



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO: TECNOLOGÍA

EL BIOGÁS COMO GENERADOR DE ENERGÍA; ECOTECNOLOGÍA DE
APLICACIÓN URBANO-ARQUITECTÓNICA PARA PACHUCA DE SOTO
HIDALGO

MODALIDAD POR TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE: MAESTRO EN
ARQUITECTURA-TECNOLOGÍA

PRESENTA:
FABIOLA GONZÁLEZ GONZÁLEZ

TUTOR:
MTRO. FRANCISCO REYNA GÓMEZ
F

MÉXICO D.F 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

**PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN
ARQUITECTURA**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**TESIS: EL BIOGÁS COMO GENERADOR DE ENERGÍA;
ECOTECNOLOGÍA DE APLICACIÓN URBANO-ARQUITECTÓNICA PARA
PACHUCA DE SOTO HIDALGO**

**MODALIDAD POR TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE: MAESTRO EN
ARQUITECTURA-TECNOLOGÍA**

**PRESENTA:
FABIOLA GONZÁLEZ GONZÁLEZ**

**TUTOR:
MTRO. FRANCISCO REYNA GÓMEZ**

MÉXICO D.F 2014



TUTOR Y SINODALES:

Mtro. Francisco Reyna Gómez

Mtro. Alejandro Cabeza Pérez

Mtro. Ernesto Ocampo Ruiz

Dr. José Diego Morales Ramírez

Dra. Ana Dolores Flores Sandoval

AGRADECIMIENTOS:

A mi padre, por creer en mí.

Índice

a. Abstract	5
b. Resumen	5
c. Introducción	6
d. Antecedentes Históricos	7
(1) Proyectos Internacionales	7
(2) Proyectos Nacionales	8
e. Planteamiento del Problema	10
f. Objetivos	11
(1) Objetivo General	11
(2) Objetivos Específicos	11
g. Pregunta de Investigación	12
h. Variables	12
i. Hipótesis	12
A. La Energía y El Biogás; Propiedades y Consumos en México. (Marco Teórico)	13
A.1 La Energía	13
A.1.1 Consumo energético a nivel Nacional	
A.1.2 Consumo energético Local	
A.1.3 Perspectiva Energética	
A.1.4 Conclusiones	
A.2 Producción de Residuos Sólidos Urbanos	22
A.2.1 Generación de RSU a nivel Nacional	
A.2.2 Generación de RSU Local	
A.2.3 Conclusiones	
A.3 El Biogás como generador de Energía	28
A.3.1 Generalidades	
A.3.2 Plantas de Biogás	
A.3.2.1 Aspectos Generales	
A.3.2.2 Valores característicos de una Planta	
A.3.2.3 Características de su ubicación	
A.3.2.4 Materiales de Construcción	
A.3.3 Composición Química del Biogás y su conversión	
A.3.3.1 Conversión termoquímica	
A.3.3.2 Conversión bioquímica	
A.3.3.3 Conversión fisicoquímica	

A.3.4 Aspectos Relevantes de la Producción del Biogás	
A.3.4.1 Aspecto Económico	
A.3.4.1.1 Costos de producción generales	
A.3.4.1.2 Costos actuales del consumo eléctrico en Pachuca	
A.3.4.2 Estudio de Insumos	
A.3.4.2.1 Materia Prima	
A.3.4.2.2 Biogás	
A.3.4.2.3 Temperatura	
A.3.4.2.4 Carga Volumétrica	
A.3.4.2.5 Tiempo de retención	
A.3.4.2.6 Acidez	
A.3.4.2.7 Sólidos	
A.4 Impactos Representativos del Biogás	38
A.4.1 Impacto Ambiental	
A.4.2 Impacto Social y Cultural	
B. Análisis y Diagnóstico del Sitio de Estudio (Marco Contextual)	43
B.1 Historia	43
B.2 Contexto Geográfico	43
B.2.1 Ubicación	
B.2.2 Clima	
B.2.3 Flora y Fauna	
B.2.4 Orografía	
B.2.5 Hidrografía	
B.3 Contexto Social	45
B.3.1 Población	
B.3.2 Economía	
C. Investigación de Factibilidad (Marco Metodológico)	46
C.1 Factibilidad Social	46
C.1.1 Tipo de estudio	
C.1.2 Metodología de la investigación	
C.1.3 Sujeto de Estudio	
C.1.4 Población o Muestra del estudio	
C.1.5 Criterios de Inclusión	
C.1.6 Criterios de Exclusión	
C.1.7 Variables de estudio	
C.1.7.1 Encuestas a la población	

C.1.7.2 Instrumento de Recolección de datos	
C.1.7.3 Prueba Piloto	
C.1.8 Cronograma de actividades	
C.1.9 Presentación de resultados y Conclusiones	
C.2 Factibilidad Técnica	62
C.2.1 Casos de Estudio	
C.2.2 Tabla comparativa	
C.2.3 Conclusiones	67
D. PROPUESTA	69
Lineamientos de Diseño y Tecnologías de una Planta de Biogás.	69
D.1 Elementos de Diseño y Construcción	69
D.1.1 Espacios y Dimensionamiento	
D.1.2 Localización Óptima de la Planta	
D.1.3 Consideraciones para el Diseño	
D.2 Diseño Espacial y Conceptual	74
D.2.1 Relación de la Arquitectura, el Urbanismo y su Función.	
D.2.2 Sustentabilidad y Sostenibilidad	
D.2.3 Concepto y Forma	
D.3 Principios de Diseño de una Planta de Biogás	79
D.3.1 Recolección y Transporte	
D.3.2 Selección de Procesos de Tratamiento de la Materia Prima	
D.3.3 Características Ambientales	
D.3.3.1 Aire	
D.3.3.2 Suelo	
D.3.3.3 Agua	
D.3.3.4 Flora	
D.3.3.5 Fauna	
D.3.3.6 Topografía, Hidrografía y Urbanización	
D.3.3.7 Usos de Suelo	
D.4 Marco Jurídico y Legislativo del Biogás	87
D.4.1 Semarnat	
D.4.1.1 Normatividad Aplicada al Proyecto	
D.4.1.2 Trámites	
D.4.2 Comisión Federal de Electricidad (CFE)	
D.4.2.1 Normatividad Aplicada al Proyecto	
D.4.2.2 Trámites	
D.4.3 Secretaría de Energía (SENER)	

D.4.3.1 Trámites	
D.4.3.2 Marco Jurídico de los Bioenergéticos	
D.4.4 Consejo Estatal de Ecología (COEDE)	
D.4.4.1 Funciones de COEDE	
D.4.4.2 Objetivos de COEDE	
D.4.5 Leyes	
D.4.6 Normas	
D.4.7 Decretos	
D.4.8 Legislación Federal, Estatal y Municipal	
D.4.8.1 Reglamento de Construcciones del Distrito Federal	
D.4.8.2 Reglamento de Construcciones para Pachuca de Soto Hidalgo	
D.4.8.3 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	
j. Glosario de términos	113
k. Bibliografía	115

a. Abstract

This document presents a method to determinate the feasibility of the use of biogas produced by the citizens of the metropolitan zone of Pachuca, to use it as a generator of electric energy, In both architecture and the landscape of the city. For this study, there are several factors to consider, such as: Population, quantity of organic garbage generated, actual energetic situation, Production of urban solid waste, the participation of the government organisms to carry out this project, costs, economic benefits, environmental benefits, among others, in order to establish the lineaments and strategies of design of a plant generator of biogas.

b. Resumen

Este documento presenta un método para determinar que tan factible es el uso del biogás producido por los ciudadanos de la zona metropolitana de Pachuca para usarlo como generador de energía eléctrica tanto en la arquitectura como en el paisaje de la ciudad. Para este estudio se encuentran diversos factores a considerar como son: Población, Cantidad de basura orgánica generada, Situación energética actual, producción de residuos sólidos urbanos, la participación de organismos gubernamentales para llevar a cabo el proyecto, costos, beneficios económicos, beneficios ambientales, entre otros. Esto con la finalidad de establecer los lineamientos y estrategias de diseño de una planta generadora de energía a partir del biogás.

c. Introducción

Uno de los mayores problemas con los que actualmente se enfrenta la comunidad internacional es el calentamiento global, producido por las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Hoy hay una clara preocupación por que el bienestar de las generaciones actuales no comprometa el de las futuras, es decir, por la sustentabilidad. En este sentido han surgido justificadas inquietudes y compromisos internacionales por mejorar la eficiencia energética y por una mayor utilización de la tecnología para producir energías limpias y renovables. Según los pronósticos de perspectivas mundiales de la Organización Internacional de energía, la demanda mundial de energía primaria en 2030 podría sobrepasar en cerca de dos tercios del nivel del año 2006, alcanzando al final un equivalente a 15,300 millones toneladas de petróleo anuales, lo que representa para los países en desarrollo un 62 por ciento de aumento. De igual manera se prevé que para el 2025, el consumo de energía en el mundo en desarrollo aumente a casi el doble. (Soler, 2009)

En nuestro país se generan al año 15 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos, lo que significa que cada ciudadano produce 400kg de basura al año, más de 1kg al día, En el estado de Hidalgo, se estima una generación per cápita de 0.806 kg/hab/día, cuyo promedio por habitante arroja una generación diaria de 1 801.88 toneladas, la generación mayor al 50% es de tipo orgánico, el 8% de plástico, el resto porcentual de tipo inorgánico. (SEMARNAT 2009)

En los últimos años se han alcanzado niveles históricos en la inversión de exploración y producción de energía. La inversión ejercida por PEMEX alcanzó un monto de 224.8 mil millones de pesos en el 2009, representando un 89.7% de la inversión total de PEMEX, dichas inversiones de incrementaron de forma constante en la última década. El incremento en la inversión de exploración ha dado resultados de manera gradual, entre el 2002 y 2008 la tasa de restitución de reservas probadas ha mantenido una tendencia positiva, alcanzando el 72% de la producción en el 2008, esta cifra hubiera sido de un 65% de haberse mantenido una producción constante a niveles de 2007. (Estrategia Nacional de energía, 2010)

Los rellenos sanitarios son en la actualidad la forma más utilizada para disponer la basura en nuestro país. Cuando esto no se hace, la basura termina tirada en las calles, los bosques, o a la orilla de las carreteras, con los consecuentes impactos ambientales. Actualmente existen millones de toneladas de basura confinadas bajo el subsuelo nacional que, en menor o mayor grado, están emitiendo gases a la atmósfera y líquidos al subsuelo, y en algunos casos representan un riesgo potencial de incendio o explosión. El metano es uno de los constituyentes principales al inventario mundial de gases con efecto invernadero

(GEI) a los cuales se atribuye en gran medida el cambio de clima observado en nuestro planeta. En México, la aportación de este gas al inventario nacional de emisiones es la segunda en importancia con un 23%; detrás del bióxido de carbono que proviene, principalmente, de la quema de combustibles fósiles y que contribuye con el 75%.

Ante la actual situación energética del País, caracterizada por una baja sensible en las reservas y producción de hidrocarburos, reviste mayor importancia considerar el potencial energético de la basura municipal. En este sentido se debe considerar la situación actual de este recurso energético, así como los procesos de conversión existentes para convertirlo mediante tecnología en energía.

Debido a los daños ambientales ocasionados por el ser humano, la población se ha visto en la necesidad de tomar ciertas acciones que nos permitan mantener el planeta en las mejores condiciones por el mayor tiempo posible. En el ámbito de la arquitectura con más frecuencia se están introduciendo nuevas ecotecnias que fomentan la preservación de los recursos naturales y disminuyen el impacto ambiental de la arquitectura.

Por este motivo, la propuesta de generar electricidad por medio de la tecnología del biogás ayudaría a todos los ciudadanos de la Ciudad de Pachuca a reducir el consumo eléctrico y por consecuente aportaría un ahorro económico a largo plazo tanto en la arquitectura como en el urbanismo. Por otra parte, el aprovechar el uso de la basura orgánica para generar una fuente alterna de energía reducirá los tiraderos a cielo abierto y mejorará tanto la imagen urbana como la calidad de vida de los ciudadanos de Pachuca.

d. Antecedentes Históricos

(1) Proyectos Internacionales

Con anterioridad se han realizado diversos proyectos de uso del biogás para la producción de energía eléctrica, la mayoría de estos han tenido éxito y han logrado generar un gran ahorro tanto en la producción de electricidad como en la economía de los usuarios.

- Las primeras menciones del biogás se ubican en el año de 1600, cuando fue identificado por varios científicos como un gas proveniente de la descomposición de la materia orgánica.
- Posteriormente en el año 1890 se construye el primer Biodigestor a escala real en la india, y en 1896, en Inglaterra las lámparas de alumbrado público eran alimentadas por el gas recolector de los digestores que fermentaban los lodos cloacales de la ciudad.

Así como cualquier gas puro, las propiedades y características del biogás dependen de la presión y la temperatura. El valor calorífico del biogás corresponde aproximadamente a la mitad de un litro de combustible diesel; el valor calorífico neto depende de la eficiencia de los quemadores o de su aplicación.

- En los años 1930's se mantuvo un interés creciente en la aplicación de la digestión anaeróbica, especialmente en zonas rurales donde los productos de la digestión (biogás y efluente) pueden convertirse en productos aprovechables para los agricultores.
- Los Países de la Unión Europea están cada vez más y más interesados por las características del biogás en términos de medio ambiente y de producción de energía, desarrollando sus canales adecuados de valorización de acuerdo a su potencial. De esta manera la producción de biogás alcanzó casi los 5,3 millones de toneladas equivalentes de petróleo en 2006, lo cual, representa un 13,6% de aumento con respecto a 2005.
- Las plantas de cogeneración de biogás han sido especialmente desarrolladas en Dinamarca. En este país la mayor parte del biogás generado tiene su origen en la producción agrícola (60%), estando muy por delante del biogás cuyo origen se encuentra en los basureros (15%) y del procedente de la depuración de plantas de aguas residuales (25%).
- En el noroeste de Hungría la firma alemana Franz Eisele und Soehne, Pumpen und Maschinenfabrik ha construido una de las mayores instalaciones de biodigestores dedicada las actividades agropecuarias del mundo. Los biodigestores no solo producen una energía eléctrica significativamente limpia si no también ahorra al propietario costos muy altos para la erradicación de los desechos producidos por sus actividades.

(2) Proyectos Nacionales

Incluso en México, cada día se están tomando más acciones para darle un uso a las enormes cantidades de basura generadas y ya existen algunos proyectos en marcha del uso del biogás para generar electricidad.

En Monterrey el 45 por ciento del alumbrado público de la zona metropolitana de Monterrey es cubierta por la energía renovable que se obtiene del uso del combustible biogas que genera el relleno sanitario ubicado en el municipio de Salinas Victoria.

De 2003 a la fecha, indica, "la planta de biogas ha generado 393 mil 341 mw/hora de energía, para generar esta energía hemos destruido dentro de los motogeneradores el

metano, que es un gas que va dentro de los gases generados alrededor del relleno sanitario, de ahí se genera biogas".

- Biogás alumbrará calles de Puebla. El relleno sanitario de Chiltepeque dotará de energía al alumbrado público de la capital del estado; en la primera etapa el complejo generará aproximadamente 20,800 megawatts por hora.
- Se alimentarán de biogás luminarias públicas de Ciudad Juárez. La producción de electricidad con este método representará una sexta parte de la energía que consumen las luminarias.

La arquitectura sustentable intenta reducir al mínimo las consecuencias negativas de los edificios para el medio ambiente, realizando eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, de la energía y del espacio construido. En 2008, México tuvo alrededor 1,984 MW de capacidad instalada de generación eléctrica basada en energías renovables sin incluir grandes hidroeléctricas, lo cual representa 3.3% de la capacidad instalada para el servicio público del país y autoabastecimiento remoto. Por otro lado, existe una gran conciencia por la protección ambiental y se han incrementado los esfuerzos para reducir el calentamiento global.

El uso del biogás en la arquitectura y el urbanismo, resulta una opción muy interesante desde el punto de vista ambiental; la biomasa es un recurso renovable que puede utilizarse como materia prima en sustitución de otras fuentes de energía con un mayor impacto sobre el medio ambiente y la salud, como es el caso de los combustibles fósiles. Además, ésta permite evitar la emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero. En el futuro, se espera un incremento en las medidas para reducir la demanda y para favorecer fuentes limpias de energía, por medio del establecimiento de nuevos marcos regulatorios, la utilización de incentivos económicos y el desarrollo y promoción de tecnologías más eficientes.

e. Planteamiento del Problema

La atmósfera influye fundamentalmente en el clima; si no existiese, la temperatura en la Tierra sería de -20°C . A finales del siglo XVII el hombre empezó a utilizar combustibles fósiles que la Tierra había acumulado en el subsuelo durante su historia geológica. La quema de petróleo, carbón y gas natural ha causado un aumento del CO_2 en la atmósfera que últimamente es de 1,4 ppm al año y produce el consiguiente aumento de la temperatura. Se estima que desde que el hombre mide la temperatura hace unos 150 años (siempre dentro de la época industrial) ésta ha aumentado $0,5^{\circ}\text{C}$ y se prevé un aumento de 1°C en el 2020 y de 2°C en el 2050. Además del dióxido de carbono (CO_2), existen otros gases de efecto invernadero responsables del calentamiento global, tales como el gas metano (CH_4) óxido nitroso (N_2O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF_6). (CCG, 2008)

En Pachuca cada año se emiten 14 millones 903 mil toneladas de residuos peligrosos, lo que significa el 9.5% a nivel estatal, de las cuales 9 millones son de lodos y polvos provenientes de la fundición de acero y hierro gris. A diferencia de la Ciudad de México, donde el 80 por ciento de los gases contaminantes son producidos por los autos, en Pachuca, la polución es causada por los residuos industriales. De acuerdo a una investigación publicada en la Revista Internacional de Contaminación Ambiental, las industrias más contaminantes en la ciudad son las empresas manufactureras de productos a base de metal, maquinaria y equipos.

El municipio de Pachuca ocupa el segundo lugar en fuentes emisoras de residuos peligrosos, con 65, que representan el 21 por ciento de todo el estado. En total, según la publicación ambiental, en el estado se emiten más de 150 millones de toneladas de residuos tóxicos cada año.

Esta investigación concluye que en Hidalgo se emiten una gran cantidad de residuos peligrosos, y ya que no existe una infraestructura para su manejo, advierte que los tiraderos de basura a cielo abierto, legal o clandestino, se convierten en candidatos a recibir los desperdicios industriales, que provocan un impacto negativo en el ambiente.

La ciudad de Pachuca presenta el problema de crecimiento urbano desordenado debido a las diferentes fuerzas sociales y a la pobre planeación de largo plazo que se observa en los tomadores de decisiones. Aprovechando ésta situación se encuentran grandes inversionistas con visión de corto plazo, quienes financian la construcción de megafraccionamientos con el mínimo de áreas verdes y con muy poco respeto a las normas de construcción. Sin embargo, una fuerza que se contrapone a esa tendencia es la sociedad civil. Los resultados del sondeo de opinión reflejan cierto grado de conciencia acerca de la importancia de contar con áreas verdes dentro de la ciudad.

El desarrollo y planeación de las áreas urbanas ha tomado gran importancia en la actualidad, dado el crecimiento acelerado de la población, se estima que alrededor del 70% de los humanos vivirán en ellas para el año 2050. Los especialistas afirman que cada vez es necesario alejarse más de la ciudad para encontrar "el medio natural" y así, poco a poco, nos tropezamos con otra ciudad y la totalidad del territorio queda urbanizado. Por otro lado, la imagen de la ciudad es la impresión que los habitantes tenemos de ella debido a la interacción (visual, olfativa, nemotécnica, simbólica, de experiencias y costumbres, etc.) entre el observador y medio ambiente. Esta imagen sirve para orientarse y desplazarse, ayuda al entendimiento y comprensión de la estructura, por lo tanto, a la identificación de los individuos con ella.

En esta perspectiva, un espacio urbano debe ser entendible tanto cuando se circula en él como cuando se le recuerda (legibilidad espacial y temporal, relación con el proceso histórico de la ciudad) pues se establece como un sistema simbólico de identidad individual y socio-cultural. Sin embargo, cuando no ha sido planeada se convierte en una "masa amorfa" que no produce una imagen clara y la comunidad no desarrolla el vínculo de arraigo en el lugar donde vive o trabaja. Las tendencias de crecimiento urbano en México tienen ese carácter, extirpando totalmente a la naturaleza con el consecuente deterioro ambiental.

La ciudad de Pachuca tiene dos posibles rutas: convertirse en una ciudad verde grande o ser simplemente una gran ciudad con todos los conflictos que esto conlleva, por lo que se abre un gran reto para dirigirla por caminos que no están escritos pero que pueden hacer la diferencia a nivel mundial en materia de planeación urbana.

f. Objetivos:

(1) Objetivo General:

Establecer las condiciones actuales y problemática de la ciudad, con el fin de presentar una propuesta y solución para la implementación de una planta de biogás que permita ofrecer beneficios ambientales, estéticos y económicos usando una energía alterna y renovable aplicable a la arquitectura y al urbanismo.

(2) Objetivos Específicos:

- Identificar los diversos usos del biogás y casos de éxito relacionados al proyecto
- Evaluar las condiciones energéticas actuales de la ciudad y la perspectiva energética
- Evaluar las condiciones ambientales de la ciudad debido a la producción de RSU
- Analizar los aspectos más importantes a considerar sobre la producción del biogás
- Establecer los impactos, ambiental, social y cultural del uso del biogás en la ciudad

- Análisis de sitio del proyecto
- Identificar la problemática actual referente al consumo energético y disposición de RSU
- Diseñar las estrategias de diseño para la implementación de una planta de biogás de acuerdo a las condiciones de la ciudad

g. Pregunta de Investigación:

¿Es factible el uso del biogás producido por la basura orgánica de Pachuca para generar un ahorro energético considerable en la arquitectura y urbanismo de una ciudad?

h. Variables:

- **Biogás:** Gas combustible generado por la descomposición anaeróbica de la materia orgánica, usado para producir energía eléctrica mediante turbinas o plantas generadoras a gas, en hornos, estufas, secadores, calderas u otros sistemas de combustión a gas, debidamente adaptados para tal efecto.
- **Energía Eléctrica:** Se manifiesta como corriente eléctrica y puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía luminosa o luz, la energía mecánica y la energía térmica.
- **Basura Orgánica:** Es todo desecho de origen biológico, alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar, etc.

La factibilidad del proyecto depende de la cantidad de basura orgánica generada en la ciudad, su conversión al biogás y su capacidad para transformarla en energía eléctrica.

i. Hipótesis:

- El biogás representa una propuesta efectiva para el ahorro energético de la ciudad, al igual que una estrategia de protección ambiental y reducción de residuos sólidos urbanos ofreciendo beneficios ambientales, estéticos y económicos para el desarrollo de la ciudad, tanto de manera arquitectónica como urbana.

A. La Energía y el Biogás; Propiedades y consumos en México.

Marco Teórico

A.1 La Energía

La contaminación de nuestras ciudades es una realidad que va ligada en gran parte al desarrollo de la industria y crecimiento económico. Nuestra sociedad goza de un mayor poder adquisitivo relacionado a una supuesta mayor calidad de vida, la cual realmente es puesta en cuestionamiento cuando reflexionamos el alto grado de contaminación que se ha desarrollado en los últimos años para el medio ambiente en nuestra sociedad y el consumo excesivo e ineficiente de energía.

A.1.1 Consumo energético a nivel Nacional

Actualmente la producción de energía en México es mayor a la demanda; no obstante que la relación entre producción y oferta interna bruta disminuyó con respecto a 2008. Hemos tenido avances en eficiencia energética, como las centrales eléctricas que operan con gas natural, las cuales mejoraron su nivel de eficiencia en 0.6 puntos porcentuales con respecto a 2008. (Balance Nacional de Energía, 2009)

El hombre, a lo largo de la historia, ha necesitado de energía para su subsistencia y su desarrollo. Al principio de los tiempos, la energía proporcionada por la biomasa era suficiente para las necesidades de calefacción, tratamiento de alimentos, iluminación etc., mientras que el transporte era suministrado por animales. La revolución industrial pudo llevarse a cabo gracias a la incorporación del carbón, de poder calorífico mayor que la biomasa, para mover máquinas, así como fundir y manejar metales y generar electricidad. De la misma manera, en los años 50 del siglo XX, el petróleo fue el impulsor del transporte y de la sociedad moderna como la concebimos ahora. Finalmente, la energía nuclear, de mayor densidad energética que el carbón y el petróleo, contribuyó en los años 80, con una aportación importante, entre el 20% y el 80% según los países, a la producción de electricidad masiva en los países más desarrollados. La tecnología ha ayudado a mejorar los procesos de utilización energética haciéndolos más fiables, seguros y eficientes. Las fuentes de energía y las tecnologías asociadas para su utilización son conocidas desde hace muchos años; el motor de vapor se conoce desde J. Watt (1769), la batería eléctrica desde A. Volta (1798), el generador eléctrico desde W. Siemens (1866), las plantas eléctricas de carbón desde H. Stinnes (1898), el motor de combustión interna desde C. Benz (1888) y H. Ford (1903), la lámpara eléctrica desde T. Edison (1879) etc. La energía eólica, la hidráulica etc., son también conocidas desde hace muchos años.

A continuación se expone una tabla que muestra la generación bruta de energía en gigawatts por hora desde 1999 hasta el 2009.

