



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN
OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN
GESTIÓN DE ENERGÍAS**

TEMA:

“Generación de biogás en la avícola las Amelias de la ciudad de Latacunga en el año 2016, a partir del estiércol de gallina. Propuesta de diseño de un biodigestor”

AUTOR:

OSORIO Jiménez PAÚL Hernán

TUTOR:

Msc. Ing. León Segovia Manuel Ángel

LATACUNGA – ECUADOR

Julio 2017



AVAL DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe del Proyecto de Investigación y Desarrollo de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el posgraduado: Ingeniero Paúl Hernán Osorio Jiménez, con el título del trabajo de investigación y desarrollo titulado: GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LA AVÍCOLA LAS AMELIAS DE LA CIUDAD DE LATACUNGA EN EL AÑO 2016, A PARTIR DEL ESTIÉRCOL DE GALLINA. PROPUESTA DE DISEÑO DE UN BIODIGESTOR. , ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga junio 22, 2017.

Para constancia firman:

MSc. EDWIN HOMERO MOREANO MARTÍNEZ
CC. 0502607500
PRESIDENTE

PhD. JUAN JOSE LA CALLE DOMINGUEZ
CC. 1756604227
MIEMBRO

PhD. JUAN MATO TAMAYO
CC. 1756944284
MIEMBRO

PhD. GUSTAVO RODRÍGUEZ BARCENAS
CC. 1757001357
OPONENTE

CERTIFICACIÓN DE VALIDACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor de la Maestría en Gestión de Energías, nombrado por el Honorable Consejo Académico de Posgrado.

CERTIFICO:

Que: Analizado el Proyecto de Tesis, presentado como requisito previo a la aprobación y desarrollo de la investigación para optar por el grado de Magíster en Gestión de Energías.

El problema de la investigación se refiere a:

“GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LA AVÍCOLA LAS AMELIAS DE LA CIUDAD DE LATACUNGA EN EL AÑO 2016, A PARTIR DEL ESTIÉRCOL DE GALLINA. PROPUESTA DE DISEÑO DE UN BIODIGESTOR”

Presentado por el Señor Ing. Paúl Hernán Osorio Jiménez con C.I.: 0503071854

Sugiero su aprobación y permita continuar con los trámites correspondientes.



.....
Msc. Ing. León Segovia Manuel Ángel
CC.
TUTOR

Latacunga, Junio del 2017

RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS

El proyecto de tesis de maestría denominado “**GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LA AVÍCOLA LAS AMELIAS DE LA CIUDAD DE LATACUNGA EN EL AÑO 2016, A PARTIR DEL ESTIÉRCOL DE GALLINA. PROPUESTA DE DISEÑO DE UN BIODIGESTOR**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en las páginas correspondientes, cuya fuente se incorpora en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de la declaración me responsabilizo del contenido, veracidad, alcance científico del proyecto de tesis, en mención.

Latacunga, Junio del 2017.



Ing. Paul Hernán Osorio Jiménez
C.I. 0503071854

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por su apoyo incondicional en mi crecimiento profesional, a todos los docentes por esparcir en mí, sus conocimientos, para mi formación integral.

Al Msc. Ing. León Segovia Manuel Ángel, quien aportó su conocimiento, tiempo y paciencia al dirigir este proyecto de investigación.

Ing. Paul Osorio

DEDICATORIA

*A mi esposa Verónica Paulina
por su amoroso y perseverante
apoyo. A mis hijos Paúl Eduardo,
Paula Kamila y a mi familia,
quienes son el motivo
de mis esfuerzos.*

*Doy gracias a Dios por permitirme
ser el apoyo de sus sueños, y a todos
quienes colaboraron para la realización
del presente proyecto de investigación.*

Ing. Paúl Osorio

INDICE GENERAL

CONTENIDO

Pág.

PORTADA

<i>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</i>	2
<i>CERTIFICACIÓN DE VALIDACIÓN DEL TUTOR</i>	3
<i>RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS</i>	4
<i>AGRADECIMIENTO</i>	5
<i>DEDICATORIA</i>	6
<i>INDICE GENERAL</i>	7
<i>INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS</i>	12
<i>INDICE DE TABLAS</i>	13
<i>RESUMEN</i>	14
<i>ABSTRACT</i>	15
<i>CAPITULO I</i>	22
<i>1 MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO.</i>	22
1.1 La biomasa.....	22
1.1.1 Tipos de la biomasa.....	22
1.1.1.1 Cultivos energéticos.	22
1.1.1.2 Biomasa de los residuos.	23
1.1.2 Aprovechamiento de la biomasa.....	23
1.1.2.1 La combustión.	24
1.1.2.2 Digestión anaerobia.	24
1.1.2.3 Biocombustibles líquidos.	24
1.1.3 Características de la biomasa	24
1.1.4 Ventajas de la biomasa.....	24

1.1.4.1	Aspectos medioambientales.	25
1.1.4.2	Beneficios socioeconómicos.	25
1.2	Biodigestor.	25
1.2.1	Características del biodigestor.	25
1.2.2	Tipos de biodigestores.	26
1.2.2.1	Biodigestor del domo flotante (Indio).	26
1.2.2.2	Biodigestor de domo fijo (Chino).	27
1.2.2.3	Biodigestores de flujo pistón (horizontal).	28
1.3	Digestión anaerobia.	28
1.3.1	Etapas de la digestión anaerobia.	29
1.3.1.1	Etapas de hidrólisis o solubilización.	29
1.3.1.2	Etapas de acidificación o acidogénesis.	29
1.3.1.3	Etapas de metanogénesis o metanización.	30
1.4	Biogás.	30
1.4.1	Usos de biogás.	31
1.4.2	Composición y características del biogás.	31
1.5	Bioabono.	32
1.5.1	Usos del bioabono.	32
1.5.2	Composición y características del biofertilizante.	33
1.6	Fuente de la investigación.	33
1.6.1	Ubicación y características de la avícola.	33
1.7	Conclusiones del capítulo I.	35
	<i>CAPITULO II</i>	36
2	<i>METODOLOGÍA</i>	36
2.1	Diseño de la investigación.	36
2.1.1	Modalidad de la investigación.	36
2.1.1.1	Investigación de campo.	36
2.1.1.2	Bibliográfica – Documental.	36
2.1.1.3	Experimental.	37

2.1.1.4	Modalidades especiales Proyecto – Factible.....	37
2.1.2	Tipo de investigación.....	37
2.1.2.1	Exploratorio.....	37
2.1.2.2	Correlacional.....	38
2.1.2.3	Explicativo.....	38
2.2	Determinación de las variables.....	38
2.2.1	Operacionalización de las variables.....	38
2.3	Metodología para el diseño del biodigestor.....	40
2.3.1	Partes que componen un biodigestor.....	40
2.3.1.1	Pileta de carga.....	40
2.3.1.2	Tanque de digestión.....	41
2.3.1.3	Pileta de descarga.....	41
2.3.1.4	Sistema de almacenamiento del biogás.....	41
2.3.2	Parámetros para el diseño y construcción de biodigestores.....	41
2.4	Diseño y construcción del biodigestor experimental.....	42
2.4.1	Materiales empleados en la construcción del biodigestor experimental.....	42
2.4.2	Herramientas empleadas en la construcción del biodigestor experimental.....	43
2.5	Descripción metodológica del biodigestor experimental.....	45
2.5.1	Biodigestor N° 1, 2 y 3.....	45
2.5.2	Descripción del experimento para la obtención de biogás.....	46
2.5.3	Descripción del proceso de combustión del biogás.....	47
2.6	Interpretación del diseño del biodigestor.....	48
2.6.1	Dimensiones del biodigestor.....	48
2.6.1.1	Tiempo de retención.....	48
2.6.1.2	Temperatura ambiente.....	48
2.6.1.3	Cantidad de estiércol generado por la avícola.....	49
2.6.1.4	Cálculos del dimensionamiento del biodigestor.....	49
2.7	Propósito del diseño del biodigestor.....	50

2.8	Conclusiones del capítulo II.	51
CAPITULO 3.....		52
3	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.	52
3.1	Resultados de la producción de biogás.....	52
3.1.1	Resultados experimento N° 1.	52
3.1.2	Resultados experimento N° 2.	53
3.1.1	Resultados experimento N° 3.	54
3.1.2	Conclusión de biogás obtenido en los experimentos.	56
3.1.3	Comparación en el tiempo de ebullición del agua entre el GLP y el biogás.	57
3.2	Cantidad de biogás efectivo de todo el estiércol de las gallinas generada en la avícola.....	59
3.3	Conclusiones del capítulo III.....	60
CAPITULO 4.....		62
4	PROPUESTA.	62
4.1	Título de la propuesta.	62
4.2	Justificación.....	62
4.3	Objetivos.....	63
4.4	Estructura de la propuesta.	63
4.5	Desarrollo de la propuesta.	64
4.5.1	Diseño del biodigestor de flujo continuo rectangular.....	67
4.5.1.1	Carga diaria del biodigestor.....	67
4.5.1.2	Cálculo del volumen de la cámara de fermentación.....	67
4.5.1.3	Cálculo del volumen del domo.....	67
4.5.1.4	Cálculo del volumen total del biodigestor de flujo continuo. .	68
4.5.1.5	Cálculo del volumen de la pileta de carga y la pileta de descarga.	68
4.5.2	Características constructivas del biodigestor de flujo continuo.....	68
4.5.2.1	Pileta de carga.....	69

4.5.2.2	Pileta de descarga.	69
4.5.2.3	Cámara de fermentación.....	70
4.5.2.4	Cúpula de almacenamiento del biogás.	70
4.5.3	Costos involucrados en la construcción del biodigestor de flujo continúo.	71
4.5.4	Uso del biogás en la avícola.	72
4.6	Valoración socio-económica y ambiental de la propuesta.	73
4.6.1	Valoración económica.	73
4.6.2	Valoración Social.....	75
4.6.3	Valoración Ambiental.....	75
4.7	CONCLUSIONES GENERALES.	77
4.8	RECOMENDACIONES GENERALES.	78
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
5	ANEXOS.....	82
5.1	Entrevista al administrador y técnico de la avícola Las Amelias.....	82
5.2	Registro fotográfico.....	84
5.3	Diseño de los biodigestores experimentales.....	90
5.4	Diseño biodigestor de flujo continuo rectangular.	91

INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS

<i>Figura No. 1 Causas de la acumulación del estiércol de las gallinas.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura No. 2 Biodigestor domo flotante.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura No. 3 Biodigestor domo fijo.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura No. 4 Biodigestor de flujo pistón horizontal.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura No. 5 Fases de la digestión anaerobia.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura No. 6 Principales aplicaciones del biogás.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura No. 7 Ubicación de la Avícola Las Amelias.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura No. 8 Termómetro para controlar la temperatura del galpón.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura No. 8 Granja Avícola Las Amelias.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura No. 10 Materiales biodigestor experimental.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura No. 11 Herramientas biodigestor experimental.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura No. 12 Construcción del biodigestor experimental.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura No. 13 Biodigestor experimental.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura No. 14 Preparación de la mezcla homogénea.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura No. 15 Biogás producido en el biodigestor experimental.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura No. 15 Combustión del biogás y GLP.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura No. 17 Cantidad de biogás ensayo N° 1.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura No. 18 Cantidad de biogás ensayo N° 2.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura No. 19 Cantidad de biogás ensayo N° 3.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura No. 20 Cantidad de biogás obtenido por experimento.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura No. 21 Tiempo de ebullición del agua entre el GLP y el biogás.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura No. 22 Cantidad de biogás generado según el total de estiércol de las gallinas.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura No. 23 Biodigestor de flujo continuo rectangular.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura No. 24 Secuencia de obtención de biogás con un biodigestor de flujo continuo rectangular.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura No. 25 Diagrama del biodigestor de flujo continuo rectangular.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura No. 26 Tasa interna de retorno (TIR).....</i>	<i>74</i>

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla N° 1 Composición del biogás.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla N° 2 Composición del bioabono.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla N° 3 Variable independiente.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla N° 4 Variable dependiente.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla N° 5 Cantidad de biogás obtenido experimento N° 1.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla N° 6 Cantidad de biogás obtenido experimento N° 2.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla N° 12 Cantidad de biogás obtenido experimento N° 3.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla N° 8 Cantidad de biogás obtenido por experimento.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla N° 9 Tiempo de ebullición del agua entre el GLP y el biogás.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla N° 10 Cantidad de biogás generado según el total de estiércol de las gallinas.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla N° 11 Secuencia de la obtención de biogás.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla N° 12 Materiales para la construcción de la pileta de carga.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla N° 13 Materiales para la construcción de la pileta de descarga.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla N° 14 Materiales para la construcción de la cámara de fermentación... 70</i>	<i>70</i>
<i>Tabla N° 14 Materiales para la construcción de la cúpula.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla N° 16 Costo de construcción del biodigestor de flujo continuo.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla N° 17 Análisis del Valor Actual Neto (VAN).....</i>	<i>73</i>

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>(1) Ecuación volumen de la esfera.....</i>	<i>46</i>
<i>(2) Ecuación carga diaria del biodigestor.....</i>	<i>49</i>
<i>(3) Ecuación volumen de la cámara de fermentación.....</i>	<i>49</i>
<i>(4) Ecuación volumen del domo.....</i>	<i>50</i>
<i>(5) Ecuación volumen total del biodigestor.....</i>	<i>50</i>

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS

“Generación de biogás en la avícola las Amelias de la ciudad de Latacunga en el año 2016, a partir del estiércol de gallina. Propuesta de diseño de un biodigestor”

Autor: Osorio Jiménez Paúl Hernán
Tutor: Msc. Ing. León Segovia Manuel Ángel

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se fundamenta en el diseño de un biodigestor de flujo continuo del tipo rectangular bajo el nivel de la superficie del suelo, a partir del estiércol de las gallinas para la generación de biogás en la avícola “Las Amelias” ubicada en el barrio Pusuchisí, Parroquia Ignacio Flores del cantón Latacunga, de la Provincia de Cotopaxi. Para el análisis de los parámetros de diseño del biodigestor de flujo continuo y sus componentes se aplicó el método experimental mediante el diseño de un biodigestor experimental, el cual consta de una caneca en plástico polietileno con una capacidad de 20 litros, en la parte superior de la tapa se acopló el conducto de salida de biogás de 1/2”, el que está comunicado con la cámara de fermentación, en el cual se acopló una válvula de media vuelta de 1/2” para el control de la salida del biogás y se instaló un envase plástico (globo) para la captación, cuantificación y almacenamiento del biogás, con un tiempo de retención de 30 días a temperatura ambiente. En base a los resultados obtenidos de los diseños de los biodigestores experimentales y la cantidad de materia orgánica generada por la avícola se partió para el diseño del biodigestor de flujo continuo rectangular, se concluye que con 1050 Kg de estiércol de las gallinas que se obtienen semanalmente se obtienen 13,440 ml de biogás y con el total de materia orgánica generada en la avícola que es de 4200 Kg de estiércol de las gallinas obtendremos 53,760 ml de biogás, por lo que se necesita una cámara de fermentación de 5 metros de largo, 1,20 metros de ancho y 1,50 metros de altura para la degradación de la materia orgánica y la bolsa de acumulación de biogás será de la tercera parte del volumen. Este proyecto se orienta a la generación de un combustible más limpio que pueda reemplazar a los combustibles fósiles y de esta manera pueda ser usado para el calentamiento de los galpones de gallinas ponedoras, para mantener una temperatura entre mínimo los 12 °C y máximo los 21 °C, con lo cual se mantiene una producción normal de huevos en la avícola.

Palabras clave: Diseño, Biogás, Biodigestor, Tiempo de retención.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
UNIT OF POSTGRADUATES
MASTERS IN ENERGY MANAGEMENT**

“Generation of bio-gas from hen manure in the poultry Las Amelias in Latacunga city, year 2016. Proposal of a biodigester design”

**Author: Osorio Jiménez Paúl Hernán
Tutor: Msc. Ing. León Segovia Manuel Ángel**

ABSTRACT

The present investigation Project is based on the design of a continuous flow digester of the rectangle type under the land surface from the hen manure in Pusuchisí neighborhood, Ignacio Flores Parish, Latacunga, town, Cotopaxi province. The experimental method was applied for the analysis of the biodigester design parameters of continuous flow through an experimental biodigester design, which has a polyethylene plastic container with a capacity of 20 litres, at the top of the lid, a channel of exit of $\frac{1}{2}$ “biol” was adapted, it is communicated with the fermentation in which a turn around valve of $\frac{1}{2}$ ” to control the bio-gas exit, moreover it was installed a plastic container (ballon) for the capture, quantification and storage of bio-gas, with a retention time of 30 days to room temperature. The results obtained of the experimental biodigester designs and the quantity of organic matter generated by the poultry was divided for the biodigester design of rectangle, continuous flow, as conclusion 1050 Kg of hen manure was obtained weekly, it represents 13,440 ml of biogas, and the total of organic matter generated in the poultry is 4200 Kg, it means we will get 53,760 ml of bio-gas, therefore it’s necessary a fermentation chamber of 5 meters of long, 1,20 meters of width and 1,50 meters of height for the degradation of the organic matter and the accumulation pocket of bio-gas will be the third part of the volumen. This research guides to the generation of a clean fuel to substitute the fossils so that to use for the warming of the laying hen sheds in order to maintain a temperature from 12 grades as minimum to 21 grades to maximum, it permits a normal production of eggs in the poultry.

Key words: Design, Bio-gas, Biodigester, Retention time.

INTRODUCCIÓN

a) Situación Problemática.

La energía es fundamental para el desarrollo económico de un país y para el bienestar de su población. Forma parte del instrumento económico, pues se la requiere para activar todo tipo de maquinaria o herramienta y, aunque no se incorpora materialmente a los bienes o servicios producidos, tiene incidencia en los costos de producción. Además, en algunos casos se la desperdicia doméstica e industrialmente. En la actualidad, se están buscando soluciones para resolver y prevenir estas crisis y también se están buscando los métodos precisos para evitar que se extienda. Ante este problema menciona la **Agencia Alemana de Energía (2010)** “Es por ello que se emplearan las energías alternativas, que tienen la capacidad de no contaminar el medio ambiente y no presentan afección a la sociedad y además son energías renovables” (P.02)

Cada vez se hace conciencia en la población mundial de la necesidad de racionalizar el consumo de combustible y el uso adecuado del suelo, para **Pizarro Rimari & Manyari Canchaya (2012)** “el despilfarro de los recursos energéticos representa para el estado ingentes egresos económicos” (P.01), por lo que hoy se mira como alternativa válida el uso de otros recursos como fuentes alternativas de energía como es la producida por la biomasa, mediante un proceso de fermentación anaeróbica.

Actualmente, Ecuador solo dispone de combustibles fósiles los cuales al ser quemados emanan demasiados contaminantes al medio ambiente; estos contaminantes pueden ser disminuidos buscando combustibles alternativos que se obtienen a bajo costo.

