar que no son fondos públicos.

Es importante incluir los estudios de impacto ambiental que pudiera generar el proyecto. En caso de que los impactos ambientales se consideren significativos, los participantes deberán exponer los medios previstos para su mitigación, así como hacer una amplia consulta pública para que no se vea afectada su credibilidad.

La verificación del cumplimiento de condicionantes del estudio de impacto ambiental es obligación de la EOD.

En la última sección del documento se agregarán las alegaciones que presenten sobre el proyecto los interesados locales, ya sea personas físicas, grupos o comunidades afectados o posiblemente afectados por la actividad del proyecto.

Para dar inicio al proyecto, los participantes deben tener por escrito la aprobación de la AND del país en que se desarrolla el proyecto.

2.- VALIDACIÓN

Consiste en una evaluación independiente de las actividades del proyecto de MDL, por una entidad operacional designada, que verifique el cumplimiento de todos los requisitos establecidos. Durante la validación la EOD debe comprobar que se cumple con los siguientes puntos:

*El proyecto es voluntario y está aprobado por el país anfitrión.

*El proyecto cumple con las Modalidades y Procedimientos (MP) del MDL y regulaciones posteriores que haya aprobado la JE.

*Los documentos del proyecto están completos.

*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, o bien se proponen metodologías nuevas que deben ser aprobadas previamente por la JE.

*Se demuestra la adicionalidad de la actividad de 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 de la base de referencia son conservadores y tienen en cuenta las incertidumbres.

* 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 periodo de acreditación.

*El proyecto incluye un informe resumido de los comentarios recibidos de los interesados locales.

*El proyecto incluye si es necesario, un estudio de impacto ambiental.

*El proyecto no cuenta con fondos públicos.

La EOD, una vez que haya corroborado la documentación anterior, procederá a su remisión a la JE, unido a su informe razonado de validación.

3.- REGISTRO

Es la aceptación oficial de un proyecto MDL por la JE a petición de la EOD que lo ha validado.

Para que se lleve a cabo este registro, la EOD deberá de presentar una solicitud de registro ante la JE a manera de informe de validación, incluyendo el documento del proyecto, la aprobación del proyecto por el país anfitrión y una explicación sobre las alegaciones recibidas y cómo se han tenido en cuenta. Transcurridas ocho semanas desde la presentación de la solicitud el proyecto MDL se considerará registrado, a no ser que se requiera revisar una parte relacionada con el proyecto o al menos tres miembros de la JE pidan una revisión del proyecto. Esta revisión atenderá exclusivamente a los requisitos de validación y finalizará como máximo en la segunda reunión de la JE celebrada después de la solicitud de revisión.

4.- IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO

Una vez que un proyecto de MDL ha sido registrado por la JE, los participantes pueden proceder a su ejecución. Se deberán tomar en cuenta las observaciones y condiciones de todos los actores involucrados en el proceso hasta aquí enunciados.

5.-VIGILANCIA

La vigilancia se activará al iniciarse el funcionamiento normal del proyecto, ésta incluye la recopilación y archivo de todos los datos necesarios para medir o estimar las emisiones de GEI del proyecto MDL de la base de referencia y el cálculo de las reducciones de emisiones debidas al proyecto. Para ello los participantes deberán de desarrollar un plan de vigilancia que corresponda con las obligaciones antes señaladas, utilizando una metodología de vigilancia aprobada por la JE. En el caso de que no exista una metodología aprobada aplicable al proyecto, los participantes deben desarrollar una nueva metodología de vigilancia que se ajuste a las necesidades del proyecto, la cual deberá de ser aprobada por la JE. Los planes de vigilancia pueden pertenecer a cualquiera de los tipos siguientes:

- Plan de vigilancia donde la reducción de emisiones de GEI es la diferencia entre las emisiones de la base de referencia y las emisiones del proyecto.
- Plan de vigilancia donde la reducción de emisiones de GEI es resultado directo del proyecto, dado que no existe una base de referencia como en el caso de los sumideros.

La ejecución del plan de vigilancia es requisito para la verificación, certificación y expedición de las reducciones certificadas de emisiones.

6.- VERIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN

La verificación consiste en un examen independiente y periódico por una EOD de las reducciones de emisiones antropogénicas de GEI que han ocurrido como resultado de la actividad del proyecto de MDL unida a la certificación escrita de la EOD confirmando las reducciones de emisiones durante un tiempo determinado. A este periodo de verificación y certificación se le conoce como “Periodo de acreditación” del cual los participantes podrán elegir entre un período de acreditación fijo máximo de 10 años no renovable, o un periodo de siete años renovable como máximo dos veces, siempre que una EOD determine en las renovaciones la validez de la base de referencia original e informe a la JE. Es importante señalar que esta EOD es diferente a la que realizó la validación.

Al finalizar el periodo de acreditación la EOD dará un informe de certificación a la JE, los participantes y las partes interesadas.

7.- EXPEDICIÓN DE LAS REDUCCIONES CERTIFICADAS DE EMISIONES POR LA JUNTA EJECUTIVA

El informe de certificación es en sí una solicitud a la JE de expedición de las Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE) equivalentes a la cantidad verificada de reducciones de emisiones de GEI.

La expedición debe hacerse en un plazo de 15 días a partir de la recepción, amenos que sea solicitada una revisión.

Al recibir el administrador del registro del MDL instrucciones de la JE para expedir las RCE resultantes de la actividad del proyecto MDL, las expedirá y transferirá las cantidades, adoptando los dos criterios siguientes:

* La cantidad de RCE equivalente a los gastos administrativos y de adaptación a la cuenta del registro prevista para estos fondos.

* La cantidad de RCE restantes a las cuentas de las partes y de los participantes según lo indicado en la solicitud.

Una RCE corresponde a una tonelada de dióxido de carbono. El CO₂ es considerado como la unidad por ser el mas abundante en la atmósfera, de tal manera que una tonelada de dióxido de carbono equivale a 21 toneladas de metano o 310 toneladas de óxido nitroso, de acuerdo al potencial de calentamiento atmosférico, el cual se representa en la tabla 8.

Estas unidades de contaminación son intercambiables con las demás unidades que generan los distintos compromisos y mecanismos.

GAS DE EFECTO INVERNADERO	SÍMBOLO QUÍMICO	POTENCIAL DE CALENTAMIENTO ATMOSFÉRICO
Dióxido de carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	21
Óxido nitroso	N ₂ O	310
Perfluorocarbonos	CF ₄	6500
	C ₂ F ₆	9200
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	23900
Hidrofluorocarbonos	CHF ₃	11700
	CHF ₂ CF ₃	2800
	CH ₂ FCF ₃	1300
	CH ₃ CHF ₂	140

Tabla 8. Potencial de calentamiento de los gases de efecto invernadero.

De manera resumida podemos esquematizar el ciclo de un proyecto MDL con el diagrama de flujo que se muestra en la figura 7.

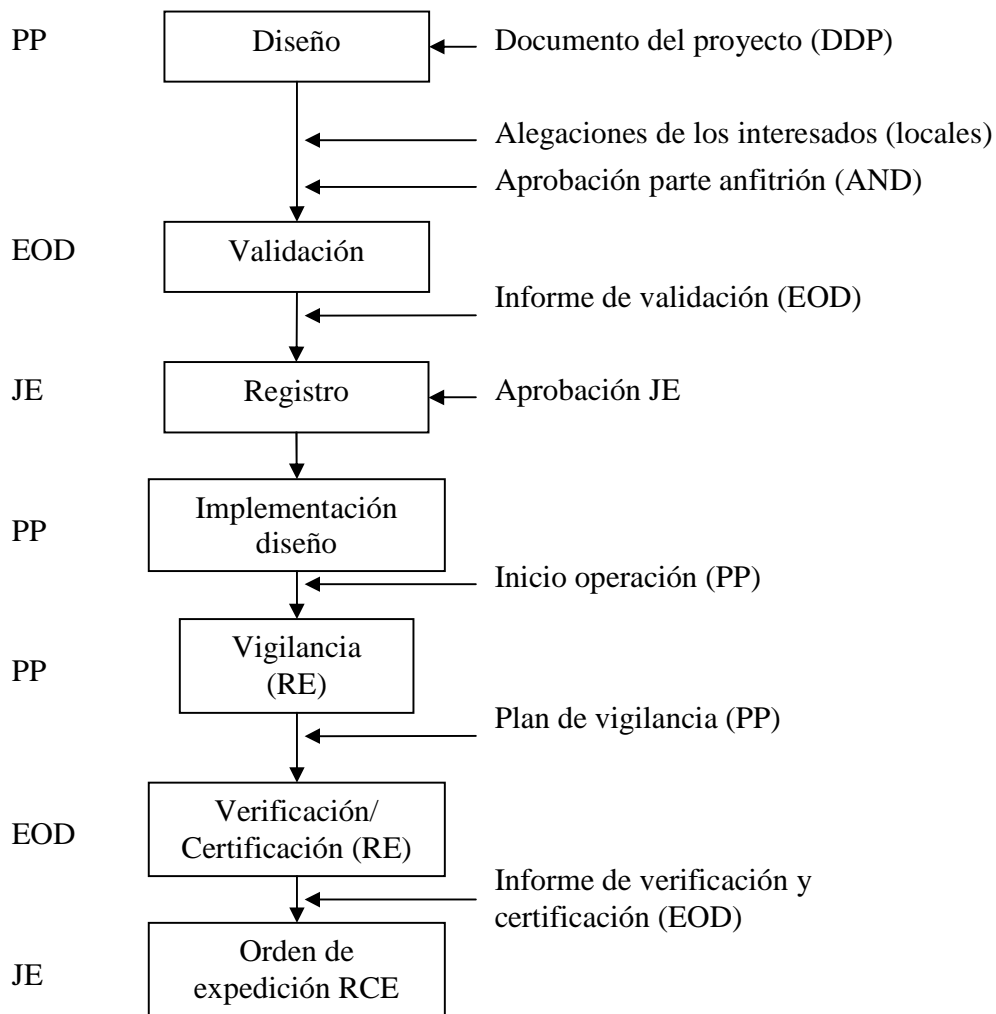


Figura 7. Esquema del ciclo de proyectos MDL.

3.2.4 PROYECTOS DE PEQUEÑA ESCALA

Los proyectos MDL pueden ser de gran importancia para el desarrollo rural, en este caso los procedimientos y requisitos son casi los mismos que para cualquier proyecto de MDL, exceptuando que en este caso la EOD puede ser la misma con la cual se registra y se verifica, esto con el propósito de minimizar gastos. Asimismo no es necesario elaborar un estudio de impacto ambiental a menos que las normas nacionales lo requieran, de la misma manera los estudios de plan de vigilancia y base de referencia pueden ser más simplificados.