**Balance de energía eléctrica del Sistema Eléctrico Nacional,
1999-2009
GWh**

Concepto	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	tmca 1999- 2009 (%)
Generación total	182,454	194,641	198,476	203,767	210,154	217,793	228,270	235,471	243,522	247,369	246,838	3.1
Servicio Público Nacional	180,917	192,761	197,106	201,059	203,555	208,634	218,971	225,079	232,552	235,871	235,107	2.7
Termoeléctrica convencional	85,104	89,891	90,395	79,300	73,743	66,334	65,077	51,931	49,482	43,325	43,112	-6.6
Dual	11,234	13,569	14,109	13,879	13,859	7,915	14,275	13,875	13,375	6,883	12,299	0.9
Ciclo combinado	15,526	17,752	25,377	44,765	55,047	72,267	73,381	91,064	102,674	107,830	113,900	22.1
Turbogás ¹	2,077	5,228	5,456	6,394	6,933	2,772	1,358	1,523	2,666	2,802	3,735	6.0
Combustión interna ¹	382	420	467	555	751	610	780	854	1,139	1,234	1,241	12.5
Hidroeléctrica	32,713	33,075	28,435	24,862	19,753	25,076	27,611	30,305	27,042	38,892	26,445	-2.1
Carboeléctrica	18,251	18,696	18,567	16,152	16,681	17,883	18,380	17,931	18,101	17,789	16,886	-0.8
Nucleoeléctrica	10,002	8,221	8,726	9,747	10,502	9,194	10,805	10,866	10,421	9,804	10,501	0.5
Geotermoeléctrica	5,623	5,901	5,567	5,398	6,282	6,577	7,299	6,685	7,404	7,056	6,740	1.8
Eoloeléctrica	6	8	7	7	5	6	5	45	248	255	249	44.8
Importación	659	1,069	327	531	71	47	87	523	277	351	346	-6.3
Servicio por particulares	878	811	1,043	2,176	6,528	9,112	9,212	9,869	10,693	11,147	11,386	29.2
Autoabastecimiento, cogeneración y excedentes ²	878	811	1,043	2,176	6,528	9,112	9,212	9,869	10,693	11,147	11,386	29.2

Usos y ventas totales	182,454	194,641	198,476	203,767	210,154	217,792	228,270	235,471	243,522	247,369	246,838	3.1
Ventas nacionales sin exportación	144,996	155,349	157,204	160,203	160,384	163,509	169,757	175,371	180,469	183,913	182,518	2.3
Sector industrial	87,234	93,755	93,255	94,942	94,228	96,612	99,720	103,153	106,633	107,651	102,721	1.6
Sector residencial	33,369	36,127	38,344	39,032	39,861	40,733	42,531	44,452	45,835	47,451	49,213	4.0
Sector comercial	10,945	11,674	12,167	12,509	12,808	12,908	12,989	13,210	13,388	13,627	13,483	2.1
Sector agrícola	7,997	7,901	7,465	7,644	7,338	6,968	8,067	7,959	7,804	8,109	9,299	1.5
Sector servicios	5,450	5,891	5,973	6,076	6,149	6,288	6,450	6,596	6,809	7,074	7,803	3.7
Exportación	131	195	271	344	953	1,006	1,291	1,299	1,451	1,452	1,249	25.3
Pérdidas	27,364	28,483	30,083	30,920	33,084	34,901	37,418	39,600	40,504	41,409	42,452	4.5
Usos propios de generación, transmisión y distribución³	9,170	9,859	10,059	10,474	10,559	10,514	11,139	10,264	11,252	10,763	10,833	1.7
Autoabastecimiento a cargas remotas⁴	794	755	859	1,827	5,174	7,862	8,665	8,937	9,846	9,832	9,786	28.5

¹ Incluye unidades fijas y móviles.

² Se refiere al autoabastecimiento remoto.

³ Incluye ajuste estadístico.

⁴ Incluye porteo para exportación hasta 2006.

Fuente: Comisión Federal de Electricidad

**Balance de energía eléctrica del Sistema Eléctrico Nacional,
1999-2009**

En 2009 la producción de energía primaria totalizó 9,852.9 petajoules (PJ). Los hidrocarburos continuaron siendo la principal fuente de energía primaria producida en el país, con una aportación de 90.5%. La energía producida a partir de fuentes renovables representó 6.2%, la energía nuclear aportó 1.1% y el carbón mineral 2.2%. La intensidad energética de la economía en su conjunto (cantidad de energía necesaria para producir un peso de PIB) fue 988.2 KJ por peso de PIB producido, 6.4% mayor a la de 2008, resultado de la caída más pronunciada del PIB respecto a la del consumo nacional de energía. Este fenómeno se observó en diversos países como resultado de la caída en su actividad económica.

El consumo per cápita anual fue 76.7 GJ por habitante, lo que implicó una caída de 1.3%. El consumo final de energía presentó disminuciones en los sectores intensivos en el uso de energía. El transporte consumió 46.4% del total y observó una disminución de 8.6% con respecto a 2008. Al sector industrial correspondió el 26.8%, con una disminución de 8.5% respecto al año anterior. El consumo del sector residencial, comercial y público representó 19.0% y mostró una disminución de 1.0%. El consumo del sector agropecuario aportó 3.1% y se redujo de 1.8% en relación a 2008. (Balance Nacional de Energía, 2009)

A.1.2 Consumo energético Local

El sistema eléctrico de la ciudad de Pachuca es abastecido por tres líneas, dos de las cuales proceden del sistema de Apaxco, denominadas *Julia 1* y *Julia 2*; la tercer línea es conocida como *Juandhó*, procedente de Tetepango, y cuenta con una capacidad de 85 kilovoltios. El flujo de estas líneas llega a dos subestaciones: PAC (Pachuca), localizada en la colonia Aquiles Serdán, y PIR (Parque Industrial Reforma), ubicada en el Municipio de Mineral de la Reforma. Los flujos son de tipo alterno bifásico y trifásico con una tensión de 220 voltios, utilizados en industrias, edificios y lugares con requerimientos de mayor voltaje y de corriente alterna monofásica de 127 voltios con un factor de potencia del 98%, que es utilizada para uso doméstico, la mayor parte de la distribución es aérea; la capacidad instalada de energía es de 180 kilovoltios-amperes. La Represa San Antonio Regla construida en 1912, genera electricidad para la ciudad y las minas de la región.

El alumbrado público instalado en 1887, abarca el 90% de las colonias, se encuentran en servicio 16 628 lámparas de alumbrado. En la ciudad desde el 16 de enero de 2008, se han puesto semáforos que utilizan una turbina eólica, para aprovechar el viento de la ciudad, al igual que un conjunto de paneles solares para aprovechar el sol, haciéndolo un sistema híbrido.

Consumo de energía eléctrica por entidad federativa

(Gigawatts-hora)

Entidad federativa	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004 ^{2/}	2005	2006
Total Nacional ^{1/}	92 123.3	121 411.1	155 348.7	157 203.9	160 202.5	160 385.4	163 509.2	169 756.9	175 370.6
Aguascalientes	899.2	1 126.9	1 726.9	1 739.5	1 817.0	1 792.4	1 826.0	2 042.9	2 151.8
Baja California	3 537.7	4 080.8	7 522.3	7 769.5	7 677.8	8 049.6	8 390.5	8 496.3	9 105.2
Baja California Sur	675.9	745.2	1 073.6	1 102.7	1 082.0	1 126.1	1 210.4	1 318.4	1 448.3
Campeche	348.5	481.9	627.2	691.9	736.9	815.3	846.2	889.3	918.1
Coahuila	4 310.0	5 209.9	8 241.2	8 697.6	8 957.8	8 741.4	8 228.4	8 372.5	8 552.3
Colima	728.4	1 005.1	1 220.1	1 129.6	1 289.5	1 163.4	1 215.3	1 339.9	1 426.2
Chiapas	832.4	1 169.8	1 513.9	1 646.5	1 759.4	1 819.6	1 912.2	2 037.6	2 116.2
Chihuahua	4 112.4	6 223.1	7 493.0	7 609.2	7 791.0	8 055.3	8 134.3	8 773.9	9 122.8
Distrito Federal	10 146.3	11 860.7	13 252.0	13 638.5	13 187.0	13 252.1	13 295.5	13 366.5	13 376.3
Durango	1 429.3	1 686.2	2 291.6	2 273.0	2 334.0	2 346.3	2 460.7	2 598.9	2 549.0
Guanajuato	4 076.1	4 711.2	6 580.1	6 644.7	6 817.7	6 816.6	7 023.0	7 575.1	7 914.2
Guerrero	1 253.6	1 650.6	2 055.3	2 172.0	2 291.0	2 399.4	2 468.9	2 574.4	2 621.7
Hidalgo	1 720.7	2 120.7	3 188.1	3 182.4	3 246.5	3 274.1	3 013.8	2 958.5	3 105.2
Jalisco	5 515.7	6 616.9	9 075.9	9 285.7	9 519.6	9 554.3	9 625.5	10 050.0	10 461.0
Estado de México	9 575.9	11 068.6	15 271.6	15 098.9	15 200.9	14 732.0	14 867.9	15 441.6	15 448.7
Michoacán	2 769.4	12 046.1	6 794.1	5 968.5	6 319.9	6 911.9	7 401.7	7 071.7	7 273.7
Morelos	912.0	1 305.1	1 951.3	1 931.0	1 973.0	1 992.4	2 014.6	2 116.6	2 160.6
Nayarit	399.3	555.8	734.3	782.1	818.4	850.7	911.0	972.6	1 039.6
Nuevo León	6 976.4	9 692.2	14 015.0	13 977.7	14 421.2	12 806.1	13 034.4	13 703.1	14 536.3
Oaxaca	1 234.9	1 323.0	1 770.5	1 893.0	1 994.9	2 013.9	2 082.6	2 141.9	2 171.1
Puebla	3 473.9	4 054.6	5 863.4	5 890.2	6 203.3	6 243.7	6 218.4	6 462.1	6 635.6
Querétaro	1 488.3	2 041.7	3 075.0	3 120.6	3 183.7	3 105.9	3 265.0	3 374.6	3 409.1
Quintana Roo	830.4	1 213.5	1 870.8	2 024.9	2 176.2	2 289.8	2 459.6	2 475.2	2 772.9
San Luis Potosí	2 347.9	3 024.3	3 984.0	4 051.8	4 124.4	4 355.3	4 692.7	4 820.9	4 934.5
Sinaloa	2 097.6	2 745.3	3 517.3	3 711.2	3 886.0	4 079.9	4 276.5	4 437.8	4 801.8
Sonora	5 436.3	6 129.6	7 911.1	7 977.7	7 783.5	8 096.2	8 522.0	9 030.2	9 081.1
Tabasco	1 171.1	1 325.3	1 796.5	1 933.2	2 055.8	2 138.9	2 300.8	2 399.2	2 480.8
Tamaulipas	3 432.5	4 651.3	6 483.4	7 175.9	7 366.8	7 288.2	7 565.4	7 774.9	8 084.5
Tlaxcala	573.9	836.4	1 358.2	1 414.5	1 469.5	1 474.4	1 594.6	1 765.2	1 821.5
Veracruz	7 605.9	7 781.6	9 504.3	8 797.8	8 823.6	8 779.7	8 721.8	9 247.6	9 559.2
Yucatán	1 129.2	1 537.6	2 027.3	2 153.5	2 214.0	2 328.3	2 437.9	2 531.4	2 652.2
Zacatecas	1 082.3	1 390.1	1 559.5	1 718.6	1 680.3	1 691.9	1 491.6	1 596.0	1 639.2

^{1/} La suma de los parciales puede no coincidir con los totales, debido al redondeo de las cifras.^{2/} Cifras revisadas por Comisión Federal de Electricidad.

Fuente: Comisión Federal de Electricidad.

www.cfe.gob.mx

Consumo de energía eléctrica (Gigawatts / Hora)				
	2005	2006	2007	2008
Nacional	169,756.9	175,370.6	180,468.9	183,912.6
Estatad	3,019.9	3,104.4	3,130.8	3,150.9
Participación Estatal (%)	1.7	1.8	1.7	1.7
La tasa de crecimiento promedio anual estatal es de 1.6%				
El consumo de energía eléctrica durante el periodo 2005-2008 registró una tasa de crecimiento promedio de 1.6% y la participación del consumo estatal respecto a la nación, se mantuvo en promedio en 1.7 puntos porcentuales.				

A.1.3 Perspectiva Energética

Para los próximos años se espera un aumento considerable en el consumo mundial de energía, básicamente por el incremento de la población en el Planeta y, además, por el acceso a mayores niveles de consumo y bienestar en países hasta hace poco en vías de desarrollo.

Hay diversos estudios sobre la contribución futura de las distintas fuentes de energía al consumo de energía total. Se espera que la producción de petróleo aumente en un 65% para llegar a una producción de 120 millones de barriles por día en el año 2030. Los países de la OPEP producirían el 60 % del total en el año 2030, frente al actual 40%. La producción de gas natural se doblará en el año 2030, lo mismo que la de carbón. La energía nuclear no aumenta significativamente, acaso disminuye por el cierre de centrales por el fin del ciclo de vida, a la vez que se construyen nuevas centrales comerciales en Asia (Corea, India, etc.). La producción de electricidad aumenta en un 3% anual, aumento que se conseguirá con tecnologías de los años 80, como ciclo combinado, tecnologías avanzadas de carbón limpio y energías renovables, especialmente energía eólica. En cualquier caso, la contribución de los combustibles fósiles al total de la producción de energía continuará siendo del orden del 85%. El consumo de energía en el pasado y las previsiones para el futuro indican que del orden del 80% de la energía que consumimos es de origen fósil y, por

lo tanto, agotable y generadora de CO₂ y de otros gases causantes del efecto invernadero.

En los próximos años, el consumo de energía en el ámbito mundial va a aumentar a un ritmo del orden del 2% anual, principalmente por la incorporación al mundo industrializado de países como China y la India, que con una población del orden del 40% mundial y un crecimiento importante de su economía, tienen todavía un consumo energético per cápita muy inferior al de los países industrializados hacia los que convergen, así como un sistema muy ineficiente desde el punto de vista de la energía. La compatibilidad de este crecimiento con el carácter finito de las fuentes y la necesidad del respeto medioambiental son los retos tecnológicos y sociales a los que se enfrenta nuestra sociedad en un futuro cercano.

Como se ha indicado, no es previsible la aparición de nuevas fuentes de energía, mientras que las tecnologías de su aprovechamiento sí están cambiando y se optimiza la eficiencia de los procesos tanto desde el punto de vista de rendimiento como de disminución de emisiones y generación de residuos.

**Consumo nacional de energía eléctrica,
2010-2025
(TWh)**

Concepto	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	tmca (%) 2010- 2025*
Ventas más autoabastecimiento (proyección inicial)	215.9	223.4	232.0	241.8	252.4	263.6	275.3	287.6	300.5	313.8	327.6	342.2	357.6	373.8	390.8	408.4	4.4
Ventas para servicio público (proyección inicial)	191.1	196.9	201.6	208.2	218.0	229.2	240.9	253.2	266.0	279.4	293.1	307.7	323.1	339.3	356.3	373.9	4.6
(-) Ahorro electricidad Pronase	0.6	4.8	9.2	11.7	15.7	18.7	20.3	22.2	24.2	26.1	28.1	30.0	32.0	33.9	35.8	37.5	n.a.
(=) Ventas servicio público (considerando ahorro)	190.5	192.1	192.5	196.5	202.3	210.4	220.6	230.9	241.9	253.2	265.1	277.7	291.1	305.4	320.5	336.4	3.9
(+) Ventas por reducción de pérdidas no técnicas	0.0	1.2	2.5	3.9	5.3	6.8	8.4	10.2	12.1	14.1	16.3	18.6	21.1	23.8	26.7	29.8	n.a.
(+) Ventas por atención de cargas deprimidas	0.3	2.6	3.4	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	n.a.
(=) Ventas para servicio público (con acciones)	190.7	196.0	198.4	204.4	211.6	221.2	233.1	245.2	258.0	271.4	285.4	300.3	316.2	333.2	351.3	370.2	4.5
Autoabastecimiento	24.8	26.4	30.4	33.6	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	2.4
Consumo nacional de energía eléctrica	215.5	222.4	228.8	238.0	246.1	255.7	267.5	279.6	292.4	305.8	319.8	334.8	350.7	367.7	385.7	404.7	4.3

* Tasa media de crecimiento anual, referida a 2009. La cifra de ventas para dicho año (182.5 TWh) incluye la energía vendida a costo cero a los empleados de la CFE, así como los usos propios facturados y locales del organismo. Fuente: Sener y CFE

Pronóstico del consumo de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica 2009-2025

Combustible	Unidades	2009*	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	tmca % 2009-2025
Combustóleo	Mm ³ / día	26.5	23.6	20.1	18.0	17.8	17.8	17.3	16.6	15.6	14.5	14.3	10.8	9.8	9.7	7.9	6.8	6.7	-8.3
Gas natural	MMm ³ / día	76.6	74.3	72.7	75.2	75.6	74.7	80.0	84.9	90.6	97.8	103.1	113.3	117.7	122.3	124.0	123.0	127.4	3.2
Nacional	MMm ³ / día	38.8	37.2	34.7	33.6	29.5	28.6	28.7	30.7	33.3	40.5	45.7	53.4	57.5	62.7	61.5	60.7	63.7	3.2
Importación	MMm ³ / día	23.7	20.2	20.1	19.7	18.3	17.4	19.5	22.5	25.5	25.5	24.6	26.5	27.7	27.6	30.5	30.6	31.8	1.8
GNL	MMm ³ / día	14.1	16.9	17.9	22.0	27.8	28.6	31.7	31.7	31.8	31.9	32.8	33.4	32.5	32.0	32.0	31.8	31.9	5.3
Diesel	Mm ³ / día	1.1	0.9	0.8	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	-5.1
Carbón	MM ton / año	13.7	15.9	18.0	17.8	18.4	19.0	19.0	19.0	19.0	19.1	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.1	19.0	2.1
Nacional	MM ton / año	8.5	9.1	10.0	9.8	10.4	11.0	11.0	11.0	11.0	11.1	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.1	11.0	1.6
Importado	MM ton / año	5.2	6.8	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	2.8
Coque de petróleo	MM ton / año	-	-	-	-	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	n.a.

* Real.

¹ No incluye el consumo asociado a los proyectos de centrales de nueva generación limpia.

MM: millones, M: miles

A.1.4 Conclusiones

La demanda de energía eléctrica de una ciudad, región o país tiene una variación a lo largo del día. Esta variación es función de muchos factores, entre los que destacan: tipos de industrias existentes en la zona y turnos que realizan en su producción, climatología extremas de frío o calor, tipo de electrodomésticos que se utilizan más frecuentemente, tipo de calentador de agua que haya instalado en los hogares, la estación del año y la hora del día en que se considera la demanda. La generación de energía eléctrica debe seguir la curva de demanda y, a medida que aumenta la potencia demandada, se debe incrementar la potencia suministrada. (Estrategia Nacional de energía, 2010)

A.2 Producción de Residuos Sólidos Urbanos

El incremento de la población y el consumo exagerado de objetos innecesarios desechados casi siempre en un periodo corto, acarrea la demanda cada vez mayor de bienes de consumo, muchos de los cuales se presentan envueltos en papel, plástico o cartón; a esto se suma la abundante propaganda y publicidad impresa en papel y repartida en la vía pública y que, casi siempre, es arrojada a la calle. Día a día, se aumenta la generación de desechos, ya sean gaseosos, sólidos o líquidos. La contaminación de los suelos puede ser un proceso irreversible y además tiene la desventaja propiedad de facilitar la introducción de tóxicos en la cadena alimentaria.

Los basureros causan problemas ambientales que afectan el suelo, el agua y el aire: la capa vegetal originaria de la zona desaparece, hay una erosión del suelo, contamina a la atmósfera con materiales inertes y microorganismos. Con el tiempo, alguna parte de ellos se irá descomponiendo y darán lugar a nuevos componentes químicos que provocarán la contaminación del medio, que provocarán que el suelo pierda muchas de sus propiedades originales.

“Para medir la magnitud del problema en números, se dijo que la capital mexicana produce 20 mil toneladas que llenaría todo el estadio Azteca, uno de los más grandes del mundo, en este contexto, dijo que el país produce basura para llenar 10 estadios, y en el planeta se generan desechos para atiborrar mil estadios azteca.”

A.2.1 Generación de RSU a nivel Nacional

Los residuos sólidos urbanos (RSU) Son los generados principalmente en los hogares. El volumen estimado de generación nacional de RSU creció, entre 1997 y 2008, alrededor de 28%, pasando de 29.3 a 37.6 millones de toneladas. La generación per cápita diaria creció en el mismo periodo de 840 a 970 gramos. En 2008, las entidades federativas que generaron mayor volumen de RSU fueron México (16.4% del total nacional para ese año), Distrito Federal (12.6%) y Jalisco (7.2%). En contraste, Colima, Baja California Sur, Campeche, Nayarit, Tlaxcala, Zacatecas y Aguascalientes contribuyeron en conjunto con 5.1% a la generación de RSU. Si se considera la generación por tipo de localidad, las zonas metropolitanas fueron las mayores generadoras. Paralelamente al crecimiento en la generación, la composición de los residuos también ha cambiado: mientras que en la década de los años cincuenta el porcentaje de residuos orgánicos oscilaba entre 65 y 70%, para 2008 se había reducido al 52%. El Volumen creciente de los RSU y su anejo inadecuado, promueven la proliferación de tiraderos sin control, los que general riesgos al ambiente y a la salud humana. Este indicador muestra tanto la demanda de infraestructura, como la magnitud de un riesgo potencial ante el manejo inadecuado de los RSU.

Generación de residuos sólidos urbanos por Entidad Federativa
(miles de toneladas)

Entidad federativa	Año									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Aguascalientes	273.12	275.95	275.79	285.31	293.40	299.30	313.90	327.00	334.00	
Baja California	834.99	843.63	940.97	985.15	1,027.44	1,073.10	1,131.50	1,175.00	1,219.00	
Baja California Sur	126.24	127.55	134.94	140.43	145.74	149.65	164.25	168.00	177.00	
Campeche	232.36	234.77	189.63	191.81	193.33	197.10	219.00	226.00	232.00	
Coahuila	676.43	683.43	683.27	700.60	715.82	733.65	784.75	803.00	819.00	
Colima	146.62	148.14	153.00	158.35	163.26	167.90	171.55	177.00	181.00	
Chiapas	873.03	882.06	883.00	909.41	933.43	959.95	1,032.95	1,055.00	1,080.00	
Chihuahua	940.35	950.09	993.80	1,029.30	1,062.54	1,098.65	1,168.00	1,199.00	1,234.00	
Distrito Federal	4,220.94	4,350.69	4,350.69	4,350.69	4,350.69	4,380.00	4,500.45	4,563.00	4,599.00	
Durango	412.09	416.35	399.65	406.72	412.57	419.75	456.25	456.00	464.00	
Guanajuato	1,363.30	1,377.41	1,371.29	1,406.46	1,436.97	1,470.95	1,554.90	1,584.00	1,613.00	
Guerrero	808.03	816.39	765.04	783.28	799.24	817.60	839.50	858.00	869.00	
Hidalgo	505.16	510.38	510.70	523.70	535.51	547.50	569.40	586.00	595.00	
Jalisco	2,235.64	2,258.78	2,168.16	2,220.96	2,267.10	2,317.75	2,427.25	2,482.00	2,528.00	
México	5,038.94	5,091.11	4,972.69	5,148.33	5,310.88	5,475.00	5,708.60	5,902.00	6,051.00	
Michoacán	964.58	974.56	963.56	981.98	997.53	1,014.70	1,076.75	1,091.00	1,106.00	
Morelos	443.20	447.79	458.85	471.73	483.21	492.75	525.60	538.00	548.00	
Nayarit	236.42	238.86	229.65	234.25	238.09	240.90	262.80	266.00	270.00	
Nuevo León	1,470.34	1,485.56	1,497.03	1,540.15	1,579.03	1,620.60	1,708.20	1,752.00	1,796.00	
Oaxaca	674.99	681.94	685.05	702.53	720.46	730.00	773.80	792.00	803.00	
Puebla	1,309.21	1,322.16	1,347.66	1,386.65	1,422.69	1,460.00	1,503.80	1,548.00	1,593.00	
Querétaro	385.87	389.87	416.03	431.86	446.58	463.55	489.10	504.00	518.00	
Quintana Roo	243.07	245.59	269.23	285.14	301.19	317.55	335.80	352.00	369.00	
San Luis Potosí	587.56	593.64	579.36	592.74	604.43	616.85	631.45	646.00	657.00	
Sinaloa	789.81	797.99	759.35	776.35	790.66	806.65	861.40	872.00	889.00	
Sonora	651.13	657.86	660.36	675.75	689.22	704.45	766.50	785.00	803.00	
Tabasco	516.71	522.06	521.27	536.24	549.46	562.10	591.30	602.00	617.00	
Tamaulipas	809.41	817.78	850.55	877.75	902.69	930.75	1,011.05	1,038.00	1,068.00	
Tlaxcala	217.08	219.32	229.75	236.69	243.36	248.20	266.45	274.00	279.00	
Veracruz	1,807.66	1,826.36	1,724.43	1,754.33	1,779.58	1,806.75	1,914.00	1,928.00	1,952.00	
Yucatán	431.12	435.58	437.94	449.18	459.52	470.85	496.40	509.00	522.00	
Zacatecas	325.27	328.63	310.58	314.69	317.98	321.20	346.75	347.00	350.00	

A.2.2 Generación de RSU Local

En el estado de Hidalgo, se estima una generación per cápita de 0.806 kg.hab/día, cuyo promedio por habitante arroja una generación diaria de 1 801.88 toneladas diferenciada por regiones administrativas, de las cuales Pachuca contribuye con el mayor porcentaje 15.01% en contraste con la de Zacualtipán con el 2.05%. Con esto, se calcula una generación anual de 657 689.69 toneladas en la entidad. Asimismo, con base en la estructura de población en la entidad, 97.2% rural, se infiere que la generación mayor al 50% es de tipo orgánico, el 8% de plástico, el resto porcentual de tipo inorgánico.

El incremento de la población y el consumo exagerado de objetos innecesarios desechados casi siempre en un periodo corto, acarrea la demanda cada vez mayor de bienes de consumo, muchos de los cuales se presentan envueltos en papel, plástico o cartón; a esto se suma la abundante propaganda y publicidad impresa en papel y repartida en la vía pública y que, casi siempre, es arrojada a la calle. Día a día, se aumenta la generación de desechos, ya sean gaseosos, sólidos o líquidos. La contaminación de los suelos puede ser un proceso irreversible y además tiene la desventaja propiedad de facilitar la introducción de tóxicos en la cadena alimentaria.

Los basureros causan problemas ambientales que afectan el suelo, el agua y el aire: la capa vegetal originaria de la zona desaparece, hay una erosión del suelo, contamina a la atmósfera con materiales inertes y microorganismos. Con el tiempo, alguna parte de ellos se irá descomponiendo y darán lugar a nuevos componentes químicos que provocarán la contaminación del medio, que provocarán que el suelo pierda muchas de sus propiedades originales.

