

## **CAPITULO 10**

### **ANALISIS DE IMPACTO AMBIENTAL**

#### **10.1. ESTUDIO DEL ECOSISTEMA**

En los Andes del norte del Ecuador, existe una evidente relación entre las necesidades de combustible y una deforestación progresiva por demanda de leña; en algunas zonas la población depende del estiércol animal y los residuos orgánicos como combustible para cocinar o calentarse.

La quema de estiércol o residuos agrícolas es un derroche de nutrientes. Los granjeros precisan de fertilizantes para mantener el rendimiento del suelo de cultivo, creándose la paradoja que algunos continúan quemando residuos orgánicos aún sin poder permitirse la compra de fertilizantes químicos. Al mismo tiempo, la disponibilidad técnica de nitrógeno, fósforo y potasio en los residuos orgánicos está ocho veces por encima de la de los fertilizantes químicos que se consumen en el país. Será especialmente importante para los pequeños granjeros aprovechar los escasos recursos de que disponen, siendo esto posible con la tecnología del biogás: después de la extracción del contenido energético del estiércol o residuos orgánicos el efluente es un buen

fertilizante, que mantiene la calidad del suelo e incrementa el rendimiento de la cosecha.

La tecnología del biogás contribuye a la conservación y al desarrollo. A la conservación puesto que reemplaza la energía tradicional, reemplaza fuentes combustibles fósiles, es una fuente de energía, evita la contaminación del agua superficial y subterránea y protege la calidad del suelo. Al desarrollo porque hay muchos grupos sociales que mejoran a causa de la aplicación del biogás: los granjeros, los industriales, las municipalidades, los gobiernos nacionales, los constructores, los ingenieros y los encargados del mantenimiento.

La inversión para instalar una planta es elevada, por lo que se deberá de hacer un proceso de planificación exhaustivo. Determinar el emplazamiento concreto del establo y de la planta de biogás será tan importante como hacer una buena planificación de la planta, desde sus inicios. Se conoce que los muchos errores se dan durante la fase de planificación, por lo que deberá prestarse una buena atención.

Durante la realización del estudio, se tomará contacto con el usuario, que debe implicarse ya desde la fase inicial a la tecnología de digestión anaerobia, sabiendo cuales son las ventajas y los inconvenientes de la instalación del biodigestor. Además debemos informarlo sobre los problemas ambientales que conlleva construir una planta de este tipo como también deberá conocer los problemas que evitamos al momento que ya esté en funcionamiento el biodigestor.

## 10.2. CAUSAS AMBIENTALES EN LA ZONA<sup>91</sup>

La producción porcina, como cualquier otra, requiere de insumos que proporciona la naturaleza y genera, además de productos de valor económico que son apropiados en forma privada, una serie de residuos que si no son asimilados por la misma naturaleza, se comparten con la sociedad aunque ésta no lo desee.

La determinación del impacto ambiental de los desechos porcinos incluye, además de los efectos directos de los desechos sobre los recursos agua, suelo y aire, factores de perturbación como olores y plagas de insectos, además de efectos indirectos sociales y políticos que es imposible cuantificar.

El clima es un factor muy importante en la implantación de los sistemas de digestión anaerobia, puesto que condicionan los regímenes de trabajo y el diseño que deberá tener el digestor, así como su rendimiento. En principio se tiene que la digestión anaerobia es posible entre 3 y 70°C, aunque la cantidad de gas formado incrementa con la temperatura de trabajo. En general se tendrá que las plantas de biogás sin calentar funcionan correctamente en los sitios donde la media anual de temperaturas es de 20°C, aceptando hasta un mínimo de 18°C de temperatura media. Si la temperatura que alcanza la biomasa está por debajo e 15°C, la producción de biogás será tan baja que no será económicamente factible la explotación de la planta, para la zona en estudio, es decir, la zona de Calacalí, se ha podido establecer una media de temperatura anual de 20 °C, que para el tipo de biodigestor construido, contribuye en la formación rápida de biogás.