Los desechos orgánicos al descomponerse en el medio ambiente emanan gases que producen efectos invernaderos y vienen a contaminar de igual manera el ambiente, como se muestran en la Figura N° 1 de la espina de pescado:

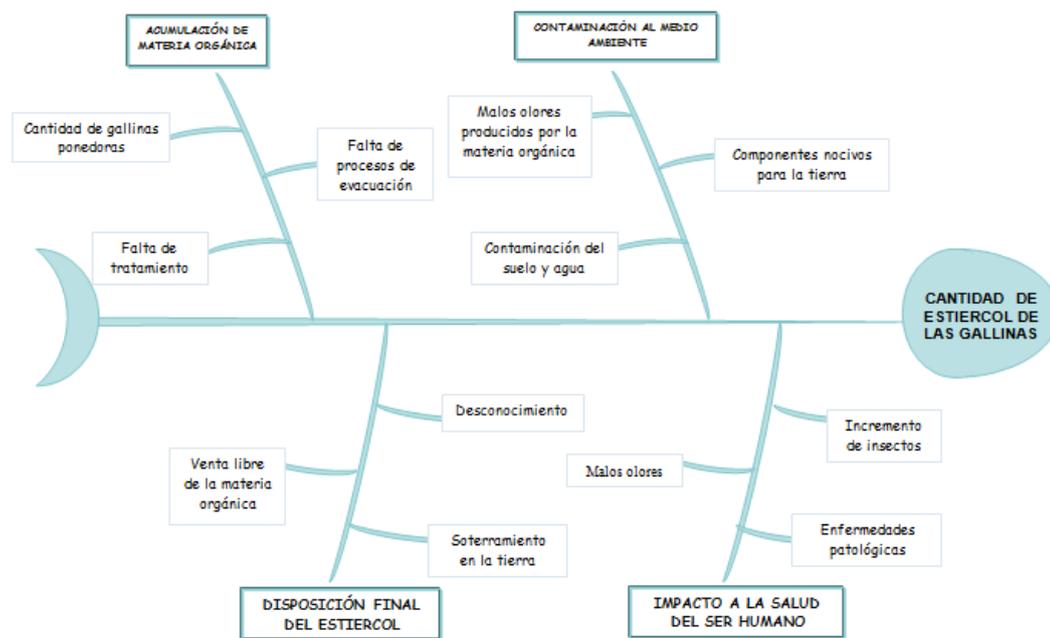


Figura No. 1 Causas de la acumulación del estiércol de las gallinas.
Fuente: Osorio P.

Al desarrollar la tecnología de los biodigestores, podemos obtener varios beneficios, ya que obtenemos un combustible (biogás) más limpio que puede ser usado para generar energía eléctrica, cocinar alimentos, calentador de agua, etc. Y al tratar los desechos orgánicos en el biodigestor también se obtiene un buen fertilizante (biol) que puede ser usado en la agricultura.

b) Justificación de la Investigación.

En muchos países en vías de desarrollo hay una escasez de combustible y la crisis de la energía es una realidad diaria para la mayoría de las granjas avícolas. La devastación de bosques en países en vías de desarrollo se menciona hoy con frecuencia en los medios de comunicación. La tala de árboles tiene muchas causas. La gente pobre migra, habita y cultiva nuevas áreas de los bosques, reservas y parques nacionales.

Además de la implementación de un sistema de generación de biogás y abono biológico mediante el tratamiento de los residuos orgánicos producidos por las granjas avícolas, en la actualidad en Ecuador el consumo de gas GLP se ha convertido en parte fundamental de la subsistencia de las personas y pequeña

industria, ya que se usa como medio para poder alimentarse y para el calentamiento de galpones de gallinas, etc., lo que aumenta la dependencia del consumo de energías no renovables. Por otra parte en zonas de difícil acceso al no poder depender de este medio se opta por los residuos derivados de la tala de árboles (leña) para consumo industrial.

Estos factores que más daño pueden causar al ambiente o a la salud, obligan de manera urgente a buscar soluciones para poder reemplazar al gas GLP y la leña por un gas más ecológico, que ayude a reducir en parte la deforestación innecesaria existente en el país, preservando así un buen ecosistema y ahorro energético.

Este proyecto se orienta a la generación de un combustible más limpio que pueda reemplazar a los combustibles fósiles y de esta manera pueda ser usado para el calentamiento de los galpones de gallinas ponedoras.

c) Objeto de la Investigación.

El objeto de estudio de la investigación es el aprovechamiento del estiércol de las gallinas en la generación de biogás.

Esta investigación se realizó en la avícola “Las Amelias” de la ciudad de Latacunga en el año 2016.

d) Formulación del Problema de la Investigación.

¿Cómo incide el estiércol de las gallinas en la generación de biogás en la avícola “Las Amelias” de la ciudad de Latacunga en el año 2016?

En la delimitación del problema de investigación se menciona que el aprovechamiento del estiércol de las gallinas se obtendrá la generación de biogás, para su uso como energía alternativa.

e) Objetivo General.

Diseñar un Biodigestor para la generación de biogás a partir del estiércol de las gallinas en la avícola “Las Amelias” de la ciudad de Latacunga en el año 2016.

f) Objetivos Específicos.

- Establecer los referentes teóricos que sirve de base para la investigación.
- Aprovechar los residuos orgánicos de las gallinas a través de la recolección para su uso en el biodigestor, obtención de biogás y abono fertilizante.
- Seleccionar un biodigestor identificando las características para la generación de biogás a base de los residuos orgánicos de las gallinas y que se adapte a las necesidades de la avícola.
- Generar biogás por medio del biodigestor para la sustitución del uso de gas licuado de petróleo (GLP), para el calentamiento de los galpones de la granja.

g) Hipótesis.

Si se realiza el diseño de un biodigestor a partir de la cantidad de estiércol de las gallinas producido en la avícola “Las Amelias” se puede determinar la cantidad de biogás para establecer los parámetros y condiciones de operación que permitan la generación de biogás.

h) Sistema de tareas por objetivos específicos.

Los objetivos específicos de la investigación son:

- Establecer los referentes teóricos que sirve de base para la investigación.

Se detallará cada uno de los conceptos y elementos de la teoría que será directamente utilizada en el desarrollo de la investigación, también se incluirán las relaciones más significativas que se dan entre elementos teóricos referentes a la línea de la presente investigación.

- Aprovechar los residuos orgánicos de las gallinas a través de la recolección para su uso en el biodigestor, obtención de biogás y abono fertilizante.

Se analizará el potencial de biogás existente en la avícola “Las Amelias” a partir del aprovechamiento del estiércol de las gallinas como una opción rentable que permita su aprovechamiento como combustible y el uso de los efluentes como fertilizante para la agricultura local.

- Seleccionar un biodigestor identificando las características para la generación de biogás a base de los residuos orgánicos de las gallinas y que se adapte a las necesidades de la avícola.

Se identificarán los parámetros necesarios para determinar la cantidad de estiércol de las gallinas disponible y el contenido de biogás que puede ser obtenido, para la correcta selección y diseño del biodigestor, según resultados logrados en biodigestores a escala de laboratorio bajo condiciones controladas.

- Generar biogás por medio del biodigestor para la sustitución del uso de gas licuado de petróleo (GLP), para el calentamiento de los galpones de la granja.

Al generar biogás podemos obtener varios beneficios, ya que obtenemos un combustible más limpio que puede ser usado para el calentamiento de los galpones de la avícola y así pasar a ser auto sostenible.

i) Alcance.

El alcance de la investigación consiste en el aprovechamiento del estiércol de las gallinas que se genera en la avícola “Las Amelias” de la ciudad de Latacunga, realizando biodigestores experimentales para definir el más apropiado según la necesidad de la avícola bajo condiciones de la misma.

En forma general se describe el contenido de cada uno de los capítulos en que está compuesta la presente investigación.

En el capítulo I se describe el marco teórico que soporta la investigación, haciendo referencia a las variables dependientes e independientes.

En el capítulo II se detalla la metodología aplicada, es decir el diseño de la investigación, las modalidades, tipos y las variables dependiente e independiente.

En el Capítulo III se presentan los resultados obtenidos producto del análisis, medición y modelación de los biodigestores experimentales para determinar el más apropiado, para satisfacer las necesidades de la avícola con el aprovechamiento del biogás como energía alternativa.

En el Capítulo IV se exponen las propuestas del diseño de un biodigestor para la avícola.

CAPITULO I

1 MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO.

1.1 La biomasa.

El concepto de biomasa según **Pizarro Rimari & Manyari Canchaya (2012)** “Se denomina biomasa a toda la 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” (P.24), también es la fuente de energía más antigua, es la que más ha contribuido al desarrollo tecnológico de la humanidad y, en la actualidad, es la energía renovable que presenta una de las mejores alternativas a la hora de resolver los problemas energéticos y contribuyendo al medio ambiente.

1.1.1 Tipos de la biomasa.

La biomasa que podremos usar como fuente de energía se encuentra, principalmente, de dos formas: como cultivos con un aprovechamiento claramente orientado a la producción de energía o como un residuo de los trabajos forestales y agrícolas, o de sus industrias asociadas.

1.1.1.1 Cultivos energéticos.

Los cultivos energéticos según **Solarízate (2012)** “Son las plantas que se cultivan con el fin de convertirlas en energía y se denominan cultivos energéticos y como hay tantas plantas distintas pueden ser de tantas formas como uno se pueda imaginar” (P.02). En la práctica, los cultivos energéticos se adaptan al clima y al suelo de cada lugar y así en lugares como los países nórdicos hay bosques orientados a producir madera que se quema en centrales eléctricas, mientras que en latitudes cercanas a la nuestra los cultivos energéticos se orientan a plantas herbáceas. Así, por ejemplo, cereales y oleaginosas como la colza que son cultivados de forma expresa con el objetivo de producir, respectivamente, alcohol o aceite, que tras un tratamiento podrán ser empleados en motores de automóviles.

1.1.1.2 Biomasa de los residuos.

La mayoría de las plantas tienen un fin que no es el energético como por ejemplo alimentar el ganado o producir madera para los muebles, pero de todos esos procesos siempre se genera un residuo que sí tiene un aprovechamiento energético.

1.1.1.2.1 Residuos forestales.

Los residuos forestales según:

Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, Castro Gil, & Collado Fernández (2013) se clasifican en dos grupos: en un grupo se encuentran los residuos procedentes del proceso de mantenimiento como son la limpieza de matorrales, podas de montes y bosques, y los residuos que se generan en la limpieza de los troncos de árboles, que se talan para ser usados como materia prima en las industrias forestales.

1.1.1.2.2 Residuos agrícolas.

Los residuos agrícolas según:

Solarízate (2012) Son de muchos tipos, desde las podas de olivos, vides y frutales hasta los residuos de cultivos herbáceos, como la paja de cereales. Parte de estos residuos se queda en el campo, para recuperar los nutrientes de la tierra, pero otra parte puede ser usada como combustible, dentro de este grupo se incluyen los residuos que se generan en las industrias que tratan los productos agrícolas, como el orujillo en el caso de la producción de aceite de oliva o las cáscaras de almendra en el caso de las industrias de frutos secos, también tenemos dentro de este apartado los residuos de las granjas de animales, de los cuales puede extraerse el llamado biogás.

1.1.2 Aprovechamiento de la biomasa.

Según **Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, Castro Gil, & Collado Fernández (2013)**. “Existen varias alternativas de aprovechar la biomasa entre las principales tenemos” (P.520):

1.1.2.1 La combustión.

Quemar biomasa para obtener calor con el fin de abastecer directamente las necesidades de una industria o viviendas, o bien producir electricidad en una central térmica es la forma más habitual de obtener energía a partir de la biomasa.

1.1.2.2 Digestión anaerobia.

La digestión anaerobia es el proceso natural de descomposición de la materia orgánica en ausencia de aire a través de bacterias, uno de los subproductos de ese proceso natural es el llamado biogás.

1.1.2.3 Biocombustibles líquidos.

Los biocombustibles líquidos se emplean en los motores de vehículos, dentro del sector del transporte, e incluyen tanto al biodiesel como al bioetanol. La inclusión del prefijo “bio” delante de las palabras diesel o alcohol no indica otra cosa que el origen biológico de la materia prima empleada en su elaboración.

1.1.3 Características de la biomasa

Las principales características de la biomasa según la **Coordinación de Energías Renovables (2008)**, son:

- Humedad.
- Tamaño y forma de la biomasa.
- Densidad real y aparente de la biomasa.
- Composición química.
- Poder calorífico de la biomasa.
- Contenido en cenizas.
- Temperatura de fusión.

Las características son diferentes dependiendo del tipo de la biomasa a ser evaluada.

1.1.4 Ventajas de la biomasa.

Las ventajas de la biomasa se detallan a continuación:

1.1.4.1 Aspectos medioambientales.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2007). Si normalmente a los sistemas de producción de energías renovables se les otorga un beneficio claro que es la disminución de la carga contaminante provocada por los combustibles fósiles, en el caso de la biomasa existen otros beneficios como propiciar el desarrollo rural y proporcionar el tratamiento adecuado de residuos de los diferentes procesos de la materia orgánica.

1.1.4.2 Beneficios socioeconómicos.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2007). El fomento de la producción de biomasa para uso energético permite el desarrollo de una nueva actividad en las áreas rurales, sobre la base de un mercado con una demanda continua y sin fluctuaciones, que genera puestos de trabajo estables, bien remunerados y supone una nueva fuente de ingresos para las industrias locales.

1.2 Biodigestor.

Según **Corona Zúniga (2017)**, el concepto de biodigestor “Es un tanque cerrado de cualquier forma, tamaño y material; en el cual se almacena basura orgánica mezclada con agua que al descomponerse en ausencia del aire genera biogás” (P.38), definido por el diseño de la planta en función de las variables del proceso, ambientales y de utilización del sistema.

1.2.1 Características del biodigestor.

El biodigestor tiene que cumplir las siguientes características generales, ya que los biodigestores deben cumplir con características específicas de acuerdo a los requerimientos de los diferentes procesos a ser evaluados.

- Hermético, para evitar fugas del biogás o entradas de aire.
- Térmicamente aislado, para evitar cambios bruscos de temperatura.
- El contenedor primario de gas deberá contar con una válvula de seguridad.
- Deberán tener acceso para mantenimiento.

- Deberá contar con un medio para romper las natas que se forman.
- Dimensiones técnicamente adecuadas para la producción de biogás.

1.2.2 Tipos de biodigestores.

Hay muchos tipos de biodigestores, pero los más comunes son el dosel flotante (indio) y el domo fijo (chino). La aceptabilidad de estos biodigestores ha sido principalmente debida a los altos costos, la dificultad de instalación y problemas en la consecución de las partes y repuestos, a continuación se detallan:

1.2.2.1 Biodigestor del domo flotante (Indio).

Botero & Thomas (2010). Este biodigestor en su parte superior presenta una campana o domo que se mantiene flotando en el líquido a causa del biogás que retiene en su interior. El domo puede ser de metal o preferiblemente de un material resistente a la corrosión como los plásticos reforzados.

Esta campana sube y baja dependiendo del volumen de gas que contiene y por esto requiere una varilla guía central o rieles laterales que eviten el rozamiento contra las paredes de la estructura, tienen la ventaja que no necesita un contenedor externo para el almacenar el gas generado. Este se mantiene a una presión relativamente constante al interior del domo, lo que es muy ventajoso.

Una variación a este modelo lo constituyen los biodigestores que presentan una película de polietileno flexible en la parte superior en sustitución del domo flotante, haciéndolos más económicos y accesibles socialmente, como se muestra en la figura N° 2.

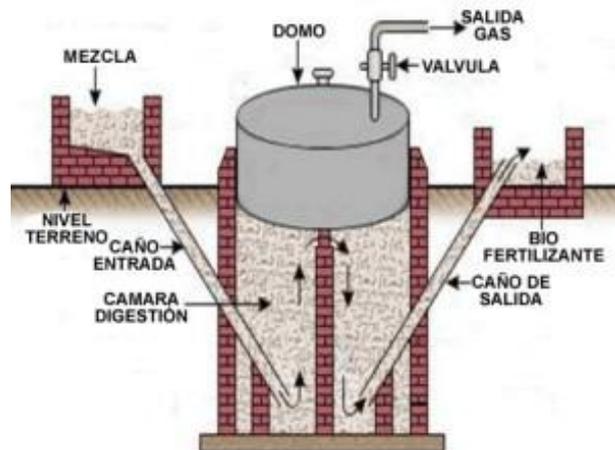


Figura No. 2 Biodigestor domo flotante
Fuente: Botero & Thomas (2010)

1.2.2.2 Biodigestor de domo fijo (Chino).

Botero & Thomas (2010). Se originó en China y consiste en una estructura cerrada con cámaras de carga y descarga que puede ser construida de concreto armado o ladrillos. Tienen una larga vida útil (mayor a 15 años) con un adecuado mantenimiento. Sin embargo, el relativo alto costo que representa la construcción de este modelo hace que no se haya popularizado en países latinoamericanos tanto como otros diseños, el digestor almacena solo pequeño volumen del gas generado en el interior, por lo que requiere un contenedor diferente construido para tal fin (gasómetro), como se indica en la siguiente figura.

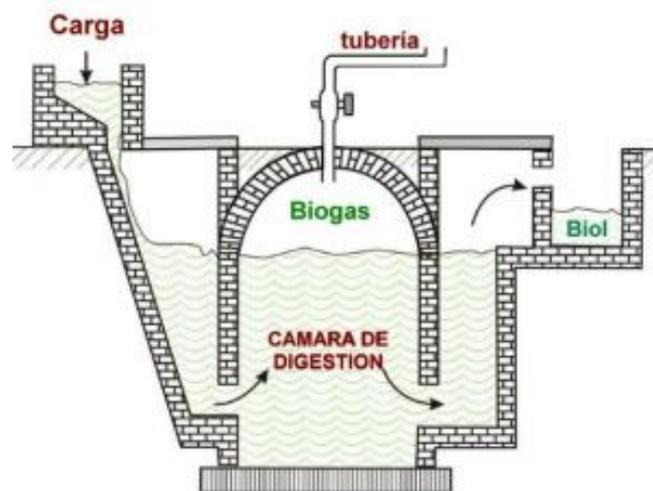


Figura No. 3 Biodigestor domo fijo
Fuente: Botero & Thomas (2010)

1.2.2.3 Biodigestores de flujo pistón (horizontal).

Los biodigestores horizontales son definidos por:

Botero & Thomas (2010). Son aquellos en los cuales la cámara de digestión es alargada y por lo tanto la degradación de los residuos transcurre a medida que transitan a lo largo del digestor, en este tipo se encuentran los digestores familiares de bajo costo, que son básicamente un digestor tubular horizontal en cuyos extremos se sitúan las cámaras de carga y descarga del sistema. Su configuración alargada impide que la carga líquida inicial y el efluente se mezclen; Esto lo hace útil en el aprovechamiento de residuos que requieran un tratamiento prolongado, tales como excretas humanas, animales y ciertos desperdicios de sacrificio de animales, como se muestra en la siguiente figura.



Figura No. 4 Biodigestor de flujo pistón horizontal
Fuente: Botero & Thomas (2010)

1.3 Digestión anaerobia.

Según **Pizarro Rimari & Manyari Canchaya (2012)** el proceso de la biodigestión anaeróbica, “la materia orgánica se degrada paulatinamente para producir metano, mediante un conjunto de interacciones complejas entre distintos grupos de bacterias” (P.31). En el digestor herméticamente cerrado, el oxígeno libre de la atmósfera y del agua es consumido por las bacterias aerobias, que tienden a desaparecer, y ser reemplazadas por las bacterias facultativas.