En casi la totalidad de los 84 municipios que conforman la entidad, se carece de sistemas adecuados de manejo y disposición final de los RSU. Se esperaría que predominaran los rellenos sanitarios que son los lugares más indicados técnicamente para disposición de estos residuos, sin embargo, para el 2003 se registraron 5 ubicados en las localidades de Pachuca, Tepeji del Río, Tula, Huichapan y Acatlán, es los cuales, de acuerdo a la generación diaria se estima un manejo de 197.63, 54.69, 69.99, 30.66 y 15.00 toneladas respectivamente. Esto permite inferir que 367.67 toneladas por día, es

decir, el 20.40% de la generación de RSU en el Estado son dispuestos en forma controlada en rellenos sanitarios.

Existen otros sitios, conocidos como vertederos controlados, que en total contabilizan 49, en los cuales se estima que se dispone el 6.6%. Asimismo, como una acción de la gestión integral en el manejo de los RSU se estima que un 2% se Recicla. En contraste, entre las opciones irregulares para disponer los RSU generados diariamente, se estima que un 50% corresponde a tiraderos a cielo abierto y el 21% es sujeto a quema.

Indicadores promedio de los subproductos presentes en los residuos sólidos municipales generados a nivel nacional.	
Región	Ton/Año
Papel y Cartón	14.2%
Plástico	5.8%
Metales	3.1%
Textiles	1.2%
Vidrio	6.6%
Residuos Alimenticios	31.6%
Residuos de Jardinería	9.8%
Otros	27.7%

Proyección de generación total y per cápita para las localidades consideradas en la región centro								
Localidades	Generación total 1997 (ton/año)	Generación per cápita 1997 (kg/hab/día)	Generación total 2000 (ton/año)	Generación per cápita 2000 (ton/hab/día)	Generación total 2005 (ton/año)	Generación per cápita 2005 (kg/hab/día)	Generación total 2010 (ton/año)	Generación per cápita 2010 (kg/hab/día)
Pachuca	67,473	0.8222	76,291	0.9078	93,436	1.0023	113,583	1.1066
Puebla	473,969	0.9495	543,671	1.0483	684,611	1.1574	856,062	1.2779
Querétaro	221,266	0.9787	255,375	1.0805	324,050	1.1930	405,527	1.3172
San Juan del río	44,479	0.7177	51,335	0.7923	64,908	0.8748	81,176	0.9659
Taxco	44,218	1.1751	47,149	1.1659	61,626	1.3638	73,831	1.4691
Tecámac	55,915	0.9732	63,242	1.0614	77,290	1.1576	93,609	1.2624
Tehuacán	58,274	0.8163	65,776	0.8902	80,356	0.9709	97,451	1.0589
Texcoco	62,560	0.9732	70,433	1.0614	85,564	1.1576	103,142	1.2624
Tlanepanlta	282,586	0.9286	314,266	1.0252	375,767	1.1319	447,622	1.2498
Tlaxcala	18,747	0.8389	20,719	0.9038	24,362	0.9736	28,454	1.0489
Toluca	203,584	0.8685	233,593	0.9589	292,511	1.0587	362,563	1.1688
Tulancingo	34,824	0.8052	39,508	0.8782	48,504	0.9577	58,993	1.0445
Tultitán	95,030	0.8573	107,060	0.9465	130,687	1.0450	158,643	1.1538
TOTAL	9'065,609	-	10'233,395	-	12'457,573	-	15'218,966	-

A.2.3 Conclusiones

La participación de cartón y papel a nivel nacional oscila en un valor cercano al 14%. De éste, entre el 8% y el 10% corresponde a papel y el resto (entre 4% y 6%) a cartón.

- El plástico participa con entre el 6% y el 8% de la generación total.
- Los materiales metálicos, incluyendo latas de aluminio, aportan alrededor del 3% de la generación total.
- Los residuos alimenticios aportan más del 30% de la generación total. Este valor estará directamente ligado a la participación de la industria y el

comercio para cada ciudad. Así, se tiene que localidades con poco desarrollo industrial y comercial, mantienen valores más altos en este renglón.

- Los residuos de jardinería aportan entre el 3% y el 10%, de acuerdo también con el nivel de desarrollo industrial y comercial de la localidad.
- Los residuos textiles constituyen de un 1% a un 2% de la generación total.
- Por último, puede decirse que el vidrio, tanto de color como transparente, participa con alrededor del 6.50% de la generación total.

A.3 El Biogás como generador de energía

A.3.1 Generalidades

Se llama biogás a la mezcla constituida por metano CH_4 en una proporción que oscila entre un 50% a un 70% y dióxido de carbono conteniendo pequeñas proporciones de otros gases como hidrógeno, nitrógeno y sulfuro de hidrógeno.

Es un poco más liviano que el aire, posee una temperatura de inflamación de $700\text{ }^\circ\text{C}$ y su llama alcanza una temperatura de $870\text{ }^\circ\text{C}$. El biogás mezclado con aire puede ser quemado en un amplio espectro de artefactos descomponiéndose principalmente en CO_2 y H_2O . El Biogás se produce por la fermentación anaeróbica (sin oxígeno) de residuos orgánicos e inorgánicos que mezclados con agua y depositados en un recipiente cerrado e impermeable llamado Biodigestor a temperatura entre los 20° y 30° C se descomponen debido a las bacterias anaeróbicas.

El proceso digestivo se completa entre los 30 y 40 días produciéndose la mayor cantidad de Biogás. Para mantener una producción constante se debe renovar periódicamente los insumos. Cuando los residuos no digeribles alcanzan cierta magnitud, se limpia el biodigestor (1 a 2 veces al año) vaciándolo totalmente. Por este motivo el mismo está provisto de mecanismos para la extracción de los lodos y sobrantes, además de dispositivos para la acumulación y expulsión de gases, dispositivos de seguridad contra explosión y la purga del digestor.

A.3.2 Plantas de Biogás

Una planta de biogás es un recinto en el cual se lleva a cabo la transformación del metano a electricidad. Permite reducir el impacto ambiental que provocan los residuos orgánicos en el medio ambiente. Se reducen las emisiones a la atmósfera (gases de efecto invernadero), se minimizan considerablemente los olores y se mejora el valor final de los residuos.

A.3.2.1 Aspectos Generales

Una planta de biogás es una instalación donde se mezcla la materia orgánica y se realiza lo que se conoce con el nombre de codigestión anaeróbica. La codigestión se basa en mezclar diferentes sustratos para que se compensen entre si y se obtenga una producción de biogás óptima y una biomasa digerida que es un buen biofertilizante para aplicar en los campos. El biogás producido se valoriza en un equipo de cogeneración y el resultado final es energía eléctrica y térmica de origen renovable.

Las plantas para la producción de biogás se pueden clasificar en:

- Discontinuas o de Batch, estas son cargadas una vez y vaciadas por completo después de un tiempo de retención; el abastecimiento continuo de gas con estas plantas se logra con depósitos de gas o con varios digestores funcionando a la vez.
- Continuas, estas se cargan y descargan en forma periódica, por lo general diariamente, el material de fermentación debe ser fluido y uniforme.

El diseño y la construcción de la planta, así como los materiales a utilizar, deberán ser elegidos en función de la producción deseada, las características del suelo, el tipo de carga y la inversión que se desea hacer.

Se debe tener en cuenta también las características climáticas del lugar, pues como ya vimos, la digestión anaerobia es muy sensible a los cambios de temperatura y necesita de por lo menos 30 ° C para tener una producción aceptable.

A.3.2.2 Valores característicos de una Planta

Para poder calcular el tamaño de una planta de biogás, se utilizan determinados valores característicos. Para una planta de biogás sencilla son los siguientes:

- Cantidad diaria de biomasa
- Tiempo de retención
- Producción específica de gas al día
- Carga del digestor, La carga del digestor se calcula en kg de masa orgánica por metro cúbico del digestor por día (Álvarez J. 2008)

El diseño y dimensionamiento de un biodigestor depende, en lo fundamental, de los factores siguientes:

- Tipo y composición del material orgánico que se debe emplear para la biodigestión.
- Demanda de biogás y de biofertilizante.
- Materiales de construcción que se deben emplear.
- Tecnologías constructivas apropiadas.
- Facilidad de explotación y mantenimiento.
- Posibilidad económica del usuario.

Estos seis factores pueden ser resumidos en dos:

- Factibilidad de la inversión (necesidad y condiciones creadas).
- Características y situación económica del usuario. (Chacón J. 2007)

A.3.2.3 Características de su ubicación

La ubicación de un biodigestor es tan importante como su propia construcción, una buena ubicación desempeña un papel importante para su fácil manejo y operación. Los principales aspectos que se deben tener en cuenta al ubicar un biodigestor son los siguientes:

- Seleccionar el lugar más cercano posible a la fuente de materia prima.
- Debe tratarse, por todos los medios, de que la topografía del terreno permita el cargado de la planta por gravedad.
- En el lugar debe existir una fuente de agua para realizar la mezcla y mantener la limpieza de la planta.

- La instalación donde se utilizará el biogás debe encontrarse lo más cerca posible de la planta de biogás.
- Se debe evitar el contacto con el manto freático, para prevenir las filtraciones hacia el interior o la contaminación del manto. Como norma, el fondo del biodigestor debe encontrarse a un metro o más del manto freático.

A.3.2.4 Materiales de Construcción

Dentro de los elementos más importantes que se deberán tomar en cuenta para la construcción de la planta de biogás se encuentran los que se mencionan a continuación.

- a) Sistema de acarreo o alimentación: Deben ser tales que aseguren una provisión de materia prima en forma rápida evitando su descomposición aeróbica y la pérdida de su temperatura
- b) Cámaras de carga: El sustrato generalmente se almacena en una cámara de carga antes de su ingreso. Dependiendo del digestor esta cámara deberá ser capaz de almacenar un volumen equivalente a dos días de carga.
- c) Triturador de residuos: Para facilitar el proceso de conversión de la basura, debe considerarse un triturador para desechos orgánicos con un tratamiento anticorrosivo.
- d) Conductos, canales y bombas: Este involucra la recolección y transporte de la materia orgánica a digerir, la alimentación del sistema de fermentación y el vaciado del digestor.
- e) Transporte: Debe considerarse las rutas de transporte especializado o un transporte específico para la planta con separación de residuos.
- f) Bomba centrífuga: operan con el principio de instalar un rotor girando rápidamente en una vena fluida. Ellas proveen de altos caudales y son de construcción robusta, puesto que sus mecanismos internos están expuestos a esfuerzos tensionales.
- g) Impulsor: Varios tipos de impulsores (rotores) son utilizados siendo los rotores periféricos más fáciles de instalar que las ruedas en el interior de conductos o los impulsores del tipo espiral.

- h) Cámara de digestión: Impermeable al agua y al gas para evitar las pérdidas del líquido en digestión, Aislante, las pérdidas de calor deben ser evitadas al máximo, puesto que el mantenimiento de la temperatura de digestión es logrado con el aporte de calor externo y por lo tanto todo ahorro en este sentido redundará en una mayor cantidad de energía neta disponible.
- i) Digestor anaeróbico: En términos generales, el proceso anaeróbico puede dividirse en dos etapas diferenciadas, (1) la hidrólisis de especies de moléculas grandes en ácido acético y (2) la conversión del ácido acético en metano y dióxido de carbono.
- j) Gasómetro: Almacenamiento del gas a baja presión.
 - Su construcción se realiza con paredes de bloques de hormigón y cúpula de ladrillos, y se emplean otros materiales conocidos, como cemento, arena, piedra y acero constructivo, que aseguran una alta resistencia y durabilidad de la obra.
 - No presentan partes móviles propensas al desgaste, así como tampoco partes metálicas que faciliten la corrosión.
 - Su tiempo de vida útil se extiende a más de veinte años.

A.3.3 Composición Química del Biogás y su conversión

Es de gran importancia conocer las propiedades del biogás y sus procesos de conversión, para de esta manera, determinar si la materia y efluente encontrados en la zona de estudio podrán ser utilizados para la producción del biogás y por consiguiente de generar energía eléctrica suficiente para su uso en la arquitectura o paisaje de la ciudad.

El requerimiento de aire mínimo sería del 21% pero esta cifra debe ser aumentada para lograr una buena combustión, debido al contenido de dióxido de carbono, el biogás tiene una velocidad de propagación de la llama lenta, 43 cm/seg y por lo tanto la llama tiende a escaparse de los quemadores. La presión para un correcto uso del gas oscila entre los 7 y los 20 mbar. (Hilbert J. 2002)

El contenido de humedad de la biomasa es la relación de la masa de agua contenida por kilogramo de materia seca. Para la mayoría de los procesos de conversión energética es imprescindible que la biomasa tenga un contenido de humedad inferior al 30%. Muchas veces, los residuos salen del proceso productivo con

un contenido de humedad muy superior, que obliga a implementar operaciones de acondicionamiento, antes de ingresar al proceso de conversión de energía. El contenido calórico por unidad de masa es el parámetro que determina la energía disponible en la biomasa. Su poder calórico está relacionado directamente con su contenido de humedad. Un elevado porcentaje de humedad reduce la eficiencia de la combustión debido a que una gran parte del calor liberado se usa para evaporar el agua y no se aprovecha en la reducción química del material.

El tipo de conversión de la materia orgánica en biogás depende del tipo de efluente y de sus propiedades, sin embargo se cuenta con diversos tipos de conversión y a continuación se mencionan los más importantes.

A.3.3.1 Conversión termoquímica

La conversión termoquímica está basada en la descomposición de la biomasa por medio de calor. Esta transforma a la biomasa en productos con un más alto valor o más convenientes y, dependiendo de las condiciones del proceso, se obtienen diferentes proporciones de productos sólidos, líquidos y gaseosos:

- a) Combustión directa
- b) Pirolisis
- c) Gasificación

A.3.3.2 Conversión bioquímica

Consisten en la transformación de la biomasa por la acción de microorganismos o de enzimas, que son añadidas a los medios de reacción como catalizadores. Los métodos bioquímicos son más adecuados a biomásas con un alto contenido de humedad, debido a que tanto los microorganismos como las enzimas sólo pueden ejercer sus acciones en ambientes acuosos, entre los procesos de conversión bioquímica se encuentran:

Digestión anaerobia: La producción de biogás por descomposición anaeróbica es un modo considerado útil para tratar residuos biodegradables ya que produce un combustible de valor además de generar un efluente que puede aplicarse como acondicionador de suelo o abono genérico. El biogás tiene como promedio un poder

calorífico entre 18,8 a 23,4 megajulios por m³. Este gas se puede utilizar para producir energía eléctrica mediante turbinas o plantas generadoras.

El proceso anaerobio es aquel en que se efectúa la degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno molecular como aceptor de electrones. Tal es el caso, por ejemplo, de los procesos de producción de alcohol, los procesos de desnitrificación y de digestión anaerobia, estos dos últimos empleados en el tratamiento de aguas residuales.

Los procesos de digestión anaerobia ocurren normalmente en la naturaleza, siendo los nichos de estos procesos el fondo de los ríos, los lagos y el mar, las ciénagas y el tracto intestinal de, prácticamente, todos los animales. El proceso de digestión anaerobia se emplea en el tratamiento de residuales sólidos o líquidos cuando la concentración de materia orgánica es tan elevada que no resulta económico el tratamiento aerobio. (Carlos Luis Urbáez Méndez, 2009)

A.3.3.3 Conversión fisicoquímica

La ruta de conversión fisicoquímica produce un biocombustible líquido a partir de la biomasa que contiene aceite vegetal. Esta tecnología es similar a las rutas de conversión para producir aceite vegetal en la industria alimenticia.

El aceite vegetal se produce al prensar y/o extraer el aceite de la semilla. De manera que sólo se pueden usar especies que contienen aceite, como la semilla de colza, el girasol, el frijón de soja y el aceite de palma, etc.

A.3.4 Aspectos Relevantes de la Producción del Biogás

Para realizar un estudio de factibilidad para el uso del biogás encontramos 2 aspectos que debemos considerar para su producción.

A.3.4.1 Aspecto Económico

Es muy importante tomar en cuenta ciertos factores para poder determinar el costo del uso del biogás, algunos de los más importantes son: insumos con un bajo costo de oportunidad, que la eficiencia del sistema sea la "adecuada" y los productos generados tengan un alto costo de oportunidad. Esto varía dependiendo del entorno, la cultura y la situación socioeconómica de la ciudad,

además de la cantidad de basura generada en la zona. Todos estos aspectos deberán de ser tomados en cuenta y se investigarán de cada zona; sin embargo para motivo de este ensayo se tomaran casos de estudio para hacer una comparación y determinar la eficiencia y rentabilidad de este sistema.

A.3.4.1.1 Costos de producción generales

- En el caso de la electricidad, se deberá tener en cuenta la energía disponible en las usinas del lugar, ya que si su potencia está subutilizada, el costo de la energía será distinto a la que correspondería si se debe ampliar el equipo existente para satisfacer la nueva demanda.
- Efluente: La evaluación deberá partir, si existiera, del costo de la materia prima empleada. Un análisis que si debe ser realizado, es la comparación de este tipo de tratamiento con otro alternativo. Para los dos últimos productos analizados (biogás y efluente) se deberá tener en cuenta que la justificación del proyecto no deberá limitarse al ahorro en combustibles o fertilizantes que se logren sino que además influirá el incremento de esos bienes que se hacen accesibles al productor.
- Trabajo: La valoración de la mano de obra no es homogénea debido a que las tareas a realizarse demandarán diferentes niveles de preparación del personal involucrado y por lo tanto su costo de oportunidad no será equivalente.
- Capital: Este insumo ha sido tratado extensamente en los manuales de evaluación de proyectos principalmente en cuanto a su costo de oportunidad y tasa de descuento aplicable. De todos los costos analizados este es sin duda el que presenta la mayor diversidad de usos alternativos debiéndose tomar como indicador la retribución al capital usualmente utilizada en este tipo de evaluaciones. (Hilbert J. 2002)

A.3.4.1.2 Costos actuales del consumo eléctrico en Pachuca

En el caso de los cargos por concepto de energía, se comprenden los gastos de combustible, mantenimiento y otros gastos relacionados con la operación.

- Cargos por demanda máxima: Entre mayor sea la demanda de energía en un momento dado por un período de 15 minutos, más alto será también el cargo por demanda. Entre más uniformemente se pueda repartir el consumo de energía eléctrica en una planta. Más bajo será el cargo por demanda.
- Cargos por energía consumida: Los costos de operación de la parte de la factura de consumo de energía eléctrica se basan en el número de kWh registrados en el término de cierto período. Para establecer comparaciones, tómesese en consideración este período de facturación. El número de días de trabajo y el número de días cubiertos tendrán diferencias.
- Cargos por bajo factor de potencia: Debido a que la compañía suministradora tendrá que transmitir una corriente mayor a un sistema con bajo factor de potencia, que si hacia otro cuyo factor de potencia sea más alto, se ha introducido una cláusula al respecto para llevar a cabo la facturación. Esta cláusula ofrece una reducción en las cuotas de consumo para cargas con factor de potencia alto, o impone una multa si el factor de potencia es bajo.

A.3.4.2 Estudio de Insumos

La actividad metabólica involucrada en el proceso metanogénico puede ser afectada por diversos factores.

Entre los factores más importantes se encuentran, el tipo de sustrato (nutrientes disponibles), la concentración del sustrato; la temperatura del sustrato; la carga volumétrica; el tiempo de retención hidráulico; el nivel de acidez (pH); la relación carbono/nitrógeno; el agregado de inoculantes; el grado de mezclado, agitación; y la presencia de compuestos inhibidores del proceso.

A.3.4.2.1 Materia Prima

El costo de la materia prima que se va a utilizar en el proyecto y su posible uso como abono o biofertilizante. Las materias primas fermentables incluyen dentro de un amplio espectro a los excrementos animales y humanos, aguas residuales orgánicas de las industrias (producción de alcohol, procesado de frutas, verduras, lácteos, carnes, alimenticias en general), restos de cosechas y basuras de diferentes tipos, como los efluentes de determinadas industrias químicas. Normalmente las sustancias orgánicas

como los estiércoles y lodos cloacales presentan estos elementos en proporciones adecuadas. Sin embargo en la digestión de ciertos desechos industriales puede presentarse el caso de ser necesaria la adición de los compuestos enumerados o bien un post tratamiento aeróbico.

“En 1896, en Inglaterra las lámparas de alumbrado público eran alimentadas por el gas recolector de los digestores que fermentaban los lodos cloacales de la ciudad.” (Soler, 2009)

A.3.4.2.2 Biogás

El gas como producto será evaluado comparándolo con los costos de otras fuentes de energía (incluyendo el costo de suministro). Esta comparación tendrá distintas características de acuerdo al tipo de energía sustituta considerada.

A.3.4.2.3 Temperatura

Para que se inicie el proceso se necesita una temperatura mínima de 4° a 5° C y no se debe sobrepasar una máxima de alrededor de 70°C.

A.3.4.2.4 Carga Volumétrica

Con este término se designa al volumen de sustrato orgánico cargado diariamente al digestor. Este valor tiene una relación de tipo inversa con el tiempo de retención, dado que a medida que se incrementa la carga volumétrica disminuye el tiempo de retención y se expresa de la siguiente manera: Kg de Materia/día.

A.3.4.2.5 Tiempo de retención

Este parámetro sólo puede ser claramente definido en los “sistemas discontinuos o batch” donde el T:R coincide con el tiempo de permanencia del sustrato dentro del digestor. El T.R. está íntimamente ligado con dos factores: el tipo de sustrato y la temperatura del mismo.

La selección de una mayor temperatura implicará una disminución en los tiempos de retención requeridos y consecuentemente serán menores los volúmenes de reactor necesarios para digerir un determinado volumen de material. La relación costo beneficio es el factor que finalmente determinará la optimización entre la temperatura y el T.R., ya varían los volúmenes, los sistemas paralelos de control, la calefacción y la eficiencia.

A.3.4.2.6 Acidez

Una vez estabilizado el proceso fermentativo el pH se mantiene en valores que oscilan entre 7 y 8,5. Las desviaciones de los valores normales es indicativo de un fuerte

deterioro del equilibrio entre las bacterias de la faz ácida y la metanogénica provocado por severas fluctuaciones en alguno de los parámetros que gobiernan el proceso.

A.3.4.2.7 Sólidos

La movilidad de las bacterias metanogénicas dentro del sustrato se ve crecientemente limitada a medida que se aumenta el contenido de sólidos y por lo tanto puede verse afectada la eficiencia y producción de gas. (Hilbert J. 2002)

A.4 Impactos Representativos del Biogás

El uso del biogás para generar electricidad es un tipo de energía renovable e inagotable, lo cual nos proporciona diversas ventajas de tipo ambiental, ya que se elimina en un 80% el uso de tiraderos a cielo abierto y se genera un mayor control de los residuos de una ciudad. De igual manera se produce un ahorro económico para la población debido a que se reducen los gastos por consumo eléctrico hasta en un 70% dependiendo de la capacidad de un biodigestor o planta de biogás, sin embargo este tipo de energía no es limpia en un 100% y si no cumple con las medidas de seguridad y hermeticidad puede llegar a ser altamente contaminante además de que requiere una inversión inicial muy grande y presenta resultados a largo plazo, por lo que es importante estudiar y analizar los impactos que genera esta energía tanto ambiental como socialmente.

A.4.1 Impacto Ambiental

La obtención de biogás se produce mediante procesos bioquímicos que transforman la materia orgánica, en ausencia de oxígeno habitualmente, en varios subproductos entre los que se encuentra el metano que es utilizado para producir energía. Los dos componentes principales del biogás son el CO₂ y el metano y su porcentaje en la mezcla final depende del método de producción y la materia prima utilizada. Como subproducto se obtiene en muchas ocasiones fertilizantes de gran valor agronómico.

A diferencia del caso de los biocombustibles el balance de CO₂ final no es el condicionante básico en este tipo de energía. El origen en muchos casos de la materia prima procede de subproductos de la industria agroalimentaria o de residuos orgánicos urbanos. El balance de CO₂ debe de ser considerado en conjunto con

todos los factores implicados para poder valorar si su impacto ambiental es positivo en conjunto o si por el contrario el efecto de producción de energía impacta negativamente sobre el medio ambiente.

En este caso la necesidad de eliminación de estos residuos y la generación de subproductos tales como fertilizantes parecen indicar de una manera general que los beneficios ambientales obtenidos superan a los inconvenientes

Se debe considerar también que dado el origen diverso, pueden aparecer en los gases generados compuestos químicos contaminantes. Un análisis detallado de las materias primas y de los gases emitidos puede aconsejar que se utilicen filtros correctores o combustiones a altas temperaturas como medidas correctoras para evitar la contaminación de la atmósfera o la producción de olores.

El resto de los factores ambientales, dada la posibilidad de variar el emplazamiento de las plantas, (excepto en casos tales como los que utilizan alpechines o purines, que por motivos de rentabilidad económica exigen proximidad) no presentan repercusiones ambientales significativas que no se puedan corregir o anular con la adopción de tecnologías disponibles actualmente.

Una planta de Biogás de 1 MW consume aproximadamente 3.386.086 m³ de Biogás al año, si entendemos una concentración de metano al 70% y una densidad de 0.6 gr/litro, estaremos consumiendo 1.422,15 Tm de metano al año, lo que equivale a la gigantesca cantidad de 25.954 Toneladas de CO₂ no emitido a la atmósfera durante una año de funcionamiento de una planta de Biogás de 1 MW. Una planta de biogás permite reducir el impacto ambiental que provocan los residuos orgánicos en el medio ambiente. Se reducen las emisiones a la atmósfera (gases de efecto invernadero), se minimizan considerablemente los olores y se mejora el valor final de los residuos.

La operación de un relleno sanitario (digestor) genera, como principales contaminantes, líquidos percolados y biogás, los que de no ser controlados por métodos apropiados pueden dar origen a graves problemas de contaminación, que a su vez impactan negativamente en la calidad de vida de los seres vivos. Los principales impactos causados por el gas de relleno pueden ser agrupados en las siguientes categorías:

- Daños en las construcciones, determinado por explosiones y fuegos.
- Daños en la vegetación, reflejado en una degradación del follaje y de la zona radicular.

- Contaminación del aire, principalmente por emisiones de gas metano y su efecto invernadero.
- Impacto social, reflejado en malos olores, asfixia y explosión o fuegos.

En este contexto, los operadores de los rellenos sanitarios emplean distintos sistemas de control para la potencial migración superficial y sub-superficial del gas. Los sistemas de control se pueden clasificar como pasivos y activos, y para ambos casos se puede dar la destrucción térmica y/o recuperación del gas generado.

El principal problema asociado al gas de relleno dice relación con su explosividad, es decir, su capacidad de formar mezcla explosiva con el aire y la facilidad con la cual puede emigrar desde el relleno hasta áreas periféricas, en las cuales puede producir explosiones.