---

<sup>91</sup> Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental

No sólo las temperaturas son importantes, sino que deberán considerarse también las precipitaciones. Si las lluvias son escasas, puede haber períodos de sequía sin disponibilidad de agua para mezclar con el sustrato, así como reducir la cantidad de animales criados intensivamente. Si las lluvias son excesivas, puede aumentar el nivel freático y crear problemas a los digestores, sobre todo los enterrados, como es nuestro caso. Por lo general serán favorables los climas tropicales selváticos, climas tropicales montañosos, sabana húmeda y clima de sabana árido (cuando se asegure de forma continua anualmente la disponibilidad de agua).

El funcionamiento de una planta de biogás depende de las condiciones locales, en cuanto a clima, condiciones del suelo, el sustrato a tratar y el material de construcción disponible.

Ecuador es un país con una gran diversidad climática. Tiene tres regiones básicas, que se podrían resumir en la zona costera, la zona andina y la selva o amazonas. Cada zona tiene además una división transversal de climas en función de la latitud del territorio concreto. Esto comporta un estudio exhaustivo de la zona concreta para poder determinar la media anual de temperatura y el perfil anual de disponibilidad de agua, por lluvias o escorrentías.

El clima del sector que se construyó el biodigestor se puede clasificar como de templado-cálido, hasta una altitud sobre el nivel del mar de 2.900 metros. Las temperaturas varían desde los 12 a los 24 °C en esta zona.

Numerosas especies animales pueblan la zona: aves como las torcazas, pavas de monte, tórtolas, guajalitos, gorriones y guarros. Entre los mamíferos, el lobo de páramo y el zorro hediondo, además de variedad de anfibios y reptiles. Por todos estos

recursos se hace indispensable el estudio de la contaminación ambiental especialmente en Quito con el objetivo de cuidar y preservar los pocos recursos ecológicos que tenemos en la zona analizada

En esta zona aún se encuentran remanentes de bosques primarios, que, en la mayor parte de la serranía ecuatoriana, han sido reemplazados por potreros y cultivos agrícolas, además de la introducción de especies exóticas como el pino y el eucalipto.

### **10.2.1 AFECTACIÓN DIRECTA AL SUELO AL AGUA**

La mezcla de residuos sólidos y líquidos que son acarreados por el agua de lavado se conoce como agua residual ("residuales" en varios países); sus principales ingredientes son las excretas (heces y orina), agua, alimento desperdiciado, cama, suelo y otras partículas.

Las tasas de excreción de heces y orina (H y O) dependen de múltiples factores: la edad del animal, su madurez fisiológica, la cantidad y calidad del alimento ingerido, el volumen del agua consumida, el clima y otros factores menos importantes. De estudios estadísticamente significativos realizados en otros países sobre este tema, se sabe que la orina representa el 45% y las heces el 55%; el contenido de humedad de la excreta es de 88%; cerca del 90% de los sólidos se excretan en las heces y un 10% en la orina como minerales, potasio, fósforo y amoníaco-nitrógeno.

Las características más importantes de las excretas porcinas están relacionadas con los siguientes aspectos: parámetros físico-químicos, contenido de nutrientes de fertilización, micronutrientes y metales, valor alimenticio y cuentas bacterianas.

Debido a su rápida descomposición el efluente brinda rápidamente nutrientes disponibles. Los ácidos húmicos presentes en este material contribuyen a mejorar la estructura del suelo y su porosidad aumentando al mismo tiempo la capacidad de intercambio. La cantidad de humus estable duplica generalmente al que se consigue mediante la utilización de estiércoles incrementando al mismo tiempo en forma significativa la actividad biológica del suelo. El elevado contenido de nitrógeno en forma de amonio ( $\text{NH}_4$ ) presente en los efluentes ayuda a evitar la pérdida por lavado y lixiviación del nitrógeno del suelo al igual que las pérdidas por volatilización producidas por los procesos de denitrificación biológica.