1.3.1 Etapas de la digestión anaerobia.

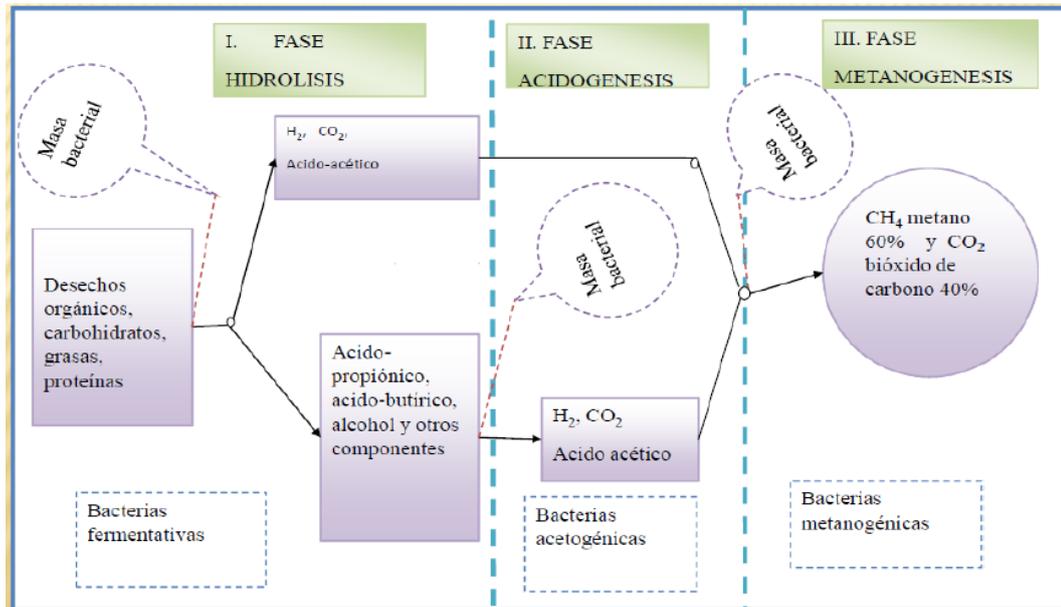


Figura No. 5 Fases de la digestión anaerobia.

Fuente: Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, Castro Gil, & Collado Fernández (2013)

1.3.1.1 Etapa de hidrólisis o solubilización.

Esta primera etapa según:

Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, Castro Gil, & Collado Fernández (2013) consiste en una mezcla de bacterias llamadas a veces formadoras de ácidos, que hidrolizan las moléculas complejas de materia orgánica para originar ácidos grasos de cadena corta y alcohol, el material orgánico soluble resultante puede ser asimilado por la célula y por lo tanto sirve como sustrato para las bacterias de la segunda etapa.

1.3.1.2 Etapa de acidificación o acidogénesis.

El segundo grupo según:

Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, Castro Gil, & Collado Fernández (2013) es el de las bacterias acetogénicas, producen acetato e hidrógeno, al igual que lodos orgánicos solubles y ácidos orgánicos simples, los ácidos grasos son convertidos en ácidos orgánicos volátiles, tales como el acético, siendo el principal producto y puede llegar a representar el 70%,

también se encuentran el ácido propiónico, compuestos hidrogenados (H₂) y carbodióxidos (CO₂).

En esta etapa se da un descenso en el pH que tiende a subir a medida que las bacterias metanogénicas, de la tercera etapa, consumen los ácidos y el oxígeno del medio es eliminado, proceso que es indispensable para la tercera fase.

1.3.1.3 Etapa de metanogénesis o metanización.

El tercer grupo según:

Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, Castro Gil, & Collado Fernández (2013) de micro-organismos se suele denominar metanogénico, y convierte los productos ya degradados a metano y dióxido de carbono, la transformación final cumplida en esta etapa tiene como principal substrato el acético junto a otros ácidos orgánicos de cadena corta y los productos finales liberados están constituidos por el metano y el dióxido de carbono.

1.4 Biogás.

Según **Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, Castro Gil, & Collado Fernández (2013)**, “se denomina biogás aquel gas creado mediante la fermentación bacteriana de la materia orgánica, en ausencia de oxígeno” (P.549). Puede realizarse tanto en medios naturales como en dispositivos específicos para la creación del gas. El producto obtenido se encuentra conformado principalmente por metano, dióxido de carbono y monóxido de carbono, aunque también se encuentran otros gases en menor proporción.

El biogás es un gas compuesto principalmente por metano (en un 80% a 92%) formado por la degradación de la materia orgánica en atmósfera libre de oxígeno, proceso conocido como digestión anaeróbica o metanización, sus características de combustión son similares a la del gas natural.

1.4.1 Usos de biogás.

Existen diversas opciones para la utilización del biogás, dentro de éstas se destacan las más principales que es la producción de calor o vapor, generación de electricidad y combustible de vehículos, a continuación se muestra la figura No 5 para ampliar los usos del biogás.

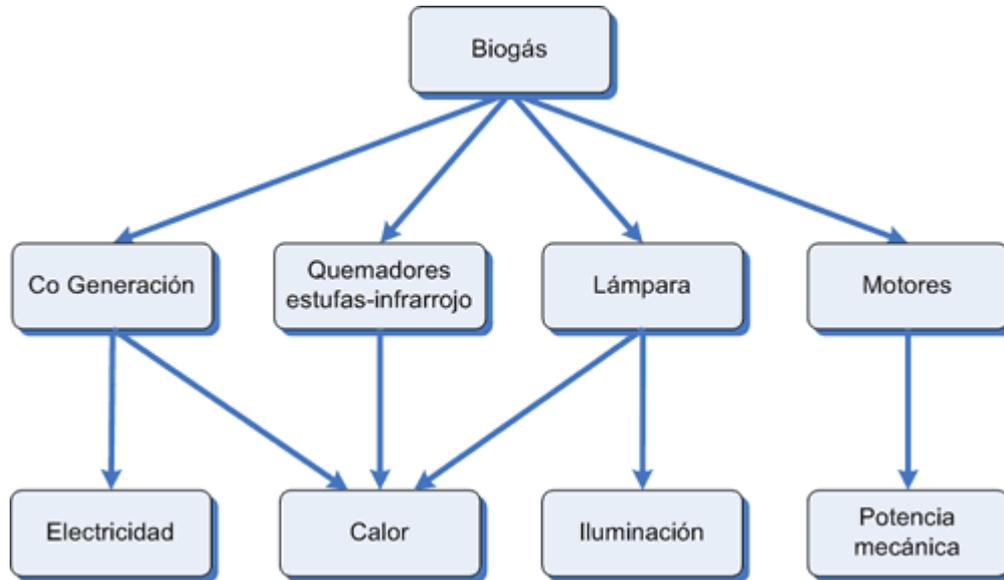


Figura No. 6 Principales aplicaciones del biogás.

Fuente: Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, Castro Gil, & Collado Fernández (2013)

1.4.2 Composición y características del biogás.

Según Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, Castro Gil, & Collado Fernández (2013) su composición depende del sustrato con el que se produce y del tipo de tecnología utilizada que puede ser la siguiente composición de 50% al 70% de metano (CH₄), de 30% al 40% de anhídrido carbónico (CO₂) y de 0 a 5% de hidrógeno (H₂), ácido sulfhídrico (H₂S), y otros gases en menores proporciones, y dependiendo a su alto contenido de gas metano, tiene un poder calorífico algo mayor que la mitad del que tiene el gas natural.

Tabla N° 1 Composición del biogás.

COMPONENTE	FORMULA QUÍMICA	% VOLUMEN
Metano	CH ₄	60-70
Gas carbónico	CO ₂	30-40
Hidrogeno	H ₂	1.0
Nitrógeno	N ₂	0.5
Monóxido de carbono	CO	0.1
Oxígeno	O ₂	0.1
Ácido sulfhídrico	H ₂ S	0.1

Fuente: Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, Castro Gil, & Collado Fernández (2013)

En la tabla N° 1, se expresan los valores de la composición química del biogás, definiendo que el poder calorífico del biogás es mayor o igual a la mitad del gas natural.

1.5 Bioabono.

Según la investigación de **Pizarro Rimari & Manyari Canchaya (2012)**, “el bioabono proviene de la fermentación anaeróbica de los residuos orgánicos, es extraído de la poza de descarga, se utiliza como mejorador orgánico de las propiedades físicas del suelo y contienen elementos para la nutrición de las plantas” (P.101).

1.5.1 Usos del bioabono.

La ventaja del uso del bioabono es que se obtiene, casi inmediatamente en estado estructural, caracterizado por agregados estables, resistentes a la erosión especialmente contra la acción destructiva de gotas de lluvia, conocido también como biofertilizante de excelente calidad el cual sirve para la producción del compostaje que servirá para poder utilizar como abono orgánico en los cultivos o chacras, el cual contiene elementos para la nutrición de las plantas.

1.5.2 Composición y características del biofertilizante.

El efluente de los biodigestores entra en la categoría de abono orgánico de buena calidad, es un producto de apariencia negra y viscosa, rico en nitrógeno, fosforo y potasio bueno para las plantas y cultivos, la composición media del bioabono obtenido de un biodigestor del tipo horizontal, cargado con estiércol vacuno es:

Tabla N° 2 Composición del bioabono.

COMPONENTE	VOLUMEN
Solidos totales	8-9 g/100 g
Solidos volátiles	5.5-6 g/100 g
Nitrógeno total	0.20 %
Fosforo	0.15 %
Potasio	0.10 %

Fuente: Pizarro Rimari & Manyari Canchaya (2012)

En la tabla N° 2 se detallan los valores de la composición química del bioabono definiendo su gran valor como fertilizante orgánico para los cultivos.

1.6 Fuente de la investigación.

1.6.1 Ubicación y características de la avícola.

La avícola Las Amelias se encuentra ubicada en el barrio Pusuchisí del cantón Latacunga, de la Provincia de Cotopaxi a una altura de 3009 msnm, consta de galpones para la ubicación de las gallinas y su producción de huevos. En la siguiente figura se muestra la ubicación de la avícola.



Figura No. 7 Ubicación de la Avícola Las Amelias
Fuente: Osorio P.

La avícola “Las Amelias” posee un área de construcción de 500 metros cuadrados y con un área de producción de 450 metros cuadrados, con una capacidad de 5000 gallinas ponedoras, los galpones deben mantener una temperatura entre mínimo los 12 °C y máximo los 21 °C, con lo cual se mantiene una producción normal de huevos; como se puede observar en la figura siguiente la avícola en el interior del galpón posee un termómetro para controlar la temperatura interna.



Figura No. 8 Termómetro para controlar la temperatura del galpón.
Fuente: Osorio P.

Según encuesta (ver anexo 5.1), realizada al Ing. Cristián Pasquel Administrador y al Técnico Médico Veterinario Marcelo Moreno, las estadísticas de producción de la avícola “Las Amelias”, el estiércol generado es de 0,03 Kg diarios por gallina, dando un total de 150 Kg diarios de estiércol en las 5000 gallinas ponedoras, la limpieza del galpón se realiza una vez por semana para mantener un ambiente libre de olores e insectos dentro de la avícola.



Figura No. 9 Granja Avícola Las Amelias.
Fuente: Osorio P.

1.7 Conclusiones del capítulo I.

- Se examinó y analizó los referentes teóricos bibliográficos y trabajos de investigación relacionados con el presente tema que ayudaron de base para definir la producción de biogás a partir del estiércol de las gallinas originado en la avícola.
- Se expusieron las etapas fundamentales para la degradación de la materia orgánica sin la presencia de oxígeno y en ambientes controlados para la producción de biogás y bioabono.
- Con la implementación de nuevas tecnologías en biodigestores se logra disminuir la acumulación de estiércol de las gallinas en la avícola que es de 150 Kg diarios, lo que repercute directamente en la mejora de las condiciones ambientales y en la calidad de vida de las personas.

CAPITULO II

2 METODOLOGÍA.

2.1 Diseño de la investigación.

El diseño de la presente investigación constituye el plan general para obtener respuestas o comprobar la hipótesis mediante las estrategias básicas adoptadas por el investigador para generar la información exacta e interpretable, para responder al problema planteado y dar una guía para el desarrollo de la investigación.

2.1.1 Modalidad de la investigación.

La mencionada investigación se realizó aplicando las siguientes modalidades:

2.1.1.1 Investigación de campo.

Es un proceso que se basa en informaciones obtenidas directamente de la realidad, permitiéndole al investigador cerciorarse de las condiciones reales en que se han conseguido los datos para la investigación. Esta clase de investigación se apoya en informaciones que provienen entre otras, de entrevistas, cuestionarios y observaciones de la problemática de la avícola, ver anexo 5.1.

2.1.1.2 Bibliográfica – Documental.

En la fase de recolección de información para la construcción de un objeto de investigación o de un proyecto de tesis, la investigación bibliográfica y documental ocupa un lugar importante, ya que garantiza la calidad de los fundamentos teóricos de la investigación.

En particular, la investigación documental se define como una parte esencial de un proceso sistemático de investigación científica, constituyéndose en una estrategia operacional, donde se observa y reflexiona sistemáticamente sobre realidades; teóricas o no, usando para ello diferentes tipos de documentos, es decir, resultados de otras investigaciones referentes a la energía de la biomasa, como son los residuos orgánicos provenientes de las granjas avícolas.

2.1.1.3 Experimental.

Esta investigación obtiene información de la actividad intencional realizada por el investigador y que se encuentra dirigida a modificar la realidad con el propósito de crear el fenómeno mismo que se indaga, y así poder observarlo, sobre la misma se puede o no usar un grupo de control, con el fin de hacer las comparaciones necesarias para comprobar las hipótesis o rechazarlas según el caso.

Para lo que se utilizará el diseño de un biodigestor experimental con el propósito de definir los resultados de la generación de biogás para el aprovechamiento en la avícola.

2.1.1.4 Modalidades especiales Proyecto – Factible.

Se define como proyecto factible al estudio que consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades.

La propuesta que lo define puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos que brinden un desarrollo en el diseño de un biodigestor, para generación de biogás a partir del estiércol de las gallinas y su posterior utilización en la avícola.

2.1.2 Tipo de investigación.

Se detallan los tipos de investigación utilizados en el desarrollo de la investigación.

2.1.2.1 Exploratorio.

Es aquella que se realiza con el propósito de destacar los aspectos fundamentales de una problemática determinada y encontrar los procedimientos adecuados para el diseño de un biodigestor a base del estiércol de las gallinas, en la avícola Las Amelias de la ciudad de Latacunga; la importancia radica en el uso de sus resultados para abrir líneas de investigación y proceder a su consecuente comprobación de la hipótesis planteada.

2.1.2.2 Correlacional.

El estudio correlacional determina si dos variables están correlacionadas o no. Esto significa analizar y medir el grado de relación existente entre dos o más conceptos o variables planteadas en la hipótesis del presente tema de investigación.

2.1.2.3 Explicativo.

Es aquella que tiene relación causal; no sólo persigue describir o acercarse al problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo, es decir, en base a un experimento se desarrolla y se comprueba la hipótesis, es decir, corroborar mediante el diseño de un biodigestor la producción de biogás en la avícola “Las Amelias” para su aprovechamiento.

2.2 Determinación de las variables.

Al realizar la investigación de campo en la avícola Las Amelias de la ciudad de Latacunga se determinan las siguientes variables:

Variable independiente: Diseño de un biodigestor.

Variable dependiente: Generación de biogás.

2.2.1 Operacionalización de las variables.

En la tabla N° 3 y table N° 4 se muestran la operacionalización de las variables que servirán para el desarrollo de la mencionada investigación.

Variable independiente: Diseño de un biodigestor.

Tabla N° 3 Variable independiente

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Es un contenedor cerrado, hermético e impermeable, dentro del cual se deposita la materia orgánica a fermentar, en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca biogás.	Aprovechamiento del estiércol de las gallinas	Cantidad de estiércol	Kg	Entrevista Medición	Estadísticas de producción la avícola, Balanza
		Dimensionamiento del Biodigestor	Kg/t	Cálculos	Ecuaciones matemáticas

En la variable independiente se identificarán los indicadores de la cantidad de estiércol generado por la avícola, de esta manera dimensionar el biodigestor para estos indicadores utilizaremos medidores y cálculos.

Variable dependiente: Generación de biogás.

Tabla N° 4 Variable dependiente

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Gas combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos y otros factores, en ausencia de oxígeno.	Energía renovable, generación de biogás para el calentamiento de galpones.	Cantidad de biogás generado en el biodigestor	m ³	Medición	Mediciones de la generación del biogás mediante recipientes tipo esfera
		Comparación	ml t T	Medición Comparación	Medición del tiempo de ebullición del agua entre el GLP y biogás

En la variable dependiente se identificarán los indicadores de la cantidad de biogás generado en el biodigestor y la comparación para estos indicadores; utilizaremos medidores de volumen de biogás y comparaciones entre el GLP y el biogás obtenido mediante el tiempo de ebullición del agua.

2.3 Metodología para el diseño del biodigestor.

Los biodigestores según **Pizarro Rimari & Manyari Canchaya (2012)** “constituyen una valiosa alternativa para el tratamiento de los desechos orgánicos generados en los diferentes procesos naturales o industriales” (P.31), además permiten disminuir la carga contaminante, mejorar la capacidad fertilizante del material, eliminar los malos olores y se genera una energía renovable denominada biogás, que es un gas combustible que puede utilizarse para la cocción de alimentos, calentar agua, generar electricidad, y obtener luz directamente usando lámparas de gas.

En la implementación de la estrategia de enfrentamiento al cambio climático, como plantea **Campos Cuní (2011)**, “que para la reducción de emisiones, la medida consistente en disminuir el consumo de combustibles de origen fósil, con el empleo de fuentes renovables de energía (P.13)”. En el trabajo se muestra una metodología para facilitar el análisis y cálculo, que son necesarios en la determinación de los parámetros para el diseño de un biodigestor a base del estiércol de gallinas ponedoras.

2.3.1 Partes que componen un biodigestor.

El digestor cuenta con cuatro componentes fundamentales que se detallan a continuación:

2.3.1.1 Pileta de carga.

En la pileta de carga se deposita y homogeniza la mezcla de materia orgánica con agua, con la que se alimenta el digestor, esta pileta es pequeña y de poca profundidad, la mezcla pasa por un tubo o dos, que comunica directamente con el tanque del digestor.

2.3.1.2 Tanque de digestión.

Es un tanque cerrado herméticamente, de forma alargada, se construye bajo el nivel del suelo para lograr un adecuado aislamiento térmico, por un extremo está conectado con la pileta de carga, mediante los conductos que están formados por uno o dos tubos, y por el otro con la pileta de descarga, mediante los conductos de descarga que pueden estar conformados por uno o dos tubos, en la parte superior del tanque de digestión tiene conectada una pequeña tubería de metal o plástico reforzado, para la evacuación del gas producido hacia el tanque de almacenamiento del biogás, en el caso de existir.

2.3.1.3 Pileta de descarga.

La pileta de descarga o también conocido como pozo de descarga es donde se recibe la mezcla ya procesada o fermentada que sale de la cámara de fermentación; esta pileta o pozo es hondo y su profundidad es mayor que la del tanque de digestión, por arriba es abierto para que sea posible recoger y retirar el bioabono.

2.3.1.4 Sistema de almacenamiento del biogás.

Consiste en una tubería conectada a la parte superior del tanque de digestión y que conduce al tanque de almacenamiento del biogás, deberá tener una válvula de seguridad, una válvula de paso, conectada después de la válvula de seguridad, y deberá introducirse en la válvula de seguridad lana de acero para eliminar el ácido sulfhídrico que se produce en el digestor, el cual corroe el metal de los artefactos que utilizan el biogás, el tanque de almacenamiento puede ser una bolsa de caucho.

2.3.2 Parámetros para el diseño y construcción de biodigestores.

- Capacidad del digestor: Es el volumen de la mezcla homogeniza de la materia orgánica más el agua.
- Capacidad de la campana: Es el valor máximo de almacenamiento del biogás producido.

- Capacidad de carga: Se refiere al volumen total de materia orgánica ya diluida en agua que ingresa al digestor por día, semanas o meses.
- Tiempo de retención: Es el parámetro que indica la cantidad de tiempo en días que permanece el material orgánico dentro del digestor.