Esta emisión de productos gaseosos requiere que los operadores del relleno sanitario adopten todas las medidas tendientes a lograr su total control, a efecto de protegerse de peligros asociados con emisiones explosivas y gases tóxicos, como también a sus vecinos.

Los gases de relleno sanitario, tales como metano, hidrógeno y nitrógeno así como dióxido de carbono son significativamente peligrosos para la salud, por cuanto actúan como asfixiantes. Estos componentes del gas de relleno toman el lugar del oxígeno del aire en espacios cerrados y la falta de oxígeno en ambientes de trabajo o vivienda conlleva a la asfixia.

Para prevenir situaciones de riesgo asociados al manejo de biogás se realiza una permanente manutención de las instalaciones y sistemas de captación de biogás, así como también del material de cobertura, para impedir la formación de mezclas aire-metano, dentro de rangos potencialmente explosivos, durante toda la operación del relleno después del término de su vida útil, es indispensable mantener un monitoreo permanente de todas las dependencias internas y del perímetro externo, con el fin de detectar cualquier migración de biogás que pudiera producirse.

La finalidad de esta medida preventiva es la detección anticipada de potenciales migraciones de gases combustibles al exterior del relleno sanitario que puedan ser peligrosas a las personas y al medio ambiente.

Sin embargo también podemos encontrar diversas ventajas en el uso de este tipo de energía como son:

Desde el punto de vista medioambiental, la utilización de biocarburantes contribuye a la reducción de emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero a la atmósfera. Concretamente, el biodiesel no emite dióxido de azufre, lo cual ayuda a

prevenir la lluvia ácida, y disminuye la concentración de partículas en suspensión emitidas, de metales pesados, de monóxido de carbono, de hidrocarburos aromáticos policíclicos y de compuestos orgánicos volátiles. El bioetanol, en comparación con la gasolina, reduce las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos. Además, al ser fácilmente biodegradables, los biocarburantes no inciden negativamente en la contaminación de suelos. En última instancia, ayudan a la eliminación de residuos en los casos en que los mismos se utilizan como materia prima en la fabricación de biocarburantes (por ejemplo, los aceites usados en la fabricación de biodiesel). Desde el punto de vista energético, los biocarburantes constituyen una fuente energética renovable y limpia. Además, su utilización contribuye a reducir la dependencia energética de los combustibles fósiles y otorga una mayor seguridad en cuanto al abastecimiento energético.

A.4.2 Impacto Social y Cultural

Las sociedades humanas generan un importante impacto en el medio ambiente, como resultado de sus actividades. La agricultura, la ganadería y la pesca, la minería, la industria o los servicios son los responsables de lo que la mayoría de las veces se traduce en un grave deterioro.

En este sentido cabe señalar que la producción y el consumo de energía generan efectos que se manifiestan en forma de calentamiento global, contaminación atmosférica, lluvia ácida, contaminación radiactiva o vertidos de hidrocarburos, entre otros, dando lugar a graves afecciones medioambientales.

Para evaluar el impacto de las actividades relacionadas con la energía debemos tener en cuenta su ciclo completo y no sólo sus etapas finales. De este modo, no se debe centrar la atención únicamente en el ámbito puramente inmediato de los procesos de producción y consumo, sino que se deben estudiar también las actividades extractivas que determinadas fuentes energéticas requieren, el impacto del transporte previo a su utilización, así como los procesos de tratamiento a que deben someterse antes de ser utilizadas. Igualmente hay que estudiar no sólo los focos de emisión de contaminantes a la atmósfera, hidrosfera y suelos sino que hay que seguirlos hasta su destino final en los ecosistemas, llegando finalmente hasta el hombre. Todo ello considerando que sus efectos son susceptibles de extenderse en el tiempo y el espacio.

El impacto social que tienen este tipo de proyectos es principalmente en un cambio de visión sobre el uso de las energías alternas y de las nuevas tecnologías que se están desarrollando actualmente y como el uso de nuestra basura puede llegar a generar tanto beneficios ambientales como económicos.

Este tipo de proyectos promueven la educación ambiental de cómo las acciones individuales y de grupo pueden influenciar la relación entre calidad de vida humana y la condición del ambiente. Es decir, no es suficiente que uno comprenda los sistemas de soporte vital (reglas) del planeta; también uno debe comprender cómo las acciones humanas afectan las reglas y cómo el conocimiento de estas reglas pueden ayudar a guiar las conductas humanas.

Esto implica aprender a investigar y evaluar problemas ambientales. Debido a que hay demasiados casos de personas que han interpretado de forma incorrecta o sin exactitud asuntos ambientales, muchas personas se encuentran confundidas acerca de cuál es el comportamiento más responsable ambientalmente. Por ejemplo, ¿es mejor para el ambiente usar pañales de tela que pañales desechables? ¿Es mejor hacer que sus compras la pongan en un bolsa de papel o en una plástica? La recuperación energética de recursos desechados, ¿es ambientalmente responsable o no? Muy pocas veces las respuestas a tales preguntas son sencillas. La mayoría de las veces, las circunstancias y condiciones específicas complican las respuestas a tales preguntas y solamente pueden comprenderse luego de considerar cuidadosamente mucha información.

La conciencia ambiental puede definirse como el entendimiento que se tiene del impacto de los seres humanos en el entorno. Es decir, entender cómo influyen las acciones de cada día en el medio ambiente y como esto afecta el futuro de nuestro espacio.

Desde el punto de vista socioeconómico, los biocarburantes constituyen una alternativa para aquellas tierras agrícolas afectas a la Política Agrícola Común (PAC). De esta forma, se fijaría la población en el ámbito rural, manteniendo los niveles de trabajo y renta, y fomentando la creación de diferentes industrias agrarias.

B. Análisis y Diagnóstico del Sitio de Estudio. (Marco Contextual)

B.1 Historia

La ciudad fue fundada en 1438 por un grupo mexicana, durante la Nueva España formaba parte de uno de los centros mineros más importantes, ya que es aquí donde, por primera vez, se utilizó el método de amalgamación para la obtención de la plata, conocido como beneficio de patio. En el año de 1869 Benito Juárez crea el estado de Hidalgo, designando como capital del estado a la ciudad de Pachuca.

Es sede del Club de Fútbol Pachuca, fundado en 1901 por los mineros ingleses durante el gobierno de Porfirio Díaz; que se convirtió en el primer club de fútbol oficial de México. La ciudad junto con Real del Monte son ampliamente conocidas por su gastronomía principalmente los pastes. Es conocida popularmente por los habitantes de la ciudad y por el resto de los mexicanos como *La bella airosa* ó como *La Novia del Viento*.

B.2 Contexto Geográfico

B.2.1 Ubicación

Pachuca de Soto es la cabecera municipal y capital del Estado de Hidalgo. Está ubicada en la parte centro-oriente de México; se encuentra a 96 km al norte de la Ciudad de México.

B.2.2 Clima

La temperatura aproximada es de 15 °C; En el mes de mayo se encuentra la máxima temperatura de 17.3 °C, y en diciembre la mínima con una temperatura promedio de 11.7 °C, por lo que se considera una ciudad con temperatura templada. Su precipitación pluvial es de 400 a 800 mm anual, con una precipitación media de 513 mm al año.

La época de lluvias es de marzo a septiembre, aunque frecuentemente la ciudad es afectada por frentes fríos y las tormentas tropicales que afectan al golfo de México, debido a su cercanía con éste. Las heladas se presentan en rangos de 40 a 70 días al año, principalmente durante los meses de diciembre y enero.

B.2.3 Flora y Fauna

Debido al crecimiento urbano que ha sufrido Pachuca en los últimos 20 años, la diversidad de fauna y flora se ha visto afectada seriamente, los pastizales y los bosques del municipio prácticamente han desaparecido.

Alrededor de la ciudad sólo se puede encontrar nopales, huizaches, magueyes, biznagas, agrias, guarines, panaderas, encinos, panzas de madroño, oyameles y trigueños. En cuanto a la fauna está compuesta por ardillas, tuzas, ratones de campo, armadillos y diversas especies de aves.

B.2.4 Orografía

Pachuca tiene un rasgo muy particular y es que gran parte del centro de la ciudad está rodeada de cerros, cubiertos de casas habitación, características de los pueblos mineros colonizados por Ingleses.

Se ubica en la provincia del Eje Neovolcánico, formado por llanuras en la mitad de su territorio, con lomeríos en un 25%; y de sierra el porcentaje restante. Entre los cerros que más destacan son el cerro del Cuixi, siendo una pequeña elevación que se encuentra al noreste de la ciudad, y el cerro de San Cristóbal teniendo al sureste el cerro de Cubitos.

B.2.5 Hidrografía

Pachuca se localiza dentro de la cuenca del Pánuco, en el cual se ubica el río Moctezuma; y dentro de esta, se encuentra a su vez el río Actopan, Amajac y el río de Tezontepec. De igual manera, el municipio cuenta con diez corrientes de agua y un cuerpo de la misma.

En general, Pachuca carece de mantos acuáticos y lo más prevaleciente en la ciudad son las corrientes de aguas residuales y pluviales.

B.3 Contexto Social

B.3.1 Población

Pachuca Hidalgo Cuenta con una población de 267 862 habitantes; la Zona Metropolitana de Pachuca cuenta con una población de 511 981 habitantes en una superficie de 1358.8 km², y está conformada por 7 municipios de Hidalgo; siendo la vigésimo novena Zona Metropolitana de México.

B.3.2 Economía

La ciudad tiene un índice de desarrollo humano Alto de 0.9022 (2005), y cuenta con un Ingreso per cápita anual en 2005 de 16 381 (dólaresPPC) y un Índice de ingreso de 0.8510. Aporta el 13.6 por ciento del producto interno bruto estatal, por lo que se ubica en el 1° lugar estatal y en el lugar 13° a nivel nacional. En 2008; los ingresos y egresos brutos municipales fueron de 556 895 miles de pesos mexicanos. Pachuca cuenta con más de 6800 empresas, la Población Económicamente Activa (PEA) agrupa a 59 de cada 100 personas de 14 años y más, de las cuales 95.2% están ocupadas, el sector de actividad que brinda mayor ocupación es el terciario, reuniendo a 83 de cada 100 ocupados.

Durante el cuarto trimestre de 2009, la PEA del estado de Hidalgo fue de 985 mil personas, de las cuales 633 mil son hombres (64.3%) y 352 mil mujeres (35.7 por ciento). Al comparar la PEA con la población de 14 ó más años de edad, se tiene que 57 de cada 100 personas en edad de trabajar participaron en la actividad económica, ya sea porque estaban ocupadas o porque buscaban estarlo.

Entre octubre y diciembre de 2009, la PEA en el área urbana de Pachuca fue de 168 mil personas (91 mil hombres y 77 mil mujeres). Al comparar esta cifra con la población de 14 ó más años de edad, se tiene que 61 de cada 100 personas en edad de trabajar participaron en la actividad económica, ya sea porque estaban ocupadas o porque buscaban estarlo (población desocupada). La TDA en este ámbito fue de 4.4%, lo cual equivale a un total de 7 mil personas.

La población no económicamente activa (PNEA) agrupa a las personas que no participan en la actividad económica ni como ocupados ni como desocupados. En el

cuarto trimestre de 2009, un total de 746 mil personas integraban a la PNEA, de las cuales 622 mil no estaban disponibles (449 mil no tenían interés para trabajar por atender otras obligaciones, 81 mil tenían interés para trabajar pero estaban bajo un contexto que les impedía hacerlo y 92 mil tenían impedimentos físicos para trabajar o estaban en otra situación que les hace no estar disponibles). Por su parte, 124 mil sí estaban disponibles para trabajar (123 mil se consideraban disponibles para trabajar pero no buscaban empleo por considerar que no tienen posibilidades, y el resto ha desistido en la búsqueda de un empleo). En el trimestre que comprendió de octubre a diciembre de 2008, integraban este sector (PNEA) 779 mil personas, de las cuales 150 mil estaban disponibles para trabajar y 629 mil no lo estaban.

C. Investigación de Factibilidad. (Marco Metodológico)

C.1 Factibilidad Social

C.1.1 Tipo de estudio

Investigación no experimental de tipo descriptivo, de campo haciendo uso de una muestra no probabilística aleatoria para la población requerida.

Se determinará el porcentaje de población dispuesta a participar en el desarrollo del proyecto.

C.1.2 Metodología de la investigación

La metodología de la investigación es de tipo bibliográfico y de campo. Bibliográfico, porque se hizo uso de lectura y consulta de libros, tesis, folletos, revistas, boletines y cualquier otro tipo de información escrita que se considere importante y necesaria para realizar la investigación. De campo, por que se realizaron encuestas a la población y entrevistas a las instituciones o empresas involucradas.

C.1.3 Sujeto de Estudio

- Población económicamente activa de 20 a 60 años de edad, hombres y mujeres residentes de la ciudad de Pachuca que sean Jefes de familia. Se encuestará a una persona por familia.
- Empresas e instituciones que promuevan y otorguen permisos, financiamientos y apoyos a proyectos de generación de electricidad por medio de energías alternas.

C.1.4 Población o Muestra del estudio

Pachuca cuenta con una población de 511 981 habitantes, de los cuales el 60% es económicamente activo. La población adulta en Pachuca (de 20 a 60 años) es de 172082, por lo que la población de la investigación es de 172082, por lo que la población de la investigación es de 1060.

Debido al gran tamaño de población, para el tamaño de la muestra se tomará solo 0.1% del total de la población, siendo la muestra de 106.

C.1.5 Criterios de Inclusión

- Hombres y mujeres de 20 a 60 años de edad
- Población económicamente activa
- Jefes de familia
- Población residente de la ciudad de Pachuca de Soto Hidalgo.

C.1.6 Criterios de Exclusión

- Población menor de 20 años
- Población no activa económicamente
- Población que no reside actualmente en la ciudad de Pachuca

C.1.7 Variables de estudio

C.1.7.1 Encuestas a la población

Variables	Definición	Operacionalización	Unidad de Medida	Escala de Medición
Edad	Tiempo de vida de una persona desde el nacimiento hasta el momento de la encuesta	Pregunta abierta al encuestado	Años	Ordinal
Sexo	Condición por la que se diferencian hombres y mujeres	Pregunta abierta al encuestado	Masculino o Femenino	Nominal
Escolaridad	Nivel de estudios terminado hasta el momento de la encuesta	Pregunta abierta al encuestado	Primaria, Secundaria, Preparatoria o Bachillerato, Licenciatura, Posgrado	Nominal
Conocimientos	Nivel de sabiduría sobre el proyecto de investigación	Preguntas cerradas para contestar Si o No sobre sus conocimientos en el tema	Si o No	Ordinal
Opinión	Punto de vista del encuestado sobre el tema de investigación	Preguntas cerradas para contestar Si o No sobre sus conocimientos en el tema	Si o No	Ordinal
Motivos	Porqué de sus respuestas y opiniones sobre el tema de investigación.	Pregunta abierta del porque de su posible participación en el proyecto	Respuesta amplia del encuestado	Ordinal

C.1.7.2 Instrumento de Recolección de datos

Se elaboró una encuesta de opinión con preguntas cerradas en su mayoría, y dos preguntas abiertas, se usaron preguntas de control, filtro y batería y la encuesta se dividió en preguntas de identificación, información, opinión y motivos. Dicha encuesta se aplicó a la población y muestra antes mencionadas en las fechas marcadas en el cronograma de actividades.

Se elaboró un cuestionario para entrevista a las empresas o instituciones involucradas con el desarrollo del proyecto. Se usaron preguntas abiertas en su mayoría, divididas en preguntas de identificación e información.

C.1.7.3 Prueba Piloto

Para la comprobación de validez del instrumento se tomó una prueba piloto al punto cinco por ciento del tamaño de la muestra que representa a la población económicamente activa de 20 a 60 años de edad; es decir que el instrumento se le suministrará a una persona por familia que cubra con estas características, según la muestra.

C.1.8 Cronograma de actividades

Aplicación de encuestas a la población

	MARZO																							
	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3									
COLONIAS	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
Villas de Pachuca	■	■	■				■				■	■	■											
Forjadores		■	■	■						■	■	■												
Club de Golf			■	■	■			■	■				■	■										
Venta Prieta				■	■	■	■	■	■	■														
San Javier					■	■	■	■	■	■	■													
San Cayetano											■	■	■	■	■	■								
Aquiles Serdán											■	■	■			■	■	■				■		
Cubitos												■	■	■	■	■	■							
Villas del Álamo												■	■	■	■	■	■							

4.- Determinar si el nivel de estudios es un factor importante en los conocimientos sobre el tema

5.- Determinar el nivel de conocimiento de la población sobre el tema

6.- Determinar si la mayoría de la población esta consciente de los beneficios del proyecto

7.- Determinar cuál es el motivo por el cual la población participa o no en el proyecto

Las preguntas de la encuesta se dividen en 4 de acuerdo al tipo de pregunta y al tipo de información que se obtiene:

IDENTIFICACIÓN	
INFORMACIÓN	
OPINION	
MOTIVOS	

En base a los objetivos y a las secciones de la encuesta se realizarán las gráficas de resultados

Para el análisis de los resultados se otorgaron valores numéricos a las respuestas de los encuestados:

RESPUESTAS VALOR POSITIVO	2
RESPUESTAS VALOR NEGATIVO	1

Concentrado de aplicación de encuestas de opinión a la población.

EDAD	SEXO	ESCOLARIDAD	PREG1	PREG2	PREG3	PREG4	PREG5	PREG6	PREG7	PREG8	PREG9	PREG10	PREG11	PREG12	PREG13
39	M	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
20	M	BACH	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
25	F	POSG	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
55	F	LIC	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
52	F	SEC	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
30	M	PREP	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1
25	F	PREP	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
21	F	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
21	F	SEC	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
19	F	PREP	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
22	F	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
24	F	PREP	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1
52	F	PREP	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
25	F	LIC	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
22	F	PREP	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1
20	M	LIC	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1
20	F	LIC	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1
26	M	LIC	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2
27	F	PREP	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
18	F	LIC	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2
57	F	PREP	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
38	M	BACH	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
42	F	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1

46	F	PREP	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
33	F	PREP	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
32	M	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
26	F	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
25	F	POSG	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
25	F	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
27	M	POSG	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
35	M	POSG	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1
25	M	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
26	F	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
39	M	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
57	F	PREP	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
38	M	BACH	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
20	M	LIC	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1
30	M	PREP	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1
25	F	PREP	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
27	F	PREP	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
26	F	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
26	F	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
22	F	LIC	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
34	M	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
57	M	PREP	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
59	M	SEC	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
26	F	POSG	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
23	M	PRIM	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
47	F	SEC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
32	F	SEC	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2

45	F	PREP	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
44	M	LIC	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1
21	F	LIC	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1
55	M	POSG	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
57	F	LIC	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2
32	M	SEC	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
33	M	PRIM	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2
25	F	PREP	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
27	M	SEC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
26	M	POSG	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
26	F	PRIM	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
55	F	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1
57	F	LIC	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1
25	F	POSG	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1
27	M	LIC	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
35	M	PREP	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2
25	F	LIC	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1
25	M	LIC	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1
22	F	LIC	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
20	M	PREP	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
20	M	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
26	F	BACH	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
27	F	POSG	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1
18	F	LIC	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1
57	F	SEC	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2
27	M	PREP	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
26	M	PREP	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2

26	F	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
22	F	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
34	M	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
57	M	LIC	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
59	F	LIC	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
20	M	PREP	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1
25	F	SEC	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
55	F	POSG	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
30	M	PRIM	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
25	M	SEC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
27	M	SEC	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
44	F	PREP	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
20	F	LIC	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1
21	M	LIC	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
22	M	LIC	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
56	F	PREP	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
44	F	SEC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
44	F	POSG	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
32	M	PRIM	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
45	F	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1
56	M	PREP	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
23	F	LIC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
45	F	BACH	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
43	M	POSG	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
32	M	BACH	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Análisis e interpretación de resultados

Gráficas de la población.

A continuación se enlistan las gráficas de resultados de las encuestas aplicadas a la población de Pachuca de Soto Hidalgo.

Gráfica participación por género



Como se observa en la figura 1.1, 58% de los encuestados fueron mujeres que decidieron ser parte del proyecto y apoyar con su participación, mientras que el 42% fueron hombres.

Gráfica por edad



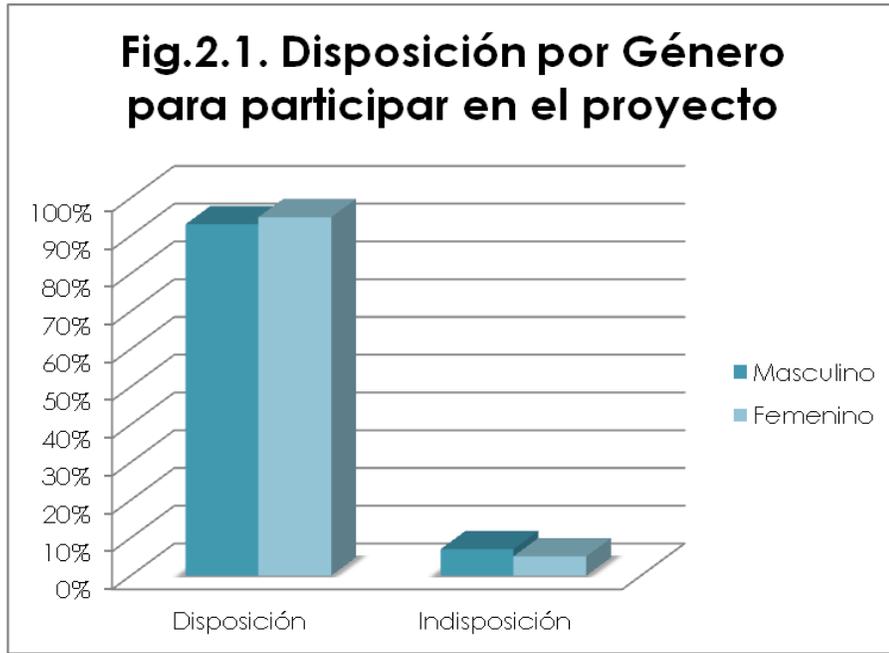
En la figura 1.2 se puede apreciar que las personas más participativas en involucradas con el proyecto eran aquellas de 20 a 30 años de edad, mientras que los menos interesados eran aquellos de 41 a 50 años.

Gráfica por escolaridad



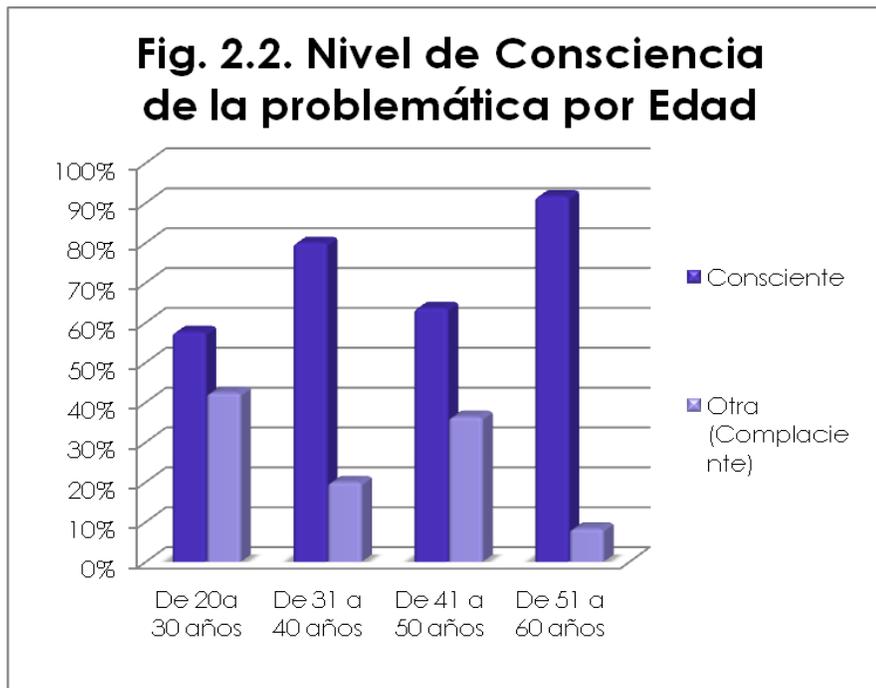
En la figura 1.3 se muestra que la población más interesada en participar fueron aquellos con licenciatura terminada y con bachillerato o preparatoria, mientras que los menos participativos eran aquellos con primaria terminada.

Gráfica Disposición por género



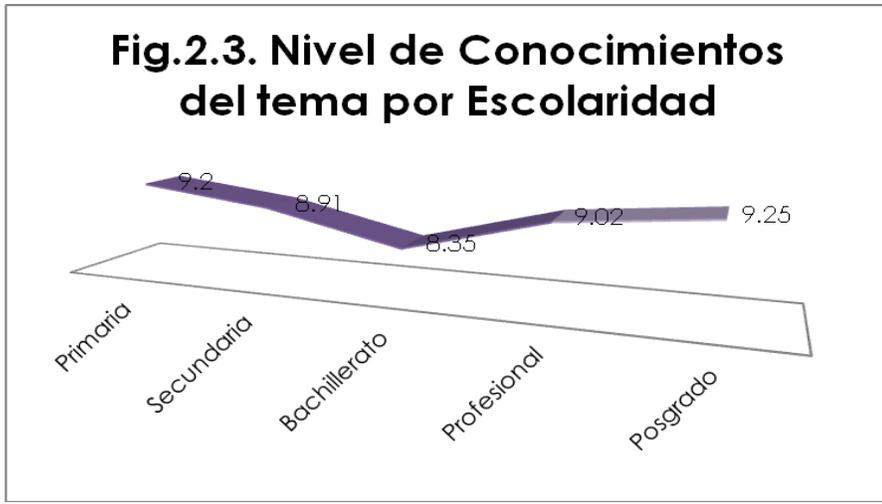
En su mayoría el género femenino demostró mayor disposición para participar en el proyecto que el género masculino.