Existen amplias evidencias del incremento en la producción de distintas especies provocada por la aplicación de efluentes al suelo. Tanto en este aspecto como en los anteriores, las aseveraciones y cifras son relativas debido a que se está trabajando con sistemas biológicos muy complejos como son: el material orgánico de carga, el digestor, el suelo y finalmente el cultivo. Esta interacción y variación provoca grandes diferencias en los resultados y hace difícil cuantificar los beneficios obtenibles de la aplicación así como también definir dosis y modos de aplicación.

Se distinguen dos grandes grupos de suelos en la zona de estudio: suelos derivados de ceniza volcánica y suelos no derivados de ceniza volcánica. Los dos grupos se subdividen a la vez en subconjuntos definidos por variaciones morfológicas, físicas o químicas.

La planicie donde se ubica el proyecto, corresponde al subconjunto de suelos Jh., de régimen de humedad ústico y de temperatura isotérmico. Son suelos arenosos, sin

evidencia de limo o arcilla; más de 1% de materia orgánica de 0 a 20 cm, estructura granular muy débil en el horizonte superior; con granadilla de pómez sobre todo el perfil; pH neutro. Como limitante de este suelo están la textura liviana y falta de agua.

### **10.2.2 AFECTACIÓN AL AIRE**

A pesar que este aspecto no puede ser ubicado estrictamente como un uso, aporta indudables beneficios al reemplazar otros costosos sistemas para obtener el mismo grado de descontaminación.

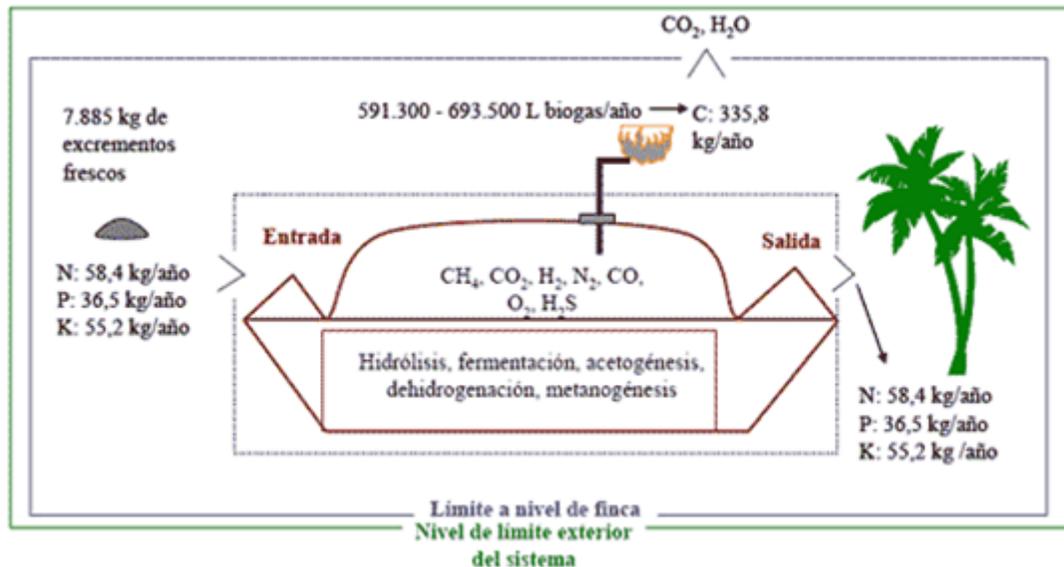
El tratamiento de los desechos por vía anaeróbica elimina la acumulación de malos olores y sustancias volátiles tóxicas, a la intemperie evitando la proliferación de moscas, mosquitos, otros insectos y roedores portadores de peligrosas enfermedades.

