



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

Obtención de biogás a partir de estiércol de aves para suministro de las  
incubadoras de la agropecuaria Chimú.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Br. Prada Timaná Aldo Orlando (ORCID: 0000-0001-5370-0447)

**ASESOR:**

Mg. Fredy Dávila Hurtado (ORCID: 0000-0001-8604-8811)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, transmisión y distribución

Chiclayo – Perú

2019

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de investigación a nuestro señor Dios Padre quien me da la fuerza, conocimiento e inteligencia para seguir adelante, a toda mi familia, en general a mi esposa y mis hijas quienes con su apoyo y sacrificio todo este tiempo me brindan la motivación para la realización de mis metas, a mis padres por sus consejos, por inculcarme valores y siempre apoyándome a superarme, a mis amigos y maestros que compartieron conmigo sus conocimientos y vivencias para tener en el camino de la vida, a todos aquellos que con su apoyo e inspiración, hicieron que se haga posible el más grande de mis sueños.

Aldo Prada Timaná.

## **Agradecimiento**

Dar las gracias primeramente a nuestro señor Dios por darme la vida sabiduría y las fuerzas que me permiten llegar hasta donde he llegado, por hacer realidad este sueño anhelado.

A los Asesores: Ing. Fredy Dávila Hurtado e Ing. James Celada Padilla, por su acertada orientación en el desarrollo de la presente Tesis.

A mis maestros José Sánchez Gonzales y Dante Seclen Chero, jefes de trabajo y amigos, por su motivación y apoyo incondicional en la ejecución del presente trabajo. Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que agradezco su amistad, consejos y apoyo en los momentos más difíciles de mi vida.

Por ultimo agradecer a la Universidad César Vallejo, a la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y a la plana docente, por haberme formado en mis estudios profesionales marcando un antes y un después en mi vida profesional.

A todos, muchas gracias.

Aldo Orlando Prada Timaná.

## **Página del jurado**

## Declaratoria de autenticidad

Yo, **Aldo Orlando Prada Timaná**, con DNI N° **72626662**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingenierías, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la tesis titulada: **“Obtención de biogás a partir de estiércol de aves para suministro de las incubadoras de la agropecuaria Chimú.”** Son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 15 de Diciembre del 2019

  
.....  
ALDO ORLANDO PRADA TIMANÁ  
DNI: 72626662

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Índice de Figuras .....	viii
Índice de Tablas.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad Problemática .....	1
1.2. Trabajos Previos.....	3
1.3. Teorías Relacionadas al tema.....	6
1.4. Justificación del Estudio. ....	18
1.5. Hipótesis. ....	20
1.6. Objetivos.....	20
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>21</b>
2.1. Modelo de indagación .....	21
2.2. Variantes, Operacionalización .....	21
2.3 Población y muestra .....	25
2.4 Métodos y herramientas de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	25
2.5 Métodos de Análisis de datos.....	26
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
3.1. Diagnosticar la situación actual del proceso de incubación en la Agropecuaria Chimú en Puerto Etén Lambayeque.....	27
3.2. Describir las características Físico – Químico del estiércol que se genera en la Agropecuaria Chimú en Puerto Etén Lambayeque .....	29
3.3. Cuantificar la cantidad de Biogás a producir con el estiércol recolectado en la Agropecuaria Chimú en Puerto Etén Lambayeque .....	30
3.4. Calcular las partes de diseño y selección del biodigestor y componentes mecánicos del sistema de obtención de gas. ....	32

3.5. Realizar una evaluación económica empleando indicadores VAN y TIR .....	39
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>45</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>49</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....</b>	<b>56</b>
<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV .....</b>	<b>58</b>
<b>AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>59</b>

## Índice de Figuras

Figura 1. Etapas de la digestión anaeróbica .....	9
Figura 2. Diseño de zanja del biodigestor .....	18
Figura 3. Válvula de seguridad.....	37
Figura 4. Medidas de fosa de alimentación de estiércol.....	37
Figura 5. Diseño y medidas del biodigestor .....	38
Figura 6. Dimensiones de la Fosa Biol.....	38
Figura 7. Clausura de la Agropecuaria Chimú .....	49
Figura 8. Las aves de la Agropecuaria pasan más de 17 horas en sus galpones .....	49
Figura 9. Instalación de suministro de gas a las incubadoras de huevos .....	50
Figura 10. Tipo de incubadora utilizada por la Agropecuaria Chimú .....	50



## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Relación de parámetros de un digestor.....	<b>10</b>
<b>Tabla 2.</b> Potencial de producción de metano .....	<b>11</b>
<b>Tabla 3.</b> Componentes principales del biogás .....	<b>12</b>
<b>Tabla 4.</b> Rendimiento de biogás por Kg de estiércol producido.....	<b>14</b>
<b>Tabla 5.</b> Equivalencias energéticas del biogás .....	<b>14</b>
<b>Tabla 6.</b> Tiempo de retención según temperatura para mejorar el fertilizante .....	<b>15</b>
<b>Tabla 7.</b> Parámetros según ancho del rollo .....	<b>15</b>
<b>Tabla 8.</b> Sección eficaz según ancho de rollo .....	<b>16</b>
<b>Tabla 9.</b> Longitud del biodigestor según el ancho del rollo .....	<b>17</b>
<b>Tabla 10.</b> Relación óptima entre longitud y diámetro del biodigestor .....	<b>17</b>
<b>Tabla 11.</b> Dimensiones de la zanja según el ancho de rollo .....	<b>18</b>
<b>Tabla 12.</b> Características de las incubadoras .....	<b>28</b>
<b>Tabla 13.</b> Tabla de poderes caloríficos de sustancias combustibles.....	<b>28</b>
<b>Tabla 14.</b> Resultados de análisis del estiércol de la Agropecuaria Chimú en Puerto Eten Lambayeque .....	<b>29</b>
<b>Tabla 15.</b> Población de aves .....	<b>30</b>
<b>Tabla 16.</b> Producción de Estiércol diario por categoría de la Agropecuaria Chimú .....	<b>30</b>
<b>Tabla 17.</b> Producción de Estiércol Útil.....	<b>31</b>
<b>Tabla 18.</b> Producción de Biogás .....	<b>32</b>
<b>Tabla 19.</b> Capacidad de carga al día.....	<b>33</b>
<b>Tabla 20.</b> Dimensiones de fosa según ancho del rollo.....	<b>36</b>

## RESUMEN

Ante la problemática que se dio en el lugar de Puerto Eten debido al alto nivel de contaminación que generan los desechos orgánicos de las aves de la Agropecuaria Chimú hizo que esta se vea como un foco infeccioso ante la comunidad de Puerto Eten y Ciudad Eten, por eso es que se ha optado por desarrollar el presente trabajo de investigación, con el objetivo de determinar la cantidad de desechos que se generan en la Agropecuaria Chimú y la cantidad de biogás que se podría producir con dichas excretas, generando con esta una energía limpia, que a su vez pueda abastecer a las incubadoras de huevos permitiendo reducir los costos por la obtención del gas y mostrar a la Agropecuaria Chimú como una empresa que apuesta por la tecnología y reducción de contaminación al medio ambiente.

Es necesario comprender que las excretas utilizadas para producir Biogás deben contar con una composición rica en materia orgánica, PH neutro y humedad adecuada.

Para tal efecto se hizo un inventario de la cantidad de aves existentes en la Agropecuaria Chimú, con el propósito de cuantificar la cantidad de estiércol con que se cuenta y luego la cantidad de biogás que se puede producir con ese estiércol.

En el estudio técnico, se plantea la posibilidad de instalar un Biodigestor de 33,7 m<sup>3</sup>, con una generación inicial de 8,2 m<sup>3</sup> diaria de Biogás, obtenida de 276,12 kg/día kg de estiércol de aves de la Agropecuaria Chimú en Puerto Eten - Lambayeque.

**Palabras Claves:** Biogás, Estiércol, Planta Biodigestor, Energía, Viabilidad Económica.

## ABSTRACT

Given the problems that occurred in the town of Puerto Eten due to the high level of pollution generated by the organic waste of the birds of the Chimú Farming, it was seen as an infectious focus in the community of Puerto Eten and Ciudad Eten, that is, we have chosen to develop the present research work, with the objective of determining the amount of waste generated in the Chimú Farming and the amount of biogas that could be produced with said excreta, generating with it a clean energy, which in turn can supply the egg incubators allowing to reduce the cost by obtaining the gas and show the Agropecuaria Chimú as a company that bets on technology and reduces pollution to the environment.

It is necessary to understand that the excreta used to produce Biogas must have a composition rich in organic matter, neutral PH and adequate humidity.

For this purpose, an inventory was made of the number of birds in the Chimú Farming, in order to quantify the amount of manure that is counted and then the amount of biogas that can be produced with this manure.

In the technical study, the possibility of installing a Bíodigestor of 33, 7 m<sup>3</sup>, with an initial generation of 8, 2 m<sup>3</sup> of Biogas per day, obtained from 276.12 kg / day kg of bird manure from the Chimú Agropecuaria in Puerto Eten, is proposed - Lambayeque.

**Keywords:** Biogas, Manure, Bíodigestor Plant, Energy, Economic Viability.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad Problemática

### 1.1.1 Internacional

En los períodos del presente con el consumo enorme combustibles fósiles, el acrecentamiento del grado de contaminación, el enorme precio y el impacto ambiental que producen los mismos, ha generado que se busque otras opciones de generación de energías renovables a su vez reduciendo la contaminación ambiental, entre ellas el biogás, accediendo de este modo al equilibrio de los ecosistemas.

Por tal razón surge la obligación de originar corriente aprovechando los medios y los desechos originados debido a un procedimiento, y con el uso adecuado de las ciencias aplicadas, se de la adquisición de nuevos combustibles económicos, sino referente a todo cuanto se ha originado por todos los desechos adquiridos de actividades antrópicas. Teniendo en consideración que el desequilibrio energético que inicio en 1973 redujo la oferta de petróleo, haciendo que aumente su costo en modo descomunal. La escasez sometió a los diversos países en progreso a disminuir o postergar primordiales proyectos de progreso y de esta manera lograr obtener el combustible necesario para mejorar el desarrollo de sus finanzas. Se propuso la inaplazable insuficiencia de revelar y progresar fuentes opcionales de electricidad, tales como distintos combustibles fósiles (tizón, gas), energía nuclear o medios energéticos renovables.

### **IBARRA, ECUADOR**

De acuerdo al incremento financiero e industrial en las últimas décadas, generó inicio a un acrecentamiento de las difusiones generales de CO<sub>2</sub> a nivel de todo el país.