2.4 Diseño y construcción del biodigestor experimental.

Este diseño experimental se tomó de la investigación realizada por el Dr. Erik Ocaranza Sánchez, del Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (IPN) de la Universidad de México en el año 2014, bajo las siguientes características: Se construyeron dos biodigestores, para lo cual se utilizaron canecas en plástico polietileno con una capacidad de 20 litros cada una, en la parte superior de la tapa se acopló el conducto de salida de ½” que comunica con la cámara de reacción, en el cual se acopló una válvula de ½” para el control de la salida del biogás, se instaló un envase plástico (globo) para la captación y almacenamiento del biogás, el cual servirá para el cálculo de la cantidad de biogás obtenido en el experimento, además se instaló en la parte inferior del recipiente una válvula de drenaje del biol de ½”.

Una vez acoplados los componentes antes indicados se comprobó la hermeticidad del biodigestor experimental colocando agua y verificando la presencia de fugas en los acoples, para así asegurar la no presencia de oxígeno en el interior del biodigestor.

2.4.1 Materiales empleados en la construcción del biodigestor experimental.

- Caneca de 20 litros en plástico polietileno.
- Válvula PVC de ½”.
- Válvula de control de gas de ½”.
- Manguera para la conducción de gas.
- Envase de caucho a plástico para almacenar el biogás.
- Abrazaderas para manguera de gas.
- Acoples PVC de 1” y ½”.



Figura No. 10 Materiales biodigestor experimental.
Fuente: Osorio P.

2.4.2 Herramientas empleadas en la construcción del biodigestor experimental.

- Taladro y brocas.
- Flexómetro.
- Sierra.
- Cuchilla o estilete.
- Cinta teflón.
- Llaves.
- Sellador.
- Balanza.



Figura No. 11 Herramientas biodigestor experimental.

En la figura N° 11 se indica la construcción de los biodigestores experimentales con sus respectivos materiales y herramientas utilizadas.



Figura No. 12 Construcción del biodigestor experimental.

Fuente: Osorio P.

En la figura N° 13 que se muestra a continuación evidenciamos el plano de diseño del biodigestor experimental ver Anexo 5.4, el cual nos permite obtener el biogás mediante la fermentación anaerobia del estiércol de las gallinas.

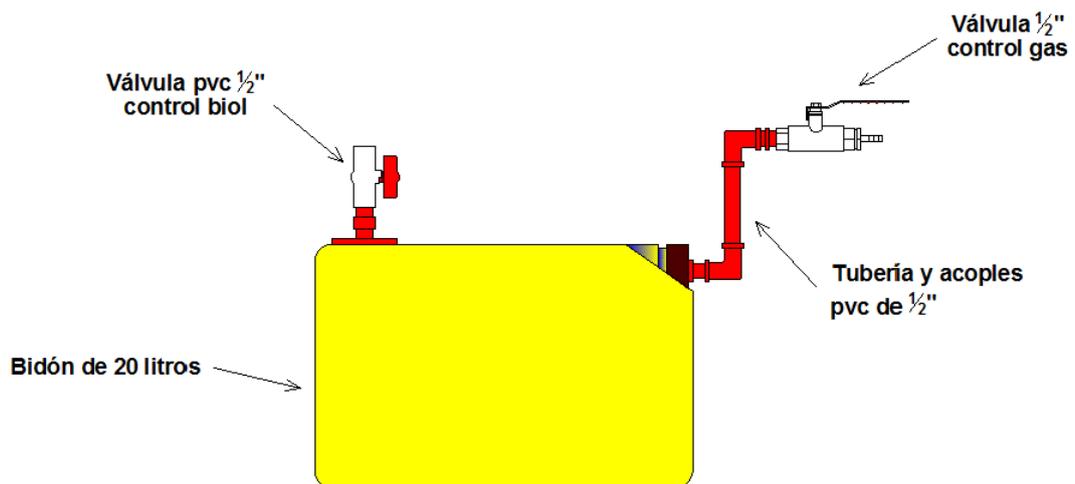


Figura No. 13 Biodigestor experimental.

Fuente: Osorio P.

2.5 Descripción metodológica del biodigestor experimental.

Para la ejecución del biodigestor experimental se toma de la investigación realizada por el Dr. Erik Ocaranza Sánchez, del Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (IPN) de la Universidad de México en el año 2014, la referencia de 1 a 1, decir, 1 kg de estiércol por un litro de agua para la realización de la mezcla la cual nos ayuda a la obtención de biogás, ocupando esta las tres cuartas partes del volumen del biodigestor experimental dejando la una cuarta parte para la acumulación del biogás generado en el interior del reactor, bajo las siguientes condiciones:

Para la elaboración del presente trabajo de investigación se realizaron tres experimentos en biodigestores experimentales de las mismas características con la finalidad de determinar un valor exacto de la generación de biogás, para lo cual se procedió de la siguiente manera:

2.5.1 Biodigestor N° 1, 2 y 3.

Cantidad de estiércol de las gallinas 20 kg

Cantidad de agua 20 litros

Tiempo de degradación 30/35 días

Se obtuvo el estiércol de las gallinas del interior del galpón, luego se procedió al peso de la cantidad requerida de estiércol, para realizar la mezcla homogénea 1:1 de estiércol y agua, para su posterior colocación en los biodigestores experimentales, se procedió a cerrar herméticamente las válvulas y tapa del biodigestor, para finalmente tomar los datos de la cantidad de biogás generado.



Figura No. 14 Preparación de la mezcla homogénea.

Fuente: Osorio P.

2.5.2 Descripción del experimento para la obtención de biogás.

Luego de haber transcurrido el tiempo de degradación de la materia orgánica dentro del biodigestor que está dentro de los 30 a 35 días, se va obtenido el biogás en cada uno de los biodigestores experimentales para cuantificar el volumen de la producción de biogás, utilizamos acoples al desfogue del biodigestor mediante una válvula de control para el biogás y que está comunicada a un globo, en el cual podemos medir su capacidad mediante la fórmula del volumen de una esfera, para así obtener y cuantificar la cantidad del biogás que se genera en el biodigestor experimental.

Para determinar el volumen de una esfera se aplica la siguiente ecuación:

$$V_e = \frac{3}{4}\pi r^3 \quad (1)$$

Dónde:

Ve: Volumen de la esfera.

r: Radio de la esfera.



Figura No. 15 Biogás producido en el biodigestor experimental.
Fuente: Osorio P.

2.5.3 Descripción del proceso de combustión del biogás.

En el ensayo de la combustión del biogás obtenido del biodigestor experimental acoplamos directamente a la válvula de salida del biogás a un sistema de mecánico de ignición para realizar la prueba de combustión, acoplando a un quemador del tipo casero, en un recipiente con un litro de agua se procede a determinar el tiempo hasta que el agua ebullicione; esto se realiza tanto para el gas licuado de petróleo (GLP) y el biogás obtenido en los biodigestores experimentales, con la utilización de un cronómetro verificamos el tiempo empleado; se toma en cuenta las mismas características y elementos para la prueba en los dos casos, para hacer la comparación.



Figura No. 16 Combustión del biogás y GLP.
Fuente: Osorio P.

2.6 Interpretación del diseño del biodigestor.

El objetivo principal para el diseño de un digestor es albergar el contenido total del estiércol de las gallinas generado en la avícola, para que permita la producción de biogás.

2.6.1 Dimensiones del biodigestor.

Las dimensiones del biodigestor son determinadas en base al tiempo de retención que debe permanecer la materia orgánica (estiércol de gallina) dentro del reactor y la cantidad de estiércol que se suministrará semanalmente al biodigestor.

2.6.1.1 Tiempo de retención.

Se considera como el tiempo de retención, a aquel tiempo que debe permanecer la materia orgánica dentro del biodigestor, para alcanzar un mínimo de 60% de destrucción de los sólidos volátiles, según el estudio de **Vargas (2012)**, indica que el tiempo de retención del estiércol de la gallinas a una temperatura entre los 13 °C y 15 °C se necesita de mínimo 20 días y máximo 40 días para la degradación y producción de biogás; en la presente investigación se realizará con un tiempo de retención de 30 días.

2.6.1.2 Temperatura ambiente.

La temperatura ambiente es un factor importante en la producción de biogás, dado que debemos simular las condiciones óptimas para minimizar los tiempos de producción, la temperatura ambiente indica el tiempo de retención necesario para que las bacterias puedan digerir la materia, en ambientes de 30 °C se requieren unos 10 días, a 20 °C unos 25 y en altiplano, con invernadero, la temperatura de trabajo es de menos de 10 °C de media, y se requieren 40 días de tiempo de retención.

El clima de Latacunga se clasifica como cálido y templado, la temperatura promedio en Latacunga es 13.4 °C. Las temperaturas son más altas en promedio en enero, alrededor de 14.0 °C., en agosto tiene la temperatura promedio más baja del año de 12.4 °C.

2.6.1.3 Cantidad de estiércol generado por la avícola.

Para determinar la cantidad de estiércol generado en la avícola “Las Amelias” se realizó una encuesta (ver anexo 5.1), al Ing. Cristián Pasquel Administrador y al Técnico, Médico Veterinario Marcelo Moreno, donde nos indican que el consumo de alimento diario de una gallina genéticamente modificada para la producción de huevos es de 120 gr, de lo cual el 25% se convierte en desecho orgánico, es decir el estiércol de una gallina ponedora es de 0,03 Kg diarios, dando un total de 150 Kg diarios de estiércol en las 5000 gallinas ponedoras. La limpieza del galpón se realiza una vez por semana para mantener un ambiente libre de malos olores e insectos dentro de la avícola. La generación de estiércol de las gallinas semanal es de 1050 Kg.

2.6.1.4 Cálculos del dimensionamiento del biodigestor.

Para los cálculos del volumen del tanque del biodigestor continuo se utilizará la carga semanal de estiércol de gallina y un tiempo de retención de 30 días, que corresponde al 75% del volumen del tanque y se añade el volumen de la parte gaseosa (biogás) que corresponde al 25%.

2.6.1.4.1 Carga diaria del biodigestor.

Conocida la cantidad de materia orgánica en este caso el estiércol de las gallinas que se puede recoger diariamente para alimentar el biodigestor, la relación estiércol-agua es de 1:1, el cálculo de la carga diaria del digestor se calcula mediante la expresión:

$$Vd = [Kg (estiércol) + Kg (agua)] \quad (2)$$

2.6.1.4.2 Cálculo del volumen de la cámara de fermentación.

Para el cálculo del volumen de la cámara de fermentación o reactor, la cual corresponde al 75 % del volumen total del biodigestor, considerando un tiempo de retención de 30 días, para lo cual se emplea la siguiente expresión:

$$Vcf = Vd * tr \quad (3)$$

2.6.1.4.3 Cálculo del volumen del domo.

El cálculo del domo o cúpula de biodigestor es un segmento de una esfera y su volumen constituye el 25 %, el cual corresponde al volumen gaseoso del total del biodigestor, cuando el mismo tiene un fin de menor escala, por tanto se utiliza la expresión:

$$Vg = \frac{Vcf * 25}{75} \quad (4)$$

2.6.1.4.4 Cálculo del volumen total del biodigestor continuo.

De lo anteriormente planteado se tendrá que el volumen total del biodigestor es la suma del volumen de la cámara de fermentación más el volumen del domo o cúpula:

$$Vtb = Vcf + Vg \quad (5)$$

2.7 Propósito del diseño del biodigestor.

Este proyecto se orienta a la generación de un combustible más limpio que pueda reemplazar a los combustibles fósiles y de esta manera pueda ser usado para el calentamiento de los galpones de gallinas ponedoras, considerando que se utiliza un promedio de un cilindro de gas de 15 kilos (GLP) por semana para el calentamiento de los galpones y así mantener una temperatura entre mínimo los 12 °C y máximo los 21 °C, con lo cual se mantiene una producción normal de huevos en la avícola.

2.8 Conclusiones del capítulo II.

- El método experimental nos ayudó en la obtención y cuantificación del biogás a partir de la descomposición anaerobia del estiércol de las gallinas que origina en la avícola “Las Amelias”.
- Con una adecuada mezcla de estiércol de gallina con el agua y una temperatura ambiente estable o controlada se garantiza una degradación anaerobia de la materia orgánica en un menor tiempo dentro del biodigestor, para aumentar la producción de biogás.
- Se valoró el tiempo de ebullición del agua con la comparación entre el gas licuado de petróleo (GLP) y el biogás obtenido de los procesos de biodigestores experimentales, consiguiendo la ebullición de un litro de agua en 18 minutos con el biogás.

CAPITULO 3

3 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1 Resultados de la producción de biogás.

Para la evaluación de la cantidad de biogás arrancamos del volumen generado del estiércol de las gallinas que se produce en la avícola por semana que es de 1050 Kg; se toma ese tiempo por la evacuación programada de los desechos orgánicos de la avícola, la cantidad de estiércol es de 150 Kg por día; esto de una capacidad de 5000 gallinas ponedoras y cada una produce 0,12 kg por día.

Para determinar la cantidad de biogás generado en el biodigestor experimental partimos de la colocación de 20 Kg de estiércol de las gallinas, con el transcurso de tiempo de degradación obtuvimos los siguientes resultados:

3.1.1 Resultados experimento N° 1.

A continuación se indican los resultados obtenidos del primer experimento elaborado para la obtención de biogás a base del estiércol generado por la avícola.

Tabla N° 5 Cantidad de biogás obtenido experimento N° 1.

TIEMPO DE RETENCIÓN	CANTIDAD DE BIOGÁS GENERADO (ml)	CANTIDAD DE BIOGÁS ACUMULADO (ml)	PORCENTAJE ACUMULADO
Día 5	0,020	0,020	7,25%
Día 10	0,046	0,066	23,91%
Día 15	0,051	0,117	42,39%
Día 20	0,058	0,175	63,41%
Día 25	0,061	0,236	85,51%
Día 30	0,040	0,276	100,00%

Fuente: Osorio P.

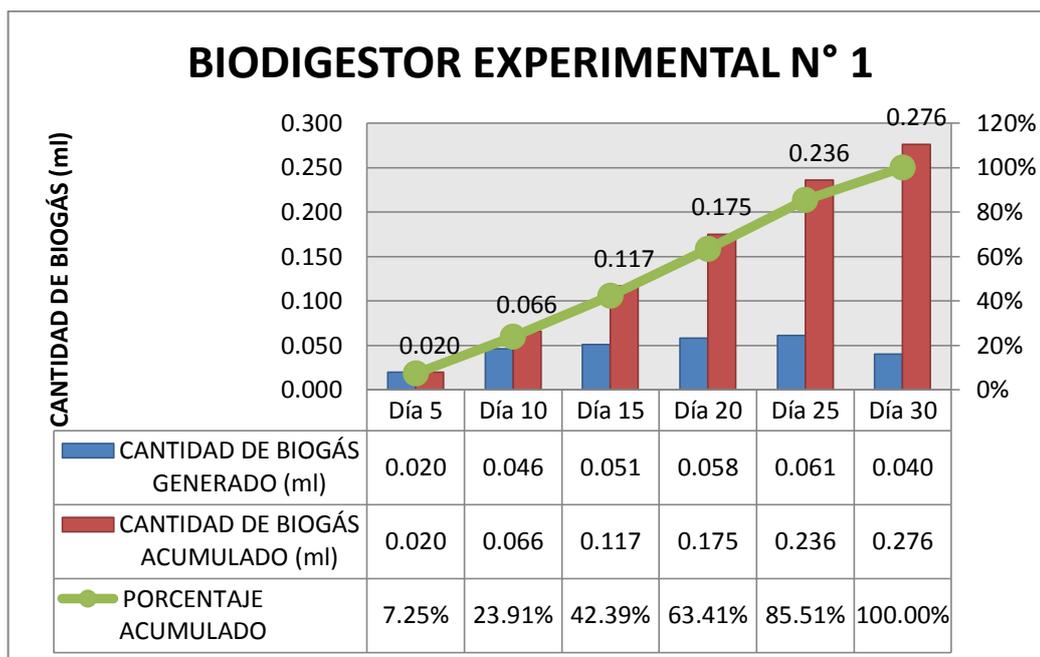


Figura No. 17 Cantidad de biogás ensayo N° 1.
Fuente: Osorio P.

Como se muestra en la tabla N° 5 y figura N° 17 las cuales corresponden al experimento N° 1, tenemos una generación de biogás de 0,276 ml con un tiempo de retención de 30 días, lo que es un 0,046 ml de generación de biogás por cada cinco días.

3.1.2 Resultados experimento N° 2.

En la tabla N° 6 y figura N° 18 se indican los resultados conseguidos del segundo experimento construido para la obtención de biogás en la avícola.

Tabla N° 6 Cantidad de biogás obtenido experimento N° 2.

TIEMPO DE RETENCIÓN	CANTIDAD DE BIOGÁS GENERADO (ml)	CANTIDAD DE BIOGÁS ACUMULADO (ml)	PORCENTAJE ACUMULADO
Día 5	0,018	0,018	7,14%
Día 10	0,028	0,046	18,25%
Día 15	0,048	0,094	37,30%
Día 20	0,059	0,153	60,71%
Día 25	0,055	0,208	82,54%
Día 30	0,044	0,252	100,00%

Fuente: Osorio P.

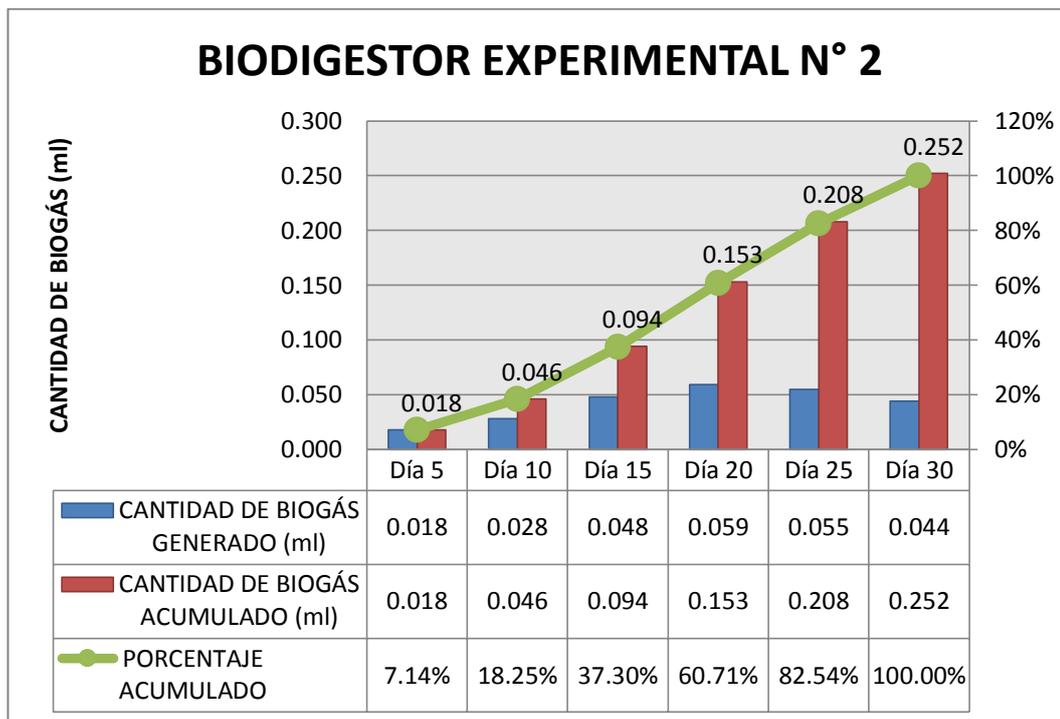


Figura No. 18 Cantidad de biogás ensayo N° 2.

Fuente: Osorio P.

Como se indican en la tabla N° 6 y figura N° 18 los cuales corresponden al experimento N° 2, tenemos una generación de biogás de 0,252 ml con un tiempo de degradación de la materia orgánica de 30 días, lo que es un 0,042 ml de generación de biogás por cada cinco días.