El proceso en si mismo produce una reducción del 90% al 99% de los principales patógenos animales (estafilococos, salmonella, pseudo-monas). Esta reducción muy importante desde el punto de vista del saneamiento está regulada por la temperatura de fermentación y la cantidad de días que permanece la biomasa dentro del digestor (tiempo de retención).

El proceso fermentativo también tiene un efecto beneficioso si se lo emplea como biofertilizante ya que un gran porcentaje de semillas de las malezas se tornan inviables.

Durante el proceso de digestión anaeróbica dentro del biodigestor, el carbono es el único elemento que es emitido en cantidades considerables bajo condiciones normales. Otros nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), y potasio (K) se mantienen en iguales cantidades, pero salen en una mayor concentración en el efluente, dado que el estiércol ha sido digerido dentro del biodigestor y se ha reducido su volumen. Por

tanto, la misma cantidad anual de macronutrientes que ingresa al sistema (36,5 kg N, 58,4 kg P y 55,2 kg K, aproximadamente) es la que sale del biodigestor a través de su tubo de salida. La Figura 9.1 muestra un flujo de nutrientes para un Biodigestor de polietileno de las características descritas previamente.



**Figura 10.1:** Análisis de Ecosistema para un Biodigestor de Polietileno Basado en 7885 Kg de Excrementos Frescos (Hedlund Y Xuan An, 2000).<sup>92</sup>

Las bacterias son microorganismos indicadores de contaminación por patógenos capaces de causar un daño a la salud humana. Esta preocupación ha propiciado cambios en las instalaciones para cerdos y en los sistemas de manejo de residuales, y ha llevado a establecer un límite máximo permisible de descarga de patógenos en cuerpos de agua y suelo (1000 como número más probable por 100 mililitros de agua), para evitar la transmisión de enfermedades por aerosoles entre animales o de animales al hombre.

<sup>92</sup> [www.engormix.com/biogas\\_beneficios\\_economicos](http://www.engormix.com/biogas_beneficios_economicos)

Los valores de diseño de las cuentas bacterianas (que son mediciones instantáneas que cambian drásticamente cuando las heces se exponen al aire y al Ambiente externo), se presentan en el siguiente Tabla 10.1.

**Tabla 10.1** Valores de Diseño para Cuentas Bacterianas.<sup>93</sup>

MEX	UNIDAD
Entericocos	4.2E+14
Escherichia coli	6.1E+12
Coliformes Fecales	1.2E+14
Fs	3.6E+15
Estreptococos	2.6E+13
Coliformes totales	3.5E+14

### 10.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO QUE AFECTAN AL MEDIO AMBIENTE

Las condiciones ambientales pueden verse ampliamente mejoradas por la implantación del biogás. En primer lugar tendremos que en zonas donde se consume leña por encima de la capacidad de regeneración del bosque. El biogás reducirá la tala de árboles, por lo que se evitará la deforestación y se mejorará el entorno.

Un beneficio a nivel más global es el de la **reducción de emisiones de gases de efecto invernadero**. Estos gases provienen de la fermentación descontrolada de la materia orgánica en forma de metano o óxidos nitrosos (gases de alto efecto invernadero, 24,5 y 320 veces mayores que el dióxido de carbono respectivamente) o de la quema de recursos fósiles (aumentando la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera). El biogás evita la fermentación de la materia orgánica por un lado, ahorra en combustible fósiles y preserva los sumideros de captación de carbono.

<sup>93</sup> [www.engormix.com/biogas\\_beneficios\\_economicos](http://www.engormix.com/biogas_beneficios_economicos)

Aunque Ecuador no sea un país desarrollado que se vea afectado por el Protocolo de Kyoto y la reducción de emisiones, existe un potencial de ingresos económicos en este sentido a partir del comercio en mercados internacionales de los derechos de emisiones.