En consecuencia a los problemas presentes en la parte energética y la polución del ambiente causada por el empleo de comburentes fósiles en la producción de combustible, se propone el actual trabajo orientado en el logro de gas natural. Descartando también consecuencias negativas de polución ambiental y distintos tipos de vectores que pueden ocasionar diferentes enfermedades (**FUENTES, 2012, p. 9**)

### 1.1.2. Nacional

#### **Lima**

La crianza de aves y su aprovechamiento de sus productos sobresale por considerarse una tarea que suministra de mejor complacencia alimenticia en la comunidad. De acuerdo a que la compra de pulpa de aves domésticas incrementa avanzadamente, se ve en una urgencia e incrementar la producción de crianza de aves domésticas. Esto provoca que bastantes proporciones de excremento de pollos y gallinas se generen avanzadamente.

El excremento tiene grandes porcentajes de sales y gases que al estar mostrado originan e introducen altos niveles de contagio al ambiente como al H<sub>2</sub>O oculta. Esta problemática en el ecosistema requiere mantener una vigilancia comprometida referente a estos desechos y desperdicios.

**(Carhuacho, 2012, p. 1)**

### 1.1.3. Local

#### **Lambayeque**

El grave problema ambiental al que se enfrenta en el departamento de Lambayeque, es la obtención y amontonamiento de desechos y desperdicios debido al grado de consumismo, por lo que sus volúmenes aumentan de forma desmesurada aumentando su toxicidad hasta convertirse en un foco infeccioso.

En conclusión esto busca utilizar en general los desechos biológicos que en el presente no se toman en consideración y de no formarse así representará tal cual riesgo persistente de polución ambiental, en el departamento de Lambayeque tenemos estos casos que podrían estudiarse para la implementación de biodigestores en fundos, avícolas y criaderos de otros animales.

En la gran mayoría de estos sitios no toman en cuenta el beneficio razonado de los residuos y/o desechos de modo que existen innumerables vertederos contaminando el ambiente alrededor de estos y desperdiciando una energía que hoy en día necesitamos.

## **Puerto Eten**

El Municipio Distrital de la Ciudad de Eten y la Fiscalía para la Prevención del Delito de Chiclayo, realizaron un operativo en la Granja Agropecuaria Chimú, donde comprobaron que este lugar se ha convertido en un foco infeccioso para la población debido a la cantidad de moscas en su interior.

“Este lugar se ha convertido en un foco infeccioso para Ciudad Eten y Puerto Eten.

La Empresa Chimú Agropecuaria S.A. tiene su oficina principal ubicada en la Av. España # 1340 Trujillo, La Libertad, y teniendo sucursales en Lambayeque, Ancash y Piura dicha entidad consagrada a la elaboración y comercialización de producción avícolas, teniendo entre sus áreas productivas: reproductoras, industria de cascarones buenos, fábrica de germinación, fábrica de comida balanceada, quintas reproductoras, predios de pollo engorde círculo de provecho de aves, distintas formas de distribución (tiendas, centros de acopio). Esta Agropecuaria genera cientos de kilos de desechos orgánicos siendo afectada la población de Puerto Eten, se busca aprovechar estos desechos orgánicos para generar biogás y a su vez disminuir en su mayoría la contaminación ambiental basados en el Modelo de un sistema para el origen de biogás utilizando Biodigestores que se implementaran a la Agropecuaria, realizando un estudio del porcentaje de desechos y el aprovechamiento que se daría a este para obtener el ya conocido biogás que servirá para la propia Agropecuaria para sus incubadoras de huevos, para el abastecimiento del horno utilizado para la fabricación del cartón porta huevos y más que todo para proveer el abastecimiento de un gas más rentable.

## **1.2. Trabajos Previos**

### **1.2.1 Internacional**

#### **Ecuador.**

Verdezoto, (2014, p. 105), en su estudio: Modelo de un Biodigestor anaerobio en el cual se da la realización de biogás desde las deposiciones de ganado bovino, en el recinto conocido como Los Laureles en la localidad Flor del Maduro, implementa dicho estudio a través el Procedimiento Representativo y de Proporción, logrando determinar de modo físico, químico y microbiológico dicho excremento. La designación del diseño de biodigestor se ejecutó a través de un cimiento de una primera selección, siendo escogido el diseño Chino.

Considerando las cualidades del biodigestor se obtendrá elaborar 3.78 m<sup>3</sup> un aproximado de biogás diario.

### **Bolivia.**

El proyecto de PLAN NACIONAL DE BIODIGESTORES DE BOLIVIA es realizado con la finalidad de comprobar si era factible incrementar un Programa Nacional de Biodigestores. Este estudio se realizó tomando como sustento que en Bolivia ya hay una capacidad de 175000 unidades de Biodigestores familiares. Así mismo se evaluó los actores que pueden involucrarse para que este Plan logre los objetivos trazados.

### **México.**

Doroteo, (2012, p. 30), en su estudio: Beneficiarse de biogás resultante de todo el estiércol de animal bovino en un corral situado en Ixtapaluca estado de México, considera que la puesta en marcha de un Biodigestor facilitara biogás y lograr complacer a toda una comunidad, de modo, que las exigencias energéticas básicas y con el efluente se lograra abono biológico.

Termina asimismo con el beneficio del excremento del animal bovino posee tres fines: elaborar biogás, emplear el efluente y conseguir fertilizante biológico de superficies en el campo y disminuir la polución ambiental en el corral incitado por dicho excremento amontonado.

## **1.2.2 Nacional**

### **Ica.**

Los predios de La Calera, situada en la provincia de Chincha. Región Ica. Fundamentada en dicha destreza rural de 38 años y sus altas ciencias aplicadas de elaboración, se determinan por su labor primordial la cual es la obtención de cascarones con un aproximado de 4 millones de pollas, así como la obtención de frutos.

Los predios cuentan con distintas unidades de elaboración (Molino, Fábrica de Cartón, Fabrica Aceite de Pescado, Incubadora, Biodigestores), Los predios de la Calera sustenta cuatro biodigestores. Dos de 750m<sup>3</sup> y 1500m<sup>3</sup>, en operación desde hace 1 Década, y ambos edificadas en el año 2010 de 3000m<sup>3</sup> de cabida cada uno, tal segmento del Proyecto Biodigestores La Calera, que incluye avances importantes en la realización del abono y el

progreso y actualización de todo el procedimiento de biogás con la entrada de dispositivos de monitoreo, vigilancia e inspección de avanzada tecnología.

La subsistencia de dichos biodigestores se da con la fabricación cotidiana de estiércol la cual es en un aproximado de 155 toneladas (gallinaza), en el que cerca de 100 toneladas se van a los biodigestores. Unas aproximadas 27 toneladas cotidianas de abono se combinan con agua y se guardan en lagunas a la interperie para originar biol para cultivos de árboles de frutos. En los predios de La Calera poco más o menos se elaboran regularmente 6600m<sup>3</sup> de biogás por día, en el cual este biogás es designado en primer lugar para la utilización de la crianza de las pollas, ocasionando abrigo a los bebés de que se engordan en modo consistente en los predios, y utilizado en las operaciones de los hornos de secado de la manufactura de cartulina. El Biosol es utilizado como fertilizante en los suelos agrícolas y/o para origen de calcio y fósforo en las reparticiones de subsistencia de las pollas de la finca, el biol del mismo modo vale como abono biológico el cual es introducido al procedimiento de regadío presurizado de los campos rurales.

### **Lima.**

Carhuancho, (2012, p. 2), en su tesis: Beneficio del excremento de pollas para la producción de biol en biodigestores modelo Batch como proposición a la manipulación de restante de aves, determinó la superioridad de biol logrado del excremento de pollas, llamado gallinaza, finalizando dicho procedimiento anaeróbico cambia el excremento de pollas en biogás con una excelente capacidad de metanol y un afluente (biol) con una mayor aglutinación de fortificantes para ser ejercitado a modo de fertilizante biológico en los vegetales. Sin embargo, el procedimiento de deglución anaerobia del excremento de gallina es una alternativa financiera y ambiental por poseer una utilidad agregada en la conducción de desechos resistentes para los productores de aves.

### **1.2.3. Local**

**Paiva (2010, p. 5)**, en su investigación Gestión para el aprovechamiento del biogás logrando a inicios para el tratamiento de las aguas residuales generadas al interior de la organización Rico Cerdo F&G SAC para su uso como Biocombustible en los Sistemas de Calefacción de las Áreas de Maternidad, en conclusión el biodigestor establece un procedimiento efectivo de mínimos costos de trabajo eficiente de elaborar 287,78 m<sup>3</sup> /día de biogás se completaría



el requerimiento energético de gas (GLP) que se emplea en la sección de gestación. Logrando también, biogás excesivo en promediar de 6409,72 m<sup>3</sup> /mes, que puede estar comercializado para lograr ganancias.

**Arias, (2014, p. 2)**, en la tesis: Modelo de un Sistema de Generación de Energía Eléctrica a partir del Biogás elaborado por el Excremento de Animal Porcuno en la Hacienda Maikol, declara que esta investigación de análisis contiene los segmentos científicos para la producción de energía eléctrica desde el inicio del biogás y además proveer de energía eléctrica a la hacienda usando el excremento del animal porcuno, y a la vez minimizando el exceso de polución ambiental que éste ocasiona al ecosistema. Con dicho modelo se estableció una elaboración de biogás de 16.57m<sup>3</sup>/h, manteniendo una capacidad un biodigestor de 262,57 m<sup>3</sup>, de sistema perenne y un gasómetro de 157,54 m<sup>3</sup> de biogás que viene hacer el 60% del tamaño del digestor. Este propósito ayuda en la disminución del resultado invernadero y progreso sostenible de los dueños y colaboradores de la Hacienda Maikol”.

### **1.3. Teorías Relacionadas al tema**

**1.3.1 Biodigestor.** La explicación simple acerca de un digestor es un recipiente tapado e inaccesible adentro esto en situaciones anaerobias (sin oxígeno) se perfecciona sencillamente dicho desarrollo y difusión de un conjunto de microorganismos bacterianos que generan descomposición los desechos ingresados; hay que contar que estos digestores forman una excelente opción de procesamiento útil de residuos biológicos

Como producto de este tratamiento se logra un gas combustible o también llamado biogás que tiene aproximadamente de 66% de metano y 33% de dióxido de carbono, que podrá ser empleado y transformado en modo de calor para sostener alguna demanda como calentamiento, producción de calor entre otros. En forma adicional el afluente originado es un componente basado en alta nutrición y un guano de primordiales características para el suelo.

**1.3.2 Categorización de los digestores.** Los digestores se categorizan en dos presentaciones básicas, ya sea por su procedimiento o reglamento de peso y según su procedimiento de edificación.

**1.3.2.1 Sistema de peso.** Esta categorización es específica a la continuación de peso de masa en el digestor.

- **Secuencia por división.** Se llena en una única tarea, una vez llenados no permite apartar o aumentar más estiércol incluso que termine el procedimiento terminado de biodegradación y elaboración de biogás.

- **Régimen semicontinuo.** Dicho modelo de digestor se alza con dificultad una vez diario, en la cual la magnitud de la mixtura dependiendo directamente del periodo de conservación.