Los requerimientos para que se lleven a cabo los proyectos de pequeña escala son los mismos que para los proyectos ordinarios, con la condición de que los primeros deben ubicarse en alguno de los siguientes tipos:

TIPO1. DE ENERGÍAS RENOVABLES. Consisten en proyectos que promueven el uso de energías renovables con una capacidad máxima de producción de 15 Mw. Se clasifican en 4 categorías:

1. Generación eléctrica para el consumidor/ hogar. Incluye las energías solares, hidroeléctricas, eólicas y otras energías renovables que producen electricidad para uso residencial.
2. Energía mecánica para el consumidor/ empresa. En este tipo se emplean unidades de generación de energía renovable para suministro de energía mecánica, como pueden ser bombas de energía solar, molinos de agua, etc. Este tipo de energía se puede aprovechar tanto por usuarios como por empresas.
3. Energía térmica para el consumidor final. Se sustituyen fuentes de combustibles fósiles por energías térmicas, por ejemplo calentadores solares de agua, cocinas solares, etc.
4. Generación de electricidad con fuentes renovables para suministro de una red de distribución. En este caso se pretende suministrar energía renovable a una red de distribución de energía que es abastecida por una central de combustible fósil.

TIPO 2. DE MEJORA EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA. Estos proyectos tienen como propósito reducir el consumo de energía por el lado de la oferta y/o demanda con un máximo equivalente de 15 GWh/año. Se clasifican en las siguientes categorías:

1. Mejora de la eficiencia de sistemas de transporte y distribución. En este caso se puede aplicar a sistemas ya existentes o ser parte de una ampliación del sistema. Por ejemplo en una red de transporte eléctrico se puede ampliar el sistema para que tenga una mayor trayectoria.
2. Mejora de la eficiencia energética en la oferta de generación de electricidad. En este caso se refiere a mejoras en plantas de generación eléctrica que funcionan con combustibles fósiles para que tengan un menor requerimiento de combustible y mayor eficiencia en la generación.
3. Programas de eficiencia energética. Se refiere a equipamientos como las lámparas, refrigeradores, motores, ventiladores y otras aplicaciones, que pueden sustituir equipos de mala calidad o que no son tan eficientes porque consumen mayor electricidad.
4. Medidas de eficiencia energética mediante la sustitución de combustibles fósiles en instalaciones industriales. En edificios comerciales y residenciales y en

instalaciones agrícolas. En estos casos se puede emplear alguna fuente alterna de energía como el gas natural, etanol, el biocombustible, etc.

TIPO 3. PROYECTOS QUE REDUCEN LAS EMISIONES ANTROPOGÉNICAS DE GEI. Estos proyectos deben de ayudar a emitir menos de 15 Kt de dióxido de carbono equivalente por año. Dentro de esta tipo se incluyen las siguientes categorías:

1. Agrícolas. Refiriéndose a la reducción de metano en cultivos de arroz o algunos otros cultivos. La disminución de los residuos animales o su utilización para generación eléctrica.
2. Sustitución de combustibles fósiles. Esto se puede realizar en la producción de energía, para uso industrial, residencial o comercial.
3. Reducción de emisiones en el sector del transporte. Esto puede hacerse desde un cambio de vehículos o carburantes, como también el fomento para el uso de transporte público.
4. Recuperación de metano. Refiriéndose a las minas de carbón, industria agroalimentaria, instalaciones de tratamiento de aguas residuales, tiraderos o rellenos sanitarios y demás sitios donde se pueda recuperar el metano.
5. Eliminación de metano producido por descomposición de la biomasa u otra materia orgánica. Esto se puede realizar a través de la combustión controlada de este gas.

3.2.5 PROYECTOS SOBRE SUMIDEROS

El PK define a un sumidero como un mecanismo o proceso que es capaz de reducir el carbono de la atmósfera inducido por ciertas actividades en el sector agropecuario, cambio de uso de suelo y silvicultura.

Ya que los ecosistemas forestales son capaces de absorber cantidades significativas de bióxido de carbono, ha surgido el interés por aumentar la vegetación terrestre mediante la conservación forestal, la forestación, la reforestación, la agroforestería y otros métodos de uso de suelo.

Debido a la naturaleza del ciclo del carbono con relación a las plantas, es muy estricta la regulación de los proyectos de esta índole. Por tal razón es que de manera general se agrupan este tipo de proyectos en dos categorías: A) Proyectos sobre sumideros ordinarios y B) Proyectos sobre sumideros de pequeña escala.

Los acuerdos de Marrakech establecen que las reducciones de emisiones como consecuencia de actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la misma y silvicultura se limitan, durante un primer periodo de compromiso a proyectos de forestación y reforestación y se rigen por un reglamento distinto al que regula el resto de actividades de reducción de emisiones dentro del mecanismo MDL.

Por otro lado, todos los demás proyectos tienen casi las mismas etapas que cualquier otro proyecto MDL, excepto por tres aspectos muy significativos. El primero es el tiempo de acreditación, como la captura del carbono por las plantas no es permanente y pueden convertirse en emisiones causadas por imprevistos naturales o antropogénicos como los ataques de plagas, enfermedades o incendios, se acordó que para atenuar este problema, los participantes del proyecto deberán elegir un periodo de acreditación de cualquiera de las dos formas que se mencionan a continuación:

- De 20 años como máximo y podrá renovarse solo dos veces, siempre que en cada renovación, una EOD determine y notifique a la JE que la base de referencia inicial del proyecto sigue siendo válida.
- Un período de 30 años como máximo.

El segundo aspecto significativo es sobre los proyectos de forestación y reforestación los cuales por su dinámica biológica capturan CO₂, sin embargo este no siempre se mantiene fijado ya que los incendios u otros factores pueden provocar la liberación del CO₂ por lo que se manejan formas distintas para la obtención de RCE.

La tercera diferencia entre un proyecto de sumidero de pequeña escala y uno ordinario es sobre las EOD. Las EOD serán dos diferentes en el caso de proyectos ordinarios y una en el caso de proyectos de pequeña escala, los cuales para ser considerados como tal tendrán que obtener una captura de GEI de menos de 8 kt CO₂e por año. Asimismo estos proyectos deberán ser desarrollados por comunidades poblacionales o individuos de “bajos ingresos económicos” esto según la definición del país anfitrión.

3.3 TRANSACCIÓN DE LAS RCEs.

Una vez obtenidas las RCEs tanto por proyectos de pequeña escala como por proyectos ordinarios, podrán negociarse en el mercado internacional del carbono donde los propietarios podrán vender sus RCEs a países que tienen compromisos en su reducción de emisiones. El comercio puede realizarse a través de entidades públicas o privadas.

Dada la condición del título de RCE, el propietario será simplemente quien tenga el documento RCE, los propietarios pueden ser, los participantes en el proyecto, los gobiernos de los países donde se realizó el proyecto, los inversionistas públicos o privados de los países anexo I o las entidades comercializadoras de RCE.

Las formas de pago y el valor en que se realizará la compra venta de RCEs pueden quedar establecidos como un acuerdo entre los participantes. El valor fijado para cada RCE es de 3 dólares americanos, con una variable entre 2 y 20 dólares dependiendo la oferta y la demanda. Asimismo el 2% de las RCEs obtenidas por los participantes son absorbidos por la JE como gastos administrativos y para un fondo de adaptación, con el cual se pretende ayudar a los países menos desarrollados en la implementación de actividades que reduzcan los GEI (tabla 9).

Los países que se encuentran en el fondo de adaptación son:

Área geográfica		
África	Asía	Pequeños estados insulares
Angola	Afganistán	Cabo Verde
Benin	Bangladesh	Comores
Burkina Faso	Bután	Haití
Burundi	Camboya	Kiribati
República central Africana	República democrática de Laos	Maldivas
Chad	Myanmar	Samoa
República democrática del congo	Nepal	Santo Tomé y Príncipe
Djibouti	Yemen	Islas Salomón
Guinea Ecuatorial		Tuvalu
Eritrea		Vanuatu
Etiopía		
Gambia		
Guinea		
Guinea Bissau		
Lesoto		
Madagascar		
Malawi		
Mali		
Mauritania		
Mozambique		
Nigeria		
Ruanda		
Senegal		
Sierra Leona		
Sudán		
Togo		
Uganda		
Tanzania		
Zambia		
Liberia		
Somalia		

Tabla 9. Países del fondo de adaptación de acuerdo a su zona geográfica.

Como prueba de los resultados obtenidos, entre enero y mayo del 2004 se negociaron 64 millones de tCO₂e, siendo incluso el sector privado uno de los más demandantes, ya que como ejemplo en el año 2003 compró más del 40% del volumen total de certificados.

3.4 LOS BONOS DEL CARBONO EN EL CASO DE MÉXICO

A pesar de que el propio PK entró en vigor hasta el año 2005, para el año de 1999 ya ratificada la CMNUCC y celebrándose la Quinta Conferencia de las Partes (QCP) en Bonn, se estaban poniendo en marcha acciones para poder desarrollar las actividades que redujeran los GEI. En la QCP fueron emitidas 32 decisiones de importancia para los países miembros de la CMNUCC relativas a la aplicación del "Plan de Acción", entre ellas una muy importante, la cual recae sobre los países no incluidas en el anexo I de la convención, que consistió en un programa presupuestal para el bienio 2000-2001 por un monto de \$25, 286,000 dólares. En la escala de contribuciones correspondió a México un 0.995%, lo que equivalió a \$251, 595. 70 dólares, con esta cantidad México encaminó ciertos programas referentes a la captación de los GEI, aún sin la entrada en vigor del PK.

Sin duda alguna, uno de los sectores en nuestro país que aporta una mayor cantidad de GEI es el privado. Las emisiones de GEI para 1996 en términos de CO₂ equivalente fueron de 691,318 Gg, considerando sólo al bióxido de carbono, metano y óxido nitroso. De lo anterior, 514,048 Gg (74%) corresponden a CO₂; 1162,848 Gg (24%) a metano y 14,422 Gg (2%) a óxido nitroso. Lo anterior esta representado en la figura 8.

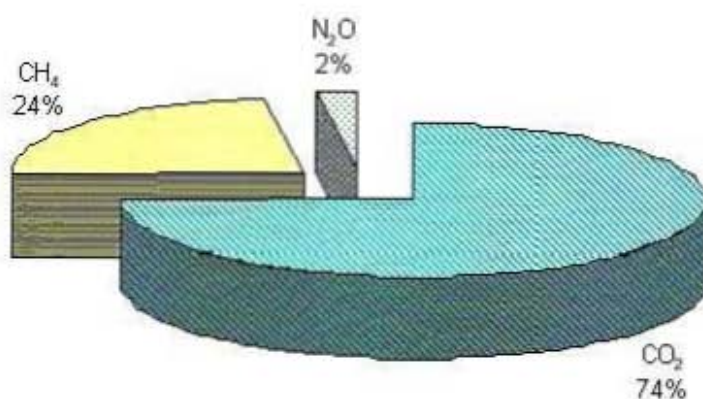


Figura 8. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para 1996 en términos de CO₂ equivalente. (Fuente INGEI 2000).