### **10.3.1 FASES DE CONSTRUCCIÓN**

#### **A. Características físico químicas.**

##### **A1.- Tierra**

###### **a) Materiales de construcción**

Las obras de hormigón y mampostería generan a su vez residuos sólidos como arcilla, materiales carbonosos e impurezas y efluentes líquidos (aguas estancadas, lodos, aguas de lavado y lechada); y, los materiales sobrantes de obras como maderas, varillas, etc., que al ser arrojadas sobre suelos productivos, producen posteriormente restricciones para su uso.

Otro tipo de contaminación se produce por el cubrimiento que puede tener el suelo cuando se depositan sobre él materiales sueltos y excedentes de materiales de excavación y estériles producto de la remoción de hormigones y mampostería, etc.

###### **b) Suelos**

Los desechos sólidos (basuras y residuos), producidos en el trabajo diario podrían ser arrojados o desalojados sobre los campos adyacentes, ocasionando de esta manera su inhabilitación temporal para usos productivos o puede ser el inicio de la degradación física y química del suelo.

### **c) Topografía**

El presente proyecto va a cambiar la topografía debido al movimiento de tierra que representa la excavación del pozo en el cual se construirá el biodigestor.



**Fotografía 10.1** Modificación de la Topografía.

## **A2.- Agua**

### **a) Calidad**

Al ser un sitio plano y no tener a los alrededores ningún recurso hídrico, no existe contaminación directa del agua, pero si evitaremos la contaminación de las aguas subterráneas que existe en la zona, ya que en principio se pensaba construir un pozo séptico para desechar el material orgánico.

Estos efluentes al ser tratados, no producen efectos dañinos al medio acuático, evitando reacciones químicas perjudiciales para la fauna que se constituyen en un foco continuo de bacterias capaces de transmitir enfermedades al hombre.



**Fotografía 10.2** Zona de Influencia Directa a la Contaminación Ambiental.

### **A3.- Atmósfera (Aire)**

#### **a) Calidad (gases, partículas de polvo)**

El objetivo principal del proyecto es la obtención de gas metano el mismo que será almacenado por un determinado tiempo impidiendo la expulsión de gases al ambiente.

Ya que la excavación y construcción del pozo, se efectuaron durante la época seca (en el mes de octubre del 2008), las actividades de movimiento de tierras, excavación, preparación de mezclas para las obras de mampostería y hormigón., así como por la manipulación de materiales (agregados, cemento, etc.), pueden ser arrastradas por acción del viento y generar un incremento temporal de polvo y ocasionar efectos no deseables en la calidad del aire y en consecuencia afectar a la salud del personal de la granja.

## **B. Características biológicas.**

En este proyecto la afectación a la flora y fauna no se verá afectada de ninguna manera, ya que el sitio de construcción del biodigestor se realizara en una zona abierta, junto a la vivienda de los trabajadores, donde será imposible la presencia de especies animales nativos del sector.

## **C. Factores Culturales.**

### **C1.- Usos del territorio**

Podemos clasificar este punto, como el sitio en el cual nos servirá como cuarto de logística y bodega de herramientas, para lo cual utilizaremos una de las habitaciones de la vivienda de los trabajadores, que se encuentra desocupada y se encuentra en el primer piso, cerca de donde se construirá el biodigestor (10 m)

### **C2.- Nivel cultural y socioeconómico**

El nivel cultural y socioeconómico van a experimentar una mejora durante la construcción del biodigestor, debido a que va a permitir la fase de extensión universitaria al facilitar los conocimientos a las personas que se hallan directa e indirectamente involucradas ya que van tomando conocimiento de la manera de cómo construir un biodigestor, su principal beneficio y principalmente crear una conciencia positiva de la repercusión que genera desechar esta materia organiza al medio ambiente, sin antes procesarla (proceso anaeróbico dentro del biodigestor).

## **10.3.2 FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

### **A. Características físico químicas.**

#### **A1.- Agua y tierra**

##### **a) Calidad**

Durante el funcionamiento del biodigestor se espera reducir la contaminación de excretas porcina al medio ambiente debido a que todos los desechos iban a ser eliminados a un pozo séptico, pasarán a ser utilizados por el biodigestor, y posteriormente el biol será utilizado para abonar parte del terreno que se encuentra influenciado por el presente proyecto (aproximadamente 1000 m<sup>2</sup>).