- **Régimen continuo.** Es de gran extensión, y necesitan gran financiación de ciencias aplicadas, ya que es imprescindible una inspección y búsqueda perenne para su veloz degradación. Debido a estos motivos, son altos consumidores de calor.

#### **1.3.2.2. Según su método de edificación y orientación de flujo**

Se refiere al diseño de producción y las cambiables en los insumos en su fabricación.

- **Biodigestor de tipo Hindú o también llamado domo móvil.** Es un digestor de campanilla emergente, se carga por gravitación una sola vez al día, en este modelo la amplitud de carga varia de acorde al periodo de detención, esto quiere exponer que es un digestor que se divide por espacios y la generación de gas es de modo persistente de cual esta su mejor modelo.

- **Biodigestor tipo Chino (domo fijo).** Es construido de distintos materiales y el gas generado es recolectado en un depósito consolidado. Su mayor característica es que trabaja a fuerza cambiante.

- **Biodigestor horizontal.** Se fabrican por debajo de la superficie, su mecanismo se da de forma cuadrangular y en modo de “V” y la conexión entre lo extenso y amplio varia entre 5:1 incluso 8:1 y cuenta con paredes divisoras ya que de este modo obvia que el estiércol parte antes de lo autorizado por el período de retención.

- **Biodigestor horizontal (Plug Flow).** Este modelo de digestor lleva la supremacía de no ser ineludible ningún ejemplo de cansancio. Su fabricación ya sea en la cámara de alimentación como en la provisión del biogás puede ser de compacto en aspecto de globo, ya que va herméticamente bien cerrado.
- **Biodigestor plástico de flujo continuo tipo CIPAV.** Esta variedad de digestor es por un menor precio y de posible elaboración y mantenimiento. A diferenciación de otros digestores que contienen una registradora de ingresos y otra de egresos aparte del propio digestor, básicamente consta de un saco de polietileno cilíndrico calibre 8, su distancia puede adquirir los 100 m, lo que le brinda una cabida adecuada para alimentación de peso orgánico.

**1.3.3 Componentes de los digestores.** Los digestores fundamentalmente constan de 5 divisiones principales, estas son depósitos de carga y descarga, agitador (solo se utiliza en ciertos sitios así como es la secuencia continúa), la reserva de gas y por último el biodigestor.

**1.3.3.1 Tanque de carga o de recolección.** Su principal destino es de reunir el excremento recolectado y combinarlo con la cuantía necesaria de agua requerida por el digestor según sea el tipo. Su segunda función sería de almacenar temporalmente el sustrato para luego introducirlo en un tiempo prudente y temperatura adecuada. (MANTILLA, Op. Cit., p. 137).

**1.3.3.2 Tanque de desembarque o de efluente.** Su tarea primordial es de recolectar la mezcla para posteriormente ser utilizadas como abono.

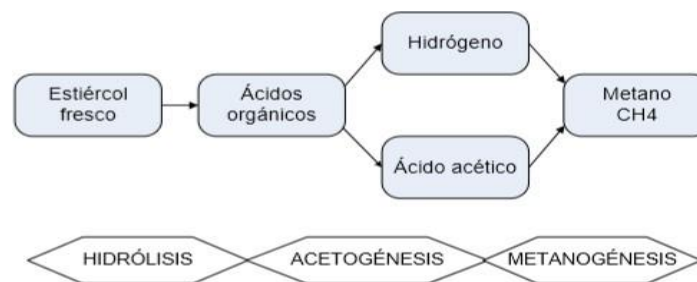
**1.3.3.3 Agitador.** Es pieza fundamental en que los digestores de tipos semicontinuo y peso por lotes, ya que por su persistente dimensión de peso es ineludible el movimiento para la digestión. Tiene como labor mantener la uniformidad de los residuos depositados. (CHUNGANDRO NACAZA, Op. Cit., p. 49)

**1.3.3.4 Reservorio de gas.** Principalmente su función es la de permitir el almacenamiento de gas, cuando este excede la demanda en su obtención.

**1.3.3.5 Tanque digestor.** Es primordial componente en el procedimiento digestivo anaerobio, ya que trabaja bajo la falta de oxígeno, aquí se degrada la masa orgánica a cada cierto tiempo de detención y con las correctas circunstancias de trabajo garantiza la sobresaliente producción en la producción de biogás.

**1.3.4 Digestión anaerobia.** Es un procedimiento de degeneración de la masa biológica a falta de aire, esta transformación es realizada por bacterias anaeróbicas que actúan dentro de un biodigestor, dando como resultado a este proceso el biogás, abono ecológico y agua residual, todo esto se da bajo parámetro de funcionamiento de acuerdo al tipo de digestor. En la siguiente figura 1 nos muestra las procesos de la digestión anaeróbica así como la degeneración en cada una de ellas.

**Figura 1. Etapas de la digestión anaeróbica**



**Fuente. (Martí, 2008)**

De acuerdo a la imagen mostrada tenemos tres fases:

**a) Hidrólisis:** En esta fase se engendra dch elaboración continua respecto a distintas muestras de microorganismos. Estas conllevan una hidrólisis de excremento y producir acerbos biológicos.

**b) Acidogénesis:** Posteriormente distinto modelo de microorganismos digieren estos acerbos biológicos mediante una deshidrogenación y acetogénesis generando acerbo acidulado e hidrógeno.

**c) Metanogénesis:** “Por último otros microorganismos, llamadas metanogénicas, digieren el hidrógeno y el acerbo acidulado para transformarlo en metano, que es el gas más primordial del biogás y el que permite la ignición.” ( Martí, 2008, p. 26)

**1.3.5 Agentes que intervienen en la asimilación anaerobia.** En el procedimiento de la biodegradación de la masa biológica, es fundamental que se tomen en cuenta diversas situaciones en la actividad del procedimiento, dichas se vinculan estrechamente con parámetros físico-químicos como: la muestra de sustrato, el calor, las circunstancias anaerobias, el lapso de dicha paralización, el pH y muchas más. Seguidamente se presentan los componentes que desempeñan más dominio referente al desenvolvimiento de un proceso anaeróbico.

En el esquema 1 se conectan algunos parámetros de vigilancia y movimiento en la digestión anaerobia.

**Tabla 1. Relación de parámetros de un digestor**

<b>Parámetros</b>	<b>Rango Optimo</b>
<b>Temperatura (°C)</b>	<b>30-35</b>
<b>pH</b>	<b>6,8-7,5</b>
<b>Relación C/N</b>	<b>20-30</b>
<b>Tiempo de Retención (días)</b>	<b>10-25</b>

**Fuente. Silva, 2000.**

**1.3.5.1 Temperatura.** El calor es una de las exigencias más necesarias que modifica claramente el avance del procedimiento de digestión anaerobia, entre muchas más ya que de esta manera se determina el lapso de paralización de la composición adentro del digestor.

**1.3.5.2 pH.** El pH es el que ejerce más dominio en la solidez del procedimiento, ya que normaliza la convivencia de las comunidades de bacterias, sin embargo no da ningún beneficio sumado a la eficacia del biogás si es una exigencia de inspección y lograr la conservación de las bacterias rebajadas. Los microorganismos encargado de la articulación de elaboración de biogás son mucho más débiles a cambios en el pH5. ( **LOPEZ, Op. cit. p. 13**)

**1.3.5.3 Tipo de materia prima.** Los tipos de materia prima pueden ser de biomasa vegetal, excrementos o desechos de ganado y seres vivientes, aguas sobrantes y residuos o sobras de cosechas.

En lo que se refiere a excremento de animales su degradación dependerá del prototipo de animal y su nutrición del mismo.

En la tabla 2, observaremos una comparación de animales y su potencial de producción de metano.

**Tabla 2. Potencial de producción de metano**

<b>Residuo Orgánico</b>	<b><math>m^2CH_4</math> PCH<sub>4</sub>(<i>KgVG</i>)</b>
<b>Vaca</b>	<b>0,2</b>
<b>Res</b>	<b>0,35</b>
<b>Cerdo</b>	<b>0,45</b>
<b>Gallina</b>	<b>0,39</b>

**Fuente. Chungandro, 2010.**

**1.3.5.4 Tiempo de retención.** Ya que el procedimiento de generación de biogás es pausado, mientras que tenga más duración la mezcla en el biodigestor, mayor será la generación de biogás. A todo esto se le conoce como tiempo de retención.

La duración necesaria de retención se computa fraccionando la masa del digestor, encima de la medida de la carga cotidiana.

**1.3.5.5 Nutrientes y relación carbono nitrógeno.** El grafito compone el origen de la energía y en cambio el nitrógeno conforma las novedosas series de microorganismos metanogénicas.

Dichos microorganismos comen 30 veces más carbono que nitrógeno, y el vínculo será de 30:1 ya que de haber excedente de nitrógeno generara amoniaco el cual es inhibidor, ya que de darse al revés los microorganismos no se multiplicaran y en consecutivo se condicionara la elaboración del biogás.

**1.3.6 Biogás.** Es un combustible que resulta de la manufactura de la digestión anaeróbica de la masa biológica en un digestor.

Su mayor ventaja es la de la reincorporación de residuos o desechos para su generación, los cuales son transformados para suplir la escasez de los combustibles fósiles.

**Tabla 3. Componentes principales del biogás**

Componentes	Porcentaje
Metano (CH <sub>4</sub> )	50-70
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	30-50
Nitrógeno (N <sub>2</sub> )	0-3
Ácido Sulfhídrico (H <sub>2</sub> S)	0-1
Monóxido de Carbono (CO)	0-1,5
Vapor de Agua	Variable

**Fuente. Chungandro, 2010.**

**1.3.7 Bioabono.** También llamado biofertilizante, es un elemento procedente de la digestión de la masa biológica, sus formas pueden ser líquidas, semisólida o tipo lodo es capaz de mejorar las propiedades del suelo por ser rico en nutrientes permitiendo disminuir el uso de abonos químicos.

### **1.3.8 Volumen total del biodigestor**

Generalizando el volumen del biodigestor se logre acogerse en una parte líquida y otra en estado gaseosa. Normalmente un porcentaje del 75% del volumen total para la fase líquida y del 25% restante a la fase gaseosa” (Martí, 2008, p. 31)

Este volumen total llegara a ser la sumatoria del volumen gaseoso con la del volumen líquido.

