



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA GENERACIÓN DE  
BIOGÁS UTILIZANDO ESTIÉRCOL DE GANADO VACUNO EN LA  
HACIENDA SANTA CLARA – CHOTA 2016”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTOR:**

Alva Díaz Elder

**ASESOR:**

Adanaqué Sánchez José Luis

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

PERÚ - 2016

### **DEDICATORIA**

Con mi eterna gratitud y cariño a mis padres Atilano Alva Bustamante y Elva Días Benavides, quienes con su amor infinito me dieron su apoyo incondicional.

El autor

## **AGRADECIMIENTO**

Al ingeniero Adanaqué Sánchez José Luis, quien, en calidad de asesor del presente trabajo, me brindo todo su apoyo para su culminación

A la administración de hacienda Santa Clara Chota, por haberme dado todas las facilidades para realizar la presente tesis.

A todos los docentes de la facultad de ingeniería mecánica eléctrica y compañeros, por el apoyo moral en la culminación de mi carrera profesional.

El autor

## PRESENTACIÓN

### **Señores miembros del jurado**

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “**Estudio de factibilidad para la generación de biogás utilizando estiércol de ganado vacuno en la hacienda Santa Clara – Chota 2016**”, someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Eléctrico.

La presente investigación se realizó con el objetivo de obtener biogás utilizando el estiércol de ganado vacuno, para cubrir sus necesidades de obtención de energía calorífica en la hacienda y contribuir con el cuidado del medio ambiente.

El estudio de factibilidad nos permite determinar la viabilidad del proyecto de instalación de un biodigestor en la hacienda Santa Clara, donde cuentan con una buena cantidad de materia prima la cual es de mucha importancia; el biogás que se obtenga de estos recursos permitirá cubrir sus necesidades de los pobladores.

Los datos obtenidos se basan en encuestas y estudios anteriores realizados, determinado la producción de biogás a partir del estiércol de ganado vacuno.

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
ÍNDICE .....	vii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Realidad Problemática .....	11
1.1.1 Internacional.....	11
1.2 Trabajos previos.....	12
1.3 Teorías relacionadas al tema .....	16
1.4 Formulación del problema.....	24
1.5 Justificación del estudio. ....	24
1.6 Hipótesis. ....	25
1.7 Objetivos .....	25
II. MÉTODO.....	26
2.1 Diseño de la investigación.....	26
2.2 Variables Operacionalización.....	26
2.3 Población y muestra.....	27
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. 28	
2.5 Método de análisis de datos.....	29
2.6 Aspectos éticos.....	29
III. RESULTADOS .....	30
A. Identificando la capacidad de producción de estiércol de ganado vacuno y el consumo de energía calorífica en la hacienda Santa Clara-Chota.....	30

B.	Diseñando y analizando el estudio de la implementación del generador de biogás de acuerdo al consumo de energía calorífica en la hacienda santa clara chota.	31
C.	Determinando el monto total de inversión para la generación de biogás utilizando el estiércol de ganado vacuno	33
D.	Realizando la evaluación de factibilidad del estudio de generación de biogás	34
IV.	DISCUSIONES	36
V.	CONCLUSIONES	39
VI.	RECOMENDACIONES	40
VII.	REFERENCIAS	41
	ANEXOS	43
	Anexo 01	43
	Anexo 02	45
	Anexo 03	50
	Anexo 04	55
	Anexo 05	82
	Anexo 06	88
	Anexo 07	91
	Anexo 08	94

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo, determinar la viabilidad en la instalación de un biodigestor para la obtención de biogás, a partir del estiércol de ganado vacuno en la Hacienda Santa Clara – Chota. A través de este trabajo se determinó la cantidad de estiércol, a partir del número de ganados vacunos. Así mismo se determinó la cantidad de energía convencional consumida, para calcular la capacidad del biodigestor. En base a la capacidad, se obtuvo los costos de instalación del biodigestor. La viabilidad del presente trabajo de investigación, se basa en los datos obtenidos a partir del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interno de Retorno (TIR). Los datos necesarios para la elaboración de los objetivos antes mencionados, se obtuvo a través de encuestas realizadas al especialista y al encargado de la Hacienda, llegando a la conclusión de la viabilidad del presente trabajo, como lo muestra los valores del VAN y TIR.