El calentamiento de la tierra es causado principalmente por la emisión de bióxido de carbono y metano. Ha sido mostrado que el metano contribuye aproximadamente en un 25 % al efecto de invernadero, y los rumiantes producen aproximadamente el 20 % de este metano. Se ha sugerido que la suplementación estratégica hace más eficiente la digestión ruminal, disminuye la generación de metano y aumenta la productividad. Además por el uso de recursos locales, la necesidad de combustible fósil para la alimentación de las personas, es menor e indirectamente se evita el incremento de metano y CO<sub>2</sub>.

### **A3.- Atmósfera (Aire)**

#### **a) Calidad (gases, partículas de polvo)**

Ya en el proceso de ejecución de este proyecto se combustionara gas metano ya sea en un estufa o en una calentador lo que producirá la expulsión de gases al ambiente produciendo un aire impuro.

Sobre la toxicidad del estiércol animal, se ha reportado que a través de una prueba microtóxica, resulto el estiércol de cerdo tres veces menos tóxica que el estiércol de aves. Pero aun así debemos tener cuidado al manipular este tipo de materia orgánica.

Características biológicas.

En este proyecto la afectación a la flora y fauna no se verá afectada.

### **C. Factores Culturales.**

#### **C1.- Usos del territorio**

Se cumplió el objetivo sobre la utilización del terreno en la cual se utilizo un aproximado de 2 m<sup>2</sup>, en los cuales se construyo la totalidad del proyecto, ahorrando un 80% de terreno en la quinta, si este hubiera sido construido de tipo salchicha, en el cual se hubiera utilizado aproximadamente 15 m<sup>2</sup> de terreno para la construcción.

#### **C2.- Nivel cultural y socioeconómico**

El nivel cultural y socioeconómico va a experimentar una mejora luego de la construcción del biodigestor, debido a que va a permitir el ahorro de energía y un mejor

manejo de los desechos orgánicos. Además se reducirá el gasto de fertilizantes, ya que utilizaremos el biol a su debido tiempo, considerando que estas tierras son muy bajas en nutrientes y proteínas.

### **C3.- Servicios de Infraestructura**

#### **a) Eliminación de residuos sólidos**

La eliminación de excretas y desechos mediante la digestión anaeróbica beneficia al ambiente circundante ya que se eliminan malos olores, presencia de parásitos y bacterias mejorando la calidad de vida de las personas que viven y trabajan en el sector, y principalmente considerando que el proyecto se encuentra ubicado en el distrito metropolitano de Quito, en la cual existen normas medio ambientales vigentes.

#### **D. Relaciones ecológicas.**

##### **a) Vectores de enfermedades – insectos**

Se ha comprobado que la materia orgánica luego del proceso de metanogénesis experimenta un cambio ya que elimina los vectores de enfermedades propios del proceso de descomposición aeróbico mejorando el ambiente evitando la presencia de insectos en el sector y sus alrededores y con esto evitando los malos olores, que atraen otro tipo de animales terrestres y aéreos.

#### **10.4. NORMATIVAS AMBIENTALES EXISTENTE**

El marco legal de los aspectos ambientales está constituido por cuatro leyes: la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley de Aguas

Nacionales, la Ley General de Salud y la Ley de Derechos, a partir de enero de 1996 se cuenta con una norma específica sobre descargas de aguas residuales.

La aplicación de instrumentos económicos a la solución de problemas ambientales relacionados con las descargas de aguas residuales son únicamente dos y están en el ámbito de la política tributaria:

Un incentivo fiscal que consiste en deducir el 100% del monto de las inversiones en equipo para prevenir y controlar la contaminación ambiental y, el pago de un derecho por la descarga de aguas residuales a aguas y terrenos propiedad de la nación, consignado en la Ley Federal de Derechos.