3.1.1 Resultados experimento N° 3.

En la tabla N° 7 y figura N° 19 que se indican a continuación se muestran los resultados logrados en el tercer experimento ejecutado para la obtención de biogás.

Tabla N° 7 Cantidad de biogás obtenido experimento N° 3.

TIEMPO DE RETENCIÓN	CANTIDAD DE BIOGÁS GENERADO (ml)	CANTIDAD DE BIOGÁS ACUMULADO (ml)	PORCENTAJE ACUMULADO
Día 5	0,016	0,016	6,67%
Día 10	0,025	0,041	17,08%
Día 15	0,045	0,086	35,83%
Día 20	0,061	0,147	61,25%
Día 25	0,052	0,199	82,92%
Día 30	0,041	0,240	100,00%

Fuente: Osorio P.

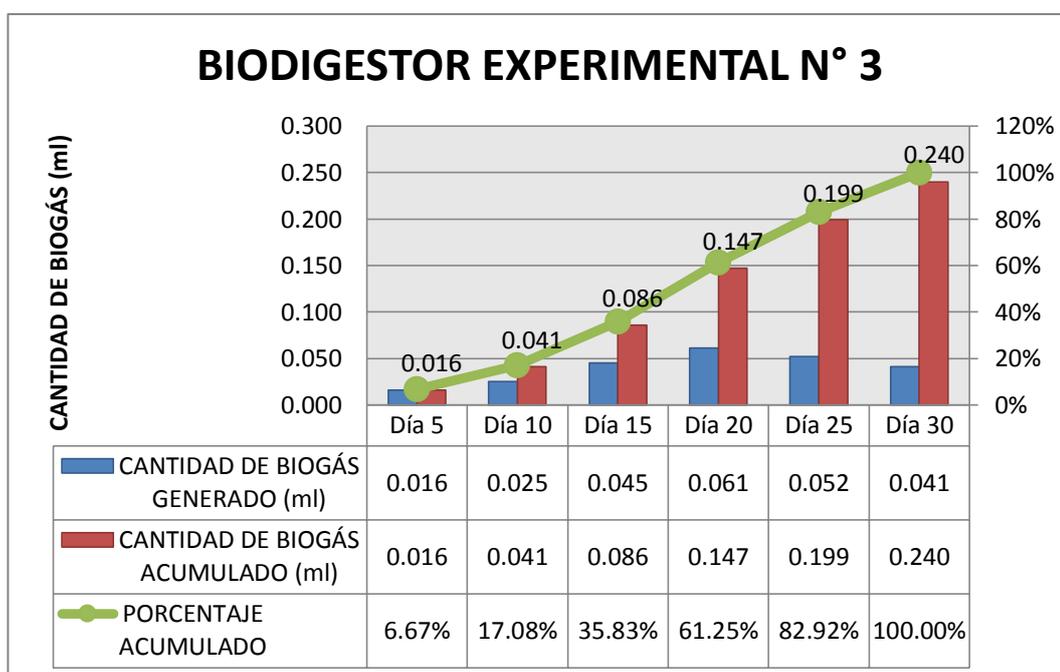


Figura No. 19 Cantidad de biogás ensayo N° 3.

Fuente: Osorio P.

Como se demuestran en la tabla N° 7 y figura N° 19 los cuales corresponden al experimento N° 3, realizado con el estiércol de las gallinas, tenemos una generación de biogás de 0,240 ml con un tiempo de degradación de la materia orgánica de 30 días, lo que es un 0,040 ml de generación de biogás por cada cinco días.

3.1.2 Conclusión de biogás obtenido en los experimentos.

En la tabla N° 8 que se muestra a continuación se detalla los resultados obtenidos sobre la obtención de biogás en los experimentos realizados.

Tabla N° 8 Cantidad de biogás obtenido por experimento.

BIODIGESTORES EXPERIMENTALES	CANTIDAD DE BIOGÁS GENERADO (ml)	CANTIDAD DE BIOGÁS ACUMULADO (ml)	PROMEDIO DEL BIOGÁS (ml)
BIODIGESTOR N° 1	0,276	0,276	0,256
BIODIGESTOR N° 2	0,252	0,528	
BIODIGESTOR N° 3	0,240	0,768	

Fuente: Osorio P.

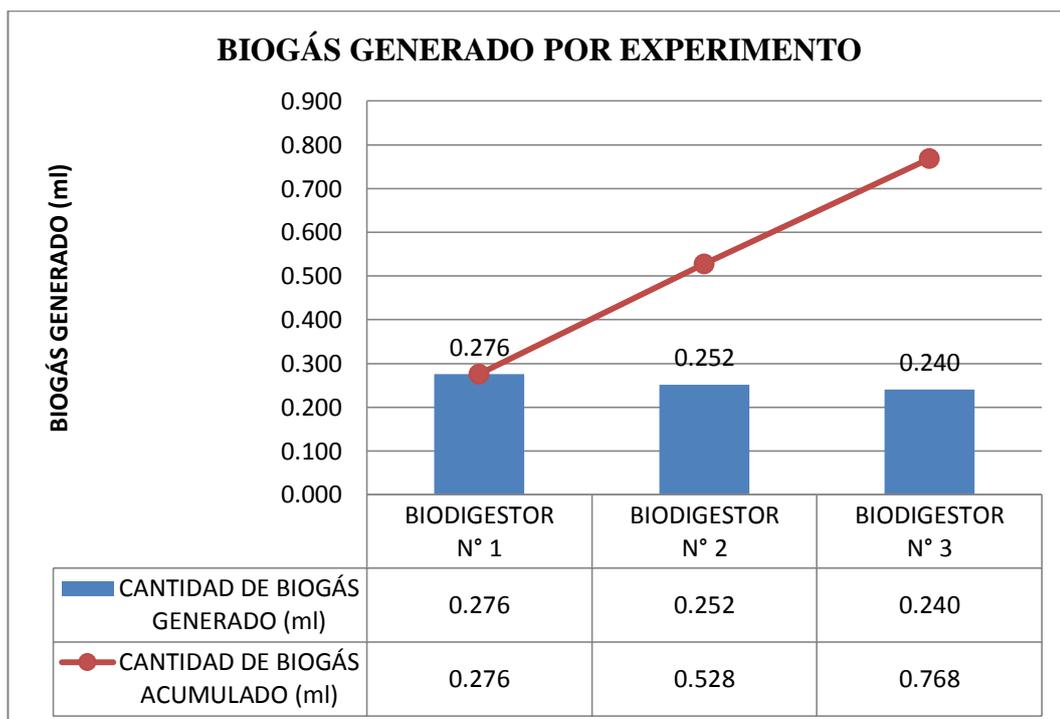


Figura No. 20 Cantidad de biogás obtenido por experimento.

Fuente: Osorio P.

Relacionando los tres experimentos efectuados podemos concluir que existen diferencias en las cantidades de biogás obtenidas, pese a utilizar la misma cantidad de estiércol de gallina y en condiciones similares de ambiente; existen diferenciaciones en la cantidad de biogás generado, teniendo en cuenta estos parámetros conseguidos y siendo importantes para el cálculo del diseño del biodigestor, se tomará la media de los tres experimentos.

Para el beneficio continuo del biogás en la avícola, se propone un biodigestor de flujo continuo, con el cual se tendrá un suministro continuo de biogás para el calentamiento de los galpones, ya que cada semana ingresará el estiércol de las gallinas y el tiempo de retención será de treinta días dentro del reactor para conseguir la degradación de la materia orgánica.

Una vez aprovechado el biogás para los fines antes mencionados, también obtendremos el biol, el cual puede ser usado como abono orgánico para los cultivos locales.

3.1.3 Comparación en el tiempo de ebullición del agua entre el GLP y el biogás.

Los resultados obtenidos en la prueba del tiempo de la ebullición del agua entre el gas licuado de petróleo y el biogás obtenido son los siguientes.

Tabla N° 9 Tiempo de ebullición del agua entre el GLP y el biogás.

TIEMPO (MIN)	TEMPERATURA (°C)	
	GLP	BIOGÁS
0	20	20
1	25	23
2	33	31
3	44	41
4	53	48
5	77	53
6	79	59
7	87	64
8	89	71
9	90	77
10	92	79
11	95	81
12	97	87
13	98	90
14	100	93
15	100	95
16	100	98
17	100	100
18	100	100

Fuente: Osorio P.

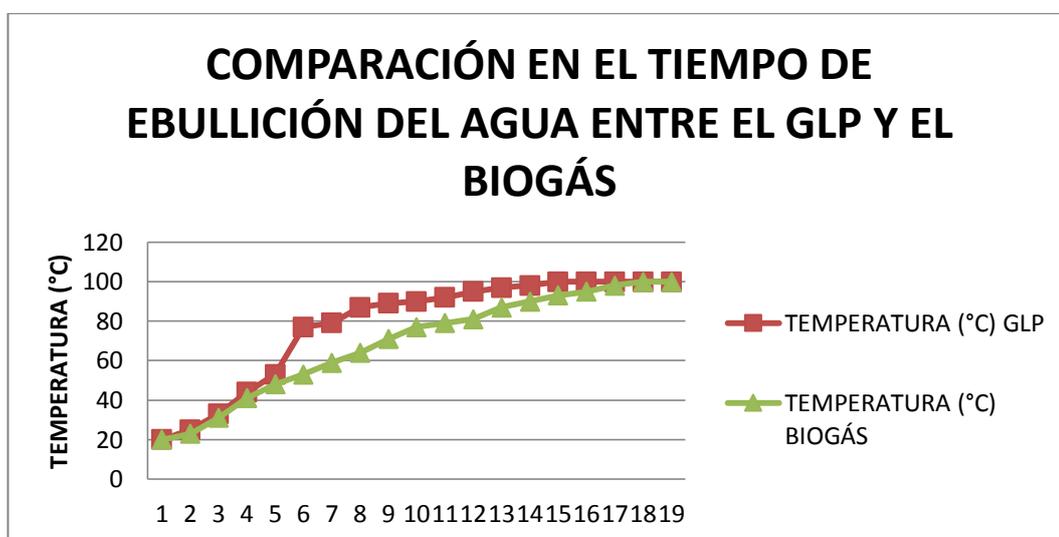


Figura No. 21 Tiempo de ebullición del agua entre el GLP y el biogás.

Fuente: Osorio P.

3.2 Cantidad de biogás efectivo de todo el estiércol de las gallinas generada en la avícola.

Con el análisis de los resultados de los experimentos para obtener el biogás, se empezó con una cantidad de 20 kg de estiércol de las gallinas en los diseños experimentales, se obtuvo el promedio 0,256 ml de biogás en un tiempo de retención de 30/35 días de degradación de la materia orgánica en el biodigestor.

La cantidad total de estiércol de las gallinas que genera la avícola es de 150 Kg/día, la cual es evacuada cada semana, es decir ocho días, dándonos un total de 4200 Kg de estiércol de gallinas; en la tabla N° 10 y figura N° 22 que se muestra a continuación se interpreta la cantidad de biogás que se obtendrá con el total de materia orgánica generado por la avícola.

Tabla N° 10 Cantidad de biogás generado según el total de estiércol de las gallinas.

CANTIDAD DE ESTIÉRCOL DE GALLINA (Kg)	TIEMPO DE RETENCIÓN (Días)	CANTIDAD DE BIOGÁS GENERADO (ml)
20 Kg	30	0,256
150 Kg	30	1,920
1050 Kg	30	13,440
4200 Kg	30	53,760

Fuente: Osorio P.

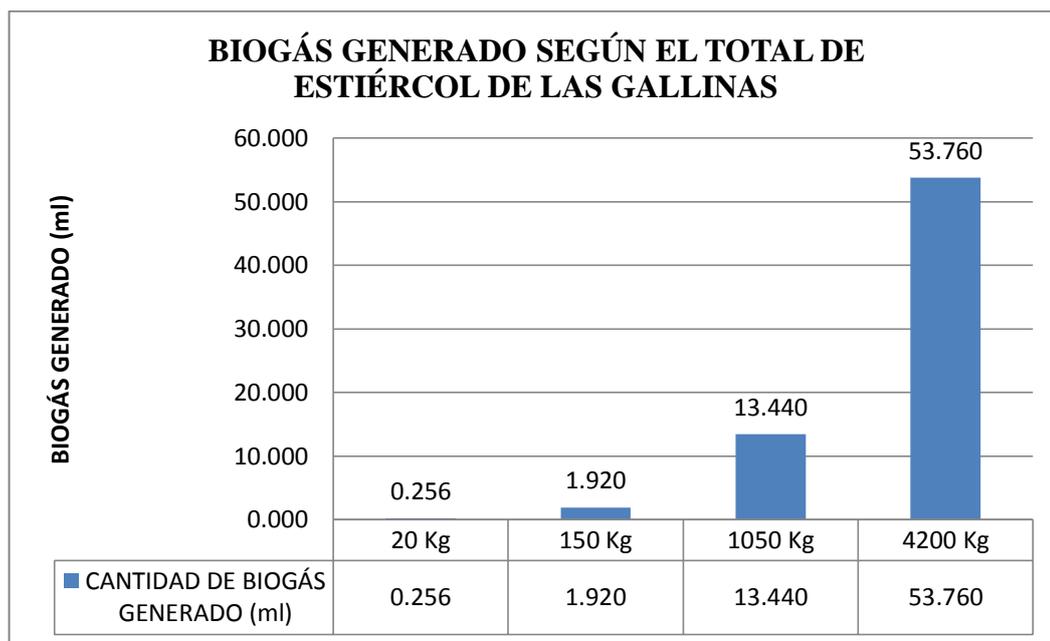


Figura No. 22 Cantidad de biogás generado según el total de estiércol de las gallinas.

Fuente: Osorio P.

Como se enuncia en la tabla y figura anterior se concluye que con los diseños experimentales con 20 Kg de estiércol de las gallinas en un tiempo de retención de 30/35 días conseguiremos 0,256 ml de biogás, con el pertinente análisis concluimos que con 150 Kg de estiércol de las gallinas que se genera diariamente sacaremos 1,920 ml de biogás, con 1050 Kg de estiércol de las gallinas que se obtiene semanalmente alcanzaremos 13,440 ml de biogás y con 4200 Kg de estiércol de las gallinas en la avícola obtendremos 53,760 ml de biogás; todos estos valores de cantidad de biogás son con 30/35 días de degradación de la materia orgánica dentro de la cámara de fermentación del biodigestor.

3.3 Conclusiones del capítulo III.

- La materia orgánica que resulta de las labores diarias de la avícola “Las Amelias” establecen una fuente importante en la producción de biogás teniendo en cuenta su fácil proceso de digestión anaerobia y tiempo de retención para la producción de biogás.

- El estiércol de las gallinas generado por la avícola “Las Amelias” examinados en los diseños experimentales con 20 Kg, se consigue una producción de biogás de 0,256 ml, para el aprovechamiento del potencial energético en la utilización, para el calentamiento de los galpones de la avícola.
- Las conclusiones de los diseños experimentales que se realizaron bajo condiciones controladas, ayudaron a identificar la cantidad de biogás que es de 53,760 ml, permitiendo establecer los parámetros y obtención de datos que permitan realizar el diseño de un biodigestor de flujo continuo, para aprovechar el potencial energético de la materia orgánica que se genera en la avícola “Las Amelias”.

CAPITULO 4

4 PROPUESTA.

Una vez recolectada la información mediante las técnicas consideradas al inicio del proceso de la investigación, se llega a obtener los resultados en el diseño práctico que está directamente relacionado con la cantidad de biogás cuantificado; de esta manera surge la idea de diseñar un biodigestor, para poder utilizar un recurso natural y renovable, a partir del estiércol de las gallinas.

4.1 Título de la propuesta.

Diseño de un biodigestor para la avícola “Las Amelias” de la ciudad de Latacunga.

4.2 Justificación.

En muchos países en vías de desarrollo hay una escasez de combustible y la crisis de la energía es una realidad diaria para la mayoría de las granjas avícolas. La devastación de bosques en países en vías de desarrollo se menciona hoy con frecuencia en los medios de comunicación. La tala de árboles tiene muchas causas. La gente pobre migra, habita y cultiva nuevas áreas de los bosques, reservas y parques nacionales.

Además de la implementación de un sistema de generación de biogás y abono biológico mediante el tratamiento de los residuos orgánicos producidos por las avícolas, en la actualidad en Ecuador el consumo de gas licuado de petróleo se ha convertido en parte fundamental de la subsistencia de las personas y pequeña industria, ya que se usa como medio para poder alimentarse y para el calentamiento de galpones de gallinas ponedoras, pollos de engorde, etc., lo que aumenta la dependencia del consumo de energías no renovables.

Estos factores que más daño pueden causar al ambiente o a la salud, obliga de manera urgente a buscar soluciones para poder reemplazar al gas licuado de petróleo y la leña por un gas más ecológico, que ayude a reducir en parte la deforestación innecesaria existentes en el país, preservando así un buen ecosistema y ahorro energético.

Para ello, este proyecto se orienta a la generación de un combustible más limpio que pueda reemplazar a los combustibles fósiles y de esta manera pueda ser usado para el calentamiento de los galpones de gallinas ponedoras y pollos de engorde, mediante la construcción de un biodigestor de flujo continuo.

El biodigestor ayudará a disminuir la acumulación de los desechos orgánicos de 5000 gallinas y así mantener el galpón más limpio, de esta manera evitará la contaminación tanto para las gallinas, como para el personal que trabaja en la avícola en el cuidado de la misma, por ende disminuye la contaminación al ambiente y se aprovecha el biogás para el calentamiento del galpón.

4.3 Objetivos.

El objetivo central de la propuesta es: Diseñar un biodigestor de flujo continuo para aprovechar los residuos orgánicos de 5000 gallinas, y así, obtener el biogás y bioabono; considerando el impacto social, económico y efectos que causa en el medioambiente.

4.4 Estructura de la propuesta.

Para la obtención de biogás a partir de la utilización del estiércol de las gallinas generados en la avícola “Las Amelias” de la ciudad de Latacunga, asumiendo los resultados que se obtuvieron de los diseños experimentales de los biodigestores para la generación de biogás, teniendo en cuenta que por cada 20 Kg de estiércol de gallina se obtiene 0,256 ml de biogás; la avícola si en un futuro implementaría un biodigestor para la producción de biogás y emplearía la presente propuesta, la

capacidad de producción que se podría obtener dando un mayor aprovechamiento de la materia orgánica generada en la avícola, la propuesta diseñada se detalla a continuación:

- Generación de biogás a partir del estiércol de las gallinas por medio de un sistema de biodigestor de flujo continuo rectangular.
- Utilización del biogás para el calentamiento de los galpones de la avícola “Las Amelias”, con la aplicación de calentadores a gas para sitios cerrados.

4.5 Desarrollo de la propuesta.

Según los resultados obtenidos en los diseños experimentales los cuales se muestran en la tabla N° 8 y tabla N° 10, se ha determinado la cantidad de biogás, que se lograría conseguir a partir del estiércol total de las gallinas que genera en la avícola cada semana, el cual puede ser aprovechado con la implementación de un biodigestor de flujo continuo.

La cantidad de estiércol de gallina acumulada por semana en la avícola es de 1050 Kg, de un total de 5000 gallinas ponedoras, según la información investigada de los biodigestores experimentales se estima con una cantidad de 4200 Kg, teniendo en cuenta el tiempo de retención se obtendrá 53,760 ml de biogás que servirá para el aprovechamiento en la avícola.