Gráfica de Nivel de conciencia de la problemática



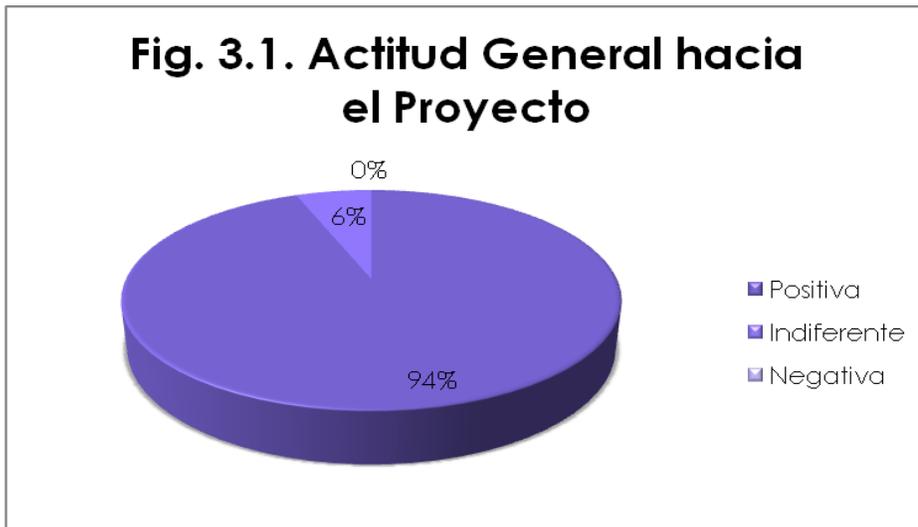
En cuanto a la figura 2.2 se puede determinar que la mayoría de la población encuestada sobre todo de 51 a 60 años de edad tiene más conciencia sobre el problema que enfrenta la sociedad en cuanto a contaminación ambiental y el uso de energías alternas. La población de 20 a 30 años, mostro más complacencia sobre el proyecto que conciencia sobre el problema.

Gráfica de Conocimientos por escolaridad



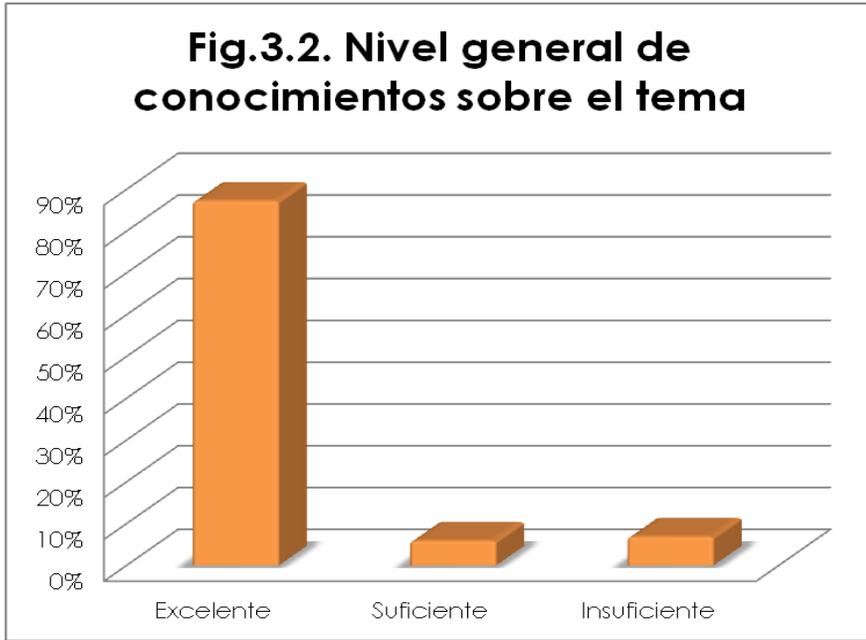
Lo obtenido en la figura 2.3 nos muestra que tanto las personas con licenciatura terminada o incluso un posgrado tienen casi el mismo nivel de conocimientos que la población con primaria, siendo los de bachillerato o preparatoria la población con menos conocimientos sobre el tema.

Gráfica de Actitud



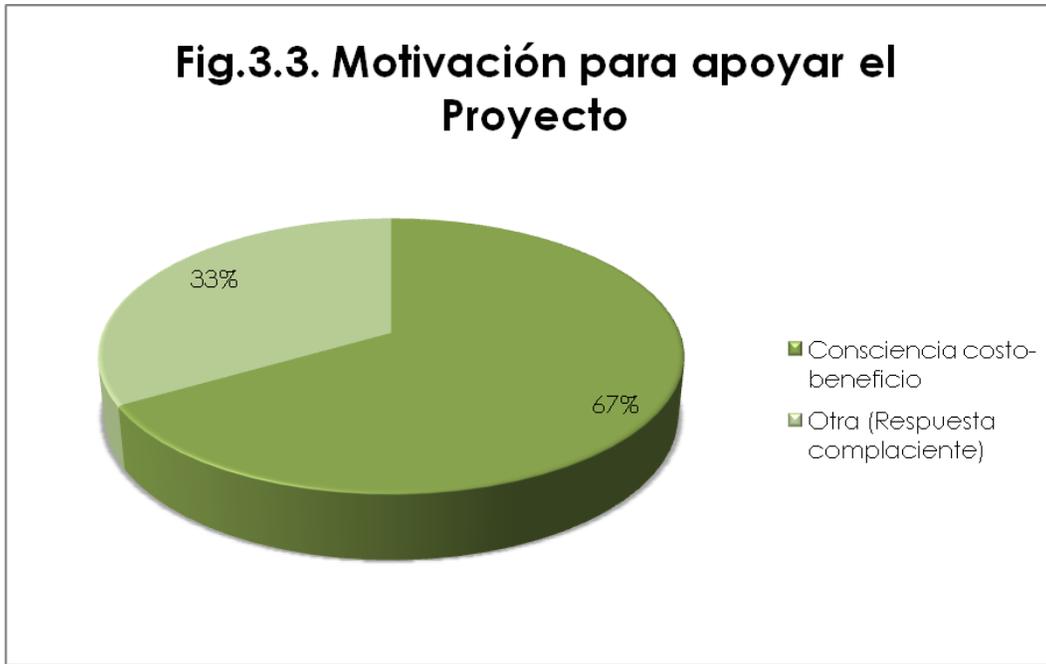
En general en las encuestas encontramos una actitud positiva de la población para participar en el proyecto, solo un 6% se mostró indiferente y no se encontró ninguna respuesta negativa por parte de la población encuestada.

Gráfica general de conocimientos



En general se encontró que la población posee los conocimientos necesarios para su participación en el proyecto, solo un 10% de la población demostró un nivel de conocimientos insuficiente.

Gráfica Motivación



Para la figura 3.3 podemos concluir que el 67% de la población encuestada, tiene una consciencia del costo beneficio del proyecto, por lo que su participación se basa en esos conocimientos, mientras que un 33% tiene consciencia solo de algunos de los beneficios y de algunas responsabilidades que conlleva el desarrollo del proyecto.

Conclusiones

Debido a lo obtenido en las encuestas la población en un 100% está dispuesta a participar en el proyecto, 67% por que entienden el costo beneficio que tiene y un 33% reconoce que es algo positivo para la ciudad, sin embargo no tiene los conocimientos reales sobre las ventajas del proyecto. Se tuvo una respuesta favorable de la población hacia este tipo de proyectos a pesar de que no se tiene tanto conocimiento sobre el uso de energías alternas. Sobre todo las mujeres y jóvenes de entre 20 y 30 años de edad demostraron mayor interés y participación y las personas más informadas fueron aquellas con licenciatura terminada. Gran parte de la población tuvo respuestas complacientes más que conscientes del problema y el 94% tuvo una actitud positiva hacia el proyecto.

En cuanto a las empresas que participan en tipos de proyectos para la generación de energía eléctrica, encontramos que cumpliendo los requisitos solicitados por las empresas, otorgan financiamientos y apoyos para llevar a cabo los proyectos. Debido al tipo de proyecto, no puede hacerse de manera independiente del gobierno, sin embargo, el gobierno y el departamento de limpia de la ciudad están dispuestos a modificar sus rutas, camiones, horarios etc. De la recolección de la basura para facilitar a los ciudadanos la separación de la misma. Se necesita demostrar ante estas instituciones que el proyecto es factible y que la inversión valdrá la pena aun en un largo plazo.

Demostrando que la población de Pachuca demuestra interés en el proyecto y que están dispuestos a participar separando su basura, además de que las instituciones otorgan facilidades para la realización del proyecto, solo depende de un excelente diseño y organización para llevar a cabo el proyecto de manera exitosa en la ciudad.

C.2 Factibilidad Técnica

C.2.1 Casos de Estudio

En todo el mundo se han desarrollado diversos proyectos de producción de energía mediante el biogás, la mayoría de ellos de manera muy exitosa. La causa del éxito de estos proyectos va desde la materia prima, hasta la cultura y necesidades de una zona en específico para el desarrollo de nuevas formas de energía.

C.2.2 Sangüesa España

La planta de biomasa de Sangüesa resultó pionera en el sur de Europa y ha constituido, desde su puesta en marcha en 2002, una referencia internacional sobre las posibilidades de aprovechamiento de la biomasa para la generación de electricidad.

La instalación tiene 25 MW y produce unos 200 GWh de electricidad anual, equivalentes al consumo de más de 60.000 hogares, a partir de la combustión de 160.000 toneladas de paja de cereal, evitando la emisión a la atmósfera de unas 192.000 toneladas de CO₂ en centrales de carbón.

La paja es transportada hasta la planta en pacas, que se depositan en un almacén. Estas pacas se conducen hasta la caldera mediante una cinta transportadora.

Un sistema de corte desmenuza la paja antes de caer a un extremo de la parrilla, ubicada en la caldera, donde es quemada.

La combustión calienta el agua que circula por las paredes de la caldera, hasta convertirla en vapor.

A partir de este momento se produce un triple proceso concatenado:

- El vapor, tras pasar por un sobrecalentador, mueve una turbina que, conectada a un generador, propicia la producción de electricidad.
- El vapor de agua que ha pasado por la turbina, ya a menor presión y temperatura, se lleva hasta un condensador, refrigerado por el agua tomada de un canal que recorre el polígono industrial. Merced a ese descenso térmico, el vapor se convierte de nuevo en agua, y este líquido se trasladará en circuito cerrado hasta las paredes de la caldera iniciándose de nuevo el proceso.
- La combustión de la paja produce inquemados, que se depositan en el fondo de la caldera, y cenizas, resultado de filtrar y depurar los gases que finalmente se emiten por la chimenea de la planta. Los residuos son aprovechados para la producción de fertilizantes.

La planta dispone de un dispositivo de control de emisiones que proporciona todos los datos en tiempo real a los responsables de su operación y a las autoridades ambientales. Se conocen asimismo las inmisiones generales en los alrededores. Estas emisiones son inferiores a los límites marcados por las normativas europea y española aplicables a este tipo de instalaciones.

La planta ha supuesto para la compañía el reto logístico de garantizar el suministro de paja mediante contratos a largo plazo con agricultores, cooperativistas y profesionales del sector. Ha implicado también un importante reto técnico, particularmente en lo referido a evitar los riesgos de corrosión en caldera.

Hoy la planta de Biomasa de Sangüesa construida por EHN con la participación de IDAE es una realidad que deberá servir de referencia para el desarrollo del conjunto de la Biomasa en España... la "eterna promesa de las energías renovables"

C.2.3 Monterrey

La planta de relleno sanitario del Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos (SIMEPRODE), ubicada en Salinas Victoria, satisface las necesidades de energía, principalmente al Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey.

Ovidio Elizondo Treviño, director de Simeprode, confirmó que los vagones, edificios y la operación del Metro operan en un 80 por ciento con base en bioenergía que emana de la descomposición de los desechos encapsulados a 10 metros de profundidad en el relleno sanitario.

“Es un procedimiento normal, se necesita cierta técnica, el chiste es hacerlo bien, desde el principio y en Simeprode arrancó haciéndose bien, y el resultado es muy bueno, porque inclusive estamos produciendo energía en este momento.

“Es equivalente a darle energía a 50 mil viviendas de interés social aproximadamente. Para que tengan una idea, es el que está dando energía al Metro, es el único del mundo que opera con energía limpia, energía producida por la basura”, indicó.

Actualmente se ahorran 8.6 millones de pesos por uso del biogás al año, es decir, 12.1 por ciento de ahorro mensual. Pagan 5.2 millones de pesos mensuales y utilizan 2.5 millones de megawatts horas mensualmente para operar el Metro.

El sistema Metrorrey se compone actualmente de dos líneas, con un total de 32 estaciones de servicio, de las cuales 27 son de paso, una de correspondencia y cuatro terminales. En cuanto a su diseño estructural, el Metro cuenta, en su mayor parte, con 24 estaciones elevadas, siete subterráneas y una superficial a través de 33 kilómetros.

La construcción de la Línea 1 del Metro se inició en 1988 y tres años después, el 25 de abril de 1991, arrancó su operación, mientras que la Línea 2 inició su construcción en 1993 y fue inaugurada un año después, y su ampliación quedó lista en 2008.

“Aparte, se le da energía al alumbrado público de la zona metropolitana, al paseo Santa Lucía y al Palacio de Gobierno y organismos del estado. Es un éxito, ya que es autosuficiente, el organismo es autosustentable”, dijo Elizondo.

Con ello, establece un antecedente en la historia del transporte público, al convertirse en el primer Metro impulsado por energía proveniente del biogás, producto de la descomposición controlada de la basura orgánica, informó Alfonso Reyes, director operativo de Metrorrey.

Proceso del Sistema de Biogás:

1. Unos 800 camiones llegan al relleno sanitario de Simeprode, ubicado en Salinas Victoria, y depositan las cuatro mil 500 toneladas de basura y desechos diariamente.

2. El proceso para confinar la basura inicia con la elaboración de una celda o contenedor de 100 por 300 metros y unos 10 metros de profundidad.
3. Se le agrega una ventana o geomembrana para que los líquidos no se trasminen al subsuelo y contaminen y se depositan los desechos.
4. Posteriormente se compactan los desechos, se echa una capa de tierra y acaba formándose un cerro o loma.
5. La basura orgánica se descompone principalmente por dos gases: el metano y el carbono, y esta combinación de gases genera el biogás.
6. El gas se captura y se conduce a los motogeneradores por una tubería especial de la empresa Bioenergía de Nuevo León, SA de CV (Benlesa).
7. Posteriormente, el gas empieza a pasar por unas turbinas que generan la energía eléctrica y ésta entra a la CFE para producirse los megawatts de energía, que es la que utiliza el Metro.

7

Claves; La historia de Monterrey:

- Desde hace casi seis años, la bioenergía ofrece 80 por ciento de la energía requerida por las dos líneas del sistema de transporte Metro, que tiene cada día 470 mil usuarios y que hasta antes de la ampliación de la Línea 2 funcionaba exclusivamente con energía eléctrica.
- La construcción de la Línea 1 se inició el 1a de Abril de 1988 y tres años después, el 25 de abril de 1991, arrancó su operación.
- Actualmente el Metro cuenta con 33 kilómetros en las dos líneas, 20 kilómetros de la Línea 1 y 13 restantes de la Línea 2, con un total de 32 estaciones.

C.2.2 Tabla Comparativa

De acuerdo a la información recolectada sobre los casos de estudio y la propuesta de una planta de biogás en la Ciudad de Pachuca, se elabora una tabla comparativa haciendo un análisis de cada uno de los casos, estableciendo las condiciones de la propuesta en Pachuca de Soto Hidalgo y por lo tanto, se determina la factibilidad técnica de usar este sistema de acuerdo a las condiciones actuales de la ciudad.

ASPECTOS A EVALUAR	INTERNACIONAL SANGÜESA ESPAÑA	NACIONAL NUEVO LEON MONTERREY	LOCAL (PROPUESTA) PACHUCA DE SOTO HGO
SUPERIFICIE DE ZONA DE INFLUENCIA	10,119 KM2	64,742 KM2	1,358.8 KM2
SUPERIFICIE DE ZONA DE AFECTACIÓN	717 KM2	6,680 KM2	195.30 KM2
SUPERFICIE DE LA PLANTA	0.85 HA	212 HA	10 HA
TIPO DE MATERIA PRIMA	PAJA	RESIDUOS SOLIDOS URBANOS	RESIDUOS SOLIDOS URBANOS
% DE MATERIA PRIMA EXISTENTE EN LA REGIÓN	NA	237,363 TONELADAS AL AÑO	320 TONELADAS AL AÑO (50% BASURA ORGÁNICA)
POBLACIÓN TOTAL	5177 HABITANTES	4,150,000 (2010)	256,584 HABITANTES
USO FINAL	CO-GENERACIÓN (CALOR/ELECTRICIDAD)	URBANO/TRANSPORTE	URBANO/ ARQUITECTÓNICO
INVERSIÓN	51 MILLONES DE EUROS	800 MILLONES DE PESOS	60 MILLONES DE PESOS
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN	50 AÑOS	20 AÑOS	20 AÑOS
VOLUMEN DE RESIDUOS TRATADOS POR LA PLANTA	160 000 TONELADAS	19 MILLONES DE TONELADAS	160 TONELADAS
DISPONIBILIDAD DE TECNOLOGIA	SI	SI	SI
PIB QUE GENERA A NIVEL NACIONAL	28.3%	8%	1.5%
CAPACIDAD INSTALADA	25MW	16.96MW	12 MW
GENERA	200 MILLONES DE KWH AL AÑO	285 MILLONES DE KWH AL AÑO	10 MILLONES DE KWH AL AÑO
BENEFICIOS ENERGÉTICOS	LA PLANTA SE AUTOALIMENTA ENERGÉTICAMENTE	33000 CASAS POR AÑO + 60% DEL ALUMBRADO PÚBLICO + 2'400,000 HABITANTES	ALUMBRADO PUBLICO EN UN 80%, USO HABITACIONAL A FRACCIONAMIENTOS DE HASTA 200 LOTES
BENEFICIOS AMBIENTALES	EVITARA LA EMISION ANUAL DE 200,000 TONELADAS DE CO2, IMPIDE LA QUEMA DE 153,000 TONELADAS DE CARBON.	EVITA LA EMISION DE 9000M3/HR DE GAS METANO. EQUIVALE A PLANTAR 2000HAS DE BOSQUE. EQUIVALE A RETIRAR 170,000 AUTOMOVILES DE CIRCULACIÓN.	EVITA LA EMISION DE 265M3/HR DE GAS METANO, EQUIVALDRÍA A RETIRAR 5000 AUTOMÓVILES DE CIRCULACIÓN. IMPIDE LOS TIRADEROS A CIELO ABIERTO EN UN 100%, MEJORA EL CONTROL DEL DESTINO FINAL DE LOS RSU EN UN 90%.

C.2.1 Conclusiones

De acuerdo a la investigación realizada sobre los casos de estudio, se pueden determinar algunos parámetros aproximados para el diseño de una planta de tratamiento, los aspectos económicos van a indicar la posibilidad de que se adquieran tecnologías para este tipo proyectos en la ciudad, también se puede determinar la superficie aproximada de terreno para la planta, tomando en cuenta el volumen de materia prima que se tiene y la capacidad instalada de la planta, así como la posible capacidad de generación. En comparación con los otros casos, se puede observar que Pachuca tiene menor extensión territorial, pero los residuos orgánicos son de un 50% del total de residuos que genera la ciudad, por lo que el volumen de materia prima no es un factor por el cual preocuparse. Por otro lado, a pesar de que los ingresos que tiene Pachuca son menos que los otros casos de estudio, es proporcional al gasto que se tendría ya que al tener menor extensión, se tiene menor costo de instalación y distribución de la energía. El caso de Monterrey es el más parecido al proyecto, ya que su uso es urbano y la legislación en México es igual en ambos casos para el uso y manejo de la materia prima y los trámites administrativos que se manejan al realizar este tipo de proyectos.

En este capítulo podemos concluir que se cuenta con el apoyo social y cultural de la población de Pachuca, al igual que hasta el momento no existen limitantes técnicos para la construcción de una planta de biogás. Por lo que es factible que la ciudad de Pachuca genere electricidad a partir del biogás a nivel arquitectónico y urbano.

En este momento, ya no es factible no innovar en el uso de las energías y en la arquitectura, el mundo y el país cada día exigen cambios y nuevas formas de pensar. Hidalgo es un estado de posibilidades y el uso del biogás es cada vez más necesario. La situación actual del petróleo y los combustibles fósiles nos llevan a buscar nuevas formas de combustible y de energía, sin embargo es importante pensar en una fuente inagotable para producirla y la basura orgánica es un claro ejemplo de ello, ya que el ser humano no puede dejar de producirla a menos que dejara de existir, por lo que podemos decir que la materia prima del biogás no solo es inagotable sino que por así decirlo, es gratis.

Como se observa en la tabla de análisis, el biogás representa una propuesta efectiva para el ahorro energético de la ciudad, al igual que una estrategia de protección ambiental, lo que en la actualidad representaría un cambio favorable tanto a la imagen urbana, como a la calidad de vida de los ciudadanos. La imagen urbana se vería beneficiada por la implementación de mobiliario urbano como luminarias, y a la reducción de tiraderos a cielo

abierto o clandestinos, el adecuado y ordenado manejo de los residuos generados día con día propiciaría calles más limpias y sobre todo, el proyecto trae consigo innumerables cambios indirectos, como la separación de la basura obligatoria en la ciudad, el cambio cultural por las acciones que benefician el medio ambiente, el manejo adecuado de residuos peligrosos, evita las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que nos lleva a menores cambios climáticos y con todo esto, promover en otros estados o ciudades del mismo el uso de nuevas tecnologías en la industria de la construcción para beneficio del medio ambiente. Lo más importante es que nuestro aporte no acaba aquí, ya que por cada proyecto implementado y exitoso, existen más posibilidades de crear nuevos y mejores proyectos por parte de los arquitectos y urbanistas del mundo.

Es por esto que el biogás representa una propuesta efectiva para el ahorro energético de la ciudad, al igual que una estrategia de protección ambiental y reducción de residuos sólidos urbanos ofreciendo beneficios ambientales, estéticos y económicos para el desarrollo de la ciudad, tanto de manera arquitectónica como urbana.

D. PROPUESTA. Lineamientos de Diseño y Tecnologías de una Planta de Biogás.

La construcción del hábitat implica una sucesión de instancias y procesos: a) construcción b) uso, c) mantenimiento y d) demolición. En todas ellas el ambiente provee materia y energía y recibe los residuos que el proceso genera (sólidos, líquidos y gaseosos). El proyecto principal de investigación tiene por objetivo general diseñar estrategias de diseño arquitectónico y urbano con criterios de sustentabilidad ambiental, habiéndose realizado un marco teórico y un enfoque general que permite el abordaje del proyecto. La intervención del lugar tiende, por ello, a ser vulnerable. La obra arquitectónica o urbana pueden consolidar, mutar o transformar, a veces en forma irreversible, las condiciones del lugar. En actos tan simples como la construcción de una nueva escala, modifica su estructura espacial, o con la intervención en términos funcionales, modifica su propia lógica o destino.

Durante la parte final del proyecto de investigación se elaborará un manual de estrategias de diseño en el cual se especifique las condiciones ideales para el desarrollo del proyecto, tomando en cuenta las normas y reglamentos establecidos y analizados con anterioridad, determinando ubicación, dimensiones y superficies, capacidades, mercadotecnia y publicidad del proyecto, financiamientos e inversiones y lineamientos que se deben seguir para su desarrollo. El análisis del lugar tiende a ser sólo referenciado al análisis del contexto, cuando éste incorpora un sinnúmero de variables que permiten hacerse una idea clara respecto de donde se emplazará el proyecto.

La estructura, las instalaciones, el manejo energitérmico, entre otros, deberán ser resueltos dentro del proceso final de diseño, al igual que la composición de las soluciones arquitectónicas a partir del conjunto de técnicas y materiales disponibles con miras a conseguir el resultado deseado conforme a las exigencias de la población y a las condiciones del lugar.

D.1 Elementos de Diseño y Construcción

Establece el programa arquitectónico básico de una Planta de Biogás, así como el dimensionamiento de los espacios, Orientación, Localización, Topografía y condiciones técnicas pertinentes al proyecto.

D.1.1 Espacios y Dimensionamiento

El diseño de una planta de biogás dependerá del tipo y cantidad de desechos disponibles, de las condiciones climáticas, así como de los materiales de construcción de que se disponga en cada sitio. Con objeto de minimizar los costos de la planta, ésta deberá ser de un tamaño adecuado a cada necesidad, construida hasta donde sea posible con materiales y mano de obra locales.

Para la construcción de una Planta de Biogás Se consideran fundamentales 4 secciones o Edificios:

- Almacén
- Caldera
- Turbina
- Oficinas

Y entre algunos de los elementos adicionales son los siguientes:

- Galería de visitas para observar el proceso de producción sin intervenir en él.
- Acceso
- Patio de Maniobras
- Zona de descarga
- El tanque de mezcla: En donde se mezcla el material de fermentación con agua y se eliminan impurezas que pueden obstruir la planta.
- El tubo de carga: Por donde entra el cieno de fermentación al digestor.
- El digestor: Donde las bacterias producen el biogás.
- Las paredes divisorias: En el digestor ayudan a que el cieno de fermentación tenga que recorrer largos trayectos.
- El tubo de descarga: Es por donde el cieno fermentado deja el digestor.
- El depósito de gas: Es donde se acumula el gas.

- El tanque de compensación: En las plantas de cúpula fija sirve como depósito para el ceno de fermentación que es desplazado por el biogás.
- La tubería de gas: Que lleva el biogás hacia el sitio de consumo.

Para el correcto dimensionamiento de un biodigestor se requiere conocer los factores siguientes:

- a) Demanda energética del usuario.
- b) Cantidad de biomasa disponible.
- c) Temperatura media del lugar.
- d) Producción específica de gas según la biomasa disponible.

El conocimiento de estos factores permite dimensionar el volumen requerido del biodigestor, el volumen del almacenamiento del gas y el volumen del tanque de compensación.

Una vez predeterminado el volumen del biodigestor, se procede a calcular el volumen de diseño, con dos posibles partidas:

- a) Tratar todo el residual y obtener los subproductos que de ello se derive.
- b) Tratar solamente la parte del residual que garantice la energía que se requiera.

D.1.2 Localización Óptima de la Planta

En cuanto a las condiciones adecuadas para la localización del sistema de tratamiento, deben considerarse todas aquellas que tengan incidencia directa en el entorno, entre las que cabe destacar las siguientes:

- Condiciones Técnicas
 - a) Alejada de frentes con población cercana y en lo posible en algún extremo de la localidad.
 - b) Vientos imperantes hacia zonas no pobladas.
 - c) Topografía y niveles freáticos aceptables, que no encarezcan el costo de construcción o entorpezcan una adecuada operación del sistema.

d) Ausencia de flora y fauna (especies) que se vea afectada directamente por el proyecto.