#### **Ecuación 1: Volumen total del biodigestor**

$$V_T = V_L + V_G$$

El volumen líquido será:

#### **Ecuación 2: Volumen líquido del biodigestor**

$$V_L = V_T \times 0.75$$

El volumen gaseoso es una cuarta parte del total:

**Ecuación 3: Volumen gaseoso del biodigestor**

$$V_G = V_T \times 0.25$$

El volumen gaseoso será:

**Ecuación 4: Volumen gaseoso**

$$V_G = V_L \div 3$$

#### 1.3.8.1 Volumen líquido utilizado

Volumen líquido = Tiempo de retención (días) X Carga diaria ( $m^3$ /días)

**Ecuación 5: Volumen líquido en base al TR.**

$$V_L = T_R \times \omega$$

#### 1.3.8.2 Volumen gaseoso

“El volumen gaseoso se encuentra ubicado en la parte de arriba del biodigestor, este se iguala a un tercio del volumen del líquido” (Martí, 2008, p. 31).

$$V_G = V_L \div 3$$

**POR LO TANTO EL VOLUMEN TOTAL SERÁ**

$$V_T = V_L + V_G$$

#### 1.3.9 Producción de biogás

**Ecuación 6: Producción de biogás**

**Producción de biogás ( $m^3$ ) =  
carga diaria (kg) × rendimiento de biogás ( $m^3$ /kg de estiércol)**



**Tabla 4. Rendimiento de biogás por Kg de estiércol producido**

Especie animal	Tamaño	Rendimiento de biogás (m <sup>3</sup> /kg estiércol)
Vacuno	Grande	0,04
	Mediano	
	Pequeño	
	Ternero	
Búfalo	Grande	0,04
	Mediano	
	Pequeño	
Cerdo	Grande	0,07
	Mediano	
	Pequeño	
Avícola	Grande	0,06
	Mediano	
	Pequeño	
Ovino o Caprino	Grande	0,04
	Mediano	
	Pequeño	
Pato		0,05
Paloma		0,05
Caballo		0,04
Humanos	Adulto	0,07
	Niño	0,07

**Fuente. Empresa eléctrica de Bahía Honda, Pinar Rio**

### 1.3.10 Consumo de biogás

El biogás en los sitios rurales primordialmente se da un uso para cocinar las comidas y también se puede utilizar para generar alumbrado. (Martí, 2008, p. 32 – 33)

**Tabla 5. Equivalencias energéticas del biogás**

<b>1000 litros (1m<sup>3</sup>) de biogás equivale a:</b>	
Madera	1,3 kg
Bosta seca	1,2 kg
Alcohol	1,1 litros
Gasolina	0,75 litros
Gas-oíl	0,65 litros
Gas natural	0,76 m <sup>3</sup>
Carbón	0,7 kg
Electricidad	2,2 kW-h

**Fuente. (Martí, 2008)**

### 1.3.11 Producción de fertilizante

“Para la elaboración del abono, que logra poseer entre 2 a 3% de nitrógeno de fósforo de 1 a 2%, de potasio entorno al 1% y referente a un 85% para la materia orgánica con un PH de 7.5” (Martín, 2008, 34).

Para elaborar un abono mejorado es atrayente incrementar los tiempos de retención, de modo que el lodo se descompone más, y sea de superior calidad y más sencillo de digerir por las plantas. (Martín, 2008, 34)

**Tabla 6. Tiempo de retención según temperatura para mejorar el fertilizante**

Región característica	Temperatura (°C)	Tiempo de retención (días)
Trópico	30	25
Valle	20	37
Altiplano	10	75

**Fuente. (Martí, 2008)**

### 1.3.12 Concepto en el dimensionamiento de un biodigestor familiar

#### Biodigestores familiares de bajo costo

“La asimilación, que se efectúa en forma anaeróbica, es un tipo de fermentación muy accesible con los ecosistemas.” (Severiche y Acevedo, 2013, p.6).

#### Ancho de rollo y radio de la manga

“El material a utilizar es el polietileno tubular su comercialización se realiza en rollos de 50 metros de longitud, con un ancho que varía generalmente entre 1, 1.25, 1.50, 1.75 y 2 metros.” (Martí, 2010, p. 36).

**Tabla 7. Parámetros según ancho del rollo**

Ancho de rollo (m)	Perímetro de la circunferencia (m)	Radio (m)	Diámetro (m)
1	2	0.32	0.64
1.25	2.5	0.40	0.80
1.50	3	0.48	0.96
1.75	3.5	0.56	1.12
2	4	0.64	1.28

**Fuente. (Martí, 2008)**

### Volumen de una manga, sección eficaz y longitud

Ecuación: Volumen de manga de plástico

$$\text{Volumen total} = \pi \times r^2 \times L$$

Ecuación: Sección eficaz del cilindro

$$\text{Sección eficaz cilindro} = \pi \times r^2$$

Dónde:

$$\pi = 3.1416$$

r = el radio del tubo (en metros)

L=la longitud del biodigestor (en metros)

**Tabla 8. Sección eficaz según ancho de rollo**

<b>Ancho de rollo (m)</b>	<b>Sección eficaz (<math>\pi \times r^2</math>) (m<sup>2</sup>)</b>
1	0,32
1,25	0,50
1,50	0,72
1,75	0,97
2	1,27

**Fuente. (Martí, 2008)**

**Ecuación 9: Longitud de biodigestor**

$$L = \frac{V_T}{(\pi \times r^2)}$$

**Tabla 9. Longitud del biodigestor según el ancho del rollo**

Ancho de rollo (m)	Sección eficaz ( $\pi \cdot r^2$ ) (m <sup>2</sup> )	Longitud del biodigestor (m)
1	0,32	$\sqrt{V/0,32}$
1,25	0,50	$\sqrt{V/0,5}$
1,50	0,72	$\sqrt{V/0,72}$
1,75	0,97	$\sqrt{V/0,97}$
2	1,27	$\sqrt{V/1,27}$

Fuente. (Martí, 2008)

**Relación óptima entre la longitud y diámetro del biodigestor**

**Ecuación 10: Relación longitud diámetro**

$$\frac{L}{d} = \text{entre 5 a 10 (óptimo 7)}$$

**Tabla 10. Relación óptima entre longitud y diámetro del biodigestor**

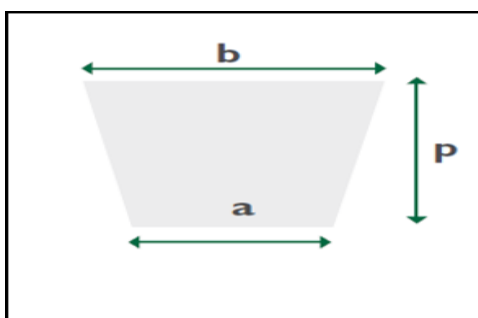
Ancho de rollo (m)	Longitud del biodigestor (m)	Diámetro del biodigestor (m)	L/d (óptimo de 7 en un rango de 5-10)
1	$\sqrt{V/0,32}$	0,64	L/d
1,25	$\sqrt{V/0,5}$	0,80	L/d
1,50	$\sqrt{V/0,72}$	0,96	L/d
1,75	$\sqrt{V/0,97}$	1,12	L/d
2	$\sqrt{V/1,27}$	1,28	L/d

Fuente. (Martí, 2008)

**Dimensionamiento de la zanja del biodigestor**

El dimensionamiento del biodigestor será de acuerdo a la siguiente ilustración:

**Figura 2. Diseño de zanja del biodigestor**



**Fuente. (Martí, 2008)**

**Tabla 11. Dimensiones de la zanja según el ancho de rollo**

<b>Dimensiones de la zanja según el Ancho de Rollo (AR)</b>					
AR (m)	2	1,75	1,5	1,25	1
a (m)	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
b (m)	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
p (m)	1	0,9	0,8	0,7	0,6

**Fuente. (Martí, 2008)**

#### **1.4. Justificación del Estudio.**

##### **Técnico:**

Al establecer este sistema de generación de gas se estará aprovechando el estiércol de las aves de la agropecuaria para la obtención del biogás en una estructura adecuada, seleccionando el biodigestor a utilizar por sus características y cantidad de estiércol utilizado teniendo en cuenta el procedimiento a seguir para la generación del biogás como el tiempo de retención entre otros siguiendo un plan de mantenimiento del biodigestor y de todo el sistema de obtención del biogás, el cual tendrá que ser controlado y supervisado por personal capacitado técnicamente.

**Económico:**

El utilizar el gas generado por el biodigestor permitirá un ahorro económico para la Agropecuaria Chimú, ya que compraba gas para el abastecimiento de las incubadoras de polluelos siendo estos abastecidos por el biogás a generar.

Así también se podrá vender el biofertilizante producto de la generación del biogás, beneficiando económicamente a la Agropecuaria con un ingreso extra de dinero que le permitirá utilizar para invertir en la mejora de su infraestructura, equipos entre otros.

**Social:**

La Agropecuaria mejorara su imagen de ser un foco infeccioso en Puerto Eten a ser una Agropecuaria que apuesta por la tecnología y que es responsable con el control sus desechos generados permitiendo llevar una relación óptima entre la población y la Agropecuaria.

De esta forma origina empleo tanto para su construcción como durante su procedimiento operacional en la empresa.

**Ambiental:**

Al juntar el excremento a diario para emplearlo en un biodigestor, perfecciona las circunstancias de higiene de la Agropecuaria Chimú. Los alrededores están mucho más higiénicos y beneficioso, gracias a la disminución de lombriz, mosqueado y olores malos. Disminuyendo los temas de contaminación, se reduce el riesgo de enfermedades.

Asimismo incrementa la vigilancia de los suelos, de los orígenes de agua y la limpieza del aire.

El biofertilizante elaborado previene emplear fertilizantes químicos, de esta manera elaboración y utilización tienen consecuencias dañinas en el ecosistema.

## **1.5. Hipótesis.**

La propuesta de generación de gas a partir de un biodigestor usando como principal materia prima el estiércol de Aves en la Agropecuaria Chimú en Puerto Eten generará un combustible más rentable y económico que abastecerá sus incubadoras reduciendo los costos por la obtención del gas a largo plazo.

## **1.6. Objetivos.**

### **1.7.1 General**

Obtener biogás con un biodigestor utilizando el estiércol de aves en la Agropecuaria Chimú en Puerto Etén – Lambayeque, para el abastecimiento de las incubadoras de huevos de la propia Agropecuaria.

### **1.7.2 Específicos**

1. Diagnosticar la situación actual del proceso de incubación en la Agropecuaria Chimú en Puerto Eten Lambayeque.
2. Describir las características Físico – Químico del estiércol que se genera en la Agropecuaria Chimú en Puerto Eten Lambayeque.
3. Cuantificar la cantidad de Biogás a producir con el estiércol recolectado en la Agropecuaria Chimú en Puerto Etén -Lambayeque.
4. Calcular las partes de diseño y selección del biodigestor y componentes mecánicos del sistema de obtención de gas.
5. Realizar evaluación económica empleando indicadores VAN Y TIR.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Modelo de indagación**

El actual análisis es de modo NO experimental pues no intenta modificar las variantes independientes, en el cual se miran los prodigios tal y a manera que se dan en su contenido. Es requerido a las restricciones en dicho valor de creación y el período extenso en la elaboración de consecuencias.

### **2.2. Variantes, Operacionalización**

#### **Variantes independientes.**

Modelo de un biodigestor que utilizara el estiércol de aves.

#### **Variable dependiente**

Obtención de biogás para suministrar gas a las incubadoras de huevos de la Agropecuaria Chimú.