Una vez que se analizaron los diferentes tipos de biodigestores en el Capítulo I, se selecciona el que presenta las mejores características para la producción de biogás y que se adapte a las necesidades de la avícola; se concluye que el biodigestor será del tipo horizontal y de flujo continuo, estos pueden ser construidos al nivel del suelo o bajo el nivel del mismo para garantizar una mayor temperatura en el interior de la cámara de fermentación del biodigestor, son rectangulares o cilíndricos los cuales pueden ser de concreto armado o con una bolsa plástica resistente a la intemperie su conformación es alargada y garantiza que el efluente pueda salir del interior de la cámara de fermentación por su flujo

continuo, su tiempo de retención consta de una pileta de carga para la mezcla del estiércol de las gallinas y agua antes de ingresar a la cámara de fermentación y de una pileta de descarga para la salida del biol.

Para una cantidad de 4200 Kg de estiércol de las gallinas, considerando el agua y el tiempo de retención, necesitamos una cámara de fermentación de 5 metros de largo, 1,20 metros de ancho y 1,50 metros de altura para la degradación de la materia orgánica y la bolsa de acumulación de biogás será de la tercera parte del volumen, es decir 3 m³

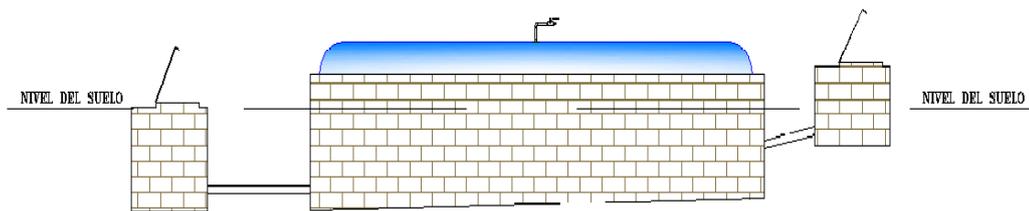


Figura No. 23 Biodigestor de flujo continuo rectangular.

Fuente: Osorio P.

En el diseño del biodigestor se consideró el estiércol de gallina generado es de 150 Kg por día de 5000 aves y teniendo en cuenta que se evacua una vez por semana por lo que se realizó un análisis para mantener un flujo de biogás continuo para garantizar su utilidad en la avícola, esto con la implementación de un biodigestor de flujo continuo rectangular, tomando en cuenta que en la avícola se realiza el desalojo de la materia orgánica resultante del proceso de la producción de huevos cada semana, por lo que se tiene la siguiente interpretación para la obtención de biogás.

Tabla N° 11 Secuencia de la obtención de biogás.

SECUENCIA DE OBTENCIÓN DE BIOGÁS			
	Cantidad de estiércol de gallina (Kg)	Tiempo de retención (días)	Cantidad de biogás (ml)
Semana 1	1050	30	13,44
Semana 2	1050	30	13,44
Semana 3	1050	30	13,44
Semana 4	1050	30	13,44

Fuente: Osorio P.

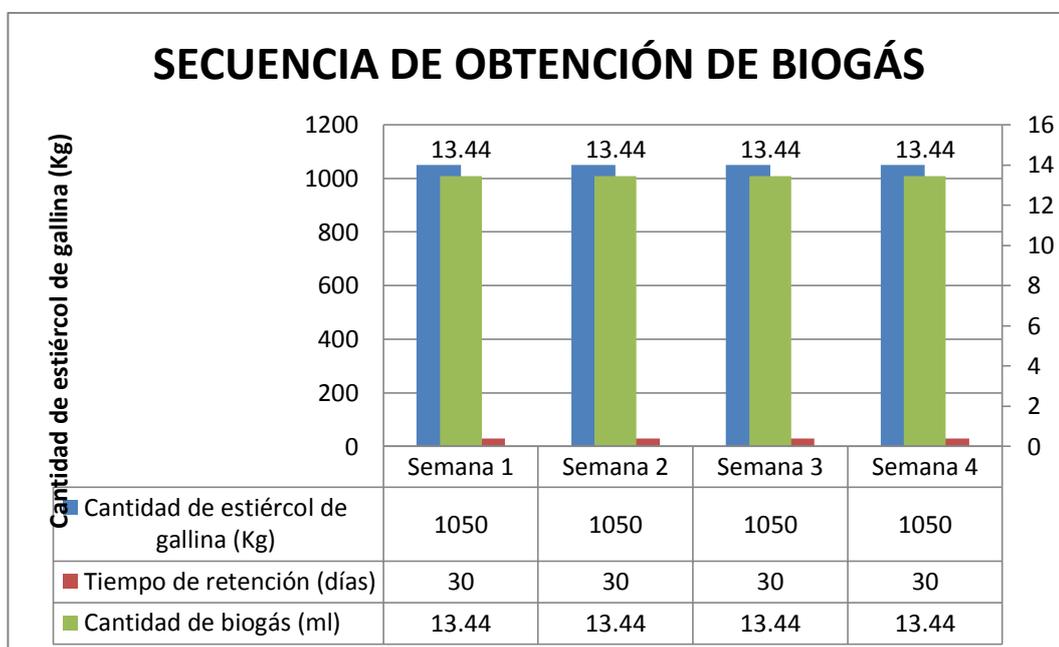


Figura No. 24 Secuencia de obtención de biogás con un biodigestor de flujo continuo rectangular.

Fuente: Osorio P.

Como se describe en la tabla N° 11 y figura N° 23, se plantea para la generación y el aprovechamiento continuo del biogás la implementación de un biodigestor de flujo continuo rectangular, el cual será cargado semanalmente del estiércol de las gallinas generado en la avícola e iniciará su descomposición de la materia orgánica por 30 días, luego de este lapso de días se aprovechará el biogás

generado en el biodigestor; cada semana la avícola genera 1050 Kg de estiércol de las gallinas y luego de los 30 días se obtendrá el biogás, es decir cada semana se tendría 13,440 ml de biogás, y por ende se podrá obtener el biol y se iniciará nuevamente la carga con la materia orgánica; así se obtendrá un aprovechamiento continuo del biogás generado en el biodigestor de flujo continuo rectangular.

4.5.1 Diseño del biodigestor de flujo continuo rectangular.

4.5.1.1 Carga diaria del biodigestor.

La cantidad de materia orgánica en este caso el estiércol de las gallinas que se puede recoger diariamente para alimentar el biodigestor, la relación estiércol-agua es de 1:1, dando una carga diaria de 300 Kg por día.

4.5.1.2 Cálculo del volumen de la cámara de fermentación.

Para el cálculo del volumen de la cámara de fermentación o reactor, la cual corresponde al 75 % del volumen total del biodigestor, considerando un tiempo de retención de 30 días. Teniendo en cuenta la carga diaria y el tiempo de retención tenemos que el volumen de la cámara de fermentación es de 9 m³, por lo que se necesita una cámara de fermentación de 5 metros de largo, 1,20 metros de ancho y 1,50 metros de altura para la degradación de la materia orgánica.

4.5.1.3 Cálculo del volumen del domo.

El cálculo del domo o cúpula de biodigestor es un segmento de una esfera y su volumen constituye el 25 %, el cual corresponde al volumen gaseoso del total del biodigestor, para nuestro caso el volumen de la cúpula es de 3 m³.

4.5.1.4 Cálculo del volumen total del biodigestor de flujo continuo.

El volumen total del biodigestor de flujo continuo es la suma del volumen de la cámara de fermentación, más el volumen del domo o cúpula, el cual nos da como resultado el volumen total de biodigestor es de 12 m³.

4.5.1.5 Cálculo del volumen de la pileta de carga y la pileta de descarga.

Para el cálculo del volumen tanto para la pileta de carga como la pileta de descarga tenemos que cada semana se realiza la evacuación de estiércol de la gallinas y tenemos un volumen de 2,4 m³ de materia orgánica, esto considerando la mezcla 1:1 con el agua, por lo que se necesita una pileta de carga y pileta de descarga de 1,5 metros de largo, 1,20 metros de ancho y 1,50 metros de altura.

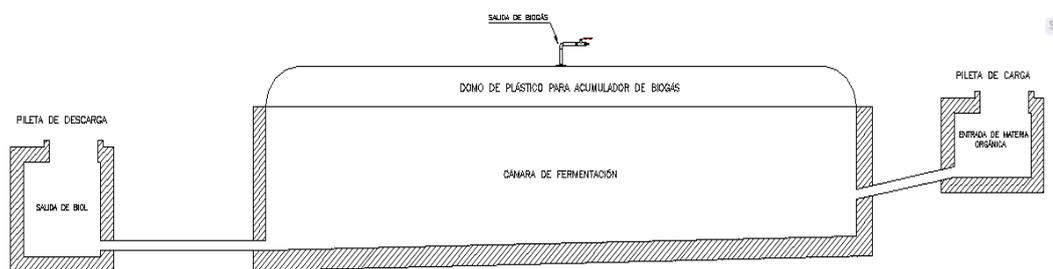


Figura No. 25 Diagrama del biodigestor de flujo continuo rectangular.
Fuente: Osorio P.

En la figura anterior se indica el diagrama del biodigestor de flujo continuo de forma rectangular, en el cual constan las partes que lo conforman y el sentido de ingreso de la materia orgánica, generación de biogás y la salida del biol; en el Anexo 5.4 se muestra el diseño del biodigestor de flujo continuo rectangular con sus respectivas medidas.

4.5.2 Características constructivas del biodigestor de flujo continuo.

El biodigestor de flujo continuo de forma rectangular diseñado tiene las siguientes características:

4.5.2.1 Pileta de carga.

Para la construcción de la pileta de carga, la cual tiene una medida de 2,4 m³ es la pileta por donde va ser cargado con la materia orgánica el biodigestor, está constituido de ladrillo y cemento, la mezcla se dispone en la pileta y es traspasado a la cámara de fermentación por medio de un conducto de PVC de 4" que está conectado desde el interior de la pileta.

Tabla N° 12 Materiales para la construcción de la pileta de carga.

MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PILETA DE CARGA	
MATERIALES	CANTIDAD
Ladrillo	162
Tapa sanitaria	1
Cemento	8
Material pétreo	2
Tubo PVC 4"	1

Fuente: Osorio P.

4.5.2.2 Pileta de descarga.

Es la pileta que sirve para extraer el biol o bioabono, luego que se realice la degradación de la materia orgánica y está constituido con las mismas características de la pileta de carga, la descarga se realiza por el conducto interno que está unido con la cámara de fermentación; al cargar el biodigestor por medio la presión de la materia orgánica que ingresa a la cámara de fermentación, ésta despiden el biol por el conducto, es la misma cantidad de materia orgánica que ingresó pero ya degradada.

Tabla N° 13 Materiales para la construcción de la pileta de descarga.

MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PILETA DE DESCARGA	
MATERIALES	CANTIDAD
Ladrillo	162
Tapa Sanitaria	1
Cemento	8
Material pétreo	2
Válvula PVC de 4"	1
Tubo PVC 4"	1

Fuente: Osorio P.

4.5.2.3 Cámara de fermentación.

Es un tanque cerrado herméticamente, de forma alargada, donde permanece la materia orgánica para su degradación, se construye bajo el nivel del suelo para lograr un adecuado aislamiento térmico, por un extremo está conectado con la pileta de carga, mediante un conducto de tubo PVC de 4" y por el otro con la pileta de descarga mediante un conducto de tubo PVC de 4", y está constituido con ladrillo y acabado en su interior de cemento liso y aditivos impermeables, de una capacidad de 9 m³ de las siguientes medidas 5 metros de largo, 1,20 metros de ancho y 1,50 metros de altura.

Tabla N° 14 Materiales para la construcción de la cámara de fermentación.

MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CÁMARA DE FERMENTACIÓN	
MATERIALES	CANTIDAD
Ladrillo	200
Aditivos impermeables	5
Cemento	12
Material pétreo	4
Acoples PVC para tubo de 4"	2
Aditivos impermeables	2

Fuente: Osorio P.

4.5.2.4 Cúpula de almacenamiento del biogás.

Es el depósito para el almacenamiento del biogás generado en la cámara de fermentación y está constituido de una construcción redonda o semicilíndrica, y puede estar constituido de cemento liso o una bolsa de material plástico resistente a la corrosión y a la intemperie.

Tabla N° 15 Materiales para la construcción de la cúpula.

MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CÚPULA	
MATERIALES	CANTIDAD
Rollo de plástico de geomenbrana 5x2 mts	1
Pegamento de alta resistencia de un litro de contenido	3
Manguera para conducción de gas	10
Acoples para plásticos para conducción de gas de ½”	10
Válvula para control del biogás de ½”	2

Fuente: Osorio P.

4.5.3 Costos involucrados en la construcción del biodigestor de flujo continuo.

En la tabla que se muestra a continuación se indican los costos involucrados de los materiales, obra civil y transporte que se necesita para la construcción del biodigestor de flujo continuo.

Tabla N° 16 Costo de construcción del biodigestor de flujo continuo.

COSTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL BIODIGESTOR DE FLUJO CONTINUO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Ladrillo	U	700	\$ 0,30	\$ 210,00
2	Cemento sacos de 50 Kg	U	40	\$ 7,96	\$ 318,40
3	Material pétrico	m³	5	\$ 40,00	\$ 200,00
4	Tubos PVC de 4"	U	2	\$ 13,50	\$ 27,00
5	Válvula PVC de 4"	U	1	\$ 7,85	\$ 7,85
6	Tapa sanitaria para pozos de revisión	U	2	\$ 35,00	\$ 70,00
7	Aditivos impermeables para la construcción	U	5	\$ 14,12	\$ 70,60
8	Acoples PVC para tubo de 4"	U	2	\$ 5,50	\$ 11,00
9	Rollo de plástico de geomenbrana 5x2 mts	m	1	\$ 220,00	\$ 220,00
10	Pegamento de alta resistencia de un litro	U	3	\$ 17,98	\$ 53,94
11	Manguera para conducción de gas	m	10	\$ 1,12	\$ 11,20
12	Acoples para plásticos para conducción de gas de ½"	U	10	\$ 4,13	\$ 41,30
13	Válvula para control del biogás de ½"	U	1	\$ 8,00	\$ 8,00
14	Mano de obra	U	1	\$ 400,00	\$ 400,00
14	Transporte	U	1	\$ 100,00	\$ 100,00
TOTAL					\$ 1.749,29

Fuente: Osorio P.

4.5.4 Uso del biogás en la avícola.

El biogás obtenido a partir de la degradación de la materia orgánica proveniente de la avícola se utilizará en el calentamiento de los galpones de las gallinas ponedoras, el biogás será transportado desde la cúpula del biodigestor hasta los calentadores, por medio de una manguera para gas y una válvula para el control.

4.6 Valoración socio-económica y ambiental de la propuesta.

4.6.1 Valoración económica.

El fomento de la producción de biogás a base de los desechos orgánicos de las avícolas para uso energético, permite el desarrollo de una nueva actividad en las áreas rurales y pequeñas industrias avícolas.

Para la valoración económica del proyecto de investigación si es factible, se considerará únicamente los costos involucrados de los materiales, mano de obra y transporte y otros gastos que se generan durante la construcción y puesta en operación de un proyecto.

Como se indica en la tabla N° 16 sobre los costos de construcción del biodigestor de flujo continuo en la propuesta planteada, es de \$1.749,29. En vista de estos valores económicamente es viable el presente proyecto.

**Tabla N° 17 Análisis del Valor Actual Neto (VAN)
Tasa Interna de Retorno (TIR)**

ANÁLISIS DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN) TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)				
No	FNE	VAN		TIR
			FNE/(1+i)^n	(1+i)^n
0	-1749,29			-1749,29
1	600,00	110%	545,4545455	\$378,28
2	600,00	121%	495,8677686	\$152,63
3	600,00	133%	450,7888805	-\$36,30
4	600,00	146%	409,8080732	-\$196,05
				VAN: 152,63
				TIR: 14,00%
TASA DE DESCUENTO: 10%				
NÚMERO DE PERIODOS: 4 AÑOS				

Fuente: Osorio P.

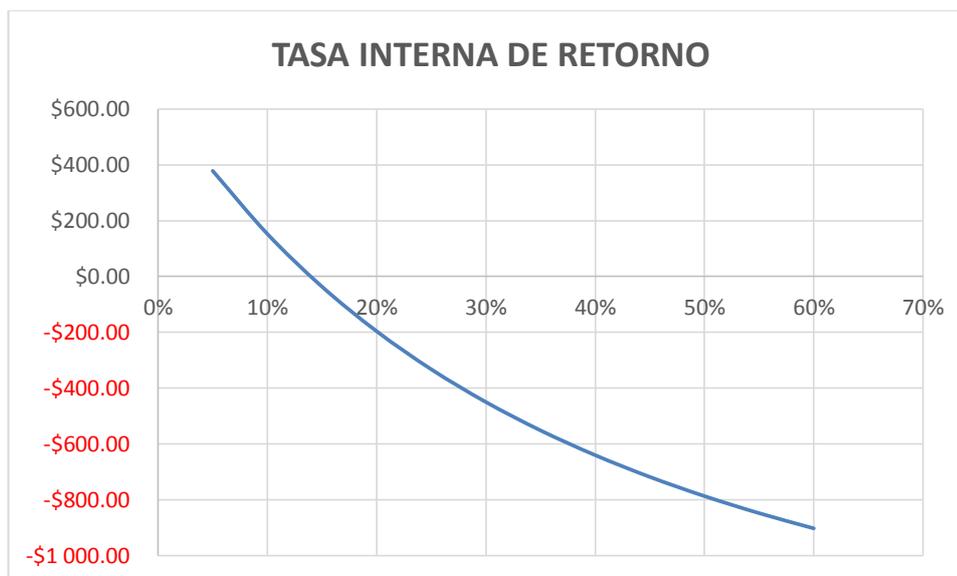


Figura No. 26 Tasa interna de retorno (TIR).
Fuente: Osorio P.

En la tabla N° 17 se muestra la viabilidad económica de la construcción del biodigestor de flujo continuo rectangular con el valor invertido de \$1.749,29 con una comparación de gasto anual de \$600,00 obteniendo su recuperación en un periodo de 4 años con un VAN de USD. \$152,63 y un TIR del 14%.

La cantidad de energía diaria se calcula de la generación del biogás diario del biodigestor:

ED = Energía diaria del biodigestor.

$$ED = 0,0018 \frac{\text{m}^3 \text{ de biogás}}{\text{día}} * \frac{1,2 \text{ KWh}}{1 \text{ m}^3 \text{ de biogás}}$$

$$ED = 0,00216 \frac{\text{KWh}}{\text{día}}$$

Calculo de la Producción mensual de energía:

EM = Energía mensual del biodigestor:

$$EM = 0,00216 \frac{\text{m}^3 \text{ de biogás}}{\text{día}} * \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}}$$

$$EM = 0,066 \frac{\text{m}^3 \text{ de biogás}}{\text{mes}}$$

4.6.2 Valoración Social.

En muchas de las zonas rurales donde se desarrollan las pequeñas empresas avícolas es difícil poder satisfacer las necesidades básicas de combustible, a causa de la falta de infraestructura, la falta de mano de obra y por lo complicado que llega a ser el suministrarlo en la zona; por esto el uso de un biodigestor es una forma sustentable para que las poblaciones de dichos lugares, obtengan el biogás sin la necesidad de hacer una gran inversión o una complicada técnica.

Al utilizar el biogás para el calentamiento de los galpones, ayuda al desarrollo social, ya que es un recurso renovable que no está siendo aprovechado; y al darle un uso específico aporta al desarrollo del sitio en donde se está produciendo, por ende puede ser aplicado en las avícolas para futuros proyectos sobre la aplicación de biodigestores, y así aprovechar el biogás, es decir con esta aplicación a pequeña escala, contribuye al desarrollo de la sociedad.

4.6.3 Valoración Ambiental.

Si normalmente a los sistemas de producción de energías renovables se les otorga un beneficio claro, la disminución de la carga contaminante provocada por los combustibles fósiles, en el caso de los desechos orgánicos de las avícolas existen otros beneficios como propiciar el desarrollo rural y proporcionar el tratamiento adecuado de residuos, en algunos casos contaminantes para el medio ambiente.