- Condiciones Sociales

a) Percepción y prejuicios de la población. Participación de la comunidad. Proposición de medidas compensatorias para comunas afectadas.

b) Planificación y Consenso sobre costos ambientales sociales referidos a desechos sólidos.

Cabe destacar la alta sensibilidad de este tipo de proyectos para con la población afectada. En efecto, prácticamente todos los proyectos sometidos a consideración han sido rechazados por la población circundante al área del proyecto. En virtud a ello, se deberá prestar especial atención a esta variable, aplicando la metodología de participación ciudadana desde los orígenes de la concepción del estudio, considerando al menos los siguientes pasos:

- El Análisis de Alternativas de Localización deberá considerar la planificación gubernamental y la participación ciudadana como factor de incidencia en la toma de decisiones en forma previa a la definición de la localización. Sin embargo, cabe destacar que este tipo de proyectos resuelve necesidades generadas por el total de la población urbana, y la consecuente definición de la localización no puede quedar sujeta a la oferta y demanda de sitios ni a la resistencia o aceptación que tenga un determinado segmento de la población con respecto al proyecto, sino fundamentalmente a decisiones estratégicas de diseño urbano y planificación territorial, donde se vean proyectados los intereses de toda la comunidad y donde las medidas compensatorias sean valoradas en función de los beneficios que el proyecto genera en su globalidad.

- Las medidas específicas relacionadas con el tema pueden resumirse del siguiente modo:

- Informar cabalmente las dimensiones del proyecto y sus principales impactos a la población directa e indirectamente afectada.

- Inventariar los prejuicios y aprehensiones de la población afectada con el propósito de dimensionar los impactos reales del proyecto.

- Estimar medidas compensatorias frente a posibles desvalorizaciones del terreno o alteraciones del desarrollo económico de la zona.

D.1.3 Consideraciones para el Diseño

Establece los requisitos para la implementación de una Planta de Biogás y Su correcto funcionamiento.

- Un requisito esencial en una planta de biogás es que debe ser impermeable. El depósito de gas no debe tener fugas y por esta razón se deben tener en cuenta los cálculos que eviten fisuras.
- Deberá estar térmicamente aislado para evitar cambios bruscos de temperatura
- Los digestores deberán tener acceso para mantenimiento
- En comparación con construcciones formadas por superficies planas, las construcciones en forma de bóveda pueden compensar mejor y con más seguridad las cargas orientadas en diferentes direcciones. Aparecen grietas en aquellos sitios donde las tensiones son fuertes. Esto ocurre fundamentalmente en los bordes, esquinas, ángulos y en aquellas secciones donde existen cargas concentradas.
- Es importante destacar que en el espacio que encierra la cúpula del biodigestor es donde generalmente se acumula o almacena durante mayor o menor tiempo el biogás que se desprende de la biodigestión del cieno fermentado. Por ello resulta muy importante para el funcionamiento adecuado y la eficiencia de la planta, la calidad con que se construya dicha cúpula.
- El cuello del biodigestor está constituido por un muro cilíndrico compuesto por dos secciones apoyado sobre la viga circular de cerramiento. Es importante destacar que sobre el cuello se sitúa una tapa de cierre, que debe garantizar una hermeticidad perfecta, a fin de que no ocurra escape del biogás acumulado en el interior.
- Es esencial que todos los componentes del sistema estén libres de fugas de gas para eliminar pérdidas del mismo, y acumulación de gas combustible en áreas confinadas, por motivos de seguridad, así como la entrada de aire al sistema lo que inhibe el proceso. Por lo tanto, se deberán efectuar inspecciones rutinarias por lo menos una vez por semana, para asegurar que no se presente este tipo de fallas, y permitir su corrección en el momento de ser detectadas.
- En las ocasiones en que se vacía el digestor, se deberá efectuar una inspección cuidadosa del interior del mismo para detectar y corregir problemas de construcción que pudieran haberse presentado.
- Se deberá también aplicar un recubrimiento a base de pintura anticorrosiva a todas las partes metálicas internas del sistema, así como a las tuberías y conexiones en constante contacto con el biogás.

D.2 Diseño Espacial y Conceptual

Establece la relación de la Arquitectura y el urbanismo con la función y la forma, tomando como punto de partida el concepto del cual parte una obra y su eficiencia en su funcionamiento, así como su impacto ambiental y social.

D.2.1 Relación de la Arquitectura, el Urbanismo y su Función.

La ciudad y su arquitectura constituyen un tejido integrando historia, imaginación y memoria. La arquitectura se perfila como un objeto central para el hombre, unido a su entorno por una serie de relaciones de correspondencia. El conjunto urbanístico depende de las características de cada una de sus partes. De este modo, cualquier construcción generada al interior de una ciudad modifica su entorno y la percepción del mismo.

El problema que podemos apreciar en la mayoría de las grandes ciudades, radica en la falta de conciencia que se tiene de la diversidad, de la existencia del otro. Es entonces que el urbanismo y arquitectura, se ven imposibilitados de establecer un diálogo. Por tanto, los objetos se desarrollan separados del espacio. Los nuevos edificios se construyen como elementos aislados, encerrados en sí mismos, evitando una relación con las construcciones circundantes. Este fenómeno se da en todos los casos, incluso en aquellos edificios de gran calidad.

Las nuevas técnicas de construcción, las maquinarias, la gran variedad de materiales y elementos de los que disponen actualmente los constructores, brindan posibilidades extraordinarias, las cuales ha producido también un cambio de mentalidad en el desarrollo del urbanismo. Los espacios dejados en blanco por urbanistas y arquitectos fueron aprovechados por el paisajismo.

En este escenario es importante reflexionar sobre las directrices de crecimiento y desarrollo que marcarán el futuro de los asentamientos pequeños y medios en el siglo que comienza. La escala local aparece a priori adecuada para empezar a materializar las nuevas tendencias medioambientales. En el cruce entre el medio natural y el medio urbano, los principios generales de sustentabilidad y equilibrio medioambiental son reivindicados desde numerosas disciplinas.

Es poca la arquitectura bioclimática que se puede realizar si, de partida, las condiciones urbanísticas no son las adecuadas por obstrucciones solares, exposiciones a viento o malas orientaciones. En tal caso los proyectos siempre serán poco eficientes.

En la obra arquitectónica convergen, entre otras, tres grandes variables: La formal, la tecnológica y la funcional.

Evidentemente el funcionalismo es la teoría que considera que el fin de la arquitectura es su utilidad. De igual manera la función utilitaria y la arquitectura se cumple cuando una edificación se ajusta a las necesidades para las cuales fue construida.

D.2.2 Sustentabilidad y Sostenibilidad

El urbanismo sustentable o nuevo urbanismo, es una manera actual de hacer a las ciudades sustentables, en lo referente a los aspectos urbanos. El diseño ecológicamente responsable es una herramienta muy útil en la creación de Arquitectura Sustentable, por tanto, en el nuevo urbanismo o urbanismo sustentable, también se toma como base el diseño ecológicamente responsable, hacia el ámbito urbano.

El desarrollo sustentable ha generado recientemente mucho interés en todos los campos del conocimiento. En arquitectura y urbanismo es un tema que influye directamente en los procesos de diseño, construcción, tecnología y funcionamiento de los edificios; por esta razón, es muy importante su estudio desde el punto de vista de los arquitectos y edificadores.

La arquitectura sustentable es en donde se aplican los criterios de desarrollo sustentable, se manejan los recursos naturales, económicos y humanos, de tal forma que se reduzca el impacto ambiental, los gastos energéticos, el consumo de agua y que se logre, por consecuencia, un mejoramiento del confort al interior del edificio, respetando el entorno inmediato, es decir, el sitio o lugar de edificación; y que para lograrlo se utilice una herramienta llamada diseño ecológicamente responsable en arquitectura, que es el proceso de creación de la arquitectura que utiliza e incorpora al proceso de diseño el control y manejo de los elementos y criterios sustentables básicos.

Ampliando un poco más el término de diseño ecológicamente responsable en arquitectura y urbanismo, es un proceso de creación en el cual se manejan criterios de arquitectura sustentable, tales como: reducción de gastos en los recursos empleados, reducción de la contaminación al suelo, aire y agua, mejoramiento del confort interno y externo del edificio,

preferentemente de manera pasiva, ahorro económico y financiero en el proceso constructivo, reducción de los desperdicios derivados de todo el ciclo de vida del edificio (diseño, construcción, uso, mantenimiento y fin del inmueble) y mejoramiento de la tecnología que da servicio a los edificios como aparatos, máquinas y otros dispositivos tanto mecánicos como eléctricos.

El proceso general del diseño ecológicamente responsable es el siguiente:

- a) Prediseño. Se realizan las primeras trazas y consideraciones del diseño general y es parte de la primera etapa del ciclo de vida del edificio o del proyecto urbano.
- b) Fase de anteproyecto. Son estudios y planos que se hacen de los primeros bosquejos de la fase preliminar de diseño, que cuentan con un trazado ordenado y que incluyen los elementos básicos de un proyecto; también forma parte de la primera etapa del ciclo de vida del edificio.
- c) Desarrollo del diseño. Es en donde se define el diseño detallado y ejecutivo del proyecto. Forma parte de la segunda etapa del ciclo de vida de los edificios.
- d) Documentos y estudios para la construcción. En esta fase se realiza el resto de los documentos, estudios y planos para el diseño ecológicamente responsable del proyecto, los cuales nos sirven mucho para la etapa de construcción.
- e) Fase de construcción. Esta fase cierra el proceso de diseño del proyecto ejecutándose la obra de acuerdo con los estudios realizados en las cuatro fases anteriores. Esta etapa pertenece a la segunda etapa del ciclo de vida del edificio.

Los siguientes son los principios del urbanismo sustentable o nuevo urbanismo, los cuales se pueden aplicar desde un conjunto de edificios hasta toda una comunidad o ciudad:

- Peatonalización de las ciudades
- Conectividad urbana
- Diversidad en uso del suelo
- Diversidad en materia de vivienda
- Calidad en arquitectura y diseño urbano
- Estructura tradicional de barrios y colonias

- Incremento en la densidad urbana
- Transporte inteligente
- Sustentabilidad urbana-arquitectónica
- Calidad de vida

La producción de biogás es un modo útil para tratar residuos Biodegradables, dado que produce un combustible de valor y genera a la vez un efluente que puede aplicarse como abono genérico o acondicionador del suelo. Este tipo de gas puede ser utilizado además para producir energía eléctrica mediante turbinas o plantas generadoras a gas, así como en estufas, secadores, hornos, calderas u otros sistemas de combustión a gas.

Una planta de biogás permite reducir el impacto ambiental que provocan los residuos orgánicos en el medio ambiente. Se reducen las emisiones a la atmósfera (gases de efecto invernadero), se minimizan considerablemente los olores y se mejora el valor final de los residuos.

D.2.3 Concepto y Forma

Detrás de todo buen proyecto arquitectónico – urbano existe un concepto, un núcleo generacional, una idea; y su construcción se basa en nociones de generación de la forma matemático - geométricas, y una base material que la sustenta aplicada con maestría en un contexto determinado. Para que una forma espacio-urbana tenga significación se requiere de un concepto que le de contenido, engendrado con una clara y potente intención que se apoye en el conocimiento del problema que implica el yo, los otros, el contexto sociocultural, el entorno. Podríamos decir que el concepto es una síntesis a priori que guía los procesos proyectuales y de materialización.

La forma tomada como entidad abstracta carece de significación, por ello partimos del concepto ya que él, lleva implícita tanto la forma, cuanto el contenido (lo que vale decir que el objeto entonces es totalmente constituido por el concepto).

Aquí cabe aclarar lo que entendemos por métodos compositivos y generativos

Método compositivo: Utilización de elementos de composición, relación de partes, estructuración de componentes relativamente autónomos, que se agregan unos a otros sin una idea clara del resultado final buscado.

Método generativo: la idea surge de un concepto y las partes componentes nacen subordinadas a la misma, hay una fuerte cohesión y continuidad topológica de la forma y el espacio; el contenido es algo inherente a la forma. Forma y espacio se conciben a partir de un gen, que crece y se desarrolla. Pensemos en una semilla, que crece y se hace árbol.

En la arquitectura uno de los elementos más importantes a la hora de diseñar es el, sentido de la Forma. La forma a su vez se ve íntimamente relacionada a la función arquitectónica, la cual está determinada por el concepto de la misma. La noción del concepto es un tema importante a la hora de crear las ideas y darle forma a una función específica, manipulando, cambiando y variando creativamente una forma, para darle vida a otra totalmente diferente. Para el éxito total, sobre la creación de una forma es de vital importancia la comprensión total del proyecto, siempre debe preceder la búsqueda de conceptos físicos que nos lleven a la forma de la construcción. Formas básicas, agrupamiento de formas por sus cualidades, relaciones específicas de una forma con otra, son aquellos detalles que originaron y definen las primeras ideas, aplicando a ello el concepto verbal, visual o ambas. Esto no es más que expresar un concepto en pocas palabras, para traducirlo luego en imágenes visuales o forma física.

El concepto, resultará de todas las ideas generalizadas, las cuales definen la expresión de un diseño tomando en cuenta las palabras e ideas claves que determinaran la función, de igual manera podría definirse como el conjunto de parámetros que serán claves para la elaboración de un concepto formal. Toda expresión que está dada en base a una función, puede partir esencialmente de una forma la cual resulta ser el parámetro principal para determinar el concepto mismo del diseño. Y esto se puede englobar en los siguientes puntos:

- La forma determinada siempre por un consejo, debe tener en cuenta que el mensaje arquitectónico debe ser transmitido con claridad.
- La arquitectura deberá expresar los valores de la cultura que contiene. Cuanto más sencillo mejor.
- El diseño de un edificio es la mejor fuente de analogías funcionales y formales de analogías funcionales y formales.
- La forma arquitectónica es la envoltura física a la solución espacial.

- La claridad y la coherencia son las cualidades que la arquitectura valora en el diseño de un edificio.
- El reforzamiento de conceptos es un aspecto clave para la planeación para tratar de dar esas características a la forma del edificio.

D.3 Principios de Diseño de una Planta de Biogás

La planificación y diseño de una planta de tratamiento de residuos, es un complemento necesario de las plantas comunes de tratamiento de efluentes. La finalidad de una PTR es brindar una alternativa segura frente a la disposición incontrolada de residuos industriales peligrosos líquidos y sólidos, residuos urbanos y basura generada día a día en las calles de la ciudad. Una PTR es una planta centralizada que sirve a una zona geográfica relativamente grande, incluidas varias pequeñas empresas (PYME) para aprovechar las economías de escala que permiten el uso de opciones de tratamiento de residuos.

En realidad, una PTR centralizada es solo una parte de un sistema más amplio que puede incluir: (1) un sistema de recolección (por vía terrestre, ferroviaria o una combinación de ambos) para acopiar residuos de PYME individuales (y empresas más grandes), (2) centros de transferencia donde puedan identificarse y combinarse residuos con características similares, (3) un sistema para el transporte de residuos voluminosos desde los centros de transferencia hasta la planta centralizada de tratamiento, (4) una PTRP diseñada para manejar una gran variedad de residuos y (5) un relleno sanitario seguro para la disposición de residuos solidificados y otros residuos del tratamiento (por ejemplo, ceniza de incineradores y lodos residuales).

D.3.1 Recolección y Transporte

Para transportar los residuos de la Ciudad a una PTR, los sistemas móviles son más eficientes en función de los costos que los sistemas de tuberías por las siguientes razones:

- Se debe recolectar sólidos y líquidos, por lo que se requiere la recolección móvil aun si hubiera un sistema de tuberías instalado.
- Cuando diferentes efluentes (solventes gastados, aguas residuales contaminadas) tienen que manejarse por separado, los sistemas múltiples de recolección por tuberías resultan excesivamente costosos.

- Los sistemas móviles pueden servir con mayor facilidad a las zonas alejadas que una red de tuberías.
- Los sistemas de tuberías que transportan residuos peligrosos requieren materiales de construcción más costosos.

La separación maximiza las oportunidades de recuperación y reciclaje de residuos, tales como solventes y metales, y minimiza los riesgos potenciales de mezclar residuos incompatibles.

Durante el diseño de una PTR, se elaboran mapas de transporte que muestran la ubicación de las Zonas productoras de los residuos en relación con las carreteras, vías ferroviarias y rutas navegables. Los elementos específicos del diseño de un sistema de recolección y transporte incluyen:

- a) Selección del material del contenedor adecuado de acuerdo con el tipo de residuo que será transportado;
- b) Elección del tipo y tamaño de los vehículos para que sean compatibles con las rutas de transporte disponibles;
- c) Determinación del número de vehículos que garantice la recolección según el volumen de residuos generados con un margen de seguridad para los retrasos y mantenimiento y
- d) Desarrollo de procedimientos operativos seguros para hacer el seguimiento, manejo y transporte de materiales.

D.3.2 Selección de Procesos de Tratamiento de la Materia Prima

Las consideraciones principales para la selección de procesos de tratamiento de residuos incluyen:

- El medio donde está el residuo. A menudo, las aguas residuales, líquidos orgánicos, lodo y sólidos que contienen el mismo tipo de contaminante pueden requerir diferentes procesos de tratamiento
- Tipo de contaminante. Las propiedades físicas y químicas de los contaminantes en un residuo afectan el tratamiento disponible. Por ejemplo, la precipitación es un tratamiento químico que se aplica principalmente para sustancias inorgánicas tales como metales y cianuros. Por otro lado, los métodos de separación por aire y tratamiento térmico son más

adecuados para el tratamiento de aguas residuales y sólidos contaminados con sustancias orgánicas volátiles y semivolátiles. El hecho de que los residuos contaminados orgánicos sean o no halogenados también puede influir en la conveniencia de una opción específica de tratamiento. Generalmente, los residuos orgánicos e inorgánicos mixtos son los más difíciles de tratar, ya que a menudo requieren diferentes etapas de tratamiento.

- Concentración de contaminantes. La operación exitosa de algunos procesos de tratamiento depende de la concentración de contaminantes en los residuos.
- Volumen de residuos. Algunos métodos de tratamiento, como la incineración, requieren grandes volúmenes de residuos para ser eficientes en función de los costos. Otros métodos, como la oxidación húmeda de aire, son más adecuados para volúmenes pequeños de residuos. La eficiencia del proceso requiere una combinación razonable entre el volumen de residuos con el que un proceso puede funcionar eficientemente y el volumen de residuos que va a tratarse.
- Variabilidad de residuos. Generalmente, los procesos continuos de tratamiento son más eficientes cuando no varía la tasa de flujo ni la composición química de los residuos. A menudo, los tanques de compensación se usan para controlar la variabilidad de los procesos continuos de tratamiento. Los procesos discontinuos son adecuados para residuos cuya composición química es variable.
- Disponibilidad. Generalmente, la importancia del rendimiento confiable de las tecnologías de tratamiento limita la elección de tecnologías a aquellas desarrolladas comercialmente. La prueba y desarrollo de tecnologías innovadoras y emergentes puede ser posible, pero quizás no como una característica central de una secuencia de tratamiento que maneje grandes volúmenes de residuos.
- Costo. Probablemente, el costo es el factor principal al momento de elegir entre dos o más opciones de tratamiento que cumplan con todos los otros criterios. La evaluación de costos del tratamiento requiere considerar el costo total y la importancia relativa del costo de la inversión y los de operación y mantenimiento.
- Residuos. La mayoría de procesos de tratamiento produce residuos que pueden requerir tratamiento adicional (por ejemplo, remoción de gases) o disposición (por ejemplo, ceniza, lodos). El tipo y volumen de residuos generados debe considerarse al momento de seleccionar una tecnología de tratamiento.

D.3.3 Características Ambientales

En el análisis de las alternativas en el nivel de factibilidad, se contemplan todas aquellas consideraciones de tipo técnico que deben contemplarse para prevenir riesgos y sus consecuentes impactos negativos tanto en el entorno como el sistema propiamente tal, cualquiera que sea la solución analizada.

Así por ejemplo, se deben considerar los aspectos técnicos y también climáticos que permitan prevenir riesgos de inundación, riesgos de desperfectos de la planta, impactos ambientales negativos, daños a la salud, etc.

Las condiciones climáticas en el país sufren variaciones paulatinas, configurándose una disminución de las temperaturas y un aumento de las precipitaciones en la dirección Norte-Sur.

Desde el punto de vista de la precipitación media anual, en áreas en las cuales ésta sea menor de 100 mm, la producción de líquidos percolados y la generación de biogás será escasa, en lo primero la generación de líquidos apenas sobrepasará la capacidad de campo de los residuos y escasamente lograrán humedecer el suelo que le sirve de sustento. El biogás producido será mínimo dado que con ese nivel de precipitación no se logran los niveles óptimos de humedad para que los microorganismos puedan mantener un sistema de descomposición adecuado. En estos casos las medidas necesarias para proteger el medio de las emisiones tanto líquidas como gaseosa pueden ser de menor exigencia.

Si las precipitaciones se encuentran entre 100 y 1000 mm como promedio, se puede decir que el nivel de emisiones del relleno sanitario se encontrará dentro de un rango normal, y en el caso que las precipitaciones sobrepasen los 1000 mm deberá ponerse una atención especial en la forma del manejo de los líquidos percolados.

El emplazamiento de un sistema de tratamiento lleva a la definición de dos áreas de influencia del proyecto:

- Área de Influencia Directa, relacionada con los impactos sobre el medio físico, biótico y socioeconómico que se localizan en forma contigua al emplazamiento del sistema de tratamiento.
- Área de Influencia Indirecta, relacionada con los impactos sobre el medio físico, biótico y socioeconómico en la zona fuera del área contigua al emplazamiento del sistema de tratamiento.

D.3.3.1 Aire

Para la definición de Línea de Base, es necesario establecer los componentes ambientales y especificar los parámetros o variables necesarias que permitan su caracterización, de acuerdo al siguiente detalle.

Para todos los proyectos, se realizará una descripción de fuentes y procesos emisores ubicados en el área del proyecto. Se deben incluir especialmente los procesos relacionados con:

- Emisión de polvo desde el suelo: circulación de vehículos por caminos de tierra, faenas agrícolas, extracción de áridos.
- Emisión de olores, tales como áreas con procesos de descomposición orgánica natural, criaderos de animales y aves, fuentes industriales específicas. Se realizará una prospección en terreno para identificar presencia e intensidades de olores, en el área probable de influencia del proyecto.
- Caracterización de las condiciones climáticas generales del área del proyecto, que podrían afectar las actividades a desarrollar durante las etapas de construcción, operación y eventual abandono. Deberá ser elaborada a partir de estudios existentes, anuarios meteorológicos, estadísticas de información de estaciones meteorológicas cercanas. Su descripción incluirá los factores climáticos principales del área, tales como precipitación, temperaturas, humedad atmosférica, ocurrencia de eventos especiales (número de días con precipitación, tormentas, viento fuerte, nieve), y otros que sean relevantes para el proyecto.
- Caracterización del régimen pluviométrico del área del proyecto, para evaluar los riesgos de inundaciones o erosiones y los posibles efectos directos sobre los procesos de tratamiento y disposición de residuos. Con la mejor información disponible para el área, se caracterizará el régimen pluviométrico, incluyendo valores normales y extremos, variaciones estacionales, eventos con precipitaciones máximas.
- Caracterización del flujo de aire en la zona. Con la mejor información de viento disponible para el área, se describirán las velocidades y direcciones de viento, variaciones estacionales, variaciones diarias, valores extremos, períodos de vientos débiles (calmas) y otras que sean relevantes para el proyecto. Esta descripción estará orientada a la definición de direcciones predominantes y áreas probables de influencia de emisiones de polvo y gases a la atmósfera desde el proyecto.
- Ruidos. Se detectará y caracterizará el origen de los ruidos cuando estos sean significativos dentro del área de influencia del estudio.

D.3.3.2 Suelo

Cualquiera que sea el manejo de residuos sólidos adoptado se deberá considerar una Línea Base Hidrogeológica que permita definir inicialmente si existe un acuífero en el sector, su profundidad y dirección de flujo, y las características de calidad fisicoquímica del agua subterránea que lo recibe. En un proyecto de saneamiento ambiental, este análisis tendrá que

ser solicitado si se estima que, en alguno de sus procesos, se producen filtraciones que contaminen la napa de agua subterránea.

D.3.3.3 Agua

Si las aguas superficiales reciben aportes contaminantes por lixiviación de sistema de eliminación en tierra, se deberá considerar una Línea Base que permita definir inicialmente las características de calidad del agua que lo recibe y evaluar bajo qué condiciones queda, de acuerdo a la normativa vigente en función del uso que se le dé al agua abajo de la descarga.

Los antecedentes necesarios deben estar referidos a la calidad de aguas superficiales, incluyendo las variables que definen su disponibilidad y características físicas, biológicas, bioquímicas y químicas, junto a los criterios necesarios para evaluar los posibles daños al componente en estudio.

D.3.3.4 Flora

Una línea base pretende establecer las características de un componente ambiental dado, y la necesidad de efectuarla está determinada por la eventualidad de alteraciones potenciales producto del desarrollo de una nueva actividad en el ámbito de este componente. Así, la línea base es independiente del tipo de proyecto que se pretende realizar, siendo el área de influencia directa y el grado de detalle del estudio condiciones relacionadas a las actividades propias del proyecto potencial.

Una línea base de los sistemas vegetacionales debe considerar el estudio de a lo menos dos de sus características principales: la vegetación y la flora.

La vegetación se refiere a los aspectos cuantitativos de la arquitectura vegetal; es decir, su distribución horizontal y vertical sobre la superficie, mientras que la flora corresponde a la definición cualitativa de esta arquitectura, referido a las especies componentes de ella.

Las evaluaciones respecto a la vegetación deben considerar:

- Distribución espacial en el área de influencia
- Tipología (especies dominantes)
- Fisionomía (formación vegetal)
- Grado de alteración (artificialización)

D.3.3.5 Fauna

Fauna es el conjunto de especies animales que viven en una zona determinada. La fauna silvestre corresponde a las especies animales estables, independientemente de su procedencia, por lo que no se incluyen los animales domésticos.

En general fauna silvestre es todo animal no doméstico, mamífero, ave, reptil o anfibio, que vive en un medio ambiente natural.

El objetivo de la línea base consiste en recopilar la información de forma tal que pueda ser analizada posteriormente, de manera sistemática y, cuando sea necesario, orientada a integrarse con la información obtenida sobre otros componentes ambientales.