<b>VARIABLES</b>	<b>DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES</b>	<b>LONGITUDES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<p><b>Independiente</b></p> <p>Diseño del biodigestor que utilizará estiércol de aves</p>	<p>Bíodigestor es un recipiente hermético cerrado, donde ocurren los procedimientos anaeróbicos para producir biogás y fertilizante</p>	<p>Cuantificar la cantidad de estiércol a utilizar evaluando datos del biodigestor</p>	<p>Aspectos Mecánicos</p> <p>Aspectos Térmicos</p>	<p>Volumen del biodigestor y la presión generada por el biogás</p>	<p>Recolección de datos.</p> <p>Ficha de análisis documental</p>	<p>Metros cuadrados</p>
<p><b>Dependiente</b></p> <p>Obtención del biogás para suministrar a las incubadoras de huevos de la Agropecuaria Chimú</p>	<p>El biogás es una combinación integrada de metano y dióxido de carbono su utilidad depende del material digerido (estiércol) y del proceso anaeróbico.</p>	<p>Manejo del estiércol de aves de la Agropecuaria que puedan ser aprovechados a través de un biodigestor.</p> <p>Cantidad de biogás a obtener</p>	<p>Procedimiento del excremento de las aves.</p>	<p>Acopio diaria de biogás</p>	<p>Reguladores de presión</p> <p>Válvula de seguridad</p>	<p>Metro cúbico</p> <p>Mega Julio</p>

## **2.3 Población y muestra.**

### **Población (N)**

La Agropecuaria Chimú Población está constituida por 1580 aves (Gallinas adultas, pollos, polluelos) de la Agropecuaria Chimú en Puerto Eten – Lambayeque que serán las encargadas de suministrar el estiércol requerido para dicha investigación.

### **Muestra (n).**

Para el presente estudio, la muestra está conformada por la cuantía de excremento generado por las 1580 aves de la agropecuaria Chimú y serán tomadas dichas muestras por el lapso de 30 días siendo el tipo de muestreo No Probabilístico debido a que en dicha investigación no todos los elementos de la población tienen el mismo análisis en una selección aleatoria

## **2.4 Métodos y herramientas de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1 Técnicas de recolección de datos**

Para esta propuesta en investigación se utilizará un método fundamental realizado abiertamente en campo:

**Observación:** Consiste en inspeccionar claramente suficientes hechos o fenómenos que se presenten espontáneamente y caseramente, teniendo un propósito claro de acuerdo a un plan determinado y recopilando los datos en una forma consecuente.

**Análisis Físico - Químico:** Para la elaboración de este proyecto se realizó un análisis en la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias en la Unidad de Servicios Técnicos de la UNPRG.

#### **2.4.2 Instrumentos de recolección de datos**

Las herramientas que se emplearan en la presente propuesta:

**Ficha de observación.-** Las fichas de información son herramientas del estudio de campo. Para esto se estará solicitando al responsable de la Agropecuaria Chimú la producción diaria y mensual de residuos orgánicos para su posterior evaluación de la producción del biogás.

**Ficha de Análisis documentario.-** Dicha ficha tiene por finalidad registrar información sobre procesos o documentos que guarden relación a la siguiente investigación.

#### **2.4.3 Validez y Confiabilidad**

Para dar la autenticidad y confiabilidad al bosquejo se elaborará una igualación entre los datos recogidos en campo, las fichas de recaudación de datos llenados por las personas encargadas de la cría de las aves y los datos que podemos conseguir de fuentes bibliográficas especializadas en el contenido de realización de biogás.

Mediante dicho procedimiento podemos lograr la autenticidad, confidencia y la protección que nuestros datos obtenidos tengan la aprobación para llevar a cabo este proyecto de investigación.

#### **2.5 Métodos de Análisis de datos.**

Para el estudio a realizar se utiliza el análisis de los datos brindados por la agropecuaria haciendo una recopilación de toda esta información, a través de una ficha de base de datos, contribuyendo a determinar finalmente la viabilidad técnico económico del estudio.

#### **2.6 Aspectos Éticos**

En la vigente documentación de estudio se toman en cuenta ciertos aspectos éticos como el respeto a la posesión mental; la consideración por las persuasiones políticas, religiosa y morales; el respeto al ecosistema la indagación personal por parte de la entidad pública quienes nos brindaron la información requerida.

### III. RESULTADOS

#### **3.1. Diagnosticar la situación actual del proceso de incubación en la Agropecuaria Chimú en Puerto Eten Lambayeque.**

El proceso de incubación de huevos puede ser de dos maneras el de tipo natural y el proceso a través de una incubadora o también llamado artificial:

EL PROCESO NATURAL.-Este puede ser de 15 a 20 días para ello es necesario que la gallina se sienta sobre sus huevos casi todo el día dejando el nido durante periodos cortos de 15 a 20 minutos para comer y beber.

EL PROCESO ARTIFICIAL.-Este proceso puede ser de 21 a 23 los días en que los huevos deben permanecer en incubadoras.

Para el progreso de este proyecto es necesario saber que en la Agropecuaria Chimú usan el proceso artificial para la incubación de los huevos, para ello se cumplen los siguientes requisitos:

- Los huevos deben pesar entre 52g y 75g para pasar al proceso de incubación.
- 18 días de incubación en un proceso de 45min por día a temperaturas de 37°C a 38°C y el resto del día a temperatura ambiente no menor de 21°C ni mayor a 30°C
- 03 días en proceso de nacedoras sin ángulo de giro y a temperatura ambiente.

El proceso de incubación se realiza con un total de 03 incubadoras que pueden incubar de 1 a 300 huevos cada una a continuación las características del fabricante de las incubadoras brindas por el personal que labora en la Agropecuaria Chimú en Puerto Eten.

**Tabla 12. Características de las incubadoras**

<b>MODELO</b>	<b>RCOM MARU 380 DELUXE</b>
<b>TIPO</b>	<b>Carga Única</b>
<b>CAPACIDAD</b>	<b>1 a 316 huevos por proceso de incubación</b>
<b>ÁNGULO DE GIRO</b>	<b>45° ajustables a 60 min, 120 min y 180 min.</b>
<b>CONTROL DE TEMPERATURA</b>	<b>Digital</b>
<b>CONTROL DE HUMEDAD</b>	<b>Automático</b>
<b>PESO</b>	<b>30 Kg</b>
<b>DIMENSIONES</b>	<b>42,5 cm x 79cm x 76,5 cm de alto</b>
<b>TIPO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>Electricidad y Gas</b>
<b>CONSUMO DE ENERGÍA</b>	<b>440W o 1,484MJ/kg (Por proceso de incubación)</b>
<b>Es necesario agregar 2L de agua(opción recomendada por el fabricante)</b>	

**Fuente. Elaboración propia**

Cabe señalar que son 3 las incubadoras de la Agropecuaria Chimú

**Tabla 13. Tabla de poderes caloríficos de sustancias combustibles.**

<b>Combustible</b>	<b>MJ/kg</b>	<b>kcal/kg</b>
Gas natural	53,6	12 800
Biogás	24,2	5 800
GLP	46,1	11 000
Acetileno	48,55	11 600
Propano, Gasolina y Butano	46,0	11 000
Gasoil	42,7	10 200
Fueloil	40,2	9 600
Antracita	34,7	8 300
Coque	32,6	7 800
Gas de alumbrado	29,3	7 000
Alcohol de 95°	28,2	6 740
Turba	19,7	4 700
Hulla	16,7	4 000

**Fuente. Jenaro Hoyos “Combustibles fósiles”**

Teniendo en cuenta que el poder calorífico del gas propano o butano 46 MJ/Kg tenemos que los tres balones de gas hacen un total de 135 kg de gas que equivalen a un total de 6,210 MJ/Kg

Entonces estaríamos hablando que las tres incubadoras necesitan de 4,452 MJ de poder calorífico y son abastecidas por los 6,210 MJ que les proporciona los 3 balones de gas durante el periodo de 21 días.

### 3.2. Describir las características Físico – Químico del estiércol que se genera en la Agropecuaria Chimú en Puerto Etén Lambayeque.

Las características Físico - Químico del estiércol, fue logrado de un muestrario tomado de una de las 1580 aves de la Agropecuaria Chimú, las muestras fueron llevadas a la UNIDAD DE SERVICIOS TÉCNICOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD PEDRO RUÍZ GALLO, obteniéndose los resultados expuestos en la Tabla 14.

**Tabla 14. Resultados de análisis del estiércol de la Agropecuaria Chimú en Puerto Etén Lambayeque**

Tipo de Abono	PH	Carbono Orgánico	Relación C/N	Materia Orgánica	Nitrógeno	% Humedad
Estiércol de Gallina	7.50	38.2	39.5	80.5	1.40	40.10

**Fuente. Elaboración propia**

El estiércol de aves tiene como principal ventaja el poco contenido de grasas, además el PH neutro (6,50–8,50) es preferible para lograr una transformación excelente en un biodigestor, las pruebas reflejan un PH de 7,50.

La humedad de 40,10%, evidencia que las condiciones son excelentes para el aumento de bacterias que ayuden con el procedimiento de fermentación.

En cuanto al nitrógeno es altamente logrado cuando es utilizado para biogás, así que en manera originaria y expuesto al ecosistema pierde un 50% de sus propiedades (NH4).

La participación de masa biológica es del 80,50%, lo cual es adecuado para la obtención del metano y anhídrido carbónico.

La Densidad es de 1.2 kg/m<sup>3</sup>

### 3.3. Cuantificar la cantidad de Biogás a producir con el estiércol recolectado en la Agropecuaria Chimú en Puerto Etén Lambayeque.

Para saber la cantidad de aves de la Agropecuaria Chimú se elaboró la siguiente tabla

**Tabla 15. Población de aves**

CATEGORÍA	CANTIDAD
Gallinas	1000
Pollos	400
Polluelos	180
<b>Total de Aves de la Agropecuaria</b>	<b>1580</b>

Fuente. Elaboración propia

Las aves producen el 8% de su peso activo cotidianamente en excremento, según Mario Mendoza, Consultor/Capacitador GANYTEC S.A.C.

En el presente estudio consideramos el 8% de elaboración de excremento según el kilogramo de cada clase de las aves de la Agropecuaria Chimú.

**Tabla 16. Producción de Estiércol diario por categoría de la Agropecuaria Chimú.**

Categorías de Aves de la Agropecuaria	Peso Promedio (kg)	% Estiércol Producido dependiendo del peso	Producción de estiércol por categoría (Kg/día)
Gallinas Adultas	2.50	8	0.20
Pollo de engorde	3.00	8	0.24
Polluelos	0.70	8	0,06

Fuente. Elaboración propia

La materia prima reunida solamente será el 90% del excremento adherido por el general de las aves en la Agropecuaria (1580), por lo cual estas simplemente se encuentran en sus galpones al promediar de 17 horas por cada día.