Otros sectores, que han tenido grandes aportaciones de GEI, son el sector de procesos industriales, que junto con el de combustión y de transporte, contribuyeron para el año de 1996 con más del 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero en nuestro país. Esto representado en la figura 9.

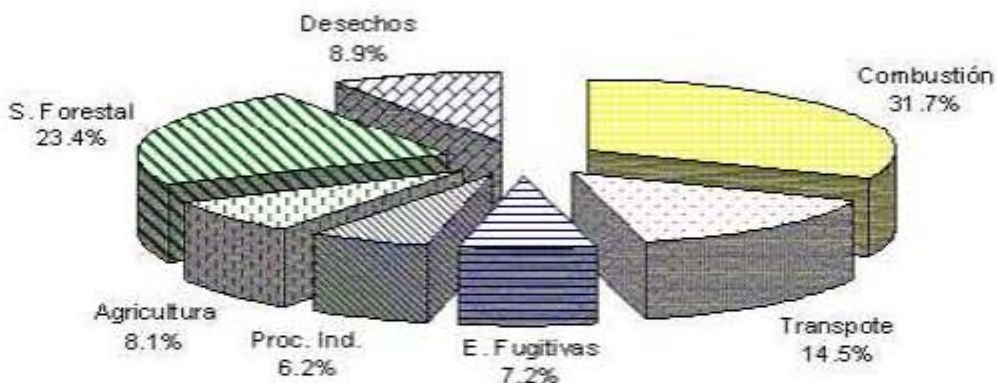
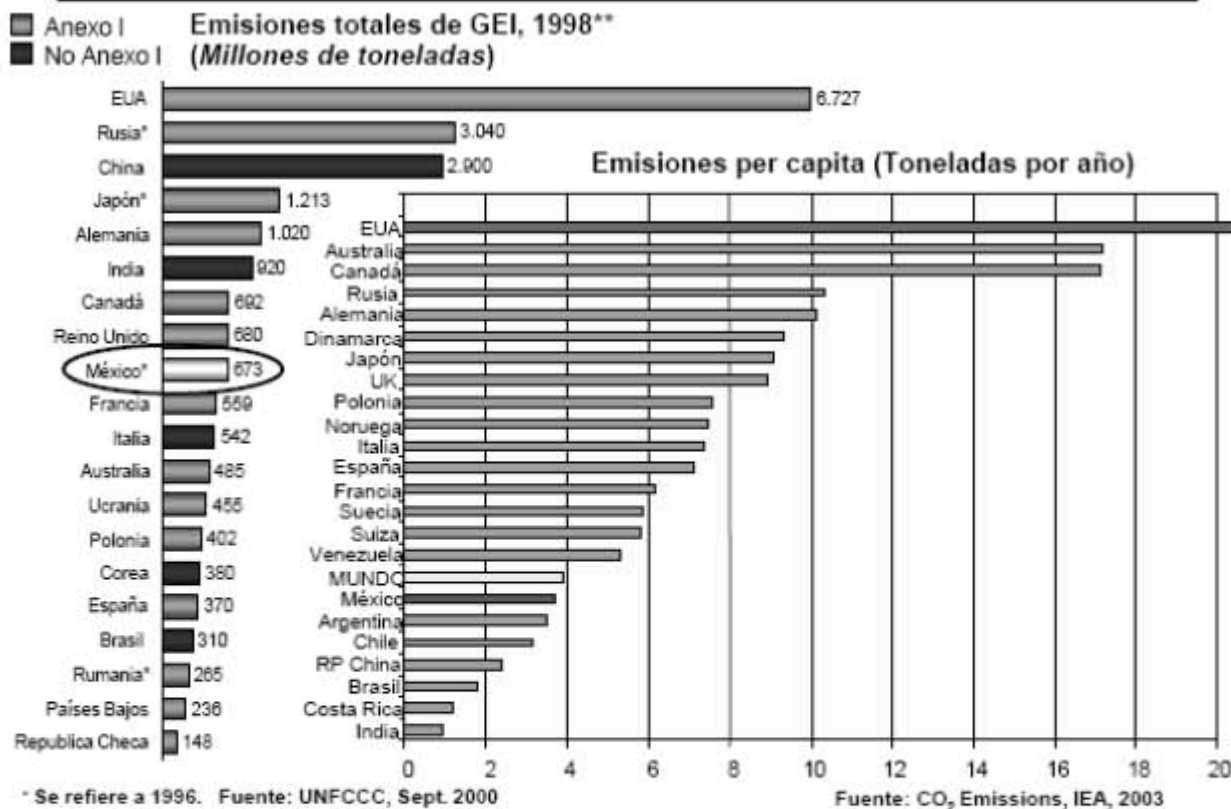


Figura 9. Distribución de emisiones por sectores en términos de CO₂ equivalente. (Fuente INGEI 2000).

Es importante señalar que en un estudio realizado en 1996 de la CMNUCC, México se ubicó entre los principales países en aportar GEI, no obstante que las emisiones por persona no son tan importantes como se puede apreciar en la figura 10.

Figura 10.

Emisiones de gases efecto invernadero (GEI)



Por tanto es importante que nuestro país asuma la responsabilidad de reducir sus GEI promoviendo los proyectos MDL. A continuación se presenta una tabla con la cartera de proyectos de la Comisión al 16 de mayo del año 2007. En esta tabla se especifican los proyectos que cuentan con carta de no objeción y carta de aprobación, es decir aquellos que han sido aprobados por la autoridad nacional designada para el primer caso y los anteproyectos que no han sido objetados por las localidades en donde se van a realizar, asimismo se presentan las reducciones estimadas de emisiones de cada proyecto.

Tabla 10. Proyectos MDL inscritos en la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático al 16 de mayo de 2007. (Fuente ENACC 2007).

Tipo de proyecto	Proyectos que han recibido Cartas de Aprobación						Anteproyectos con Carta de No Objeción	
	Registrados				Por registrarse		RCE esperadas	
	RCE esperadas		RCE obtenidas		RCE esperadas			
	#	Kt CO ₂ e /año	#	Kt de CO ₂ e	#	Kt de CO ₂ e / año	#	Kt de CO ₂ e / año
Manejo de estiércol	69	2,083	13	194	65	1,065	1	32
Rellenos sanitarios	2	372	1	23	5	427	4	1,921
Eólicos	3	1,201			2	370	4	940
Hidroeléctricos	2	87	1	70	2	74	1	418
Geotérmicos							3	241
Cogeneración, eficiencia energética y sustitución de combustibles	1	4			5	320	16	3,120
Incineración de HFC-23	1	2,155	1	1,162				
Mitigación de N ₂ O en la industria					1	103		
Transporte					1	26		
Emisiones fugitivas					1	607	5	2,430
Captura de carbono en sistemas forestales							3	277
Total	78	5,902	16	1,449	82	2,992	37	9,379

Nota= 1 proyecto eólico que se encuentra en proceso de registro y 4 anteproyectos (3 geotérmicos y 1 mini -hidroeléctrico) desarrollados por la CFE. 18 anteproyectos (13 de cogeneración y eficiencia energética y 5 de emisiones fugitivas) desarrollados por PEMEX. Fuente: Cervantes 2007.

Asimismo la Comisión, se encuentra promoviendo programas en diferentes sectores, como ejemplos contamos con los siguientes:

*PROGRAMA DE PLANTACIONES COMERCIALES FORESTALES (PRODEPLAN). Este programa fue iniciado en 1997 y rediseñado en 2001, es el primero de su tipo en el país. Su objetivo es apoyar a lo largo de 25 años el establecimiento de 875,000 hectáreas de plantaciones forestales comerciales, a fin de reducir las importaciones de productos forestales, creando al mismo tiempo alternativas de desarrollo sustentable y diversificación productiva en México,

mediante la reconversión al uso forestal de terrenos que alguna vez fueron desmontados con fines agropecuarios.

*PROGRAMA DE DESARROLLO FORESTAL (PRODEFOR). Este programa se diseñó para otorgar apoyos directos a los ejidos, comunidades y pequeñas propiedades, con el fin de impulsar el desarrollo sustentable de los productores forestales a través de la elaboración y ejecución de proyectos productivos.

*PROYECTO PARA LA CONSERVACIÓN Y MANEJO SUSTENTABLE DE RECURSOS FORESTALES EN MÉXICO (PROCYMAF). El objetivo del Programa es asistir a ejidos y comunidades forestales en regiones prioritarias de los estados mencionados para mejorar el manejo de sus recursos forestales bajo esquemas de silvicultura comunitaria que generen procesos de desarrollo local.

En total hay 35 proyectos MDL en marcha en nuestro país hasta el año del 2005, los cuales podemos apreciar en la tabla 11.

Tipo de Proyectos	Número de Proyectos	Reducciones estimadas de CO₂e (Ktons/año)
Minihidroeléctricas	6	263
Generación de energía eléctrica con viento	6	1,626
Gestión de desechos orgánicos	5	1,394
Aprovechamiento de metano en rellenos sanitarios	7	600
Aprovechamiento o quema de metano (gas grisú) en minería	1	2,000
Secuestro de carbono en subsuelo	1	2,200
Transporte	1	200
Eficiencia energética y reingeniería de proceso	4	2,100
Incineración de HFC-23 proveniente del proceso de manufactura de CFC	1	2,712
Programa nacional para la modernización del autotransporte y de sustitución de motores eléctricos	2	127
Proyectos forestales	1	n.d.
Total	35	11,022

Tabla 11. Proyectos de pequeña escala operando en nuestro país, junto con sus respectivas reducciones estimadas de CO₂. (Fuente: Inclan, director de Cambio Climático SENER 2005.)

Un claro ejemplo que podemos citar de un proyecto MDL implementado y funcionando en la actualidad es el Metrobus. Para ello en el año 2002 el Gobierno del Distrito Federal gestionó con el Banco Mundial la obtención de recursos del Fondo para el Medio Ambiente

Mundial (GEF), para financiar el desarrollo de una estrategia integral de transporte sustentable en la Ciudad de México. Como resultado de esas negociaciones ese mismo año se aprobó una donación para realizar los estudios del proyecto de “Introducción de Medidas Ambientalmente Amigables en Transporte” en el que se establecieron las condiciones técnicas, ambientales, financieras, operativas y de ejecución del proyecto.

La característica fundamental del proyecto que permitió su ejecución, fue su condición de contribuir a mejorar la calidad del aire de y reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero a través del mejoramiento del transporte público en lo que se refiere a calidad del servicio, ordenamiento, eficiencia, comodidad y sustentabilidad financiera autónoma.