### **Palabras claves**

VIABILIDAD, BIODIGESTORES, BIOGÁS, ESTIÉRCOL.

## **ABSTRACT**

The present research work's objective is to determine the feasibility of constructing a biodigester and obtaining biogas from cattle manure in the Santa Clara Hacienda at Chota. Through this work, the author has determined the amount of manure from the number of cattle. It has also determined the amount of conventional energy consumed, which will calculate the capacity if the biodigester. Based on the capacity, the installation costs of the biodigester were also obtained. Determining the feasibility of the research work helped calculate the Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR). The necessary data for the preparation of the goals was obtained through surveys, which drew the conclusion of the feasibility of the present work, as samples of the VAN AND TIR.

**Key words:** Feasibility, Biodigesters, Biogas, Manure.



## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad Problemática

#### 1.1.1 Internacional

A nivel internacional enfrentamos una importante carencia de energías renovables (energías limpias) y por ende hay escasez de hidrocarburos que repercute en el aumento de precios en los consumidores, esta situación, junto con la preocupación por el incremento del calentamiento global, ha congregado a los países del mundo a buscar soluciones que reviertan esta realidad. Una alternativa es las energías renovables, que generan menores impactos ambientales que las fuentes de energías convencionales. Las energías limpias contribuyen alcanzar los objetivos de seguridad de suministro y sustentabilidad ambiental de las políticas energéticas estableciendo la magnitud de esta contribución y la viabilidad económica de su implantación, dependiendo de las demandas de cada país, de los recursos renovables que cuentan, localización geográfica y las características de los mercados energéticos con los cuales competirán las energías limpias. Estas energías limpias se caracterizan por sus procesos de transformación y aprovechamiento de energía útil, no se consumen ni se agotan en una escala humana. El biogás es una energía limpia muy actual en Latinoamérica y en la unión europea (tobares, 2012, p. 02).

#### 1.1.2 Nacional.

En nuestro país se estima para el 2040 el aumento en 8 veces el consumo actual de energía. Ante esta realidad problemática que se encuentra el Perú asumido el compromiso de cambiar la matriz energética convencional para lograr que las energías renovables no convencionales representen el 50% de la energía que consume el país. De no obtener los objetivos trazados, el Perú podría volverse altamente vulnerable a las subidas de precio del petróleo y al estrés hídrico ocasionado por el cambio climático, perdiendo competitividad por el aumento de costos de producción, haciéndose necesario la promoción y uso de tecnologías asociadas a la generación de energías renovables para lograr a cubrir esta demanda y cumplir con el objetivo propuesto (MAG:, 2011, p. 03).

### **1.1.3 Regional**

En Cajamarca, nuestra región es agrícola y minero por autonomía. En las zonas rurales es mayormente donde se siente las carencias de contar con combustibles para obtener la energía calorífica y solventar necesidades indispensables de la ciudadanía cajamarquina, sumados a otros factores adversos de tendencia creciente de fenómenos de alta contaminación ambiental. La importancia de esta fuente de energía es relativamente mayor en las zonas rurales, donde existe la materia prima (estiércol) y desechos orgánicos (Pajares, 2010, p. 07).

### **1.1.4 Local**

En la Hacienda Santa Clara se tienen muchas dificultades para obtener la energía calorífica en sus actividades que realizan. Esta localidad tiene difícil acceso y elevados costos en la obtención de combustibles no convencionales. El insumo que más se utiliza como combustible es la madera (leña), altamente contaminante por los gases que emite producto de la combustión, por ende se debe optar por combustibles alternativos ecológicas, como producir el biogás a través de biodigestores y contribuir con la reducción de la contaminación del medio ambiente.