**Tabla 17. Producción de Estiércol Útil**

<b>Categoría</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Producción de estiércol por categoría (Kg/día)</b>	<b>Producción de estiércol total (Kg/día)</b>	<b>% de Estiércol Útil</b>	<b>Producción de estiércol Útil (Kg/día)</b>
Gallinas Adultas	1000	0.20	200	90	180
Pollo de engorde	400	0.24	96	90	86.4
Polluelos	180	0.06	10.8	90	9.72
<b>TOTAL</b>	<b>1580</b>	<b>0.50</b>	<b>306.8</b>		<b>276.12</b>

**Fuente. Elaboración propia**

De la Tabla anterior nos permite obtener que la Elaboración de Excremento Útil para producir Biogás es de 276,12 kg/día.

Cabe indicar que la alimentación de las aves de la Agropecuaria Chimú, está formulada por especialistas en el rubro de alimentación para aves dándoles una alimentación balanceada y natural. Por ello, está formada en su mayor parte por granos de sorgo o maíz (+- 70%), que les dan la energía en carbohidratos suficiente para su desarrollo. Así mismo, dicha comida tiene harina de soya (+- 20%), origen de proteína, y muchos más ingredientes naturales que contienen vitaminas, minerales y aminoácidos. En oportunidades pueden tener pocas cantidades (menores a 3%) de harina de carnes o de pescado, las cuales son inocuas y de excelente calidad.

Del total de 1580 aves de la Agropecuaria Chimú, con una alimentación antes ya mencionada, produce estiércol en aproximadamente 276,12 Kg/día. **Y en el proceso de incubación de 23 días será de 6350.76 Kg**



**Tabla 18. Producción de Biogás**

<b>Ganado</b>	<b>kilo de estiércol fresco cargado diariamente por litros de biogás (Kg/l)</b>
Cerdo	51
Vacuno	35.3
<b>Gallina</b>	<b>25</b>

**Fuente. (Martí, 2008)**

Teniendo en cuenta la densidad del Biogás obtenemos que:

$$1\text{Kg/l} = 1,2\text{Kg/m}^3$$

$$25\text{ Kg/l} = 30\text{ Kg/m}^3$$

Cantidad de Biogás (kg) = 30 x Cantidad de Estiércol producido por día

$$\text{Cantidad de Biogás} = 30\text{ Kg/m}^3 \times 276,12\text{ Kg}$$

$$\text{Cantidad de Biogás producido por día (m}^3\text{)} = \mathbf{8,2\text{ m}^3}$$

Cantidad de Biogás (kg) = 30 x (Cantidad de Estiércol producido x los 23 días)

$$\text{Cantidad de Biogás} = 30\text{ Kg/m}^3 \times (276,12 \times 23) = 30\text{ Kg/m}^3 \times 6350,76\text{ Kg}$$

$$\text{Cantidad de Biogás producido durante el proceso de incubación (m}^3\text{)} = \mathbf{190,52\text{ m}^3}$$

**Señalar que la Presión mínima del biogás es de 7,41 Pa y la máxima de 8,91 Pa**

- 34. Calcular las partes de diseño y selección del biodigestor y componentes mecánicos del sistema de obtención de gas.**

#### **Capacidad del Biodigestor**

De acuerdo a la cantidad total aprovechable de excremento se determina las medidas del digestor, así mismo indicar que la materia prima a acopiar será el 90% del excremento segregado por el total de aves en la Agropecuaria (1580 entre gallinas, pollos de engorde y polluelos), debido a que estas solamente se encuentran en sus galpones un promedio de 17 horas por cada día.

En virtud a que la Agropecuaria Chimú de Puerto Eten registra temperaturas que varían los 15°C y los 25°C, dando un promedio de 20°C, esto hace suponer un proceso sin generación de Biogás que será de aproximadamente 18 días.

En la siguiente Tabla apreciamos la capacidad de carga dentro del biodigestor en el día teniendo en cuenta que se recomienda que la relación de agua para las combinaciones es de 1:3, para facilitar la fermentación y elaboración de Biogás.

**Tabla 19. Capacidad de carga al día**

<b>PRODUCCIÓN DE ESTIÉRCOL ÚTIL (Kg/día)</b>	<b>AGUA NECESARIA PARA LA MEZCLA (Kg/día)</b>	<b>CAPACIDAD TOTAL EN BIODIGESTOR (Kg/día)</b>	<b>CAPACIDAD TOTAL EN BIODIGESTOR (m<sup>3</sup>/día)</b>
<b>276,12</b>	<b>828,36</b>	<b>1104,48</b>	<b>1,10</b>

**Fuente. Elaboración propia**

### **Volumen total del biodigestor**

Este volumen total se obtendrá de la suma del volumen gaseoso con la del volumen líquido.

#### **Ecuación 7: Volumen total del biodigestor**

$$V_T = V_L + V_G$$

El volumen líquido será:

#### **Ecuación 8: Volumen líquido del biodigestor**

$$V_L = V_T \times 0.75$$

El volumen gaseoso es una cuarta parte del total:

#### **Ecuación 9: Volumen gaseoso del biodigestor**

$$V_G = V_T \times 0.25$$

El volumen gaseoso será:

#### **Ecuación 10: Volumen gaseoso**

$$V_G = V_L \div 3$$

### **Volumen líquido utilizado**

“El volumen del líquido está en función del tiempo de retención y la capacidad de carga diaria” (Martí, 2008, p.31).

$$\text{Volumen líquido} = \text{Tiempo de retención (días)} \times \text{Capacidad de carga diaria (m}^3\text{/días)}$$

**Ecuación 11: Volumen líquido en base al TR.**

$$V_L = T_R \times \omega$$

$$V_L = 23 \text{ (días)} \times 1,10 \left( \frac{m^3}{\text{dia}} \right)$$

$$V_L = 25,3 \text{ m}^3$$

### **Volumen gaseoso**

Se encuentra en la parte superior del biodigestor, este equivale a un tercio del volumen del líquido

$$V_G = V_L \div 3$$

$$V_G = 25,3 \div 3$$

$$V_G = 8,4 \text{ m}^3$$

**POR LO TANTO EL VOLUMEN TOTAL SERÁ**

$$V_T = V_L + V_G$$

$$V_T = 25,3 + 8,4$$

$$V_T = 33,7 \text{ m}^3$$

**EL VOLUMEN DEL BIODIGESTOR DEBERÁ SER DE 34 m<sup>3</sup>**

### **Cálculo de las dimensiones del Biodigestor.**

Empezamos por seleccionar el tipo de Geomembrana, y esto se hace de acuerdo a las condiciones que va a operar, en el presente caso nosotros utilizaremos una geomembrana cubierta expuesta reflectiva UV1500 reforzada, cuyas características lo apreciamos en el Anexo 02.

Luego, considerando que el Ancho de Rollo (AR) (m), es de 1600 mm, tomamos un promedio de 2 m. Entonces el Radio (r) será:

$$\begin{aligned}AR &= \pi r \\ 2 \text{ m} &= \pi r \\ &= \mathbf{0,64 \text{ m}}\end{aligned}$$

Luego calculamos el Diámetro:

$$\begin{aligned}D &= 2 r \\ D &= 2 (0,64) \\ \mathbf{D} &= \mathbf{1,28 \text{ m}}\end{aligned}$$

Con este valor calculamos la Sección Eficaz:

$$\begin{aligned}\text{Sección Eficaz} &= \pi r^2 \\ \text{Sección Eficaz} &= \pi (0,64)^2 \\ \mathbf{\text{Sección Eficaz}} &= \mathbf{1,29 \text{ m}^2}\end{aligned}$$

Con este valor calculamos la Longitud del Biodigestor:

$$\begin{aligned}\text{Longitud del Biodigestor} &= \text{Volumen Total} / \text{Sección Eficaz} \\ \text{Longitud del Biodigestor} &= 34\text{m}^3 / 1,29 \text{ m}^2 \\ \mathbf{\text{Longitud del Biodigestor}} &= \mathbf{26,4 \text{ m}}\end{aligned}$$

Finalmente calculamos la relación Longitud / Diámetro:

$$\begin{aligned}\text{Longitud del Biodigestor} / \text{Diámetro del Biodigestor} &= 26,4 / 1,28 \\ \mathbf{\text{Longitud del Biodigestor} / \text{Diámetro del Biodigestor}} &= \mathbf{20,6}\end{aligned}$$

Considerando que de acuerdo al fabricante la proporción entre la longitud y el diámetro del biodigestor es entre 15m y 25m, es óptima muy cercana a 21, tal como es el presente caso.

Sabiendo que la presión mínima del biogás de 7,41 Pa y la presión máxima de 8,91 Pa tomamos como referencia la presión máxima  $8,91 \text{ Pa} = 8,91 \text{ N/m}^2$  estos datos

Finalmente calculamos el esfuerzo que estará expuesto la Geomembrana, utilizando un factor de seguridad de 3, sabiendo que la resistencia a la fluencia es de  $S_y = 17 \text{ N/m}^2$ .

$$\sigma_t = \frac{9 \text{ N/m}^2}{3} = 3 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma_t \ll S_y$$

Como puede encontrarse el ahínco elaborado es más mínimo que el de la tenacidad a la fuente del material, por lo tanto el organismo no fallara con la coacción máxima de operación.

Ahora calcularemos la sección que tendrá la fosa donde estará el biodigestor, para ello haremos uso de Tabla 20, tomada de Martí (2008) y considerando en el Ancho del Rollo es de 2 m, seleccionamos una sección de:  $a = 1,00 \text{ m}$  y  $b = 1,20 \text{ m}$ .

**Tabla 20. Dimensiones de fosa según ancho del rollo**

AR(m)	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
A(m)	1.00	0.60	0.50	0.40	0.30
B(m)	1.20	0.80	0.60	0.60	0.50

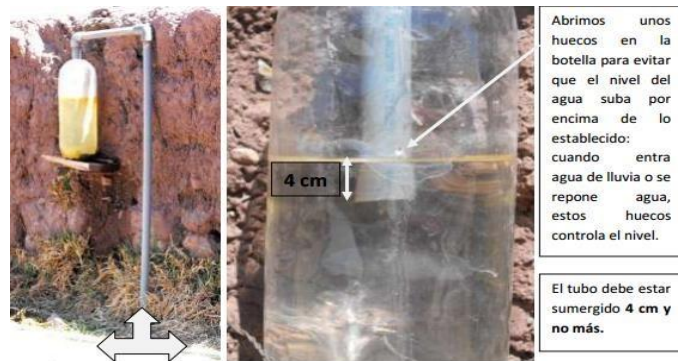
**Fuente. (Martí, 2008)**

### **Selección de la Válvula de Seguridad**

Su función es evitar que la manguera del Biodigestor se fracture, pues al existir elevada fabricación de biogás y mínimo consumo se pueden realizar grietas en la manga. La presión máxima soportar las mangas de polietileno es de 7 cm de agua, por lo que la válvula de seguridad debe tener la facultad de aperturarse tan luego sobrepase dicha presión.

Usualmente una válvula de protección está conformada por una botella desechable parcialmente llena de agua en donde interiormente se hunde un pedazo de tubo que llega de la conducción principal del gas a través de una te.