A dos años de iniciar sus operaciones, el Banco Mundial entregó a la administración capitalina un primer bono de carbono por un millón 780 mil pesos, al lograr con un sistema de transporte "limpio" como el Metrobús de Insurgentes, una disminución de 29 mil 177 toneladas de bióxido de carbono a la atmósfera, que contribuye a mitigar el efecto invernadero y el calentamiento climático. Esto convierte al Metrobus en el primer sistema de transporte descentralizado en el mundo que recibe este respaldo financiero en el contexto del Mecanismo de Desarrollo Limpio de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), al mismo tiempo que ha logrado movilizar a 145 millones de pasajeros, casi 275 mil en promedio en día hábil (df.gob. 2007 y la Jornada, 18 de junio 2007).

Sin embargo para que nuestro país pueda seguir desarrollando proyectos MDL, es necesario contar con convenios internacionales de colaboración para la implementación de Proyectos MDL. Los convenios con los que cuenta nuestro país hasta el año del 2005 son:

- Dinamarca
- Italia
- Canadá
- Holanda
- Francia
- Banco Japonés para la Cooperación Internacional
- Austria
- España.

Siendo los proyectos MDL tan amplios y diversos, la Secretaría de Energía (SENER) ha expuesto algunas áreas potenciales de participación del Sector Energético para la reducción de emisiones de GEI, siendo estas las siguientes:

- Energías Renovables
- Generación de Electricidad (viento, biogás, biomasa, minihidros, etc)
- Aplicaciones en el sector rural (fotovoltaico y mini-hidro)
- Repotenciación de hidroeléctricas, etc.
- Conservación de 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

- Generación de electricidad con combustibles más limpios
- Cogeneración
- Secuestro Geológico de Carbono

Proyectos identificados hasta ahora por CFE

- Central Eólica La Venta II
- Repotenciación de dos Unidades Central Presidente Juárez
- Repotenciación de dos hidroeléctricas: Botello e Ixtaczoquitlán
- Proyecto Maremotríz Guerrero Negro
- Programa de Ahorro Sistemático Integral en Mexicali
- Aprovechamiento de la cuenca Río Moctezuma
- Sustitución de gas halón en sistemas contra incendio
- Redes neuronales para puestas a punto de calderas
- Reducción de robo de energía

Incluso el Instituto Nacional de Ecología (INE) ha estimado que México tiene un potencial de reducción y captura de emisiones cercanas a las 81 millones de toneladas de CO₂/año entre el 2008 y 2012. En el mercado del MDL, esto podría traducirse en ingresos de más de 480 millones de Euros anuales, sin embargo, según la firma Noruega DNV, tan solo CFE puede tener un mercado de reducción de emisiones del orden de 100 MM USD/año.

En conclusión el INE ha estimado que México tiene un potencial de mitigación de emisiones cercano a los 81 millones de toneladas de CO₂/año, que podría traducirse en ingresos de más de 480 millones de Euros anuales, estos ingresos podrían ayudar a promover el desarrollo de proyectos en los sectores energético, industrial, agrícola y forestal.

3.5 DISCUSIÓN

Sin duda alguna los proyectos referentes al biogás pueden ser complementados con los bonos del carbono, más específicamente por los Mecanismo de Desarrollo Limpio ya que si algún proyecto que se pretende desarrollar por ciertos motivos no es acreedor a estímulos económicos o no puede ser financiado por el estado, tiene la oportunidad de participar en los MDL.

Lamentablemente el mismo proyecto no puede participar en los MDL y al mismo tiempo ser acreedor a estímulos por parte del estado, ya que si bien las leyes nacionales permiten a los participantes del mismo proyecto participar en diferentes programas con el fin de apoyar dichos proyectos, las leyes internacionales propiamente hablando del PK y las Metodologías para la implementación de los MDL en América Latina no permiten el uso de fondos públicos con el fin de financiar estos proyectos. Siendo así, los proyectos que estén financiados por el estado no podrán participar en los MDL.

Sin embargo los MDL proponen opciones viables para desarrollar proyectos que tengan que ver con el biogás, ya que estos proyectos giran en torno a la captura de gases de EI, que como lo hemos estado mencionando anteriormente los componentes del biogás que en su

mayoría son metano y carbono son también algunos de los principales gases de EI. Es por tanto que los MDL pueden ser una buena opción tanto en zonas rurales como en zonas urbanas, aunque de diferente índole. Ya que podemos dirigir a las zonas rurales proyectos de pequeña escala referente a las energías renovables, ya que como se mencionó anteriormente éstos proyectos no deben exceder los 15 Mw, lo cual esta en el rango estimado de generación por biogás. Así como también puede ser un proyecto para reducir las emisiones antropogénicas de GEI, para ello podemos ejemplificar a la captura de metano en los rellenos sanitarios o el uso del metano generado por la descomposición de la materia orgánica de los residuos de animales, lo que nos lleva al uso de los biodigestores, o incluso en la sustitución de combustibles fósiles por el metano.

Asimismo en estas zonas se pueden aplicar proyectos MDL sobre sumideros, al implementar programas de reforestación, protección de los bosques o selvas con el propósito de tener una mayor captación del carbono por la vegetación, etc. Aunque en las zonas urbanas es posible aplicar este tipo de proyectos, presentan algunas dificultades pues es más factible aplicar proyectos sumideros en zonas rurales que en zonas urbanas, esto por la extensión de las áreas. Por otro lado en zonas urbanas pueden aplicarse proyectos referentes a la distribución del transporte para tener vialidades más fluidas y con ello evitar una mayor concentración del CO₂ en zonas específicas.

CAPÍTULO 4

EXPERIENCIAS SOBRE LA UTILIZACIÓN DEL BIOGÁS

Al hablar del biogás es importante mencionar los usos que en la práctica se le han dado, ya que otros países muestran claros ejemplos del aprovechamiento de este recurso al poder consolidar proyectos, investigaciones e incluso hasta empresas establecidas transnacionales cuyo fin es el aprovechamiento del biogás. Por ello que en este capítulo se muestran algunos ejemplos de las actividades internacionales y nacionales que se han logrado realizar en pro del aprovechamiento de este recurso.

4.1 EXPERIENCIAS INTERNACIONALES SOBRE EL APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS

I) APROVECHAMIENTO DE BIOGÁS EN RELLENOS SANITARIOS EN FRANCIA

Un claro ejemplo del aprovechamiento del biogás se encuentra en *Bouqueval / Plessis-Gassot*, Francia, un Centro de Almacenamiento de Residuos sólidos urbanos controlados por la empresa *Veolia Environnement*.

Este centro de confinamiento esta dividido en celdas de 10 hectáreas de extensión y unos quince metros de profundidad. Dentro de cada una de estas celdas los residuos son preparados, posteriormente extendidos y compactados formando capas sucesivas. Al mismo tiempo que se realiza el relleno de las celdas, se instalan una serie de sondas de evacuación para capturar el biogás entre las capas de residuos. Una celda tarda en llenarse unos 18 meses. Cuando la celda está llena se instala un colector que une todas las sondas de evacuación del biogás y que lleva a pozos de captación. Cada una de las celdas produce biogás durante un promedio de 25 años.

En *Bouqueval/Plessis-Gassot* se dispone una media de 800,000 toneladas de residuos al año, es decir los residuos generados por 2 millones de personas. Esta cantidad es más que suficiente para que se genere una producción total de biogás de 13,000 m³/hora, de los que se valorizan 10,000 m³ para producir 10 MW/hora de electricidad, es decir el consumo medio de una ciudad de 30,000 habitantes (2006 *Veolia Environnement*).

II) EMPRESA DEDICADA AL APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS

Otro claro ejemplo en el empleo del biogás es el que ofrece la empresa “Electrigaz” en donde desarrollan sistemas sostenibles de recuperación de biogás para extraer energía de los residuos orgánicos. Electrigaz se dedica a la investigación y el desarrollo de soluciones que permiten la recuperación del biogás para su transformación en energía limpia y una mejor gestión de los residuos orgánicos aprovechando los residuos orgánicos, agrícolas, municipales e industriales. Al mismo tiempo que ofrece servicios sobre estudios de financiamiento tanto a empresas privadas como gubernamentales, estudios de factibilidad, negociación de contratos de electricidad, instalación de sistemas y supervisión entre otros.

Electrigaz basa la extracción de la energía almacenada en la biomasa mediante el proceso biológico de la biodigestión, de esta forma se especializa en la recolección de biogás el cual simplemente describen como metano (CH_4). También han innovado tecnología en el empleo del hidrógeno (H_2), pues indican que sus estudios realizados sobre la digestión y fermentación bacteriológica de las materias orgánicas han demostrado que la producción de hidrógeno a partir de la biomasa (bioH_2) es económicamente viable.

Entre sus proyectos a futuro se encuentra la formulación de pilas de conversión de biogás en electricidad.

Cabe destacar que esta empresa ofrece sus servicios en Norte América, Latinoamérica y Europa. Electrigaz esta convencida de que la operación de una planta de este tipo requiere poco personal (Electrigaz 2006).

III) PLANTA INDUSTRIAL DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE RESIDUOS CÍTRICOS EN ESPAÑA

El Centro Tecnológico Ainia de Paterna localizado en Valencia, España en conjunto con la granja San Ramón pondrá en marcha a partir de abril de 2008 la primera planta industrial de producción de biogás a partir de residuos cítricos, siendo así pionera a nivel mundial.

Este centro comprobó que el residuo cítrico de la naranja tan abundante en la Comunidad Valenciana, tiene un alto rendimiento en la producción de biogás. A su vez la Granja San Ramón, cayó en la cuenta de que puede dar una salida comercial a los residuos que generaban en la alimentación de los animales.

La planta piloto ha permitido al Centro Tecnológico simular el proceso a nivel industrial, tomando en cuenta que los residuos cítricos producen 133 metros cúbicos de biogás por tonelada de materia fresca, un porcentaje muy alto con respecto al estiércol vacuno, que no llega a 18 m³ por tonelada, o las grasas, que sólo alcanzan los 45 m³, explica el responsable del Departamento de Calidad y Medio Ambiente de Ainia.

Se estima que la planta tratará alrededor de 30,000 toneladas de residuos por año para su conversión en biogás, lo que supondrá generar 0.5 megavatios de energía. La instalación se comenzó a construir en el mes de junio y prevén que puedan ponerse en marcha en abril de 2008 (Europa Press 2007).

IV) DIVERSAS APLICACIONES DEL BIOGÁS EN ARGENTINA

En la Republica Argentina la investigación sobre el tema del biogás está a cargo del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), que ha desarrollado un proyecto denominado “digestor anaeróbico productor de biogás calefaccionado por energía solar.”

Una de las figuras en este campo es el ingeniero Eduardo Groppelli, quien junto con otros autores escribió el libro titulado "EL CAMINO DE LA BIODIGESTIÓN." Asimismo en el año de 1993 instaló un biodigestor en la escuela rural de Los Cerrillos, que alimenta las hornillas de la cocina del comedor escolar. Posteriormente instaló otro biodigestor en 1995

en Alto Verde donde el biodigestor instalado permite cocinar la comida para 400 alumnos por día, ahorrando importantes recursos económicos. En octubre de ese mismo año, otro biodigestor, instalado en Monte Vera, empezó a utilizar por primera vez residuos urbanos recolectados en forma selectiva por los vecinos que separan la parte orgánica de la basura.