## **1.2 Trabajos previos**

### **1.2.1 Internacional**

Según Perez (2010, p. 05), en su estudio, diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros; El aprovechamiento de biomasa es una de las actividades rurales del país, dando el empleo de las principales actividades económicas de este grupo demográfico, la crianza de bovinos para engorde, la producción de leche y la carne. El desecho más abundante producido por los animales que se utilizan en esta actividad son los estiércoles (materia fecal). Estos residuos orgánicos han tenido amplio estudio a través del tiempo para su aplicación como biomasa, es decir como materia prima que permite la generación de biogás a través de los biodigestores.

Para Mejia, Mejia y Ramirez ( 2005, p. 06), en su estudio de factibilidad de una planta procesadora de biogás a partir de desechos orgánicos, se incluyen los principales elementos que permiten establecer la viabilidad de implementación

de este tipo de proyectos. La producción de Biogás a nivel internacional permitió evaluar los diferentes tipos de tecnologías que van desde pequeños biodigestores domésticos, hasta plantas de tratamiento industriales de altos volúmenes de producción. El estudio de mercado abastecedor permite establecer la carga de materia prima para la producción de volúmenes de Biogás, estableciéndose políticas de generación de biogás adecuadas para dar solución al problema de los desechos y generar una nueva fuente de energía. La evaluación de un mercado de consumo de este tipo de producto es un elemento de importancia para poder establecer la rentabilidad, generada de la comercialización de este tipo de combustibles, permitiendo competir con las empresas que comercializan este tipo de combustibles altamente contaminantes.

En el estudio realizado de Gomes y Moreira (2013, p. 07), en este estudio se presentan los resultados del análisis de la factibilidad de contribuir al desarrollo sustentable del municipio de Chiapas de Corzo, México, establece la implementación de un sistema de biogás producido en los biodigestores alimentados con excrementos de ganado vacuno, para su uso como energía térmica en las ladrilleras del municipio. Se recabaron datos sobre combustibles utilizados, cantidad de personas involucradas en las ladrilleras y se determinó el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) emitido por los hornos analizados. También se instaló y se evaluó un biodigestor en un rancho cercano a la ladrillera, para determinar el potencial de producción de biogás. Además, se realizaron pruebas con un prototipo de purificación y compresión de biogás diseñado en la Universidad del Valle de México Campus Tuxtla, determinando la importancia del manejo del biogás en su almacenamiento y transporte.

Según Avila (2009, p. 05), en su tesis biogas, opción real de seguridad energética para Mexico; establece la importancia del biogas, radica en el hecho de que México es un país con déficit en la producción de gas. Una de las alternativa mas viables es invertir en la obtención de biogas que puede producirse en los rellenos sanitarios y establos en donde existe una cantidad significativa de desechos orgánicos húmedos, elementos básicos en la producción de metano y bióxido de

carbono y que lamentablemente no son utilizados en las actividades que realizan en el ámbito, económico, ambiental y físico.

Según Sefarin (2010, p. 53), en su investigación de factibilidad técnica; establece que la implementación de un Programa Nacional de Biogás doméstico en Honduras, no es factible en un tiempo cercano, debido a la poca información que se conoce y la poca confianza que se tiene sobre la distribución y producción de biogás. El consumo real de leña y gasto en energía doméstica de los hogares rurales entre otro aspecto a tomar en cuenta. La falta de experiencias de pago por las instalaciones de digestores en el la zonas rural (la mayoría son patrocinados), ocasionado dudas en el posible éxito de las instalaciones de biodigestores para producir Biogás doméstico con pretensiones de mercado. Algunas consideraciones a tener en cuenta para la instalación de biodigestores en un futuro son: Un biodigestor no debe ser menos importante que otras actividades domésticas que están presentes y demandan acciones de mayor importancia. La buena información del biodigestor puede contribuir a mejorar el uso más eficiente de la tecnología de digestión anaeróbica, intensificando su uso con fines domésticos e industriales a nivel rural y contribuir a adquirir conocimiento sobre la manipulación de biodigestores y la importancia de los residuos orgánicos.