Al implementar el biodigestor para la obtención de biogás a partir del estiércol de las gallinas generado por la avícola, se reduce la contaminación como malos olores que pueden ser dañinos para el personal que labora en el lugar, así como

para la población que habita cerca, esta aplicación es más amigable en cuanto a cuidar el medio ambiente, ya que al aplicar el mencionado proyecto se utilizará el biogás para el calentamiento de los galpones de la avícola y brindará un aporte en contra de la contaminación del medio ambiente.

4.7 CONCLUSIONES GENERALES.

- Luego de la elaboración y análisis de los biodigestores experimentales se determina que por cada 20 Kg de estiércol de gallina, se obtiene una producción de 0,256 ml de biogás en la avícola “Las Amelias” de la ciudad de Latacunga.
- Durante el desarrollo de la presente investigación, la cantidad de materia orgánica generada por la avícola en una semana es de 1050 Kg de estiércol de las gallinas se obtiene 13,440 ml de biogás, y con 4200 Kg de estiércol de las gallinas que genera mensualmente en la avícola, obtendremos 53,760 ml de biogás, por lo que el proyecto mostró ser viable para el aprovechamiento en el calentamiento de los galpones avícola; esta alternativa puede representar una reducción en los costos de producción.
- El dimensionamiento del biodigestor de flujo continuo rectangular, se llevó a cabo mediante cálculos con la utilización de ecuaciones establecidas para este tipo de diseño, obteniéndose como resultado un biodigestor de 12,00 m³ de capacidad, sus dimensiones son: cámara de fermentación 5 m de largo, 1,20 m de ancho y 1,50 m de altura; el volumen de domo es de 3,00 m³; las piletas de carga y descarga 2,4 m³ de capacidad y sus dimensiones son 1,50 m de largo, 1,20 m de ancho y 1,50 m de altura.

4.8 RECOMENDACIONES GENERALES.

- La temperatura ambiente juega un rol importante en el tiempo de retención de la materia orgánica en la cámara de fermentación, ya que a mayor temperatura menor tiempo de retención, es aconsejable en las zonas frías la construcción de invernaderos para ayudar en el incremento de la temperatura e incidir en la eficiencia del biodigestor.
- Existe mucho desconocimiento sobre el potencial del estiércol de las gallinas como posible energía alternativa, sólo se maneja como un desperdicio contaminante y en algunos casos como fertilizante, la conversión de los residuos orgánicos generados por las avícolas es una alternativa económicamente atractiva a pequeña escala, con la implementación de biodigestores se pretende reducir el costo de producción.
- El diseño y construcción de los biodigestores se debe realizar bajo el nivel del suelo, para garantizar una temperatura óptima dentro de la cámara de fermentación, y de esta manera minimizar el tiempo de retención de la materia orgánica o utilizar biodigestores tipo salchicha elaborados con geomembrana, pero hay que tener en cuenta el delicado manejo de estos materiales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA, M. (1989). Biomasa y Biocombustibles: Ecuador. *Fundación ecuatoriana de tecnología apropiada.*, 13-18.
- Agencia Alemana de Energía. (2010). Energías Renovables. *El suministro de Energía verde para hoy y para mañana*, 26.
- AQUALIMPIA. (s.f. de 06 de 2013). *Niendorfer str.53 b 29525 uelzen*. Recuperado el 12 de 09 de 2016, de Control de procesos e n biodigestores: <http://www.aqualimpia.com/PDF/Control-de-proceso.pdf>
- Aranzata, C. (2005). *Introducción a la Metodología Experimental* . Mexico: Noriega Editores .
- Botero, M., & Thomas. (2010). *Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Campos Cuní, B. (2011). *Metodología para determinar los parámetros de diseño y construcción de biodigestores para el sector cooperativo y campesino*. Recuperado el 07 de 05 de 2017, de Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542011000200007&lng=es&tlng=es
- Carta González, J. A., Calero Pérez, R., Colmenar Santos, A., Castro Gil, M. A., & Collado Fernández, E. (2013). *Centrales de energías renovables*. Madrid: Person Educación, S.A.
- Cohen, N. (2003). *Metodología de la Investigación*. Buenos Aires: CIES Estudios Sociologicos.

Coordinación de Energías Renovables. (2008). *www.energia.gov.ar*. Recuperado el 10 de 03 de 2017, de http://www.inti.gob.ar/e-renova/erTO/pdf/libro_energia_biomasa.pdf

Corona Zúniga, I. (2017). *Biodigestores*. México: México tercer milenium.

ECO AGRICULTURA. (s.f. de s.f. de s.f.). *Composicion del estiercol*. Recuperado el 30 de 08 de 2016, de El medio natural, la agricultura y los alimentos: <http://www.ecoagricultura.net/composicion-del-estiercol/>

ENDESA. (s.f. de s.f. de s.f.). *Centrales de biomasa*. Recuperado el 03 de 09 de 2016, de Endesa educa: http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/produccion-de-electricidad/xiv.-las-centrales-de-biomasa

FACHAGENTUR NACHWACH ROHSTOFFE. (03 de 05 de 2013). *Guia sobre el biogas*. Recuperado el 28 de 08 de 2016, de Leitfadenbiogas: <https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/l/e/leitfadenbiogas-es-2013.pdf>

Forget, A. (2011). *Manual de diseño y de difusión de biodigestores familiares, con enfoque en biodigestores tubulares*. Lima Peru.

Güelfo, L. (2008). *Caracterización Cinética de la Degradación Anaerobia Termofílica Seca de la foRSU*. Madrid.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). Energía de la biomasa. *Manuales de Energías Renovables*, 43.

Pascual, G. (2009). *Manual de Psicología Experimental*. Barcelona : Ariel Editorial.

Pizarro Rimari, E., & Manyari Canchaya, E. (2012). *Generación de Energía Eléctrica por Medio de Residuos Sólidos*. Saarbrücken: Académica Española.

Solarízate. (2012). *www.solarizate.org*. Recuperado el 10 de 03 de 2017, de <http://www.solarizate.org/pdf/castellano/fichasalumnos/ficha11.pdf>

Taiganides, E. (1990). *Biogás: recuperación de energía de los excrementos animales*. Mexico.

TOSCANO, & TOSCANO SANGUIL, T. C. (14 de 06 de 201). *Escuela superior politecnica de Chimborazo*. Recuperado el 23 de 10 de 2016, de Diseño de un biodigestor: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4898/1/236T0186.pdf>

Vargas, L. (2012). *Los biodigestores, alternativa de tratamiento para residuos pecuarios*. Calí: Barsayas.

5 ANEXOS.

5.1 Entrevista al administrador y técnico de la avícola Las Amelias.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS
COHORTE 2014

OBJETIVO: Conocer la realidad de la producción y cantidad de materia orgánica generada por la Avícola Las Amelias de la ciudad de Latacunga.

Administrador: Ing. Cristian Pasquel.

Técnico: Médico Veterinario Marcelo Moreno.

- 1.- ¿Qué cantidad de gallinas ponedoras tiene en producción la avícola?
- 2.- ¿Cuál es el consumo de alimento diario de una gallina y la relación con el estiércol diario generado por una gallina?
- 3.- ¿Cuál es el tiempo de producción de huevos de una gallina?
- 4.- ¿Cada que tiempo se evacua el estiércol generado por las gallinas ponedoras?
- 5.- ¿Cuál es la temperatura mínima y máxima que debe estar el galpón para una correcta producción?
- 6.- ¿Qué tipo de equipos se utiliza para el calentamiento de los galpones y combustible utilizado?
- 7.- ¿Cuál es la disposición final del estiércol de las gallinas generado por la avícola?

8.- ¿Influye la acumulación del estiércol de las gallinas en los galpones tanto para las gallinas como para las personas que prestan sus servicios?

9.- ¿Cuál es el periodo de producción de una gallina y permanencia de la misma en la avícola?

10.- ¿Qué procedimientos se aplican para el manejo de los desechos orgánicos que genera la avícola para minimizar el impacto ambiental?

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

5.2 Registro fotográfico.

Construcción de los biodigestor experimentales.





Recolección del estiércol delas gallinas.



Carga de los biodigestores experimentales.





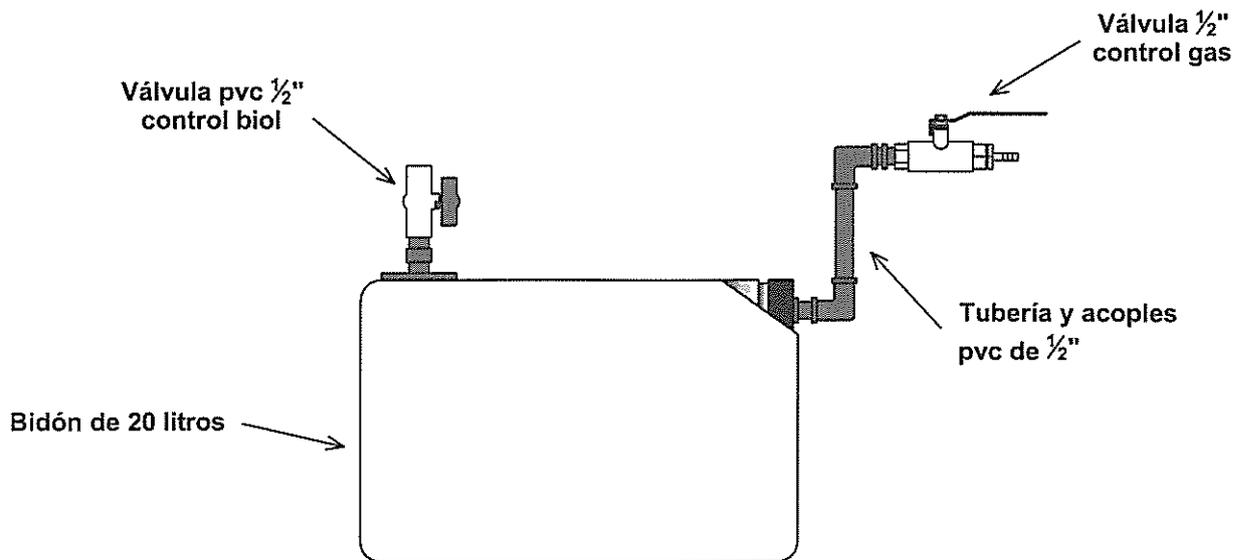
Obtención del biogás.



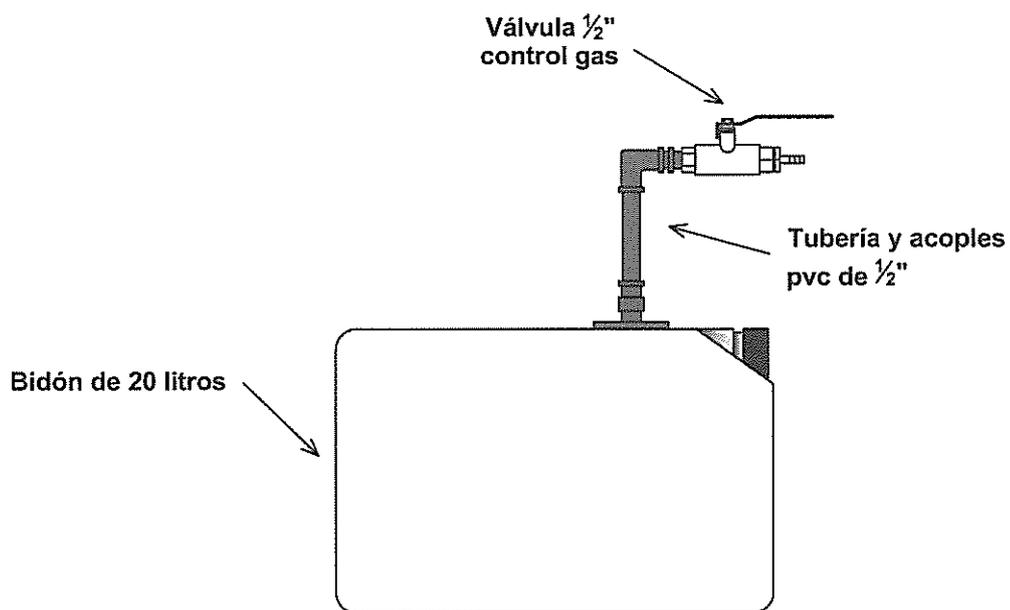
Comparación en el tiempo de ebullición del agua.



DISEÑO EXPERIMENTAL N° 1



DISEÑO EXPERIMENTAL N° 2



GRANJA AVÍCOLA "LAS AMELIAS"

PLANOS DE LOS DISEÑOS EXPERIMENTALES DEL BIODIGESTOR

ELABORADO POR: ING. PAUL
OSORIO JIMÉNEZ

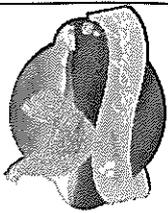
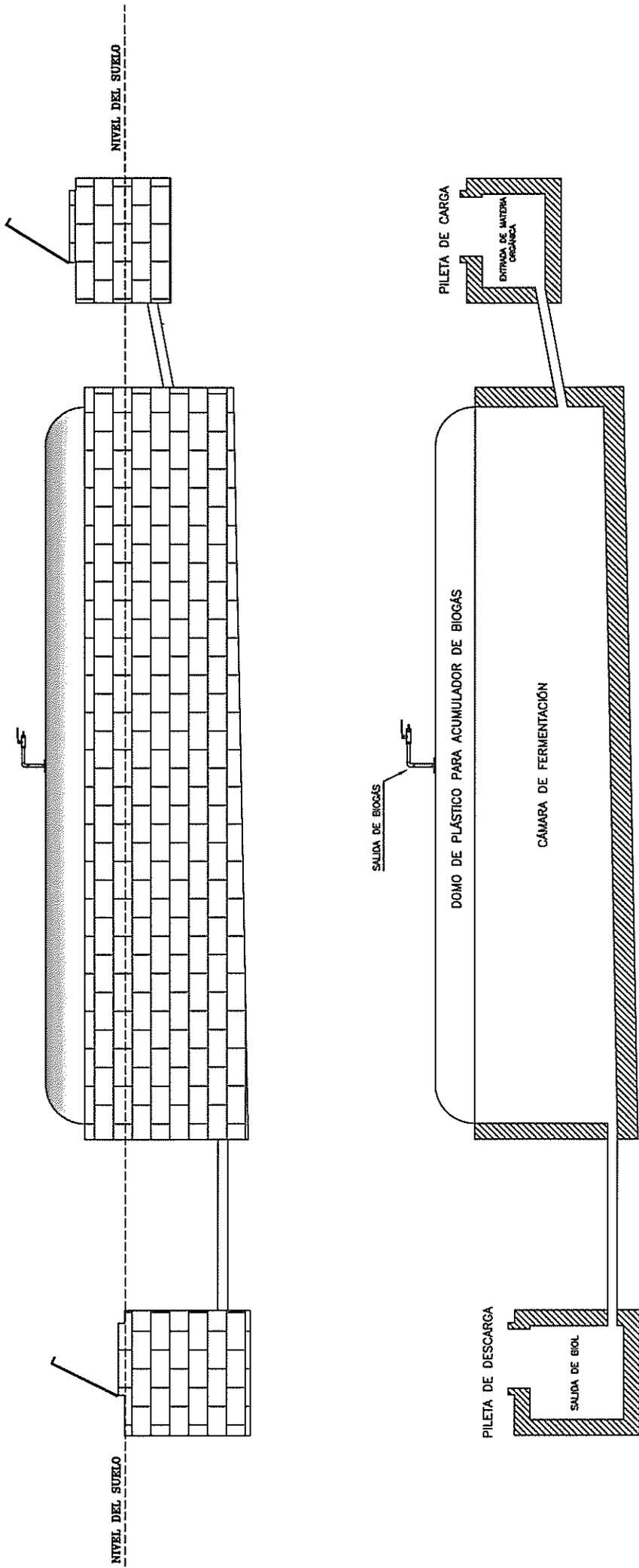
UNIDAD DEL PROYECTO: LA AVICOLA "LAS AMELIAS" SE ENCUENTRA UBICADA EN EL BARRIO
PULCÓN DEL CANTÓN LATACUNSA DE LA PROVINCIA DE OROQUENA

PLANO: 1 DE 1

REVISADO POR: MSc. ÁNGEL LEÓN
SEGUYA.

ANEXO: 5.3





GRANJA AVÍCOLA "LAS AMELIAS"

PLANO DE DISEÑO DEL BIODIGESTOR DE FLUJO CONTINUO RECTANGULAR

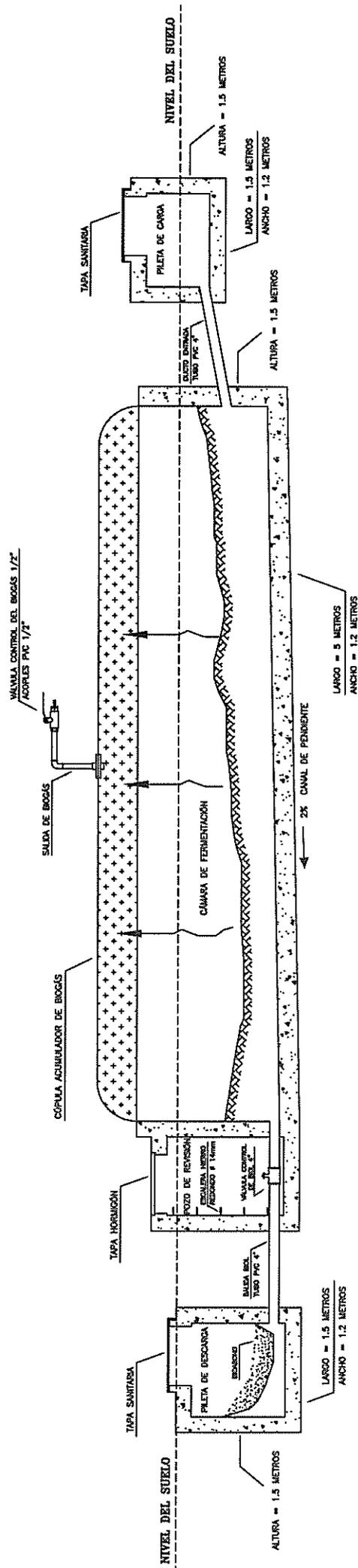
ELABORADO POR: ING. PAUL OSORIO JIMÉNEZ.

REVISADO POR: MSc. ING. ÁNGEL LEÓN SEGOVIA.

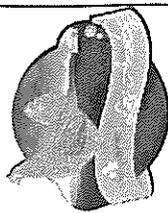
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LA AVÍCOLA "LAS AMELIAS" SE ENCUENTRA UBICADA EN EL BARRIO PUSUCHISI DEL CANTÓN LATACUNGA, DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.

PLANO: 1 DE 2

ANEXO: 5.4



CORTE A - A



GRANJA AVÍCOLA "LAS AMELIAS"

PLANO DE DISEÑO DEL BIODIGESTOR DE FLUJO CONTINUO RECTANGULAR

ELABORADO POR: ING. PAOL OSORIO JIMÉNEZ.

REVISADO POR: MSc. ING. ANGEL LEÓN SEGUYA.

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LA AVÍCOLA "LAS AMELIAS" SE ENCUENTRA UBICADA EN EL BARRIO PUSUCUISÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.

PLANO: 2 DE 2

ANEXO: 5.4



ANEXO 1

SOLOCITUD A EXPERTOS PARA VALIDACIÓN

Latacunga junio 08, 2017.

PhD.