El biogás usado para el criadero avícola, permitió ahorrar dinero antes destinado a comprar gas en garrafas. Desde entonces más de veinte instalaciones demostrativas han sido colocadas en guarderías infantiles, hogares, centros comunitarios y comedores escolares en las provincias de Santa Fe, Buenos Aires, Córdoba y San Juan.

En la localidad santafesina de Emilia, los investigadores de la Universidad Nacional del Litoral desarrollaron un biodigestor que entró en operación en octubre de 2002, en él cada día entran los 300 kilos de residuos orgánicos que produce la población. Los habitantes de Emilia se han acostumbrado a colocar los restos orgánicos en bolsas separadas de las que contienen vidrios, plásticos o metales. El metano producido en el biodigestor se acumula en un gasómetro y se utiliza como combustible en la escuela agrotécnica del pueblo. El abono natural sirve para fertilizar una plantación de frutales. En una planta de mayor tamaño, el residuo podría fácilmente desecarse y trasladarse o comercializarse en bolsas (Escuela Agrotécnica Meano de oro 2005).

V) ESTUDIO ECONÓMICO PARA LA GENERACIÓN DE BIOGÁS EN UNA GRANJA PORCINA EN CUBA.

En granjas porcinas de Cuba se realizó un estudio de prefactibilidad económica en cuanto a la posibilidad de generar electricidad con el biogás. Para el estudio se tomó en cuenta el consumo diario de energía eléctrica en una granja porcina típica que cuenta con ochenta cerdas reproductoras, el consumo de energía eléctrica para el equipamiento de la unidad y el tiempo de trabajo de los mismos incluyendo las luminarias. El análisis económico se realizó con base en los valores del Kwh, y la potencialidad de producción de biogás, como las adaptaciones al equipo para su operación con biogás.

Cabe señalar que el biogás obtenido se empleó en la operación de calentadores eléctricos para los cerdos, dichos calentadores son de capacidades diferentes que van de 80 cerdos hasta 500 cerdos.

Los resultados del análisis mostraron que se necesita 13 Kw para satisfacer el consumo de la unidad, sin embargo la potencialidad de producción de biogás para este caso es 95.4 m³día que de acuerdo con el artículo, esta cantidad alcanza para generar la energía necesaria en 8 horas de trabajo.

No obstante el mantenimiento del equipo necesario para el empleo del biogás, representa costos adicionales, por lo que en conclusión dependiendo el valor del consumo eléctrico es lo que hace o no óptima la inversión en este tipo de proyectos, ya que si el costo en el consumo eléctrico es relativamente bajo, el proyecto no propiciaría beneficios ya que el mantenimiento del equipo absorbería las ganancias obtenidos por el ahorro de energía, mientras que si el valor en el consumo eléctrico es elevado puede ser factible generar

electricidad usando como combustible el biogás para el equipo de calefacción de crías porcinas (Sosa y Chao 2003).

VI) GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD POR BIOGÁS MEDIANTE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA EN COLOMBIA

En la granja Pozo Verde municipio de Jamundí Valle del Cauca, Colombia, fue realizada una investigación con el propósito de generar electricidad a través del biogás y con el uso de dos motores diesel con sus respectivos generadores, adaptados para funcionar alimentados con biogás-acpm (combustible diesel). Uno de los motores generaba 100 kw de potencia, acoplado a un generador eléctrico de 92 kw, mientras el segundo operó con 74 kw de potencia, acoplado a un generador eléctrico de 63 kw.

En esta investigación se tomó en cuenta el valor energético del biogás quien esta determinado por la concentración de metano en alrededor de 20 – 25 MJ/m³, comparado con 33 – 38MJ/m³ para el gas natural (Werner et al 1989, en Zapata 2002).

Se logró un nivel de sustitución en el consumo de acpm del 67% y del 47% para los motores de 100 kw y 92 kw respectivamente.

En conclusión el biogás puede ser utilizado como combustible para motores diesel y a gasolina, a partir de los cuales se puede producir energía eléctrica por medio de un generador. En el caso de los motores diesel, el biogás puede reemplazar hasta el 80% del acpm (la baja capacidad de ignición del biogás no permite reemplazar la totalidad del acpm en este tipo de motores). Aunque en los motores a gasolina el biogás puede reemplazar la totalidad de la misma, en general en los proyectos a nivel agropecuario se le ha dado preferencia a los motores diesel considerando que se trata de un motor más resistente y que se encuentra con mayor frecuencia en el medio rural (Zapata 2002).

4.2 EXPERIENCIAS NACIONALES SOBRE EL APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS

I) UTILIZACIÓN DE BIODIGESTORES COMO MEDIDA PARA MITIGAR LA CONTAMINACIÓN FECAL EN MICHOACÁN, MÉXICO

En el valle de Morelia-Queréndaro, Michoacán la presencia de 7 000 explotaciones lecheras de pequeña escala produjo un grave problema de contaminación en agua y suelo como resultado de la falta en el control para la disposición de las excretas del ganado. En estas explotaciones se estimó que existen 7 mil productores con un inventario de 90 mil cabezas de ganado y un promedio de 12.8 vacas por establo, por lo que algunas estimaciones indican que se generan 490 kg de estiércol por día, teniéndose producciones en el valle de 3,430 toneladas diarias (Tzintzún et al 1994, citado en Ezquivel 2002).

Para solventar este problema fueron adaptados entre los años 1999-2000 tres biodigestores económicos al mismo tiempo que se pretendió evaluar los afluentes del biodigestor para

probar su capacidad al disminuir indicadores de contaminación, regulados por la Norma Oficial Mexicana NOM-001ECOL-1996. Entre las características que destacan de los biodigestores, esta que son hechos con plásticos de bajo costo, su instalación es horizontal semicontinuo, presentan una bolsa de fermentación con longitud de 9.4 m por 1.27 de diámetro, con capacidad total de 11.8 m³ de los cuales para líquidos se estimaron 9.1 m³ (77%) y para gases 2.65 m³ (23%), con salida para efluentes líquidos y para biogás. La bolsa de fermentación se ubicó dentro de una fosa de 9.4 m de largo por 1.6m de ancho, profundidad promedio de un metro con pendiente, para realizar el reservorio del biogás se utilizó material plástico con capacidad de 3 m³.

Los resultados mostraron que se requieren de casi dos meses para la operación satisfactoria de los biodigestores, sin embargo se puede reducir el tiempo a dos semanas cuando a la carga inicial se le agrega contenido de otro biodigestor. En general se logró generar 1.5 m³/día. Por cada kilogramo de estiércol que se cargue es necesario agregar 2.7 de agua, así también se logró una disminución de bacterias mesófilas aerobias. En general uno de los biodigestores que mejor funcionó fue capaz de reducir en 99.4% la carga de coliformes fecales.

Los problemas que se encontraron al manejar los biodigestores por productores se atribuyeron a la falta de asesoría técnica, ausencia de financiamiento y fragilidad del plástico. Según cita Ezquivel, que para introducir ésta tecnología se requiere, satisfacer normatividad ambiental y programas formales de transferencia de tecnología ya que en promedio cada biodigestor a ese año costo \$90 mil pesos mexicanos lo que lo convierte en un procedimiento algo costoso si se toma en cuenta que cada productor tiene entre diez y doce cabezas de ganado.

II) INVESTIGACIONES REFERENTE AL USO DEL BIOGÁS EN RELLENOS SANITARIOS POR EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS DE LA UNAM

En el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) de la UNAM las actividades en torno a la generación de electricidad con biogás de rellenos sanitarios iniciaron en 1991 con un proyecto para evaluar la factibilidad técnico-económica de generación de electricidad con el biogás producido en los rellenos sanitarios del Distrito Federal. Para ello se tomó en cuenta que la producción diaria nacional de basura en el año 2000 se estimó en 84,200 toneladas, de las cuales, sólo el 53% (44,600 toneladas) se depositaron en 51 rellenos sanitarios ubicados en ciudades medias, zonas metropolitanas y muy poco en localidades pequeñas. Esto representa un confinamiento anual en rellenos sanitarios de 16'279,000 toneladas.

Para 1991 existían en el D.F. seis sitios clausurados y tres en operación. Como parte del proyecto, se instaló una planta piloto de 20 Kw de capacidad de generación eléctrica, en colaboración con Comisión Federal de Electricidad, Compañía de Luz y Fuerza del Centro y el Departamento del Distrito Federal. En cinco de los sitios estudiados se identificó un potencial de 26 MW.

En 1995 se hicieron los estudios para estimar el potencial energético del relleno sanitario de Prados de la Montaña ubicado en Santa Fe en el Distrito Federal y posteriormente se hizo lo mismo con el relleno sanitario de Chiltepeque, en Puebla. La información recabada señaló que en general podría tratarse de plantas de generación relativamente pequeñas de 20 MW o menos cada una, muy adecuadas para el autoabastecimiento eléctrico municipal o la pequeña generación.

Con el biogás que ya produce la basura confinada en los últimos cinco años, sería posible soportar una capacidad de generación eléctrica cercana a los 80 MW, e incorporar 16 MW adicionales con la nueva basura que, año con año, se estará acumulando en los rellenos existentes. De esta forma, a lo largo de diez años la capacidad total de generación eléctrica podría ascender a 240 MW. Conforme la población y la economía del país vayan creciendo, esta capacidad podrá también ir en aumento (Arvizu 2003).

III) EL PROYECTO MONTERREY

Nació como un proyecto demostrativo promovido por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) para la captura y destrucción de las emisiones de metano del relleno sanitario de Salinas Victoria, Nuevo León, donde se deposita la basura de los municipios conurbados con la ciudad de Monterrey. Es el primer proyecto de generación de electricidad con biogás de un relleno sanitario en México y Latinoamérica, tiene una capacidad nominal de 8 MW y fue inaugurado el 22 de septiembre de 2003.

El proyecto se hizo acreedor a un financiamiento de cinco millones de dólares por parte del fondo mundial para el medio ambiente (GEF, por sus siglas en Inglés) gestionado a través del Banco Mundial. Se trata de un proyecto de autoabastecimiento eléctrico, donde el organismo operador del relleno sanitario (SIMEPRODE) y la empresa Bioeléctrica de Monterrey (conformada por un consorcio mexicano-inglés-costarricense) constituyen la sociedad de autogeneración junto con las empresas consumidoras de la energía, entre ellas la empresa de agua y drenaje de la ciudad de Monterrey.

Lamentablemente, excepto por este proyecto, el biogás producido en el país no se aprovecha, por lo que más de 40 millones de toneladas equivalentes de CO₂ terminan incorporándose anualmente a la atmósfera con las implicaciones ambientales que esto conlleva (Arvizu 2003).