**Figura 3. Válvula de seguridad**



**Fuente. (Martí, 2008)**

A continuación realizamos una descripción del Biodigestor:

**a) Ubicación del Biodigestor**

El Biodigestor se ubicará en una fosa hecha de concreto, cuya función será servir de base para la Geomembrana.

La Geomembrana servirá como aislante térmico proporcionará protección a los materiales.

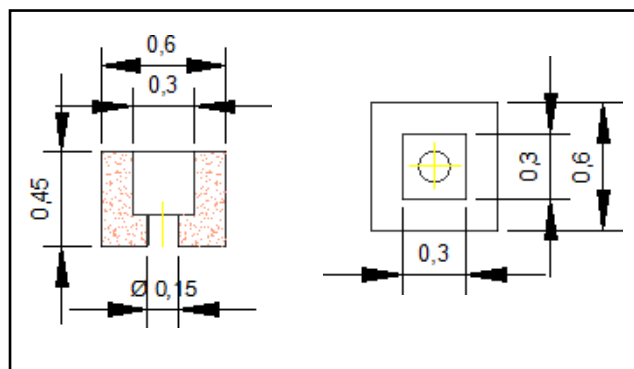
Debe estar ubicado en un área donde no interrumpa el tránsito peatonal y vehicular, y posicionado de tal manera que permita el acceso solar.

**b) Construcción de fosa de alimentación, Biodigestor y drenaje.**

**• Hoyo de inyección al Biodigestor**

Permitirá suministrar con estiércol al Biodigestor y será de concreto con las medidas que se aprecian en la siguiente figura.

**Figura 4. Medidas de fosa de alimentación de estiércol**



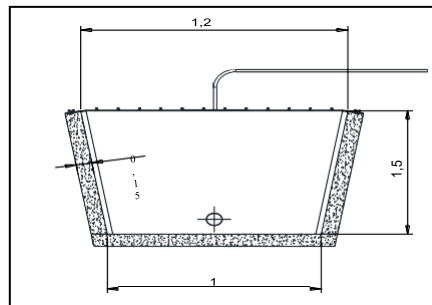
**Fuente. (Bravo, 2017)**

- **Fosa para el Biodigestor.**

De acuerdo al cálculo realizado, ésta tendrá una capacidad de  $47 \text{ m}^3$ , y sus tamaños para la fabricación serán: 37 m de largo con una altitud de 1.5 m, así también la perspectiva lateral tiene el diseño de un trapecio como se puede observar en la figura por lo que las medidas son de 1 m inferior y 1,2 m. superior

Se recomienda que las paredes de la fosa tengan diseño de ‘chaflán’ (las paredes inclinadas en forma de ‘v’), de esta manera se evita que se desmoronen las paredes.

**Figura 5. Diseño y medidas del biodigestor**

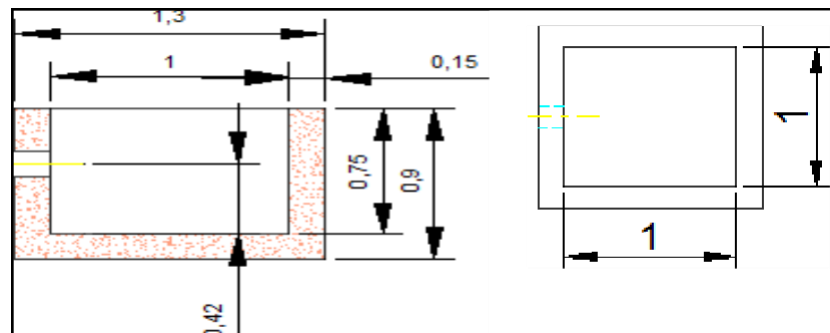


**Fuente. (Bravo, 2017)**

- **Fosa de descarga del Biol.**

Será de cemento con un volumen de  $0,75 \text{ m}^3$ , de acuerdo a la siguiente ilustración.

**Figura 6. Dimensiones de la Fosa Biol**



**Fuente. (Bravo, 2017)**

### c) **Tanque para almacenamiento del biogás**

Debido a que la elaboración de gas del biodigestor es continua a lo largo de las 24 horas del día; se hará uso de un Tanque de Almacenamiento. Generalmente la magnitud de acopiamiento no baja del 50% de la producción diaria.

### **3.5. Realizar una evaluación económica empleando indicadores VAN y TIR**

Para ejecutar la evaluación financiera del Proyecto en primer lugar se calcula las entradas y salidas que involucra la obtención del biogás utilizando estiércol de las aves de la Agropecuaria Chimú.

#### **3.5.1. Egresos**

Los egresos están conformados por:

##### **Inversión**

La Inversión está constituida por el gasto requerido que se necesita para elaborar el Biodigestor, la mano de obra necesaria para la fabricación del Biodigestor y la instalación del biogás a las incubadoras.

<b>MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DEL BIODIGESTOR</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UTILIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO POR UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Yeso	Trabajo de trazos	Kg	3,00	1	3,00
Afirmado	Movimientos de tierra	m <sup>3</sup>	4,00	25	100,00
Varilla de Acero 3/8"	Concreto armado	Varilla	42,0	14	588,00
Alambre #16	Concreto armado	Kg	5,00	4	20,00
Arena fina	Tarrajeo	m <sup>3</sup>	0,56	50	27,90
Cemento	Tarrajeo	Bolsa	21.50	15	279,50
Ladrillo	Construcción de cámaras	Unidad	0.50	208	104,00
Arena Gruesa	Construcción de cámaras	m <sup>3</sup>	0,28	35	9,71



Geomembrana UV1500 Reforzada	Construcción de cámaras	Rollo	1500,00	1	1500,00
Tubería de 1"	Accesorios	Unidad	30,00	10	300,00
Llaves de paso	Accesorios	Unidad	25,00	3	75,00
Uniones de tubería	Accesorios	Unidad	20,00	5	100,00
Tanque de almacenamiento de Biogás	Accesorios	Unidad	1500,00	1	1500,00
Movilización de los materiales y accesorios y herramientas a la Agropecuaria	Movilización	Soles	300	1	300
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>4,837.11</b>

<b>MANO DE OBRA PARA LA ELABORACIÓN DEL BIODIGESTOR E INSTALACIÓN DEL BIOGÁS</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UTILIDAD</b>	<b>COSTO</b>
Limpieza y trazos	Trabajos preliminares	50,00
Excavación y nivelación del terreno	Movimientos de tierra	250,00
Colocar concreto armado más Tarrajeo y derrames	Construcción de Cámaras de entrada de material y salida de Biol	1800,00
Instalación de la Geomembrana	Cámara de descomposición	600,00
Instalación de tuberías y llaves de paso, válvulas	Accesorios	1000,00
Instalación de mangueras para el abastecimiento de gas a las incubadoras	Abastecer gas	300,00
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>4,000.00</b>

<b>DESCRIPCIÓN Y VALOR DE LA INVERSIÓN</b>	
Materiales para la elaboración del Biodigestor	4,837.11
Mano de obra para la elaboración del biodigestor e instalación del biogás	4,000.00
<b>TOTAL DE INVERSIÓN</b>	<b>8,837.11</b>

#### **A. Operación y Mantenimiento**

Los gastos de operacionalidad y mantenimiento se basan en los pagos que se tendrá que pagar al personal encargado de controlar y supervisar el correcto funcionamiento del biodigestor el cual se propone un salario de S/ 100,00 soles mensuales, dando un total de S/1200,00 soles al año.

#### **3.5.2. Ingresos**

Para el trabajo de investigación realizado se considera que el biogás a obtener se va a utilizar para abastecer a las incubadoras de huevos de la Agropecuaria, se considera el precio comercial del biogás.

✓ Precio comercial del biogás/ m<sup>3</sup>: S/ 2.80

Obtención de biogás al año: 2518,5 m<sup>3</sup>/año

Por lo tanto se tendría un ingreso anual de S/7,051.8

#### **3.5.3 Cálculo del VAN y TIR**

### **EVALUACIÓN ECONÓMICA**

#### **A. INDICADORES DE COMPARACIÓN**

<b>INVERSIÓN</b>	8,837.11
------------------	----------

## B. FLUJOS DE CAJA

Se está tomando como egresos los gastos de operación y mantenimiento del sistema.

FLUJO DE CAJA		0	1	2	3	4	5
<b>Inversiones</b>							
Costo implementación del sistema de biogás		8,837.11					
<b>Ingresos</b>							
Ingresos de la venta de biogás			7,051.8	7,051.8	7,051.8	7,051.8	7,051.8
<b>Egresos</b>							
Operación y mantenimiento			1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
<b>TOTAL DE BENEFICIOS</b>	S/	<b>-8,837.11</b>	<b>5.851.8</b>	<b>5.851.8</b>	<b>5.851.8</b>	<b>5.851.8</b>	<b>5.851.8</b>

## C. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

$$VAN = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{Bnt}{(1+i)^t} - I_0$$

Bnt : Beneficios Neto Anual desde t = 1, hasta t = n  
 i : Tasa de actualización  
 n : Vida Útil  
 I<sub>0</sub> : Inversión Inicial en el momento cero de la evaluación

AÑOS	FLUJOS NETOS (S/)	FACTOR DE DESCUENTO (12%)	VALOR ACTUALIZADO (S/)
1	-8,837.11	1.00	-8,837.11
2	5,851.8	0.89	5,208.102
3	5,851.8	0.80	4,681.44
4	5,851.8	0.71	4,154.778
5	5,851.8	0.64	3,745.152
<b>TOTAL</b>			<b>8,952.363</b>

#### D .RELACIÓN BENEFICIO/COSTO (B/C)

$$BC = \frac{\text{VALOR ACTUAL NETO}}{\text{INVERSION}}$$

BENEFICIO/COSTO		
	S/.	B/C
VALOR ACTUAL NETO (VAN)	8,952.363	1,01
COSTO DE INVERSION	8,837.11	

#### E. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

$$TIR = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{BNt}{(1+i)^t} - lo = 0$$

BNt : Beneficios Neto Actual desde t=0, hasta t=n

r : Tasa Interna de Retorno TIR

n : Vida Útil

lo : Inversión inicial en el momento cero de la evaluación.

TASA INTERNA DE RETORNO - TIR		
AÑOS	TASA DE DESCUENTO	TASA INTERNA DE RETORNO
5	12%	18,24%

TIR es mayor que la Tasa de Descuento (12%) el proyecto es Viable

TIR es menor o igual que la Tasa de Descuento (12%) el proyecto No es Viable.

## F. TIEMPO DE RECUPERACIÓN

$$TR = \frac{\text{COSTO DE INVERSIÓN}}{\text{BENEFICIOS ANUALES}}$$

TIEMPO DE RECUPERACIÓN		
COSTO DEL PROYECTO	BENEFICIO ANUALES	TIEMPO DE RECUPERACIÓN
8,837.11	8,952,363	1 AÑO

Con estos resultados concluimos un Valor Actual Neto de 8,952.363 y una Tasa Interna de Retorno de 18,24%, Indicadores económicos que nos muestra que el PROYECTO ES VIABLE.