Enrique Torres Tamayo

DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Presente

De mi consideración:

A través del presente expreso un cordial y efusivo saludo, a la vez; conocedor de su alta capacidad profesional, me permito solicitar de la manera más comedida, su valiosa colaboración en la VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO a utilizarse en la recolección de datos para mi investigación sobre **“Generación de biogás en la avícola Las Amelias de la ciudad de Latacunga en el año 2016, a partir del estiércol de gallina. Propuesta de diseño de un biodigestor”**.

Mucho agradeceré seguir las instrucciones que se anexan al presente: matriz de operacionalización de variables, los objetivos, instrumentos y los formularios.

Por la atención favorable al presente, anticipo mis más sinceros agradecimientos de alta consideración y estima.

Atentamente,

Paul Hernán Osorio Jiménez.

RESPONSABLE DE LA INVESTIGACIÓN



ANEXO 3

OBJETIVOS DEL INSTRUMENTO PARA LA FASE DE DIAGNÓSTICO

Objetivo General.

Diseñar un biodigestor para la generación de biogás a partir del estiércol de las gallinas en la Avícola “Las Amelias” de la ciudad de Latacunga en el año 2016.

Objetivos específicos.

- Establecer los referentes teóricos que sirve de base para la investigación.
- Aprovechar los residuos orgánicos de las gallinas a través de la recolección para su uso en el biodigestor, obtención de biogás y abono fertilizante.
- Seleccionar un biodigestor óptimo para la generación de biogás, en base a los residuos orgánicos de las gallinas.
- Generar biogás por medio del biodigestor para la sustitución del uso de gas licuado de petróleo (GLP), para el calentamiento de los galpones de la granja.



ANEXO 4

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	ÍTEMS
<u>Independiente</u> Diseño de un biodigestor.	Aprovechamiento del estiércol de las gallinas.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cantidad de estiércol.➤ Dimensionamiento del Biodigestor.	<ul style="list-style-type: none">➤ Encuestas.➤ Medición.➤ Cálculos.	Encuesta. Kilogramos. Ecuaciones.
<u>Dependiente</u> Generación de biogás.	Energías renovables, generación de biogás para el calentamiento de los galpones.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cantidad de biogás generado en el biodigestor.➤ Comparación del tiempo de ebullición del agua entre el GLP y el biogás generado en el biodigestor.	<ul style="list-style-type: none">➤ Medición.➤ Comparación.➤ Cronómetro.	Milímetros. Tiempo. Temperatura.

Elaboración: Osorio Jiménez Paúl Hernán



ANEXO 5

RELACIÓN ENTRE VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E ÍTEMS

RELACIÓN ENTRE VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E ÍTEMS		
P = PERTINENTE		NP = NO PERTINENTE
ÍTEMS	A	OBSERVACIONES
1	P	Indicador correcto.
2	P	Indicador correcto.
3	P	Indicador correcto.
4	P	Indicador correcto.
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		

f. 
VALIDADOR

CC. 1757121940



ANEXO 6

**CALIDAD TÉCNICA Y REPRESENTATIVIDAD
(DEBE COSNTAR TODOS LOS ITEMS DE LA ENCUESTA)**

CALIDAD TÉCNICA Y REPRESENTATIVIDAD			
O= OPTIMA	B= BUENA	R= REGULAR	D= DEFICIENTE
ITEMS	B	OBSERVACIONES	
1	O	Significativa.	
2	B	Significativa.	
3	O	Significativa.	
4	B	Significativa.	
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
25			

f. 
VALIDADOR

cc. 1757121940



ANEXO 7

LENGUAJE

LENGUAJE		
A= ADECUADO		I= INADECUADO
ITEMS	C	OBSERVACIONES
1	A	Adecuado.
2	A	Adecuado.
3	A	Adecuado.
4	A	Adecuado.
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		

f. .....
VALIDADOR

cc. 1757121940.....



ANEXO 1

SOLOCITUD A EXPERTOS PARA VALIDACIÓN

Latacunga junio 08, 2017.

Doctor
Secundino Marrero Ramírez
DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Presente

De mi consideración:

A través del presente expreso un cordial y efusivo saludo, a la vez; conocedor de su alta capacidad profesional, me permito solicitar de la manera más comedida, su valiosa colaboración en la VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO a utilizarse en la recolección de datos para mi investigación sobre **“Generación de biogás en la avícola Las Amelias de la ciudad de Latacunga en el año 2016, a partir del estiércol de gallina. Propuesta de diseño de un biodigestor”**.

Mucho agradeceré seguir las instrucciones que se anexan al presente: matriz de operacionalización de variables, los objetivos, instrumentos y los formularios.

Por la atención favorable al presente, anticipo mis más sinceros agradecimientos de alta consideración y estima.

Atentamente,

Paul Hernán Osorio Jiménez.

RESPONSABLE DE LA INVESTIGACIÓN



ANEXO 3

OBJETIVOS DEL INSTRUMENTO PARA LA FASE DE DIAGNÓSTICO

Objetivo General.

Diseñar un biodigestor para la generación de biogás a partir del estiércol de las gallinas en la Avícola “Las Amelias” de la ciudad de Latacunga en el año 2016.

Objetivos específicos.

- Establecer los referentes teóricos que sirve de base para la investigación.
- Aprovechar los residuos orgánicos de las gallinas a través de la recolección para su uso en el biodigestor, obtención de biogás y abono fertilizante.
- Seleccionar un biodigestor óptimo para la generación de biogás, en base a los residuos orgánicos de las gallinas.
- Generar biogás por medio del biodigestor para la sustitución del uso de gas licuado de petróleo (GLP), para el calentamiento de los galpones de la granja.



ANEXO 4

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	ÍTEMS
<u>Independiente</u> Diseño de un biodigestor.	Aprovechamiento del estiércol de las gallinas.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cantidad de estiércol.➤ Dimensionamiento del Biodigestor.	<ul style="list-style-type: none">➤ Encuestas.➤ Medición.➤ Cálculos.	Encuesta. Kilogramos. Ecuaciones.
<u>Dependiente</u> Generación de biogás.	Energías renovables, generación de biogás para el calentamiento de los galpones.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cantidad de biogás generado en el biodigestor.➤ Comparación del tiempo de ebullición del agua entre el GLP y el biogás generado en el biodigestor.	<ul style="list-style-type: none">➤ Medición.➤ Comparación.➤ Cronómetro.	Milímetros. Tiempo. Temperatura.

Elaboración: Osorio Jiménez Paúl Hernán



ANEXO 5

RELACIÓN ENTRE VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E ÍTEMS

RELACIÓN ENTRE VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E ÍTEMS		
P = PERTINENTE		NP = NO PERTINENTE
ÍTEMS	A	OBSERVACIONES
1	P	PERTINENTE
2	P	PERTINENTE
3	P	PERTINENTE
4	P	PERTINENTE
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		

f. 
VALIDADOR

CC1757107907



ANEXO 6

**CALIDAD TÉCNICA Y REPRESENTATIVIDAD
(DEBE COSNTAR TODOS LOS ITEMS DE LA ENCUESTA)**

CALIDAD TÉCNICA Y REPRESENTATIVIDAD				
O= OPTIMA		B= BUENA	R= REGULAR	D= DEFICIENTE
ITEMS	B	OBSERVACIONES		
1	B	ADECUADOS TÉRMINOS.		
2	O	ADECUADOS TÉRMINOS.		
3	B	ADECUADOS TÉRMINOS.		
4	O	ADECUADOS TÉRMINOS.		
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
25				

f. 
VALIDADOR

CC. 1757107907



ANEXO 7

LENGUAJE

LENGUAJE		
A= ADECUADO		I= INADECUADO
ITEMS	C	OBSERVACIONES
1	A	
2	A	
3	A	
4	A	
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		

f. .....
VALIDADOR

CC. 1757107907.....



ANEXO 1

SOLOCITUD A EXPERTOS PARA VALIDACIÓN

Latacunga junio 08, 2017.

Doctora
Iliana Gonzáles
DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Presente

De mi consideración:

A través del presente expreso un cordial y efusivo saludo, a la vez; conocedor de su alta capacidad profesional, me permito solicitar de la manera más comedida, su valiosa colaboración en la VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO a utilizarse en la recolección de datos para mi investigación sobre **“Generación de biogás en la avícola Las Amelias de la ciudad de Latacunga en el año 2016, a partir del estiércol de gallina. Propuesta de diseño de un biodigestor”**.

Mucho agradeceré seguir las instrucciones que se anexan al presente: matriz de operacionalización de variables, los objetivos, instrumentos y los formularios.

Por la atención favorable al presente, anticipo mis más sinceros agradecimientos de alta consideración y estima.

Atentamente,

Paul Hernán Osorio Jiménez.
RESPONSABLE DE LA INVESTIGACIÓN



ANEXO 3

OBJETIVOS DEL INSTRUMENTO PARA LA FASE DE DIAGNÓSTICO

Objetivo General.

Diseñar un biodigestor para la generación de biogás a partir del estiércol de las gallinas en la Avícola “Las Amelias” de la ciudad de Latacunga en el año 2016.

Objetivos específicos.

- Establecer los referentes teóricos que sirve de base para la investigación.
- Aprovechar los residuos orgánicos de las gallinas a través de la recolección para su uso en el biodigestor, obtención de biogás y abono fertilizante.
- Seleccionar un biodigestor óptimo para la generación de biogás, en base a los residuos orgánicos de las gallinas.
- Generar biogás por medio del biodigestor para la sustitución del uso de gas licuado de petróleo (GLP), para el calentamiento de los galpones de la granja.



ANEXO 4

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	ÍTEMS
<u>Independiente</u> Diseño de un biodigestor.	Aprovechamiento del estiércol de las gallinas.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cantidad de estiércol.➤ Dimensionamiento del Biodigestor.	<ul style="list-style-type: none">➤ Encuestas.➤ Medición.➤ Cálculos.	Encuesta. Kilogramos. Ecuaciones.
<u>Dependiente</u> Generación de biogás.	Energías renovables, generación de biogás para el calentamiento de los galpones.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cantidad de biogás generado en el biodigestor.➤ Comparación del tiempo de ebullición del agua entre el GLP y el biogás generado en el biodigestor.	<ul style="list-style-type: none">➤ Medición.➤ Comparación.➤ Cronómetro.	Milímetros. Tiempo. Temperatura.

Elaboración: Osorio Jiménez Paúl Hernán



ANEXO 5

RELACIÓN ENTRE VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E ÍTEMS

RELACIÓN ENTRE VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E ÍTEMS		
P = PERTINENTE		NP = NO PERTINENTE
ITEMS	A	OBSERVACIONES
1	P	Conecto.
2	P	Conecto.
3	P	Conecto.
4	P	Conecto.
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		

f. 
VALIDADOR
cc. 1757070659



ANEXO 6

**CALIDAD TÉCNICA Y REPRESENTATIVIDAD
(DEBE COSNTAR TODOS LOS ITEMS DE LA ENCUESTA)**

CALIDAD TÉCNICA Y REPRESENTATIVIDAD			
O= OPTIMA	B= BUENA	R= REGULAR	D= DEFICIENTE
ITEMS	B	OBSERVACIONES	
1	B	Buena.	
2	O	Optima.	
3	B	Buena.	
4	O	Optima.	
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
25			

f. 
VALIDADOR
cc. 1757070655



ANEXO 7

LENGUAJE

LENGUAJE		
A= ADECUADO		I= INADECUADO
ITEMS	C	OBSERVACIONES
1	A	Términos conectos.
2	A	Términos conectos.
3	A	Términos conectos.
4	A	Términos conectos.
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		

f. 
VALIDADOR

CC. 1757070655



ANEXO 1

SOLOCITUD A EXPERTOS PARA VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Latacunga junio 08, 2017.

Msc. Ing.
Cristian Gallardo.
DOCENTE UNIVERSITARIO
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Presente

De mi consideración:

A través del presente expreso un cordial y efusivo saludo, a la vez; conocedor de su alta capacidad profesional investigativa, me permito solicitar de la manera más comedida, su valiosa colaboración en la **VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA** como un mecanismo a la solución del problema planteado en el siguiente tema de investigación: **“Generación de biogás en la avícola Las Amelias de la ciudad de Latacunga en el año 2016, a partir del estiércol de gallina. Propuesta de diseño de un biodigestor”**.

Mucho agradeceré seguir las instrucciones que se anexan al presente.

Por la atención favorable al presente, anticipo mis más sinceros agradecimientos de alta consideración y estima.

Atentamente,

Paúl Hernán Osorio Jiménez.
RESPONSABLE DE LA INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS

ANEXO 2
INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

TÍTULO DE LA PROPUESTA: Generación de biogás en la avícola Las Amelias de la ciudad de Latacunga en el año 2016, a partir del estiércol de gallina. Propuesta de diseño de un biodigestor.

3 = MUY SATISFACTORIO	2 = SATISFACTORIO	1 = POCO SATISFACTORIO
-----------------------	-------------------	------------------------

ASPECTOS	3	2	1	OBSERVACIONES
1. EL TEMA: <ul style="list-style-type: none">Identificación de la propuesta.Originalidad.Impacto.	X			
2. OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none">Determinación clara y concisa.Factibilidad.Utilidad.		X		
3. JUSTIFICACIÓN: <ul style="list-style-type: none">Contribuye a mejorar la organización.Contribuye un aporte para la institución o empresa.	X			
4. FUNDAMENTACIÓN TEORICA: <ul style="list-style-type: none">Se fundamenta en teorías científicas contemporáneas.Los conceptos son de fácil comprensión.Utiliza terminología básica y específica.		X		
5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA: <ul style="list-style-type: none">Presenta un orden lógico.Tiene coherencia entre si los componentes de la propuesta.Se ajusta a la realidad del contexto social.Es sugestivo e interesante.Es de fácil manejo.		X		
TOTAL	6	6	0	

VALIDADO POR:	Nombre: <i>Ing. Cristian Gallardo</i>		
Área de Trabajo. <i>Docente</i>	Título Profesional. <i>Msc. Ing.</i>	Cargo u Ocupación. <i>Docente UTC</i>	Año de Experiencia. <i>5</i>
Observaciones:			
Fecha: <i>08-06-2017</i>	Telf.: <i>0984501619</i>	Dirección del Trabajo: <i>UTC</i>	C.I: <i>050284769-2</i>

f. *Cristian Gallardo*
VALIDADOR



ANEXO 1

SOLOCITUD A EXPERTOS PARA VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Latacunga junio 08, 2017.

Msc. Ing.
Iván Mena Venegas.
JEFE DE MANTENIMIENTO
EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI ELEPCO S. A.
Presente

De mi consideración:

A través del presente expreso un cordial y efusivo saludo, a la vez; conocedor de su alta capacidad profesional investigativa, me permito solicitar de la manera más comedida, su valiosa colaboración en la **VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA** como un mecanismo a la solución del problema planteado en el siguiente tema de investigación: **“Generación de biogás en la avícola Las Amelias de la ciudad de Latacunga en el año 2016, a partir del estiércol de gallina. Propuesta de diseño de un biodigestor”**.

Mucho agradeceré seguir las instrucciones que se anexan al presente.

Por la atención favorable al presente, anticipo mis más sinceros agradecimientos de alta consideración y estima.

Atentamente,

Paúl Hernán Osorio Jiménez.
RESPONSABLE DE LA INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS

ANEXO 2
INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

TÍTULO DE LA PROPUESTA: Generación de biogás en la avícola Las Amelias de la ciudad de Latacunga en el año 2016, a partir del estiércol de gallina. Propuesta de diseño de un biodigestor.

3 = MUY SATISFACTORIO	2 = SATISFACTORIO	1 = POCO SATISFACTORIO
-----------------------	-------------------	------------------------

ASPECTOS	3	2	1	OBSERVACIONES
1. EL TEMA: <ul style="list-style-type: none">Identificación de la propuesta.Originalidad.Impacto.		X		
2. OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none">Determinación clara y concisa.Factibilidad.Utilidad.		X		
3. JUSTIFICACIÓN: <ul style="list-style-type: none">Contribuye a mejorar la organización.Contribuye un aporte para la institución o empresa.		X		
4. FUNDAMENTACIÓN TEORICA: <ul style="list-style-type: none">Se fundamenta en teorías científicas contemporáneas.Los conceptos son de fácil comprensión.Utiliza terminología básica y específica.	X			
5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA: <ul style="list-style-type: none">Presenta un orden lógico.Tiene coherencia entre si los componentes de la propuesta.Se ajusta a la realidad del contexto social.Es sugestivo e interesante.Es de fácil manejo.		X		
TOTAL	3	8	0	

VALIDADO POR:	Nombre: <i>Ing. Ivan Elena Venegas.</i>		
Área de Trabajo, <i>Mantenimiento.</i>	Título Profesional, <i>Msc. Ing. Electrico</i>	Cargo u Ocupación, <i>Dir. Mantenimiento</i>	Año de Experiencia, <i>25</i>
Observaciones:			
Fecha: <i>08-06-2017</i>	Telf.: <i>0998215413</i>	Dirección del Trabajo: <i>Elepc.</i>	C.I.: <i>0501691083.</i>

f. 
VALIDADOR.



ANEXO 1

SOLOCITUD A EXPERTOS PARA VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Latacunga junio 08, 2017.

Msc. Ing.
Iturralde Albán Javier Hernán.
JEFE DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI ELEPCO S. A.
Presente

De mi consideración:

A través del presente expreso un cordial y efusivo saludo, a la vez; conocedor de su alta capacidad profesional investigativa, me permito solicitar de la manera más comedida, su valiosa colaboración en la **VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA** como un mecanismo a la solución del problema planteado en el siguiente tema de investigación: **“Generación de biogás en la avícola Las Amelias de la ciudad de Latacunga en el año 2016, a partir del estiércol de gallina. Propuesta de diseño de un biodigestor”**.

Mucho agradeceré seguir las instrucciones que se anexan al presente.

Por la atención favorable al presente, anticipo mis más sinceros agradecimientos de alta consideración y estima.

Atentamente,

Paul Hernán Osorio Jiménez.
RESPONSABLE DE LA INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS

ANEXO 2
INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

TÍTULO DE LA PROPUESTA: Generación de biogás en la avícola Las Amelias de la ciudad de Latacunga en el año 2016, a partir del estiércol de gallina. Propuesta de diseño de un biodigestor.

3 = MUY SATISFACTORIO	2 = SATISFACTORIO	1 = POCO SATISFACTORIO
-----------------------	-------------------	------------------------

ASPECTOS	3	2	1	OBSERVACIONES
1. EL TEMA: <ul style="list-style-type: none">Identificación de la propuesta.Originalidad.Impacto.	X			
2. OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none">Determinación clara y concisa.Factibilidad.Utilidad.	X			
3. JUSTIFICACIÓN: <ul style="list-style-type: none">Contribuye a mejorar la organización.Contribuye un aporte para la institución o empresa.	X			
4. FUNDAMENTACIÓN TEORICA: <ul style="list-style-type: none">Se fundamenta en teorías científicas contemporáneas.Los conceptos son de fácil comprensión.Utiliza terminología básica y específica.	X			
5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA: <ul style="list-style-type: none">Presenta un orden lógico.Tiene coherencia entre si los componentes de la propuesta.Se ajusta a la realidad del contexto social.Es sugestivo e interesante.Es de fácil manejo.		X		
TOTAL	12	2		

VALIDADO POR:	Nombre: <i>Ing. Herón Ibarrolde Albó.</i>		
Área de Trabajo. <i>Blecco S. A.</i>	Título Profesional. <i>Cuarto nivel.</i>	Cargo u Ocupación. <i>Jeje Ing. y Constr.</i>	Año de Experiencia. <i>27.</i>
Observaciones:			
Fecha: <i>08-06-2017.</i>	Telf.: <i>0995380264</i>	Dirección del Trabajo: <i>Latacunga.</i>	C.I.: <i>0501399190.</i>

f.....
VALIDADOR.