CAPÍTULO 5

CUESTIONARIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LAS NORMAS

5.1 PERCEPCIÓN DE LAS NORMAS JURÍDICAS, LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO Y LOS MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO POR LOS ALUMNOS DE LA CARRERA DE BIOLOGÍA DE LA FES IZTACALA.

Como biólogos muchas de las actividades realizadas están reguladas por normas, como el tratar con animales o plantas hasta la elaboración de proyectos. Sin embargo, muchas veces se desconoce la normatividad básica para trabajar con apego a las leyes, por lo que es necesario tener conocimientos sobre estas.

El cuestionario consistió en once preguntas aplicadas a cien alumnos de primer a octavo semestres de la carrera de biología de la FES Iztacala.

La primera pregunta formulada fue, ¿Si consideran que es importante el uso de las normas jurídicas dentro de la biología, y por qué?

En la contestación el 92 % afirmaron que sí, habiendo una tendencia en las respuestas, al considerar que las leyes son importantes para mantener un equilibrio en los recursos naturales. Quienes contestaron que no, consideran que las normas impiden el desarrollo científico (figura 11).

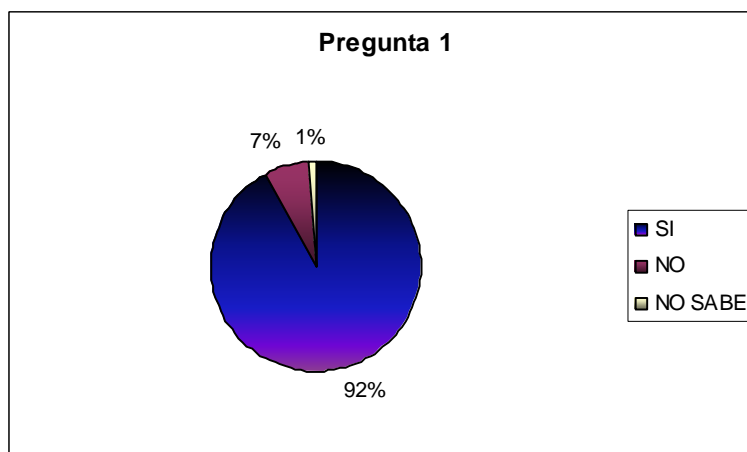


Figura 11. Respuestas expresadas en porcentaje a la pregunta 1

En la segunda pregunta se les cuestionó, ¿si conocen algunas leyes que se relacionen con la biología?

La mayoría de los encuestados respondieron que sí conocían algunas leyes, al mismo tiempo que exponían cuales conocen; un 27 % afirmó desconocer alguna ley relacionada

con la biología, mientras un 12 % no tienen nociones claras de las leyes ya que este porcentaje expuso leyes erróneas o programas o normas en vez de leyes (figura 12).

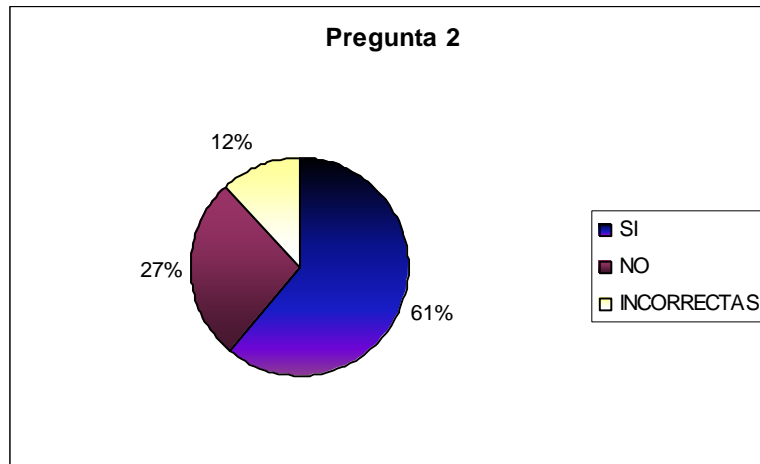


Figura 12. Respuestas expresadas en porcentaje a la pregunta 2.

En la tercera pregunta se les planteó, ¿si consideran que se tenga que dar una mayor difusión a la parte normativa dentro de la carrera?

Los encuestados respondieron con un 92 % que sí se debe dar una mayor difusión normativa dentro de la carrera, un 5 % considera que no es importante y un 3% no sabe (figura 13).

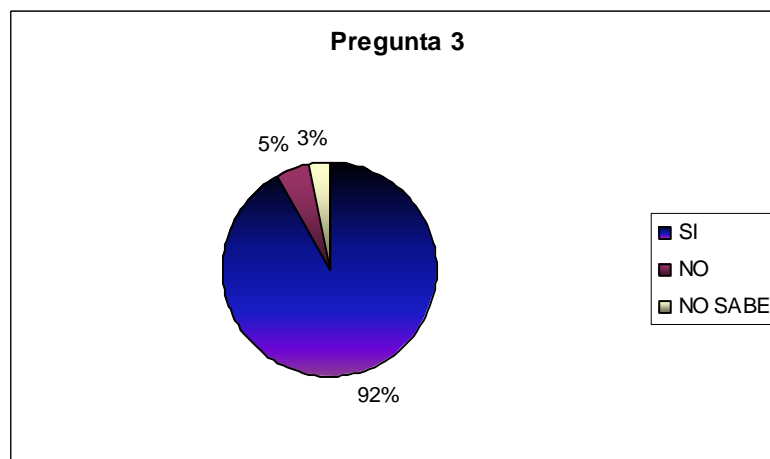


Figura 13. Respuestas expresadas en porcentaje a la pregunta 3.

La cuarta pregunta estuvo orientada a un tema en particular, esta pregunta fue la base para remontarnos al otro perfil que pretendimos conocer con este cuestionario. La pregunta planteada fue ¿si saben lo que es el calentamiento global?

De esta pregunta el 83% afirmó conocer en qué consiste el calentamiento global, mientras el 17 % indicó no saber en qué consiste dicho proceso (figura 14).

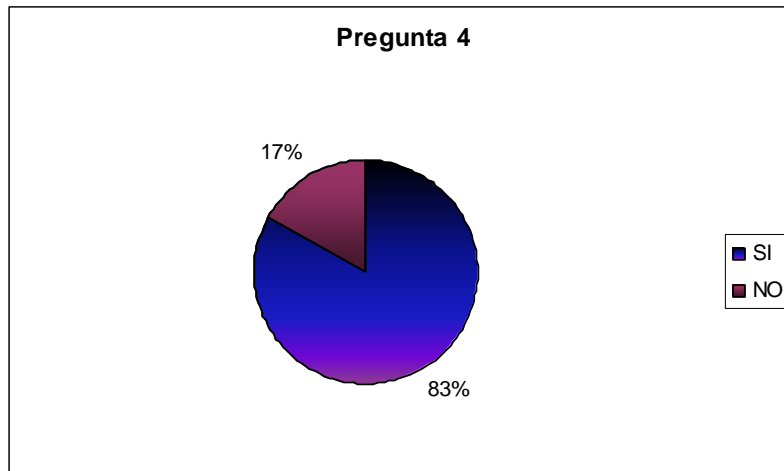


Figura 14. Respuestas expresadas en porcentaje a la pregunta 4.

La quinta pregunta fue complementaria a la cuarta pregunta, con ella se pretendió corroborar a lo que se respondió en la pregunta anterior. La pregunta tal y como se formuló fue: ¿Sabes cuáles son los Gases de Efecto Invernadero (GEI)? Mencionalos.

En este caso quines respondieron correctamente afirmando conocer los GEI fue un total de 77%, sin embargo el 31% solo conoce de uno a dos gases de EI, el otro 46% conoce más de dos de estos gases, el 23% afirmó desconocer cuales son los gases causantes del efecto invernadero (figura 15).

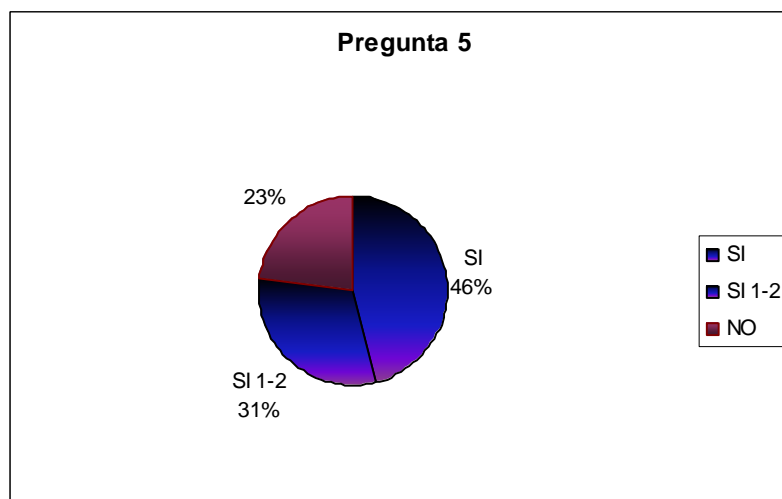


Figura 15. Respuestas expresadas en porcentaje a la pregunta 5.

La sexta pregunta fue planteada para abundar más en cuanto al tema del calentamiento global, por ello, la pregunta planteada fue la siguiente: ¿Conoces algunas fuentes de los GEI? Mencionalas.

En esta pregunta el 63% afirmó conocer las fuentes que originan los GEI, mientras el 37% las desconoce (figura 16).

Podemos ver que la tendencia a las respuestas afirmativas van decreciendo conforme se especifica un poco más el tema.

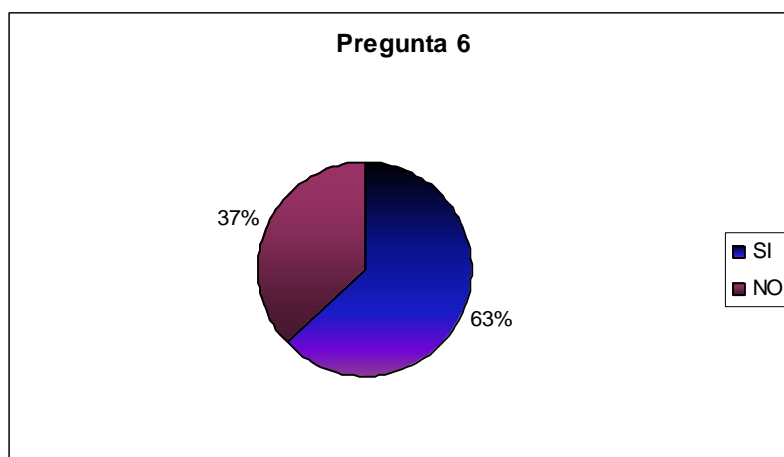


Figura 16. Respuestas expresadas en porcentaje a la pregunta 6.