#### IV. DISCUSIÓN

Se demostró que el Biogás puede ser una alternativa de energía a la leña y gas propano, ya que ambos suelen ser utilizados para la preparación de alimentos y para proporcionar termas de agua o cocción de la misma y en caso de este proyecto para uso industrial.

El aprovechamiento del excremento, con procesos organizados, ayuda con la reducción de malos olores y a su vez moscas (u otros insectos), que afectan el ecosistema local quitándole a la Agropecuaria ese mala reputación de foco infeccioso.

Asimismo dicha indagación también se logra la correlación con los resultados que sostuvo Doroteo en su tesis “Aprovechamiento del biogás proveniente del abono de gano vacuno en un establo que se encuentra ubicado en Ixtapaluca estado de México” nos da a conocer que la elaboración de un Biodigestor generara biogás para el aprovechamiento en las necesidades energéticas y con el resultado de este proceso se conseguirá fertilizante orgánico.

Llegando a la conclusión que también al aprovechar el estiércol generado por el de ganado vacuno como el de gallinaza tiene tres finalidades: elaborar biogás, aprovechar el abono orgánico de suelos para el sector agrícola y disminuir la contaminación ambiental incitada por el estiércol acumulado.

## V. CONCLUSIONES

Para el siguiente trabajo de investigación las conclusiones serán:

La Cuantía de Excremento Útil para elaborar Biogás que logra las 1580 aves de la Agropecuaria Chimú de Puerto Eten Lambayeque es de 276,12 kg/día. Debido a que el excremento tiene un PH de 7,50 y un porcentaje de humedad de 40,10% así mismo el porcentaje de masa biológica es del 86,5%, lo cual es apropiado para la obtención del metano.

La Cuantía de Biogás a elaborar es de 8,2 m<sup>3</sup>/día.

El Biodigestor a moldear será del modelo Manga y carga continua, tendrá un Volumen Total de 33,7 m<sup>3</sup>, una Longitud de 26,4 m y una sección de 1,29 m a 1,00 m.

Para la elaboración del proyecto tendremos en cuenta que el biogás posee un valor de 24,2 MJ y lo multiplicamos por el porcentaje obtenido en la cantidad de biogás a generar durante el proceso de incubación (m<sup>3</sup>) = 24,2 MJ x 190,52 m<sup>3</sup> (datos obtenidos en los resultados de a generar durante el periodo de incubación).

Dando un total de 4,610.58 MJ que también serán capaces de abastecer los 4,452 MJ que requieren las incubadoras durante el periodo de 21 días tiempo que demora el proceso de incubación.

La inversión con el cual se va a edificar el Biodigestor aumenta a S/.8,837.11; la operación y el mantenimiento es de S/.1200 al año y las entradas serán de S/ 8, 952.363 por beneficio de utilizar el biogás en lugar de Gas Metano o Propano en la Agropecuaria, con lo que resulta un Valor Actual Neto (VAN) de S/. 8, 952.363 y la Tasa de Interés Retorno (TIR) de 18.24 %.

Por lo expuesto anteriormente se llegó a la conclusión que el proyecto es VIABLE.

## VI. RECOMENDACIONES

Se Recomienda:

- 1.- Examinar el Potencial de Generación de biogás a partir de Estiércol de animales de granja en el ámbito de la Región de Lambayeque ya que es una de las Regiones con mayor potencial Avícola y Ganadera
- 2.- Estimar el aprovechamiento de los residuos que genera la obtención de biogás que salen del biodigestor ya que este se puede usar como un fertilizante natural.
- 3.- Proponer la elaboración de un proceso de monitoreo automatizado que garantice la generación del biogás y el abastecimiento del mismo a las incubadoras de la Agropecuaria Chimú.



## REFERENCIAS

BOLÍVAR Fúquene, Hernán- Ramírez Hernández Elkin. Gestión para lograr el diseño de un biodigestor para establecer el aprovechamiento de la materia orgánica generada en los frigoríficos de Bogotá”, Colombia, 2012. Disponible en: <http://www.udistrital.edu.co:8080/documents/138588/3154083/DOCUMENTO+FINAL.pdf>

FUENTES López, Álvaro. Análisis para realizar el diseño y construcción para un biodigestor con un sistema automático para lograr generar el biogás para la Finca Tanguarín del centro parroquiano San Antonio de Ibarra”, Ecuador, 2012. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1912/1/04%20MEC%20015%20TESIS.pdf>

CARHUANCHO LEÓN, Fanny Mabel. “Análisis para el aprovechamiento del estiércol de gallina para la generación de biol en digestores tipo Batch, como gestión para el manejo eficiente del residuo de la avícola”, Lima, 2012.

Disponible en: <http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2013/01/161.pdf>

VERDEZOTO Carvajal Darwin. Gestión para el biodigestor anaerobio para la producción del biogás, referente a las excretas para el ganado vacuno, en la finca Los Laureles de la comunidad Flor el Manduro”, Ecuador, 2014.

Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3279/1/236T0088.pdf>

PAIVA Periche, Percy. “Análisis para el aprovechamiento del biogás que es obtenido mediante el tratamiento de las aguas residuales, que son generadas en la organización Rico Cerdo F&G S.A.C para el uso del biocombustible en los sistemas para la calefacción de las áreas de maternidad”, Chiclayo, 2016.

Disponible en:

[http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/656/1/TL\\_Paiva\\_Periche\\_PercyFernando.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/656/1/TL_Paiva_Periche_PercyFernando.pdf)

## ANEXOS

**Figura 7. Clausura de la Agropecuaria Chimú**



**Fuente. (Galería de imágenes de la Municipalidad de Ciudad Eten, 2016)**

**Figura 8. Las aves de la Agropecuaria pasan más de 17 horas en sus galpones**



**Fuente. (Galería de imágenes de la Municipalidad de Ciudad Eten, 2016)**

**Figura 9. Instalación de suministro de gas a las incubadoras de huevos**



**Fuente. (Elaboración propia)**

**Figura 10. Tipo de incubadora utilizada por la Agropecuaria Chimú**



**Fuente. (Elaboración propia)**

## ANEXOS 01: INSTRUMENTOS



### FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACION DE BIOGAS, UTILIZANDO BIODIGESTORES EN BENEFICIO DE LA AGROPECUARIA CHIMU EN PUERTO ETEN
FECHA:	07/05/18
NOMBRE DEL AUTOR:	PRADA TIAMANA ALDO ORLANDO
NOMBRE DE LA AGROPECUARIA:	AGROPECUARIA CHIMU

### PRODUCCION ESTIMADA DE ESTIERCOL DIARIA

DIA	FECHA	HORA	CANTIDAD PRODUCIDA
UNES			
MARTES			
MIERCOLES			
JUEVES			
VIERNES			
SABADO			

### PRODUCCION ESTIMADA DE ESTIERCOL MEN SUAL

MESES	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
CANTIDAD PRODUCIDA				

  
 SAC ANTONIO RODRIGUEZ SALAZAR  
 INGENIERO ELECTRICISTA  
 REG. CIP. 190882

Firma del Especialista

**FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL  
 APLICADA A LA AGROPECUARIA CHIMU DE PUERTO ETEN**

TESIS:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACION DE BIOGAS, UTILIZANDO BIODIGESTORES EN BENEFICIO DE LA AGROPECUARIA CHIMU EN PUERTO ETEN
FECHA DE APLICACION:	10/06/18
NOMBRE DEL AUTOR:	PRADA TIAMANA ALDO ORLANDO
NOMBRE DE LA AGROPECUARIA:	AGROPECUARIA CHIMU

	DOCUMENTOS	PAGINAS WED VISITADAS	COMENTARIOS	ETIQUETAS
AUTOR				
TITULO				
EDITORIAL				
DESCRIPCION FISICA				
COLECCION				
MATERIAS				
CODIGO				
AÑO DE PUBLICACION				
PAGINA				

  
 SAC. INFORMÁTICA  
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA  
 REG. CP. 130882

Firma del Especialista

## ANEXO 02: CARACTERÍSTICAS DE LA GEOMEMBRANA


### Ficha Técnica Producto

## Cubierta Expuesta Reflectiva UV1500 Reforzada

La cubierta expuesta reflectiva UV 1500 reforzada es un producto desarrollado para la impermeabilización de cubiertas expuestas planas o inclinadas, tanto en obra nueva o en rehabilitación de cubiertas existentes.

La cubierta expuesta reflectiva UV 1500 reforzada es un producto laminado elaborado a base de policloruro de vinilo (PVC) plastificado, reforzado con tela de poliéster de alta tenacidad que le provee al producto final excelente resistencia a la tensión y al rasgado y muy alta estabilidad dimensional.

NOTA: La cara del material que debe ir expuesta a la intemperie es la cara interna del rollo, grabado suede.



### Características

- Excelente desempeño a exteriores.
- Alta reflectividad solar.
- Retardancia a llama.
- Excelente flexibilidad.
- Excelente estabilidad dimensional.
- Excelente protección a crecimiento de micro-organismos.

Nombre	Calibre nominal	Ancho	Grabado	Color	Composición	Tolerancia
Cubierta expuesta reflectiva 1500 reforzada UV	1500 micras	1600 mm	Suede	Blanco	Dos películas de 850 micras, mas tela 100% poliéster	Variación de calibre en producción calandra de +/- 5%

NOTA: Nos reservamos el derecho de modificar las especificaciones que consideremos necesarias para garantizar la óptima calidad y funcionalidad de nuestros productos.

GCO-FR-141 - Vr. 1 21/01/2016

[www.geomembranas.com.co](http://www.geomembranas.com.co)  
 PBX. 571 + 8 84 44 61 Variante Chía - Cota Kí. 1 No. 4 - 02 Bodega 3 Parque Industrial K2

### ANEXO 03: ANÁLISIS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
UNIDAD DE SERVICIOS TÉCNICOS



CERTIFICACIÓN N° 163-2018 UST-FIQA

Lambayeque, 25 de Septiembre 2018

SOLICITANTE : AGROPECUARIA CHIMU S.A.  
PROCEDENCIA : LAMBAYEQUE  
ASUNTO : ANALISIS FISICO-QUIMICO  
MUESTRA : ESTIERCOL DE GALLINA  
TIPO DE USO : TESIS  
FECHA DE RECEPCION : 18/09/2018

RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO QUIMICO		
DETERMINACION	MEDIDA	RESULTADOS
pH	%	7.50
CARBONO ORGANICO	%	38.2
CARBONO HIDROSOLUBLES	%	2.1
RELACION C/N	%	39.5
MATERIA ORGANICA	%	80.5
NITROGENO	%	1.40
HUMEDAD	%	40.1

**CONCLUSIÓN:** Son los resultados que se indican.

  
M.Sc. RUBEN VARGAS LINDO



## ANEXO 04: PLANO DEL BIODIGESTOR