### **1.2.2 Nacional**

Salazar (2012, p. 225), en su investigación producción de biogás y biol a partir de excremento de ganado; se analizó un digestor familiar de 2,24 m<sup>3</sup>, en las mejores condiciones climáticas que presenta esta ciudad en el la estación de verano. Se analizó la producción de biogás diariamente en un digestor, a través del método indirecto (gasómetro de campana flotante) con una producción promedio de 437 litros de biogás al día en los meses de Marzo y Abril del 2011. Además de las buenas condiciones climatológicas, el diseño del digestor y los materiales usados en la construcción del biodigestor fueron importantes para mantener el calor interno de la cámara de fermentación, elevando la eficiencia del biodigestor para la producción de biogás en las zonas rurales del cercado de Tacna.

Según Cueva (2012, p. 03), establece que la producción de biogás a partir del estiércol tiene un propósito primordial a conllevar a la reducción de gases que provocan el efecto invernadero del en el planeta, también es una opción que nos permite la obtención de energía para cubrir las necesidades de ciudadanos agricultores y resolver problemas como la utilización final de la materia orgánica de olores pestilentes, fauna nociva, transmisión de enfermedades y contaminación de mantos freáticos. Asimismo se puede obtener biofertilizantes a partir de los restos residuales y tener un porcentaje por la venta de la energía obtenida. Nuestro país tiene aproximadamente seis millones de habitantes que no tienen a la posibilidad de utilizar la energía no convencional, principalmente por, la distancia de los lugares más alejados en la zonas rurales, en tal sentido se hace muy necesario buscar opciones de generar nuevos modelos de energía.

### **1.2.3 Regional**

Según Rodrigo (1999, p. 62), en su tesis evaluación del potencial energético de biomasa para la producción de biogás, el estiércol de vacuno representa el desecho más potencial para la producción de biogás, pudiendo llegar a obtener un promedio de 108.24 m<sup>3</sup> de biogás por día. El estiércol de vacuno produce en mayor cantidad y equivale al 63.86%, donde se concluyó que la introducción de la tecnología del biogás es perfectamente viable tanto por la existencia de biomasa disponible como por el grado de educación preponderantemente en los usuarios.

Para Cotrina y Villanueva (2013, p. 03), en su investigación biodigestores tubulares familiares en la ciudad de Cajamarca. Los biodigestores se empezaron a construir en 1979 en la Universidad Nacional de Cajamarca, a por intermedio del Centro de Investigación y Promoción de Energías no Convencionales (CIPENC), que posteriormente continuó las investigaciones con el "Programa de Biogás". En el 2007, a través del Centro de Demostración y Capacitación en Tecnologías Apropriadas (CEDECAP) y con el apoyo de la Universidad Politécnica de Cataluña, que se promovió la investigación y la instalación de digestores de diseño tubular unifamiliar que están dando resultados favorables en las zonas rurales donde han sido instalados dichos digestores.

#### **1.2.4 Local**

En el distrito de Chalamarca no se han realizado investigaciones relacionadas a la instalación de biodigestores para la generación de biogás.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Estudio de factibilidad**

“Es aproximaciones sucesivas, donde se determina el problema por resolver, empezando de supuestos, pronósticos y estimaciones. La elaboración de la información se basa en la profundidad de los estudios técnicos, económicos, financieros y de mercado” (Santos, 2008, p. 23).

#### **1.3.2. Desarrollo del estudio de factibilidad**

“Es una evaluación en el cual influyen cuatro grandes etapas: Idea, pre inversión, Inversión y Operación. La idea pre inversión, investiga de forma ordenada y organizada la identificación del problema, aprovechando una oportunidad de negocio” (Santos, 2008, p. 14).