Con la séptima pregunta se pretendió conocer la importancia de la multidisciplina en cuestiones ambientales. Para ello se les planteó lo siguiente: ¿Consideras que este problema (calentamiento global) pueda combatirse desde una perspectiva normativa?

En las respuestas el 73% consideró que las normas pueden generar acciones para prevenir el calentamiento global, mientras el 17% considera que las acciones deben ser solo biológicas y un 10% no sabe (figura 17).

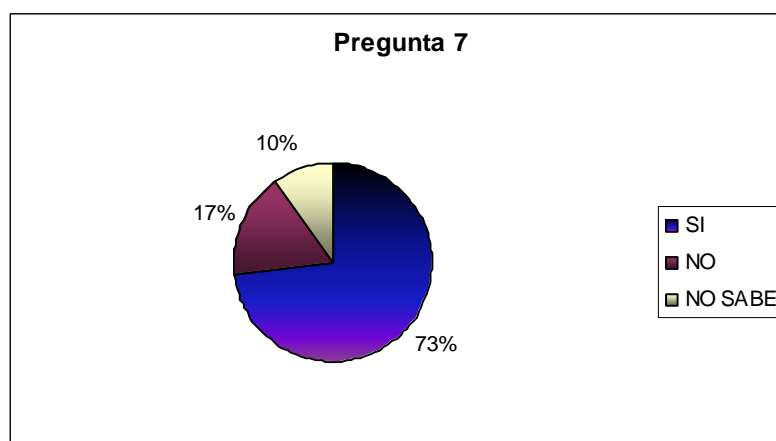


Figura 17. Respuestas expresadas en porcentaje a la pregunta 7.

En la octava pregunta se les cuestionó, si conocen el protocolo de Kyoto y sus objetivos. De este reactivo solo el 42% dijo conocer el protocolo de Kyoto y los objetivos que

pretende alcanzar, el 6% tiene nociones de lo que es el protocolo y el 52% dijo desconocer dicho protocolo (figura 18).

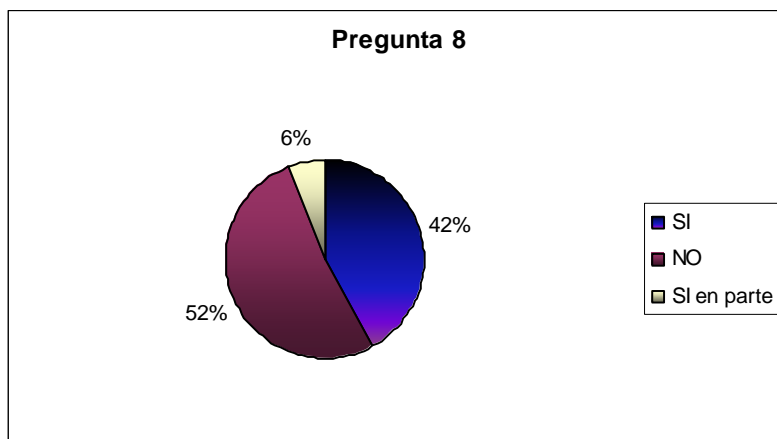


Figura 18. Respuestas expresadas en porcentaje a la pregunta 8.

La novena pregunta es complementaria a la pregunta 8, pero aun más específica siendo la pregunta la siguiente: ¿Conoces los bonos del carbono y los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)?

Como se puede apreciar en la figura 19 solo el 19% conoce los bonos del carbono y los mecanismos de desarrollo limpio, mientras el 81% desconoce estas estrategias contra el calentamiento global.

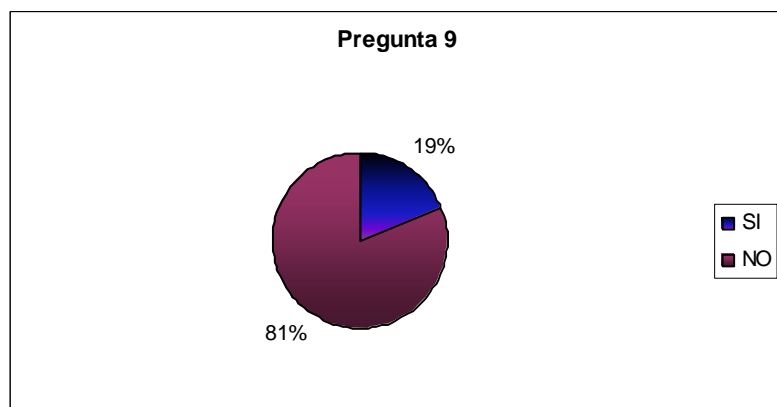


Figura 19. Respuestas expresadas en porcentaje a la pregunta 9.

En la décima pregunta se pretendió conocer cuáles podrían ser las razones por las que los alumnos de la carrera de biología desconozcan estas estrategias. La pregunta se formuló de la siguiente manera: ¿Si desconoces los MDL, a qué atribuyes esta falta de información?

a) Falta de difusión de este tipo de proyectos b) Falta de interés d) otro ¿Cuál?

Las respuestas obtenidas mostraron que el 67% de los encuestados están de acuerdo en que falta difusión sobre este tipo de proyectos, el 22% quedaron anulados al no responder

ninguna opción, mientras que el 9% considera que es por falta de interés y el 2% marca como otros la falta de responsabilidad y la falta de planeación en las acciones (figura 20).

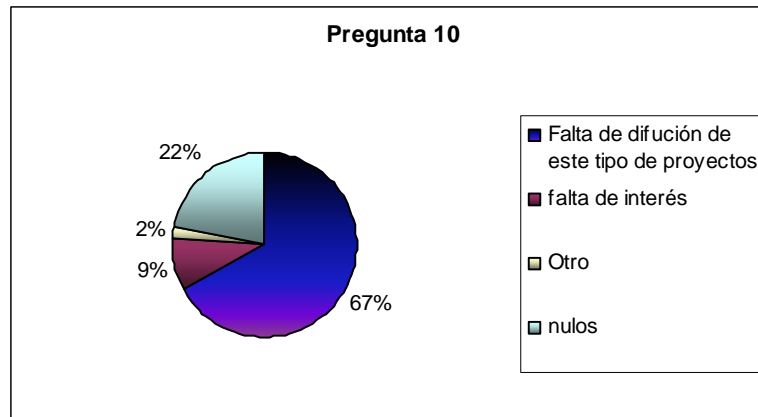


Figura 20. Respuestas expresadas en porcentaje a la pregunta 10.

La pregunta final fue sobre el tipo de acciones que optaría cada encuestado para resolver el problema del calentamiento global. Y aunque la pregunta es abierta, las tendencias a responder se manifestaron de la siguiente manera:

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| -Estrategias de la biología 7 % | - Estrategias multidisciplinarias 19% |
| -Estrategias políticas 13% | - Educación 14% |
| -Difusión en general 20 % | - Menor consumo de energéticos 7% |
| -Adaptaciones tecnológicas 8% | - Conciencia en general 4% |
| -Reforestación 2% | -Adopción de energías renovables 3% |
| -No sabe 3% | |

5.2 DISCUSIÓN

Las respuestas a los cuestionarios por parte de los alumnos de las FESI mostraron un alto interés en el conocimiento y difusión de las leyes dentro de la carrera de biología, aunque no todos poseen una buena noción de las leyes y normas.

En cuanto al calentamiento global la mayoría tiene una noción de manera general, sin embargo al ir especificando en el tema dio a relucir la falta de conocimientos más específicos, ya que se redujo el porcentaje de quienes afirmaban conocer este efecto a medida que se les preguntó sobre las fuentes generadoras de GEI y al preguntarles cuales eran los principales GEI.

Otro aspecto importante es lo concerniente al protocolo de Kyoto y sus subsecuentes Mecanismos de Desarrollo Limpio, ya que como se vio expresado en los resultados de la encuesta menos de la mitad carecen de una noción de lo que es el Protocolo de Kyoto y cuales son los objetivos que se pretenden alcanzar y una mínima parte tienen una noción de lo que son los MDL, sin embargo se mostró en la encuesta que esta falta de conocimientos se debe principalmente a la falta de divulgación que se tiene por estos temas, ya que en

específico para la biología representa la oportunidad de realizar proyectos de esta índole con el fin de reducir los contaminantes atmosféricos, gases de efecto invernadero y al mismo tiempo representa opciones laborales.

Cabe destacar que al preguntar a los alumnos si las normas pueden ayudar a resolver un problema ambiental como lo es el calentamiento global, la mayoría considera que las normas pueden generar acciones para solventar este problema, sin embargo como lo vimos referido en el Protocolo de Kyoto y en los MDL muy pocos tienen nociones sobre las medidas que se pueden tomar, esto muestra interés por los alumnos para aprender este tipo de cuestiones, sin embargo la falta de divulgación es el principal problema.

CONCLUSIONES

1.-La propiedad del biogás es constitucionalmente de la Nación apoyado esta noción por otras leyes, sin embargo en nuestro país existen concesiones a particulares sobre la venta y distribución de metano, por lo que estas prácticas son anticonstitucionales aún cuando operan bajo leyes y reglamentos vigentes.

2.-El biogás como un contaminante atmosférico es contemplado por las leyes solo a través de sus componentes, sin embargo la normatividad nacional da pie a la elaboración de proyectos para captura del biogás por tratarse de un contaminante atmosférico.

3.-La normatividad nacional apoya el sector rural, de esta manera se puede realizar proyectos cuyo fin sea la generación de electricidad por medio del biogás para el autoabastecimiento o la distribución de energía eléctrica a pequeñas comunidades, sin embargo esta producción está limitada jurídicamente. La generación de electricidad es posible realizarla en zonas urbanas aunque por los residuos orgánicos necesarios para obtener biogás esto sería en rellenos sanitarios.

4.-Al tratar al biogás como un residuo peligroso la normatividad da pie al desarrollo de proyectos para captura del biogás, ya que las leyes permiten la aplicación de proyectos cuyo propósito es reducir este tipo de residuos.

5.-La normatividad nacional aplica al biogás a través de los componentes que lo integran mas no de manera conjunta hablando del biogás propiamente dicho. Por lo que podemos inferir en las leyes para poder aplicar su regulación.

6.-El biogás puede participar en los proyectos MDL, ya que estos tienen por fin la captura o reducción de GEI siendo el biogás uno de ellos. De esta manera pueden realizarse, proyectos ordinarios, de pequeña escala, o sumideros. Lamentablemente los proyectos que apoya el gobierno no pueden participar en los MDL ya que los fondos para estos proyectos no deben de ser públicos.

7.-Las experiencias de otros países muestran que es posible la aplicación de proyectos referentes al biogás, aunque lamentablemente en nuestro país la aplicación de estos proyectos no presenta mucha experiencia por lo que su aplicación es relativamente reciente.

8.-Como se mostró en los resultados de la encuesta, no muchos estudiantes de la carrera de biología conocen el protocolo de Kyoto y los MDL estas opciones que si bien son estrategias jurídicas internacionales son también la pauta para la elaboración y aplicación de proyectos biológicos así como oportunidades laborales para biólogos.