En cuanto a la norma sobre descarga de aguas residuales, ésta tiene como objetivo proteger la calidad de las aguas nacionales y posibilitar sus usos posteriores. Regula seis tipos de cuerpo receptor: ríos y acuíferos, embalses (naturales u artificiales), aguas costeras, suelo (para riego agrícola), estuarios, y humedales naturales y cinco usos posibles de estos cuerpos de agua: riego agrícola, abasto público urbano, protección de la vida acuática, explotación pesquera y navegación y por último, usos recreativos.

También establece límites máximos permisibles para potencial de hidrógeno, coliformes fecales, huevos de helminto, cinco parámetros básicos, cianuros y ocho metales pesados.

Una de sus características importantes es su gradualidad; a pesar de la crítica situación de los cuerpos receptores de agua de la nación, las fechas de cumplimiento son el año 2000 para una carga de más de 3 toneladas por día de demanda bioquímica de

oxígeno o de sólidos suspendidos totales, el año 2005 para cargas entre 1.2 y 3 toneladas/día de SST y el año 2010 para cargas menores de 1.2 ton/día de SST.

En el caso de la porcicultura están en la primera fecha de cumplimiento granjas mayores de 833 vientres, en la segunda, granjas entre 333 y 833 vientres y para el año 2010 se supone que todas tendrán que cumplir.

Desde el punto de vista fiscal, las granjas que hayan entregado a la dependencia encargada de vigilar la norma, un programa de acción específico para el cumplimiento ambiental antes de julio de 1997, estarán exentas de pago aun cuando rebasen los límites máximos permisibles de la norma.

La norma tiene varias limitaciones; la principal es que otorga el derecho de contaminar un bien de la nación a cambio de un pago; adicionalmente, dejó fuera de control el nitrógeno y el fósforo cuando el agua residual se usa para riego agrícola y en cambio, para este uso, establece un límite máximo permisible para coliformes fecales imposible de alcanzar con un tratamiento secundario. Con la estructura administrativa actual resulta prácticamente imposible su vigilancia y sus plazos son extremadamente laxos.

Se considero para el diseño y construcción del presente proyecto, que deberá cumplir las ordenanzas del municipio de Quito y observar todas las leyes y reglamentos ambientales entre los que podemos mencionar:

- ORDENANZAS MUNICIPALES DE QUITO<sup>94</sup>.
- LEY FORESTAL Y DE CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE.<sup>95</sup> Ley No. 74. RO/ 64 de 24 de Agosto de 1981
- LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. Decreto Supremo No. 374. RO/ 97 de 31 de Mayo de 1976<sup>96</sup>.
- LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL<sup>97</sup>.Ley No. 37. RO/ 245 de 30 de Julio de 1999.
- REGLAMENTO PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS<sup>98</sup>. Acuerdo Ministerial No. 14630. RO/ 991 de 3 de Agosto de 1992.

## 10.5. REPERCUSIONES

El gas metano contribuye en un 12% al calentamiento global del planeta.

Cada molécula de metano genera un impacto ambiental similar al producido por 25 moléculas de dióxido de carbono liberadas a la atmósfera a través del uso de combustibles fósiles. La tecnología de biodigestión es un método efectivo para descomponer los contaminantes provenientes de las actividades agrícolas.

Estudios han demostrado que el biogás, en comparación con otros combustibles, es una de las alternativas más limpias para la producción de energía.

---

<sup>94</sup> [www.quiport.com](http://www.quiport.com)

<sup>95</sup> [www.acnur.org](http://www.acnur.org)

<sup>96</sup> [www.fungeomine.org/cicema](http://www.fungeomine.org/cicema)

<sup>97</sup> [www.alegro.com.ec](http://www.alegro.com.ec)

<sup>98</sup> [www.tulas.com](http://www.tulas.com)