D.3.3.6 Topografía, Hidrografía y Urbanización

Hay diversos aspectos que se deben de considerar para la construcción y funcionamiento de una planta de biogás o una planta de tratamiento de residuos. Estar situada en una cota que evite inundaciones

Las alternativas de terrenos en que se pueda localizar el sistema de tratamiento, deben mostrar condiciones adecuadas para la ejecución del proyecto y cumplir con los requerimientos legales establecidos, destacando al menos los siguientes alcances:

- Estar cerca de la zona de impacto
- Situarse sobre una cota que evite bombeos excesivos
- Tener un terreno con valor catastral bajo
- Contar con servicios de energía eléctrica
- Contar con servicios de agua potable
- Tener caminos de acceso en buen estado
- Contar con caminos o carreteras que permitan la circulación de todo tipo de vehículos
- La superficie que se requiere para la construcción de una Planta es de al menos 6800m² de área disponible, lo anterior con el fin de dejar un área de amortiguamiento grande para reforestar y construir áreas verdes que mitiguen los impactos adversos al medio ambiente, que se pudieran provocar durante las diversas etapas del proyecto, así como un área para el futuro crecimiento de la misma.

- El terreno en el que se ubique la planta deberá encontrarse cerca de la zona a la que impactará lo que reducirá los costos de conducción de la energía y transporte de la materia prima.
- No estar definido como Patrimonio de la Humanidad, Santuario de la Naturaleza, Área Protegida, Sitio Arqueológico, etc.
- Cumplir con los ordenamientos estipulados en los Planes de Desarrollo Regional, Intercomunales, Reguladores Comunes, etc.
- No estar definido por los Planos Reguladores Comunes o Intercomunales como Zona de Alto Riesgo.
- Compatibilidad de Usos del Suelo.

La ubicación de un biodigestor es tan importante como su propia construcción. Una planta mal ubicada será una instalación inútil, a la que no se le sacará provecho. Por el contrario, una buena ubicación desempeña un papel importante para su fácil manejo y operación. Un estudio previo del lugar y una detallada evaluación reportarán ganancias en el futuro. Los principales aspectos que se deben tener en cuenta al ubicar un biodigestor son los siguientes:

- Seleccionar el lugar más cercano posible a la fuente de materia prima.
- Debe tratarse, por todos los medios, de que la topografía del terreno permita el cargado de la planta por gravedad.
- En el lugar debe existir una fuente de agua para realizar la mezcla y mantener la limpieza de la planta.
- La instalación donde se utilizará el biogás debe encontrarse lo más cerca posible de la planta de biogás ($L_{m\acute{a}x} < 0,95 P_{m\acute{a}x}$; donde $L_{m\acute{a}x}$ es la distancia máxima en metros; y $P_{m\acute{a}x}$ la presión máxima en milímetros de columna de agua).
- La topografía del terreno debe favorecer que la utilización del bioabono líquido se realice por gravedad.
- Se debe evitar el contacto con el manto freático, para prevenir las filtraciones hacia el interior o la contaminación del manto. Como norma, el fondo del biodigestor debe encontrarse a un metro o más del manto freático.
- La topografía del lugar así como las características del suelo, tendrán influencia en el tipo de digestor, técnica constructiva y costos.

- Los niveles de las aguas subterráneas pueden también obligar a utilizar cierto tipo de planta o a cambiar la ubicación.
- Desde el punto de vista meteorológico, deberá buscarse un sitio al abrigo del viento, de preferencia un lugar soleado, cuidando que la insolación no provoque fallas por esfuerzos térmicos en las cúpulas expuestas al sol.

D.3.3.7 Usos de Suelo

El terreno para la construcción de una planta de tratamiento deberá figurar en las áreas de fomento ecológico definidas por el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad.

El uso de terreno que ocupan estas obras se denominan de uso artificial. El Uso natural se agrupa en tres grandes géneros:

- Forestal y Silvestre
- Agrícola y pastizales
- Cultivable

D.4 Marco Jurídico y Legislativo del Biogás

Se refiere a todo documento de carácter jurídico que tenga impacto sobre el proyecto, sobre su diseño, construcción y ejecución.

D.4.1 Semarnat

Planes, Programas, Leyes, Reglamentos, Normas y tramitología aplicada al proyecto.

D.4.1.1 Normatividad Aplicada al Proyecto

Autor: México, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Título o mención Norma Oficial Mexicana NOM 083 SEMARNAT 2003 de Especificaciones de Protección ambiental para la

Responsabilidad: selección de sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Serie: Normas Oficiales en Materia de Residuos. Dirección de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico.

Materia Local: Normas Oficiales Mexicanas

Autor: México, Secretaria de Desarrollo Social

Título o mención Norma Oficial Mexicana NOM 056 SEMARNAT 1993 de Requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de Residuos Peligrosos.

Serie: Normas Oficiales en Materia de Residuos Peligrosos, Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.

Materia Local: Normas Oficiales Mexicanas

Autor: México, Secretaria de Desarrollo Social

Título o mención Norma Oficial Mexicana NOM 057 SEMARNAT 1993 de Requisitos que deben observarse para el diseño y construcción de celdas de un confinamiento controlado de Residuos Peligrosos.

Serie: Normas Oficiales en Materia de Residuos Peligrosos,

Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.

Materia Local: Normas Oficiales Mexicanas

Autor: México, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Título o mención Norma Oficial Mexicana NOM 087 SEMARNAT SSA1-2002 de (Protección Ambiental, Salud Ambiental). Residuos Responsabilidad: Peligrosos sólido infecciosos. Clasificación y Especificaciones de Manejo.

Serie: Normas Oficiales en Materia de Residuos Peligrosos, Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.

Materia Local: Normas Oficiales Mexicanas

Autor: México, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Título o mención Norma Oficial Mexicana NOM 098 SEMARNAT 2002 de Protección Ambiental, incineración de Residuos, Responsabilidad: especificaciones de operación y límite de emisión de contaminantes, Secretaría de Medio ambiente y Recursos Naturales.

Serie: Normas Oficiales en Materia de Residuos. Dirección General de energía y actividades extractivas.

Materia Local: Normas Oficiales Mexicanas

Autor: México, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Título o mención Norma Oficial Mexicana NOM 086 SEMARNAT SENER de SCFI 2005 Especificaciones de los Combustibles Fósiles Responsabilidad: para la protección ambiental

Serie: Normas Oficiales en Materia de Emisiones de Fuentes Fijas.

Materia Local: Normas Oficiales Mexicanas

Autor: México, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Título o mención Norma Oficial Mexicana NOM 085 SEMARNAT 1994 de Contaminación atmosférica fuentes fijas. Para fuentes Responsabilidad: fijas que utilizan combustibles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.

Serie: Normas Oficiales en Materia de Emisiones de Fuentes

Fijas.

Materia Local: Normas Oficiales Mexicanas

Autor: México, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Título o mención de Responsabilidad: Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

Serie: Normas Oficiales en Materia de Emisiones de Fuentes Fijas.

Materia Local: Normas Oficiales Mexicanas

D.4.1.2 Trámites

Los trámites principales para el desarrollo de proyectos a partir de fuentes renovables de energía son los siguientes:

- Trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal.- Tiene como objetivo unificar los procesos de la autorización de la manifestación de impacto ambiental y el cambio de uso de suelo forestal. Para iniciar este trámite, es necesario contar con el poder, propiedad o similar, para el uso del suelo que será afectado. El trámite toma 60 días hábiles y el entregable es el Resolutivo del trámite unificado. El proceso no tiene afirmativa, ni negativa ficta.
- Solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.- Tiene como objetivo autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Para iniciar este trámite, es necesario contar con el poder, propiedad, concesión o similar, para el uso del suelo que

será afectado. El trámite toma 60 días hábiles y el entregable es el Resolutivo de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. El proceso sí tiene afirmativa y negativa ficta.

- Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental (Regional o Particular).- Tiene como objetivo evaluar y resolver sobre el estudio de impacto ambiental (regional o particular) del proyecto. El trámite toma 60 días hábiles y el entregable es la Resolución de la manifestación de impacto ambiental. El proceso no tiene afirmativa, ni negativa ficta.
- Registro de alta de generadores de residuos peligrosos.- Tiene como objetivo integrar una base de datos de todos los generadores de residuos peligrosos para monitorear su producción y disposición final conforme a la normativa aplicable. El trámite tiene plazo de 0 días hábiles y el entregable es el propio Registro como generador de residuos peligrosos. El proceso no tiene afirmativa, ni negativa ficta.
- Licencia Ambiental Única.- Tiene como objetivo expedir la una licencia e integrar un registro de la operación de proyectos que generarán algún tipo de emisión a la atmósfera. Este trámite no debe realizarse si el proyecto ya cuenta con una Licencia de Funcionamiento, en cuyo caso, se deberá realizar la actualización de la misma. El trámite tiene un plazo de 40 días hábiles y el entregable es la Resolución de la licencia ambiental única. El proceso no tiene afirmativa, ni negativa ficta.
- Actualización de Licencia de Funcionamiento.- Tiene igualmente el objetivo de expedir una licencia e integrar un registro de la operación de proyectos que generarán algún tipo de emisión a la atmósfera. Este trámite sólo se realiza en caso que ya se cuente con una licencia de funcionamiento, en caso contrario, se deberá solicitar la Licencia Ambiental Única. El trámite tiene un plazo de 30 días hábiles y el entregable es la Resolución de actualización de la licencia de funcionamiento. El proceso no tiene afirmativa, ni negativa ficta.

D.4.2 Comisión Federal de Electricidad (CFE)

En la planeación, diseño y operación de la infraestructura eléctrica además de los costos y requerimientos técnicos, también se toman en cuenta las condiciones ambientales y sociales del entorno. Se pone especial cuidado en conservar, proteger y restaurar los ecosistemas y los servicios ambientales que ofrecen para lo cual se construye y opera infraestructura sustentable que asegure el uso y disfrute de las herencias naturales y culturales por las generaciones posteriores.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y en su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán considerar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

El POEGT es un cimiento de la política ambiental y de la planificación concurrente. Permite orientar el emplazamiento geográfico de las actividades productivas, así como las modalidades de uso de los recursos y servicios ambientales. Facilita la toma de decisiones para la inversión y asignación presupuestaria. Constituye el marco de referencia a partir del cual las políticas y esfuerzos de los tres niveles de gobierno deben converger, de manera coherente y complementaria, para lograr el desarrollo regional sustentable. El POEGT se llevó a cabo en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, incluida la CFE, cuyas actividades inciden en el patrón de ocupación del territorio, con la participación de las autoridades estatales de planeación del desarrollo y ambientales y los representantes de los Consejos Consultivos para el Desarrollo Sustentable.

CFE con un Sistema de Gestión Ambiental certificado bajo la norma internacional ISO-14001:2004 que, respaldado por tecnologías de información, establece el control de los aspectos ambientales significativos identificados tanto en nuestras obras en construcción como en aquellas que ya operan. De esta forma las acciones de mejora, seguimiento y evaluación permiten mejorar la eficacia de nuestro desempeño ambiental, además certificamos nuestras centrales de generación e instalaciones de transformación de energía como Industria Limpia, lo cual es verificado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

Los proyectos de generación renovable y cogeneración eficiente producen beneficios tales como:

- Aprovechamiento de las fuentes de energía renovable del país,
- Cuidado del medio ambiente y la salud de los habitantes,
- Desarrollo de la capacidad industrial de México y la creación de empleos,
- Cumplimiento de los compromisos internacionales del país en materia ambiental y de cambio climático,
- Diversificación del parque de generación eléctrica,

- Disminución de la variabilidad de los costos de generación de electricidad,
- Participación social y privada en la inversión económica requerida por el sector eléctrico para satisfacer la demanda nacional,
- Disminución de la dependencia nacional de los hidrocarburos,
- El desarrollo rural en regiones cercanas a fuentes de energías renovables

En cuanto a otras fuentes de energía como el Biogás, Es factible generar energía mediante la utilización del gas metano generado en rellenos sanitarios y de las actividades agrícolas. CFE trabaja mediante la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil en los estudios necesarios para desarrollar este tipo de proyectos a nivel nacional.

D.4.2.1 Normatividad Aplicada al Proyecto

- Reglamento de la Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética.
- Solicitud para la conexión de un cliente con generación renovable o sistema de cogeneración en pequeña o mediana escala.
- Contrato de interconexión para fuentes de energía renovable y cogeneración en mediana escala que celebran Comisión Federal de Electricidad y el generador.
- Modelo de Contrato de interconexión para fuentes de energía renovable y cogeneración en mediana escala.

D.4.2.2 Trámites

Los trámites principales para el desarrollo de proyectos a partir de fuentes renovables de energía son los siguientes:

- Estudio de pre-factibilidad de interconexión.- Tiene como objetivo identificar la viabilidad preliminar de interconexión de un proyecto de generación con el sistema eléctrico. El estudio tiene un tiempo de ejecución de hasta 60 días hábiles, dependiendo del tamaño del proyecto, y el entregable final es un Reporte del estudio de pre-factibilidad. El estudio no tiene afirmativa, ni negativa ficta.
- Estudio de porteo.- Tiene como objetivo determinar el costo de transmisión de energía eléctrica entre la fuente y los punto de carga de un proyecto de autoabastecimiento. El estudio tiene un tiempo de ejecución de 45 días hábiles y el entregable final es el Resolutivo del estudio de porteo. El estudio no tiene afirmativa, ni negativa ficta.

- Solicitud de Servicio de Transmisión.- Este es un importante requisito para la operación de un proyecto de generación eléctrica y tiene como objetivo iniciar las gestiones hacia la firma del contrato de interconexión y los convenios asociados. La solicitud tiene un tiempo de respuesta de 60 días hábiles, dependiendo del tamaño del proyecto, y el entregable final es el resultado del Estudio de Factibilidad. La solicitud no tiene afirmativa, ni negativa ficta.
- Autorización de ingeniería básica.- Tiene como objetivo autorizar la ingeniería básica del proyecto de generación eléctrica, ya sea desarrollada por CFE o por algún tercero. El tiempo para la obtención es de 20 días hábiles y el entregable es la Autorización de la ingeniería básica. La autorización no tiene afirmativa, ni negativa ficta.
- Solicitud de firma del contrato de interconexión y convenios asociados.- Tiene como objeto celebrar el contrato de interconexión y generar un compromiso de largo plazo para el servicio de transmisión desde el punto de interconexión del proyecto, el cual puede servir para financiar el desarrollo de la línea de interconexión, cuando aplique. El proceso toma 90 días naturales y el entregable es el Contrato de interconexión y convenios asociados firmados. El proceso no tiene afirmativa, ni negativa ficta.
- Convenio de construcción.- Tiene como objeto contratar a la CFE para gestionar las obras de construcción e instalación del proyecto de generación de electricidad. Este es un proceso opcional y los permisionarios pueden llevarlo a cabo a través de terceros. El plazo de evaluación es de 20 días hábiles y el entregable es el Oficio Resolutivo en el cual CFE ofrece un presupuesto estimado para la consideración del interesado. El proceso no tiene afirmativa, ni negativa ficta.
- Convenio de supervisión de construcción.- En caso que se opte por ejecutar la construcción a través de un tercero, es necesario realizar este proceso que tiene como objetivo que la CFE supervise la construcción e instalación del proyecto de generación. El plazo de evaluación es de 20 días hábiles y el entregable es el Oficio Resolutivo en el cual CFE ofrece un presupuesto estimado para la consideración del interesado. El proceso no tiene afirmativa, ni negativa ficta.

D.4.3 Secretaría de Energía (SENER)

En el contexto energético actual, los beneficios económicos de las energías renovables han adquirido creciente relevancia, pues éstas contribuyen a reducir los riesgos asociados con la volatilidad de precios, diversificando el portafolio energético; además de reducir el impacto ambiental e impulsar el desarrollo sustentable en el país. Es especialmente relevante la contribución de estas fuentes al desarrollo social en áreas donde la energía

convencional es económicamente inviable, tal es el caso de las zonas rurales que se encuentran apartadas de la red eléctrica. A pesar de contar con reservas de combustibles fósiles, debemos impulsar el uso de fuentes alternas de energía, aprovechando el importante potencial que tenemos para la generación de energía a partir de fuentes como la solar, la eólica, la minihidráulica y la biomasa.

La Secretaría de Energía (SENER), ha buscado el desarrollo y difusión de tecnologías energéticas alternativas. Dedicando esfuerzos a la creación de políticas energéticas con el criterio de sustentabilidad; desarrollando instrumentos y mecanismos financieros, y fortaleciendo el marco regulatorio, con el fin de eliminar barreras y abrir ventanas de oportunidades para nuevos proyectos.

D.4.3.1 Trámites

Los trámites principales para el desarrollo de proyectos a partir de fuentes renovables de energía son los siguientes:

- Permiso de autoabastecimiento y cogeneración de energía eléctrica.- Tiene como objetivo autorizar la generación de electricidad con fines distintos al servicio público, conforme la legislación vigente. En particular se refiere exclusivamente a las modalidades de autoabastecimiento y cogeneración de energía eléctrica y se recomienda tener el Estudio de pre-factibilidad de interconexión por anticipado. El trámite toma 50 días hábiles, puede realizarse en línea y el entregable es el Título de permiso de autoabastecimiento o cogeneración de energía eléctrica. El proceso no tiene afirmativa, ni negativa ficta.

D.4.3.2 Marco Jurídico de los Bioenergéticos

Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico
Dirección General Adjunta de Bioenergéticos

- Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos
- Reglamento de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos
- Acuerdo por el que se emiten los lineamientos para el otorgamiento de permisos para la producción, el almacenamiento, el transporte y la comercialización de Bioenergéticos del tipo Etanol Anhidro y Biodiesel

- Acuerdo por el que se emiten los formatos de solicitudes de permisos para la producción, el almacenamiento, el transporte y la comercialización de Bioenergéticos del tipo Etanol Anhidro y Biodiesel
- Acuerdo mediante el cual se delega en el Subsecretario de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico, las facultades a que hace referencia el artículo 12 de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos

D.4.4 Consejo Estatal de Ecología (COEDE)

La Dirección de Control Ambiental tiene como objetivo Diseñar las Estrategias de Control y Regulación Ambiental, en materia de Desarrollo Industrial y de Servicios, Explotación y Aprovechamiento de Yacimientos Pétreos, Contaminación Atmosférica, Residuos Sólidos, etc., acordes con el Plan Estatal de Desarrollo y el Programa Nacional de Medio Ambiente.

La gestión ambiental es la acción de concertación y coordinación que implementa el Estado y Ayuntamiento para lograr el compromiso permanente de los sectores, público, social y privado en la conservación, protección, restauración y uso adecuado del entorno natural y sus recursos para alcanzar un desarrollo integral y equilibrado.

D.4.4.1 Funciones de COEDE

- Realizar el diagnóstico ambiental del municipio para conocer la problemática y prioridades de atención.
- Gestionar y promover las políticas y programas de conservación y protección al ambiente en el ámbito municipal.
- Ejecutar acciones de competencia municipal para mitigar los problemas ambientales.
- Negociar y vigilar que la variable ambiental esté presente en los planes de desarrollo urbano y de uso del suelo.
- Recibir, atender y dar seguimiento a la denuncia ciudadana.
- Promover la expedición de reglamentos que faciliten la aplicación de las leyes ambientales.
- Difundir en el municipio el reglamento de ecología.
- Propiciar la participación ciudadana y la integración de los grupos de apoyos para los programas de conservación de recursos naturales y mejoramiento ambiental.

D.4.4.2 Objetivos de COEDE

- Impulsar la política de descentralización de los servicios de protección ambiental.
- Asesorar para la elaboración de Programas Municipales de Protección al Ambiente con el fin de incorporar la dimensión ambiental en el desarrollo municipal.
- Coadyuvar en la elaboración, publicación y difusión de los Reglamentos Municipales de Protección al Ambiente, como un instrumento de política ambiental en los municipios.
- Mantener la coordinación entre las Dependencias públicas y privadas que apoyen la atención a la problemática ambiental de los Ayuntamientos a través de la implementación de programas y proyectos.

D.4.5 Leyes

El acelerado crecimiento económico en el Estado de Hidalgo genera una grave presión sobre el medio ambiente y los recursos naturales, ante esta situación y dado que la legislación ambiental es un componente esencial de la capacidad de respuesta del Estado frente a los desafíos que plantea la problemática ambiental, el Consejo Estatal de Ecología, buscando cumplir con el compromiso constitucional de garantizar a las personas un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, se ha dado a la tarea de identificar los problemas, investigar las razones de los mismos y proponer los cambios jurídicos necesarios para proporcionar un alto grado de eficacia y de eficiencia a los instrumentos jurídicos correspondientes. Como resultado de lo anterior, con fecha 21 de junio de 2004 se expide la Ley para la Protección al Ambiente en el Estado de Hidalgo, que tiene como objetivo fundamental regular las conductas que ocasionan o pueden ocasionar daños al ambiente dentro del territorio del Estado de Hidalgo, así como las acciones tendientes a la preservación, restauración y mejoramiento del equilibrio ecológico.

D.4.6 Normas

Con la expedición de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo en diciembre de 1998, se abre la posibilidad de que, además de la aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas, el estado emita sus propias normas técnicas ecológicas, por lo que en el año 2000 y atendiendo a las necesidades particulares de regulación de nuestro Estado, se expidieron cuatro Normas Técnicas Ecológicas Estatales.

Con la entrada en vigor de la Ley para la Protección al Ambiente en el Estado de Hidalgo, se continúa con la búsqueda de homologación de criterios técnicos que permitan regular las actividades, que de acuerdo con las características propias de la entidad, no pudieran ser motivo de emisión de una Norma Oficial Mexicana, y así establecer los límites en la utilización de los diferentes recursos de la zona, región o ecosistema, de tal manera que se mantenga y respete su capacidad de carga.

D.4.7 Decretos

En este ámbito, es importante mencionar que contamos con Decretos de Ordenamiento Ecológico Territorial, con los que se busca proveer de un instrumento de planeación ambiental a la región de que se trate. Por otra parte, derivado de la necesidad de planificar y administrar integralmente el cuidado y uso adecuado de los recursos naturales, así como de preservar los valores naturales y la belleza paisajística para establecer una interdependencia racional entre el entorno social y el natural, se han Decretado Áreas Naturales Protegidas.

D.4.8 Legislación Federal, Estatal y Municipal

Se refiere a normas, leyes, reglamentos, planes y Programas con materia jurídica vigente relacionada al proyecto y a su diseño y Construcción.

D.4.8.1 Reglamento de Construcciones del Distrito Federal

ARTÍCULO 9.- Las dependencias y entidades públicas, así como las personas físicas o morales cuyas actividades de planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones y de estructuras que tengan algún efecto en la vía pública, deben presentar a la Secretaría de Obras y Servicios al inicio de cada ejercicio anual sus programas de obras para su revisión y aprobación, en su caso.

ARTÍCULO 11.- No se autorizará el uso de la vía pública en los siguientes casos:

- I. Para aumentar el área de un predio o de una construcción;
- II. Para obras destinadas a actividades o fines que ocasionen molestias a los vecinos tales como la producción de polvos, humos, malos olores, gases, ruidos y luces intensas;
- III. Para conducir líquidos por su superficie;
- IV. Para depósitos de basura y otros desechos, salvo autorización expresa de la Autoridad con base en lo establecido en la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal y en las Normas Ambientales aplicables;

- V. Para construir o instalar cualquier elemento, obra o establecimiento fijo o semifijo, que no observe las restricciones establecidas en este Reglamento y demás disposiciones aplicables;
- VI. Para construir o instalar sin autorización de la Administración, obstáculos fijos o semifijos como lo son postes, puertas o cualquier elemento que modifique, limite o restrinja el libre tránsito tanto vehicular como de transeúntes, y
- VII. Para aquellos otros fines que la Administración considere contrarios al interés público.

ARTÍCULO 81.- Las edificaciones deben estar provistas de servicio de agua potable, suficiente para cubrir los requerimientos y condiciones a que se refieren las Normas y/o Normas Oficiales Mexicanas.

ARTÍCULO 84.- Las edificaciones deben contar con espacios y facilidades para el almacenamiento, separación y recolección de los residuos sólidos, según lo dispuesto en las Normas y/o Normas Oficiales Mexicanas.

ARTÍCULO 85.- Las edificaciones para almacenar residuos sólidos peligrosos, químico-tóxicos o radioactivos se ajustarán a la Ley Federal de Salud, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, la Ley Ambiental del Distrito Federal, sus Reglamentos, así como a las Normas Oficiales Mexicanas.

ARTÍCULO 86.- Las edificaciones y obras que produzcan contaminación por humos, olores, gases, polvos y vapores, energía térmica o lumínica, ruidos y vibraciones, se sujetarán al presente Reglamento, a la Ley Ambiental del Distrito Federal y demás ordenamientos aplicables.

ARTÍCULO 122.- El empleo de vidrios espejo y otros materiales que produzcan reflexión total en superficies exteriores aisladas mayores a 20 m² o que cubran más del 30 % de los paramentos de fachada se permitirá siempre y cuando se demuestre, mediante estudios de asoleamiento y reflexión especular, que el reflejo de los rayos solares no provocará en ninguna época del año ni hora del día deslumbramientos peligrosos o molestos, o incrementos en la carga térmica en edificaciones vecinas o vía pública.

ARTÍCULO 123.- Las fachadas de colindancia de las edificaciones de cinco niveles o más que formen parte de los paramentos de patios de iluminación y ventilación de edificaciones vecinas deben tener acabados de color claro.

ARTÍCULO 134.- Las edificaciones que requieran instalaciones de combustibles deben ajustarse con las disposiciones establecidas en las Normas, así como en las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 140.- El proyecto de las edificaciones debe considerar una estructuración eficiente

para resistir las acciones que puedan afectar la estructura, con especial atención a los efectos sísmicos.

El proyecto, de preferencia, considerará una estructuración regular que cumpla con los requisitos que establecen las Normas.

ARTÍCULO 146.- Toda edificación debe contar con un sistema estructural que permita el flujo adecuado de las fuerzas que generan las distintas acciones de diseño, para que dichas fuerzas puedan ser transmitidas de manera continua y eficiente hasta la cimentación. Debe contar además con una cimentación que garantice la correcta transmisión de dichas fuerzas al subsuelo.