RECOMENDACIONES

- 1.-Proponer reformas al artículo 27 constitucional con el propósito de reglamentar el biogás que no proviene de yacimientos petroleros, como opción optima dentro de un marco jurídico para la adquisición de biogás proveniente de diferentes fuentes.
- 2.-Una mayor participación en la política del país como profesionistas y como ciudadanos para la adopción de nuevas y mejores normas que tomen en cuenta otros recursos naturales óptimos para el desarrollo de comunidades o estados.
- 3.-Promover proyectos para la generación y captura del biogás cuyo fin sea la generación de electricidad con el objeto de apoyar a las pequeñas comunidades en el abastecimiento de energía eléctrica, o para el auto abastecimiento de electricidad en granjas a través de la integración de sociedades.
- 4.-Una mayor difusión de los posibles usos del biogás a través de la educación ambiental, tanto a comunidades rurales como a biólogos u otros profesionistas para la elaboración y practica de proyectos de captura y uso del biogás.
- 5.-Sugerir programas de captura del biogás para rellenos sanitarios donde su generación constante es muchas veces liberada directamente a la atmósfera.
- 6.-Realizar estudios bacteriológicos para la identificación de las cepas y los sustratos que mejor sirvan para una mayor generación de biogás.



NOMBRE _____
CARRERA Y SEMESTRE ACTUAL QUE CURSA _____
FECHA _____

1.- ¿Consideras qué es importante el uso de las normas jurídicas dentro de la biología, porqué?

2.- ¿Conoces algunas leyes que se relacionen con la biología?

3.- ¿Consideras que se tenga que dar una mayor difusión a la parte normativa dentro de la carrera?

4.- ¿Sabes lo qué es el calentamiento global? _____

5.- ¿Sabes cuales son los Gases de Efecto Invernadero (GEI), menciónalos?

6.- ¿Conoces algunas fuentes de los GEI, menciónalas? _____

7.- ¿Consideras que este problema pueda combatirse desde una perspectiva normativa?

8.- ¿Conoces el protocolo de Kyoto y sus objetivos?

9.- ¿Conoces los bonos del carbono y los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)?

10.- ¿Si desconoces los MDL, a que reatribuyes esta falta de información?

a) Falta de difusión de este tipo de proyectos b) Falta de interés

d) otro _____

11.- ¿Cuál crees que sea la mejor estrategia y que áreas deben intervenir para tratar el problema del calentamiento global?

Comentarios: _____

Elaboro con fines de tesis, quien suscribe Quintero Ruiz Joab Raziel. Pasante de Biología. FES IZTACALA

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- * De Ville Claude. 1996. Biología. Cuarta edición. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. México. Capítulo 55
- * Eduardo García Máynez. 1996. Introducción al estudio del derecho. Cuadragésimo octava edición. Editorial Porrúa. Pp 3-35
- * Garza Almanza Victoriano. 1996. Desarrollo sustentable en la frontera México-Estados Unidos. Publicado por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Sección 6 Historia y Ambiente.
- * José Juan Gonzáles Márquez, Ivett Montelongo Buenavista. 1999. Introducción al derecho ambiental mexicano. Segunda edición. Editorial UAM Azcapotzalco; biblioteca de ciencias sociales y humanidades, serie Derecho.
- * Oparin, A. I. 1998. El origen de la vida. Clasicos philosophia. Grupo editorial Tomo s.a. de c.v. Pp 98
- * Peter Atkins, Jones, Mans. 1998. Química. Moléculas, Materia, Cambio. Ediciones Omega, Barcelona tercera edición. Pp 136-139, 178-179.
- * Peter y Vollhardt. 1994. Química orgánica. Ediciones Omega, Barcelona. Pp 46-62.
- * Uriarte Cantilla Antón. Historia del Clima de la tierra. 2003. 306 páginas, 1ª edición, Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vasco. Pp 306.

ARTÍCULOS

- * Arthur B. Robinson et al. Environmental Effects of Increased Atmospheric Carbon Dioxide. Oregon Institute of Science and Medicine. January 1998
- * Arvizu JL, Huacuz JM. Biogás de rellenos sanitarios para producción de electricidad. Boletín IIE, Octubre-Diciembre del 2003. Aplicaciones tecnológicas, pp 118-123
- * Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC) 2007. Publicado por la Cámara Internacional de Comercio, México (ICCMEX).
- * Esquivel et al. Aspectos importantes al introducir biodigestores en explotaciones lecheras a pequeña escala. Livestock Research for Rural Development 14 (3) 2002.

- *Ferretti D. et al., 2005, Unexpected changes to the global methane budget over the past 2000 years, *Science*, 309, 1714-1717
- *Goldemberg J., 2007, Ethanol for a Sustainable Energy Future, *Science* 315, 5813, 808-810
- *González Bernáldez. “Problemas ecológicos de la conservación del medio ambiente”. *Revista de la Universidad Complutense*. Septiembre-Octubre, 1976. Conservación del Medio Ambiente. Madrid: Publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid.
- * Inclán Ubaldo. 29 de junio 2005. Mercado de Bonos de Carbono y sus beneficios potenciales para proyectos en México. Secretaria de Energía (SENER).
- *Instituto Nacional de Ecología. Dirección general de ordenamiento ecológico e impacto ambiental. El ordenamiento ecológico del territorio (Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000). Primera edición Noviembre de 2000.
- * Instituto Nacional de Ecología. Secretaria. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) 1994-1998. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000
- *Lelieveld J, 2006, A nasty surprise in the greenhouse, *Nature*, 443, 405-406
- *Quay P., 2002, Ups and Downs of CO₂ uptake, *Science*, 298, 2344
- *Ruddiman W.F. 2003, The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago, *Climatic Change*, 61, 261-293
- * Sosa R. y Chao R. Estudio de prefactibilidad técnico- económico del uso del biogás para generar electricidad en granjas porcinas. Instituto de Investigaciones Porcinas. Ciudad de la Habana, Cuba. Memorias del séptimo Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. México 2003.
- *Torres y Gómez. Energías renovables para el desarrollo sustentable de México. Secretaría de energía. 2006. Publicado por la Secretaria de energía (SENER).
- *Willis K. et al., 2004, How “virgin” is virgin rainforest? *Science*, 304, 402-403
- *Zapata Alvaro. Utilización de biogás para generación de electricidad. *Livestock Research for Rural Development*. 14 (3), junio 2002
- *Zeng N. et al., 2005; Impact of 1998-2002 midlatitude drought and warming on terrestrial ecosystem and the global carbon cycle, *Geophysical Research Letters*, 32, L22709

PAGÍNAS DE INTERNET

*Colegio Nacional de Jurisprudencia Urbanística A.C 2007
[http://www.cnjur.org.mx/articulos/origen del ordenamiento Ecológico.](http://www.cnjur.org.mx/articulos/origen%20del%20ordenamiento%20Ecol%C3%B3gico)

*Conferencia de Montreal Sobre Cambio Climático. 28 de noviembre del 2005.
[http://www.un.org/spanish/news/fullstorynews/ambiente y criterio](http://www.un.org/spanish/news/fullstorynews/ambiente%20y%20criterio)

*Electrigaz 2006
[http://www.electrigaz.com.](http://www.electrigaz.com)

*Escuela de Agrotecnia Meano de Oro Sn Juan, Argentina 2005
http://www.oni.escuelas.edu.ar/2004/SAN_JUAN/712/biogas_historia_usos_y_aplicaciones.htm

*Europa Press. Valencia abrirá la primera planta industrial en el mundo que producirá biogás a partir de residuos cítricos. Madrid, España 29 de Julio. 2007
<http://www.europapress.es>

*Instituto Nacional de Ecología, con los siguientes links
<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/5/marcoregu.html>.
<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/260/historia.html>
<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/5/marcoregu.html>).

*ONU, centro de noticias.
<http://www.un.org/spanish/News/fullstorynews.asp?newsID=5824&criteria1=Ambiente&criteria2>

*Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
<http://www.profepa.gob.mx/PROFEPA/Conozcanos/NuestraHistoria/>

*Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
[http://www.pnuma.org/nuestras unidades](http://www.pnuma.org/nuestras%20unidades)

*Química orgánica 1.Cursos de teoría en línea de química orgánica 1. Dr Carlos Rius Alfonso.
<http://organica1.pquim.unam.mx/organica/>, cursos: teoría en química orgánica, química orgánica 1, hidrocarburos metano

*SEMARNAT 2007
<http://www.sma.df.gob.mx/sma/modules>.
[http://www.semarnat.gob.mx/que es semarnat/estructura organica/Quiénes somos.](http://www.semarnat.gob.mx/que%20es%20semarnat/estructura%20organica/Qui%C3%A9nes%20somos)

*Veolia Environnement. 2006. El centro de almacenamiento de residuos de Bouqueval / Plessis-Gassot. Francia.
<http://www.veoliaenvironnement.com/fr>

LEYES, ACUERDOS Y REGLAMENTOS.

*Acuerdo que regula la organización y funcionamiento interno del instituto nacional de ecología y de la procuraduría federal de protección al ambiente. D.O.F. 17 de junio de 1992

*Código Civil Federal. Reformada su denominación, Diario Oficial de la Federación. 29 de mayo 2000.

*Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Actualizada con la reforma publicada el 12 de diciembre de 2005.

*Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático. Naciones Unidas 1992.

*Ley de la Comisión Reguladora de Energía. D. O. F. 31 de octubre 1995.

*Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Diario Oficial de la Federación 7 de diciembre 2001.

*Ley de Energía para el Campo. D. O. F. 30 de diciembre 2002.

*Ley de Seguridad Nacional. D. O. F. 31 de enero 2005.

*Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica. Diario Oficial de la Federación 22 de diciembre de 1975. Última reforma aplicada 22-12-1993.

*Ley General de Bienes Nacionales. D. O. F. 20 de mayo 2004.

*Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. D. O. F. 28 de enero 1988.

*Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. D. O. F. 8 de octubre 2003.

*Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo. D. O. F. 29 de noviembre 1958.

*Metodologías para la Implementación de los Mecanismos flexibles de Kioto –Mecanismo de Desarrollo Limpio en Latinoamérica. Guía Latinoamericana del MDL. Abril 2005.

*Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. Naciones Unidas 1998.

*Reglamento de Gas Licuado de Petróleo. D. O. F. 28 de junio 1999.

*Reglamento de Gas Natural. D. O. F. 8 de noviembre 1995.

*Reglamento de la Ley de Energía para el Campo. D. O. F. 4 de diciembre 2003.

*Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica. D. O. F. 31 de mayo 1993.

*Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, en Materia de Aportaciones. D. O. F. 10 de noviembre 1998.

*Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos. D. O. F. 25 de noviembre 1988.

*Reglamento de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo. D. O. F. 25 de agosto 1959.

*Reglamento interior de desarrollo social. D.O.F. 4 de junio de 1992.