D.4.8.2 Reglamento de Construcciones para Pachuca de Soto Hidalgo

Artículo 5o.- El plano regulador de la Ciudad de Pachuca, tomará en cuenta los factores geográficos, sociales, económicos y políticos, con la finalidad de que se desarrolle en forma racional, armónica, estática e higiénica y se satisfaga las necesidades de sus habitantes.

Artículo 61.- Las obras mínimas de urbanización deben comprender:

- I. Dotación de agua potable,
- II. Red de alcantarillado,
- III. Guarniciones,
- IV. Banquetas,
- V. Pavimentos,
- VI. Alumbrado público,
- VII. Red de electrificación,
- VIII. Parques y jardines y
- IX. Drenaje pluvial.

Artículo 63.- Se construirá el camino de liga a la parte más próxima de la Ciudad, previamente a las obras de urbanización, de acuerdo con las especificaciones que dicte la Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas Municipal.

Artículo 64.- La Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas Municipal, determinará la anchura de las calles, tanto principales como secundarias, de acuerdo con las normas de la planificación establecidas para la zona en que este ubicado el fraccionamiento de que se trate.

Artículo 79.- El proyecto comprenderá los siguientes elementos;

- I. Los trazos de los ejes de las vías públicas ligadas geométricamente con los linderos del terreno.

- II. Los ángulos de intersección de los ejes.
- III. Las distancias entre el cruzamiento de los ejes.
- IV. La anchura y longitud de las calles.
- V. La división y subdivisión del fraccionamiento en manzanas y lotes.
- VI. Las manzanas o lotes que deban corresponder al Municipio, en los términos del Artículo 82.
- VII. Las especificaciones para las diversas obras de urbanización.
- VIII. Las nomenclaturas del fraccionamiento.
- IX. El plazo dentro del cual deben quedar con concluidas las obras del fraccionamiento.
- X. El tiempo mínimo durante el cual, después de quedar concluidas las obras del fraccionamiento, estarán a cargo del fraccionador las reposiciones de las que presenten defectos de construcción, que en ningún caso podrá ser menor de 5 años.

Artículo 87.- Para autorizar la iniciación de las obras de urbanización. El fraccionador deberá otorgar la escritura de donación y las garantías a que se ha hecho referencia.

Artículo 88.- La Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas Municipal, tiene la facultad de designar supervisores técnicos que vigilen el desarrollo de las obras y se cercioren de que se cumpla con las especificaciones y las indicaciones de los planos.

Artículo 89.- Se acatarán las disposiciones técnicas, que formulen los supervisores; sin perjuicio de recurrir ante la Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas Municipal, cuando las determinaciones tomadas por aquellos, carezcan de fundamento legal.

Artículo 96.- El Ayuntamiento tomará todas las medidas que sean necesarias para que se aprovechen los terrenos donados procediendo, a la construcción de las obras que sean necesarias y de interés colectivo, de acuerdo con sus posibilidades financieras.

Artículo 97.- Se supervisará la administración de los servicios que correspondan al Municipio, para cerciorarse que sean impartidos con regularidad y permanencia.

Artículo 98.- En tanto no se realicen obras en los terrenos donados, los fraccionadores cuidarán del buen aspecto de los mismos, impidiendo que se conviertan en basureros, procurando mantenerlos en todo momento en buenas condiciones higiénicas

Artículo 115.- Ningún punto de un edificio podrá estar a mayor altura, que 1.75 veces de distancia al parámetro vertical correspondiente al alineamiento opuesto de la calle.

I. En plazas y jardines, el alineamiento opuesto se localizará a cinco de la guarnición o en el límite interior de la acera, si ésta tiene más de cinco metros de anchura.

II. La altura deberá contarse sobre la cota media de la guarnición de la acera, en el tramo de calle correspondiente al frente del predio. En el caso de que hubiere proyecto de planificación, regirán las alturas señaladas en el mismo.

Artículo 116.- En esquinas, la altura de la fachada en el alineamiento de la calle angosta, podrá ser la de la fachada en el alineamiento de la calle ancha, hasta una distancia equivalente a una vez y media la anchura de la calle angosta, medida a partir de la esquina.

Artículo 118.- Los edificios deberán tener los espacios sin construir que sean necesarios para lograr una buena iluminación y ventilación. En la planta baja de hoteles, oficinas y escuelas, deben dejarse como área de dispersión mínima en vestíbulos, patios, plazas o pasillos, el uno por ciento de la suma de áreas construidas. En las salas de espectáculos, centros de reunión y similares, el área de dispersión será por lo menos de veinticinco decímetros cuadrados por concurrente, debiendo quedar adyacente a la vía pública por lo menos la cuarta parte de dicha área, pudiendo suministrar hasta las tres cuartas partes correspondientes en Vestíbulos interiores. En salas de espectáculos cuyo cupo no este definido, así como en los templos, para los efectos de este Artículo se supondrá que corresponde un concurrente por cada cincuenta decímetros cuadrados de sala de reunión.

Artículo 169.- Para que pueda otorgarse licencia de construcción, ampliación, adaptación o modificación de un edificio para usos industriales, será requisito indispensable que previamente se apruebe su ubicación conforme a las disposiciones legales aplicables. Las industrias que por su importancia y por la naturaleza de sus actividades y desechos, impliquen riesgos, se ubicarán fuera d la zona urbana; las que causen molestias en zonas industriales, y se las mismas son tolerables, en cualquier zona siempre que no existan prohibiciones o restricciones que lo impidan.

Artículo 170.- Para expedir la licencia a que se refiere al artículo anterior, la Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas Municipal, deberá cuidar que las construcciones satisfagan lo previsto en los reglamentos de medidas preventivas, de accidentes y de higiene del trabajo.

Artículo 245.- Los materiales de construcción deben sujetarse a las disposiciones respectivas de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. La Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas Municipal, podrán exigir a los fabricantes la demostración de las propiedades declaradas de los materiales de construcción, mediante las pruebas que considere necesarias. En el caso de materiales cuyas propiedades

constructivas se desconozcan, el director responsable de la obra está obligado a encargar los ensayos necesarios.

El agua que se emplee para la fabricación de morteros y concretos, deberá ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de ácidos, álcalis, materias orgánicas y otras sustancias que puedan reducir la resistencia y durabilidad.

Artículo 299.- En el diseño de elementos estructurales metálicos son aplicables los criterios siguientes:

I. Enderezando y limpieza.- Todo material que se utilice en las estructuras, debe estar limpio, a menos que se requiera forma curva, debe estar previamente enderezado. El enderezado debe hacerse mediante procesos adecuados y evitando en lo posible el uso del calor.

II. Cortes.- Los cortes, se harán con cizalla, sierra o soplete. Los cortes con soplete requerirán un acabado correcto y la eliminación de las rebabas. Los cortes curvos, se harán con el máximo radio posible, pero en ningún caso, menos de 25 milímetros. Las preparaciones de los cantos de piezas para soldar podrán efectuarse con soplete. No se permitirá el uso soplete en piezas que deban transmitir cargas por contacto directo.

III. Tolerancias.- Las piezas acabadas en taller deben quedar alineadas sin torceduras ni dobleces locales y sus uniones deben quedar adecuadamente terminadas. En miembros sujetos a compresión, no se permitirán desviaciones con respecto al eje de proyectos mayores de un milésimo de la distancia entre puntos de fijación lateral. La máxima discrepancia de longitud permitida en miembros cepillados, será de un milímetro. En piezas no cepilladas en sus extremos, la tolerancia será de uno y medio milímetros cuando la longitud del miembro no exceda de diez metros, incrementándose la tolerancia a tres milímetros en piezas con longitud superior a esta cifra.

IV. Identificación.- Al salir de la planta, todas las piezas irán debidamente de acuerdo con el plano de montaje.

V. Pintura.- Una vez inspeccionadas debidamente y aprobadas las piezas, se eliminarán todas las escamas óxidos y escorias, exceptuando los miembros ahogados en concreto, se aplicará una mano de pintura anticorrosiva, debiendo la aplicación ser uniforme. El material debe penetrar en todos los espacios abiertos. Cuando se vaya a soldar en el campo, se eliminará la pintura en una zona de cincuenta milímetros alrededor de la parte a soldar, que deberá pintarse posteriormente. En piezas que después del montaje, sean inaccesibles, se darán dos manos de pintura. Se podrán sustituir la pintura anticorrosiva por algún material o procedimiento que proporcione protección equivalente.

Artículo 319.- No se autorizarán usos peligrosos, insalubres o molestos en edificios, estructuras o terrenos; centro de zonas habitacionales, comerciales, industriales y en los que se considere inconveniente.

Artículo 320.- Cuando en una zona de las mencionadas en el Artículo anterior, una edificación o un predio se utilice total o parcialmente para algún uso que origine peligro, insalubridad o molestia, la Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas Municipal, ordenará con base en un dictamen técnico la desocupación del inmueble o la ejecución de las obras, adaptaciones, instalaciones u otros trabajos que sean necesarios para hacer cesar dichos inconvenientes, dentro del plazo que para ello señale. Lo mismo se observará respecto a usos insalubres o peligrosos en zonas industriales.

D.4.8.3 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

ARTÍCULO 15.- Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:

III.- Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico;

IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;

V.- La responsabilidad respecto al equilibrio ecológico, comprende tanto las condiciones presentes como las que determinarán la calidad de la vida de las futuras generaciones;

VI.- La prevención de las causas que los generan, es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos;

VII.- El aprovechamiento de los recursos naturales renovables debe realizarse de manera que se asegure el mantenimiento de su diversidad y renovabilidad;

VIII.- Los recursos naturales no renovables deben utilizarse de modo que se evite el peligro de su agotamiento y la generación de efectos ecológicos adversos;

ARTÍCULO 17.- En la planeación nacional del desarrollo se deberá incorporar la política ambiental y el ordenamiento ecológico que se establezcan de conformidad con esta Ley y las demás disposiciones en la materia.

En la planeación y realización de las acciones a cargo de las dependencias y entidades de la administración pública federal, conforme a sus respectivas esferas de competencia, así

como en el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieran al Gobierno Federal para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y en general inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se observarán los lineamientos de política ambiental que establezcan el Plan Nacional de Desarrollo y los programas correspondientes.

ARTÍCULO 17 BIS.- La Administración Pública Federal, el Poder Legislativo Federal y el Poder Judicial de la Federación, expedirán los manuales de sistemas de manejo ambiental, que tendrán por objeto la optimización de los recursos materiales que se emplean para el desarrollo de sus actividades, con el fin de reducir costos financieros y ambientales

ARTÍCULO 18.- El Gobierno Federal promoverá la participación de los distintos grupos sociales en la elaboración de los programas que tengan por objeto la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, según lo establecido en esta Ley y las demás aplicables.

ARTÍCULO 21.- La Federación, los Estados y el Distrito Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias, diseñarán, desarrollarán y aplicarán instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental, y mediante los cuales se buscará:

I.- Promover un cambio en la conducta de las personas que realicen actividades industriales, comerciales y de servicios, de tal manera que sus intereses sean compatibles con los intereses colectivos de protección ambiental y de desarrollo sustentable;

II.- Fomentar la incorporación de información confiable y suficiente sobre las consecuencias, beneficios y costos ambientales al sistema de precios de la economía;

III.- Otorgar incentivos a quien realice acciones para la protección, preservación o restauración del equilibrio ecológico. Asimismo, deberán procurar que quienes dañen el ambiente, hagan un uso indebido de recursos naturales o alteren los ecosistemas, asuman los costos respectivos;

IV.- Promover una mayor equidad social en la distribución de costos y beneficios asociados a los objetivos de la política ambiental, y

V.- Procurar su utilización conjunta con otros instrumentos de política ambiental, en especial cuando se trate de observar umbrales o límites en la utilización de ecosistemas, de tal manera que se garantice su integridad y equilibrio, la salud y el bienestar de la población.

ARTÍCULO 29.- Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o

actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.

ARTÍCULO 31.- La realización de las obras y actividades a que se refieren las fracciones I a XII del artículo 28, requerirán la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, cuando:

I.- Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades;

II.- Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por la Secretaría en los términos del artículo siguiente, o

III.- Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales autorizados en los términos de la presente sección.

En los casos anteriores, la Secretaría, una vez analizado el informe preventivo, determinará, en un plazo no mayor de veinte días, si se requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental en alguna de las modalidades previstas en el reglamento de la presente Ley, o si se está en alguno de los supuestos señalados.

ARTÍCULO 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y

II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

ARTÍCULO 111.- Para controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera, la Secretaría tendrá las siguientes facultades:

I.- Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan la calidad ambiental de las distintas áreas, zonas o regiones del territorio nacional, con base en los valores de

concentración máxima permisible para la salud pública de contaminantes en el ambiente, determinados por la Secretaría de Salud;

II.- Integrar y mantener actualizado el inventario de las fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera de jurisdicción federal, y coordinarse con los gobiernos locales para la integración del inventario nacional y los regionales correspondientes;

III.- Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan por contaminante y por fuente de contaminación, los niveles máximos permisibles de emisión de olores, gases así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera provenientes de fuentes fijas y móviles;

IV.- Formular y aplicar programas para la reducción de emisión de contaminantes a la atmósfera, con base en la calidad del aire que se determine para cada área, zona o región del territorio nacional. Dichos programas deberán prever los objetivos que se pretende alcanzar, los plazos correspondientes y los mecanismos para su instrumentación;

V.- Promover y apoyar técnicamente a los gobiernos locales en la formulación y aplicación de programas de gestión de calidad del aire, que tengan por objeto el cumplimiento de la normatividad aplicable;

VI.- Requerir a los responsables de la operación de fuentes fijas de jurisdicción federal, el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 37 de la presente Ley, su reglamento y en las normas oficiales mexicanas respectivas;

VII.- Expedir las normas oficiales mexicanas para el establecimiento y operación de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire;

VIII.- Expedir las normas oficiales mexicanas para la certificación por la autoridad competente, de los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes determinadas;

IX. Expedir, en coordinación con la Secretaría de Economía, las normas oficiales mexicanas que establezcan los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera, provenientes de vehículos automotores nuevos en planta y de vehículos automotores en circulación, considerando los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente, determinados por la Secretaría de Salud;

X.- Definir niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera por fuentes, áreas, zonas o regiones, de tal manera que no se rebasen las capacidades de

asimilación de las cuencas atmosféricas y se cumplan las normas oficiales mexicanas de calidad del aire;

XI.- Promover en coordinación con las autoridades competentes, de conformidad con las disposiciones que resulten aplicables, sistemas de derechos transferibles de emisión de contaminantes a la atmósfera;

XII.- Aprobar los programas de gestión de calidad del aire elaborados por los gobiernos locales para el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas respectivas;

XIII.- Promover ante los responsables de la operación de fuentes contaminantes, la aplicación de nuevas tecnologías, con el propósito de reducir sus emisiones a la atmósfera, y

XIV.- Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan las previsiones a que deberá sujetarse la operación de fuentes fijas que emitan contaminantes a la atmósfera, en casos de contingencias y emergencias ambientales.

ARTÍCULO 111 BIS.- Para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se requerirá autorización de la Secretaría.

ARTÍCULO 112.- En materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, los gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los Municipios, de conformidad con la distribución de atribuciones establecida en los artículos 7o., 8o. y 9o. de esta Ley, así como con la legislación local en la materia:

I.- Controlarán la contaminación del aire en los bienes y zonas de jurisdicción local, así como en fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, comerciales y de servicios, siempre que no estén comprendidos en el artículo 111 BIS de esta Ley;

II.- Aplicarán los criterios generales para la protección a la atmósfera en los planes de desarrollo urbano de su competencia, definiendo las zonas en que sea permitida la instalación de industrias contaminantes;

III.- Requerirán a los responsables de la operación de fuentes fijas de jurisdicción local, el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, de conformidad con lo dispuesto en el reglamento de la presente Ley y en las normas oficiales mexicanas respectivas;

IV.- Integrarán y mantendrán actualizado el inventario de fuentes de contaminación;

V. Establecerán y operarán sistemas de verificación de emisiones de automotores en circulación;

VI.- Establecerán y operarán, con el apoyo técnico, en su caso, de la Secretaría, sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Los gobiernos locales remitirán a la Secretaría los reportes locales de monitoreo atmosférico, a fin de que aquélla los integre al Sistema Nacional de Información Ambiental;

VII. Establecerán requisitos y procedimientos para regular las emisiones del transporte público, excepto el federal, y las medidas de tránsito, y en su caso, la suspensión de circulación, en casos graves de contaminación;

VIII. Tomarán las medidas preventivas necesarias para evitar contingencias ambientales por contaminación atmosférica;

IX. Elaborarán los informes sobre el estado del medio ambiente en la entidad o municipio correspondiente, que convengan con la Secretaría a través de los acuerdos de coordinación que se celebren;

X.- Impondrán sanciones y medidas por infracciones a las leyes que al efecto expidan las legislaturas locales, o a los bandos y reglamentos de policía y buen gobierno que expidan los ayuntamientos, de acuerdo con esta Ley;

XI.- Formularán y aplicarán, con base en las normas oficiales mexicanas que expida la Federación para establecer la calidad ambiental en el territorio nacional, programas de gestión de calidad del aire, y

XII.- Ejercerán las demás facultades que les confieren las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

ARTÍCULO 113.- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.

ARTÍCULO 114.- Las autoridades competentes promoverán, en las zonas que se hubieren determinado como aptas para uso industrial, próximas a áreas habitacionales, la instalación de industrias que utilicen tecnologías y combustibles que generen menor contaminación.

ARTÍCULO 115.- La Secretaría promoverá que en la determinación de usos del suelo que definan los programas de desarrollo urbano respectivos, se consideren las condiciones topográficas, climatológicas y meteorológicas, para asegurar la adecuada dispersión de contaminantes.

ARTÍCULO 145.- La Secretaría promoverá que en la determinación de los usos del suelo se especifiquen las zonas en las que se permita el establecimiento de industrias, comercios o servicios considerados riesgosos por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente tomándose en consideración:

- I.- Las condiciones topográficas, meteorológicas, climatológicas, geológicas y sísmicas de las zonas;
- II. Su proximidad a centros de población, previendo las tendencias de expansión del respectivo asentamiento y la creación de nuevos asentamientos;
- III. Los impactos que tendría un posible evento extraordinario de la industria, comercio o servicio de que se trate, sobre los centros de población y sobre los recursos naturales;
- IV. La compatibilidad con otras actividades de las zonas;
- V. La infraestructura existente y necesaria para la atención de emergencias ecológicas; y
- VI. La infraestructura para la dotación de servicios básicos.

ARTÍCULO 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reuso, reciclaje, tratamiento y disposición final.

El Reglamento y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que identifiquen y clasifiquen los materiales y residuos peligrosos por su grado de peligrosidad, considerando sus características y volúmenes; además, habrán de diferenciar aquellos de alta y baja peligrosidad. Corresponde a la Secretaría la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos.

ARTÍCULO 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

j. Glosario de Términos

- **BASURA ORGÁNICA:** Es todo desecho de origen biológico, alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo.
- **BIODIGESTOR:** Es un sistema natural que aprovecha la digestión anaerobia de las bacterias que ya habitan en el desperdicio, para transformar este en biogás.
- **BIOGAS:** Es la mezcla de gases resultantes de la descomposición de la materia orgánica realizada por acción bacteriana en condiciones anaerobias.
- **BIOMASA:** Se denomina Biomasa a toda materia orgánica que se encuentra en la tierra. Como fuente de energía presenta una enorme versatilidad, permitiendo obtener mediante diferentes procedimientos tanto combustibles sólidos, como líquidos o gaseosos,
- **CALENTAMIENTO GLOBAL:** Se refiere a la anomalía en la variabilidad de la temperatura de la atmósfera de un planeta.
- **CONSUMO ENERGÉTICO:** Gasto total de energía en un proceso determinado.
- **CONSUMO PER CÁPITA:** El concepto conocido de per cápita es un término que proviene del idioma latín y que significa en otras palabras 'por cada cabeza'. Este término es utilizado normalmente en el ámbito de las estadísticas, ya sean estas sociales, económicas o de cualquier tipo. Generalmente se utiliza para indicar la media por persona en una estadística social determinada.
- **CONVERSIÓN:** Es un término con origen en el latín conversio que hace referencia a la acción y efecto de convertir o convertirse (hacer que una persona o una cosa se transforme en algo distinto de lo que era).
- **DIGESTIÓN AERÓBIA:** Es un proceso en el cual se produce una aireación, por un periodo significativo de tiempo, con el resultado de una destrucción de células.
- **DIGESTIÓN ANAERÓBIA:** La digestión anaerobia de los residuos (o biometanización) consiste en la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno.
- **EFFECTO INVERNADERO:** Se llama Efecto Invernadero al aumento de la temperatura atmosférica como consecuencia de la radiación calorífica que producen los óxidos de carbono que se desprenden mayormente de las combustiones que realizan las industrias y automóviles.

- **EFICIENCIA ENERGÉTICA:** Es una práctica empleada durante el consumo de energía que tiene como objeto procurar bajar el uso de energía.
- **EFLUENTE:** La salida o flujos salientes de cualquier sistema que despacha flujos de agua, a un tanque de oxidación, a un tanque para un proceso de depuración biológica del agua.
- **ENERGÍA RENOVABLE:** Hace mención al tipo de energía que puede obtenerse de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya que contienen una inmensa cantidad de energía o pueden regenerarse naturalmente.
- **METANO:** El metano es un gas incoloro, inflamable, no tóxico, cuya fórmula química es CH_4 . Este gas se produce de forma natural por la descomposición de la materia orgánica. Los humedales, el ganado y la energía son las principales fuentes que emiten metano a la atmósfera, donde actúa como gas de efecto invernadero.
- **RECURSO:** Es una fuente o suministro del cual se produce un beneficio.
- **RELLENO SANITARIO:** Es un lugar destinado a la disposición final de desechos o basura, en el cual se toman múltiples medidas para reducir los problemas generados por la contaminación
- **RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS:** Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), que son los generados en las casas, como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas; son también los que provienen de establecimientos o la vía pública, o los que resultan de la limpieza de las vías o lugares públicos y que tienen características como los domiciliarios.
- **SUSTENTABILIDAD:** Se refiere al equilibrio existente entre una especie con los recursos del entorno al cual pertenece.
- **SOSTENIBILIDAD:** El desarrollo sostenible puede ser definido como "un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades".

k. Bibliografía

Libros

Guardado Chacón, J.A. (2007) Diseño y Construcción de plantas de biogás sencillas. Editorial Cubasolar

Artículos de Revistas Académicas

Fernández J. (2010) La Basura como Recurso energético, Situación Actual y prospectiva en México. Revista de Ingeniería Civil. Edición 496

Moreno M. (2009) Madrid Convierte la basura en electricidad. Revista La razón. Madrid

J.A.C.T.(2004) Basura para generar electricidad. Revista Ideas para el cambio. No. 492

Tesis

Aguilar, F.X. (2008). Estimación de los beneficios económicos totales de la producción de biogás usando un biodigestor de polietileno de bajo costo. El Ecuador

Aguilar Virgen Q. (2009) El potencial energético de los residuos sólidos municipales. Universidad Autónoma de Yucatán

Arvizu Fernández J.L (2003). Biogás de Rellenos Sanitarios para producción de electricidad

Crozza Pagano D. (2008). Conversión energética de los desechos biomásicos mediante la biotecnológica

Anaeróbica. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Iglesias Álvarez, P.H. (2010). La Biomasa, otra forma sustentable de energía en México. Universidad Tecnológica del sureste de Veracruz

Manuales y boletines

Erviti A. (2002). Planta de Biomasa de Sangüesa, 25MWde potencia neta mediante combustión de biomasa. Madrid

Acciona Energía S.A. (2010). Planta de Biomasa de combustión de paja de Sangüesa. Plan de ahorro y eficiencia energética. España

Fernández J. (2003). Biogás de Rellenos Sanitarios para producción de electricidad. Boletín IIE Octubre – Diciembre

Sala de Prensa, Gobierno del Estado de Nuevo León. (2011). Inaugura Gobernador del Estado, Rodrigo Medina de la Cruz, Planta Monterrey III de Simeprode. Monterrey Nuevo León, México.

Hilbert J. (2002). Manual Para la Producción de biogás. Instituto de Ingeniería Rural

Masera O.(2007). Perspectivas de la Bioenergía en México. Red Mexicana de Bioenergía

Comisión Nacional de Fomento a la vivienda. (2006). Uso eficiente de la energía en la vivienda. Primera Edición. México D.F

Estrategia Nacional de Energía. (2010) Secretaría de Energía

Balance Nacional de Energía. (2009). Dirección General de Planeación Energética. México 2010

Biomasa. (2009). Manuales sobre energía renovable. User Network (BUN-CA) 1-ed

Leyes y Reglamentos

Plan de Acción Para Asegurar que las Comunidades y/o Beneficiarios Reciban Apropiadamente los Beneficios Sociales. Secretaría de Energía

Norma Oficial Mexicana NOM-013-ENER-2004 Eficiencia Energética para sistemas de alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas. Secretaría de Energía, Diario Oficial de la Federación.

Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 Eficiencia Energética En edificaciones, envolvente de edificios no residenciales. Secretaría de Energía, Diario Oficial de la Federación.

Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2004 Eficiencia Energética en sistemas de alumbrado de edificios no residenciales. Secretaría de Energía, Diario Oficial de la Federación.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEDE-1999, Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución. Secretaría de Energía, Diario Oficial de la Federación.

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización). Secretaría de Energía, Diario Oficial de la Federación.

Marco Jurídico de los Bioenergéticos. (2009). Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. Dirección General Adjunta de Bioenergéticos. Secretaría de Energía.

Tramites Principales para el desarrollo de proyectos a partir de fuentes renovables de energía. (2010) Secretaría de Energía.

Energías Renovables para el desarrollo sustentable en México. (2006) Secretaría de Energía.

Reglamento de Construcciones de Pachuca de Soto, Estado de Hidalgo.

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Nueva Ley Publicada en el Diario Oficial de La Federación DOF-04-06-2012

Plan Nacional de Desarrollo (2007-2012). COEDE

Plan Estatal de Desarrollo (2005-2011). COEDE

Programa Institucional de Desarrollo Sustentable (2005-2011). COEDE

Programa Operativo Anual (2008). COEDE

Norma Técnica Ecológica Estatal NTEE-COEDE-004/2000

Norma Técnica Ecológica Estatal NTEE-COEDE-003/2000

Norma Técnica Ecológica Estatal NTEE-COEDE-002/2000

Norma Técnica Ecológica Estatal NTEE-COEDE-001/2000

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Reglamento de la ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética.

NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Secretaria de medio ambiente y recursos naturales.