En donde se puede afirmar que la ocurrencia de un proyecto, es una idea del inversionista, usualmente simboliza el procedimiento de un diagnóstico que se caracteriza por diferentes vías de solución. La etapa de pre inversión es la que establece el principio de la evaluación del proyecto, está compuesta por tres niveles: perfil, pre factibilidad y factibilidad para realizar a cabo un análisis de factibilidad de proyectos de inversión, se requiere: estudio de Mercado, Técnico y Económico (Santos, 2008, p. 16).

#### **1.3.3. Variables principales de la factibilidad (VAN Y TIR)**

##### **a. Valor actual neto (VAN)**

“Es un indicador que muestra un proyecto y sus costos en un horizonte determinado de tiempo. Cuando se analiza una inversión debe cubrir sus costos acumulando, los beneficios y costos en el periodo cero” (Andia, 2011,p. 17).

## **b. Costo eficiencia**

“Es la función que la sociedad designa al estado en distintos contextos económicos e históricos, esto se da mayormente en la inversión pública se concreta en proyectos de inversión donde los beneficios es de alto valor social” (Aguilera, 2011, p. 46).

## **c. Tasa de retorno inmediata (TIR)**

“La tasa de retorno inmediato (TIR), es un pilar que se adapta con mucha frecuencia a proyectos, donde la evaluación social ha resultado es positivo en consecuencia del VAN social” (Aguilera, 2011, p. 48).

Muestra un flujo de beneficios netos en aumento e independientes del momento en que se empieza la realización del proyecto. La ejecución de este indicador tiene como finalidad de obtener el momento óptimo de la inversión y, por consecuencia, el inicio de la realización el proyecto y de la generación de los beneficios netos que sustenta la decisión. Se trata de un indicador de apoyo a la toma de decisiones respecto a la programación eventual de las inversiones adecuadamente y no reemplaza a estudio social propiamente dicha. (Aguilera, 2011, p. 48).

### **1.3.4. Estiércol de ganado vacuno**

“El ganado vacuno, además de ingerir alimentos para sobrevivir, también expulsan materia que no son útiles para su organismo, en forma de sólidos y líquidos a ello se le conoce como estiércol” (Arellano, Cruz-rosales y Huerta, 2014, p. 06).

El estiércol se considera un material desecho, este material contiene muchas propiedades útiles, como son: el agua, los carbohidratos, proteínas, grasas y varias materiales inorgánicas o minerales, fragmentos celulósicos y microorganismos. Estos componentes se encuentran en cantidades muy diversas que depende principalmente de la especie, la edad y el tipo de alimentación de los animales. En donde también existen circunstancias externas que pueden variar dicha composición, ya sea por la manipulación o por la forma de almacenamiento que se le haga al estiércol, o por la rapidez con la que se efectúa el proceso de descomposición anaeróbica. (Arellano, Cruz-rosales y Huerta, 2014, p. 06).

#### **a. Impacto ambiental del estiércol de ganado vacuno**

“El estiércol de ganado vacuno ocasiona múltiples enfermedades a la sociedad, las enfermedades más frecuentes que provoca es: pulmonía, asma, e irritaciones en las vistas, todo esto es generado cuando su tratamiento del estiércol no es el adecuado” (Pino, [et al.], 2012, p.360).

EL consumo de agua contaminada por el estiércol es otra de las enfermedades que afecta a la población humana las bacterias patógenas y las bacterias *Escherichia coli* que provoca gases abdominales y diarreas que contiene altos nitratos que disminuyen la eficiencia de transporte de oxígeno en la sangre. También eleva impacto ambiental como generación de gases de efecto invernadero, eutrofización de cuerpos de agua y sobrecarga de nutrientes en suelos de cultivo probando por estiércol de ganado, esto dependerá en las cantidades acumuladas, de la alimentación y de la utilización del abono. (Pino, [et al.], 2012, p. 360).

#### **1.3.5. Generación y composición de biogás**

“Está compuesto por la combinación de gases que se produce en el proceso anaeróbica es la descomposición de la materia orgánica, el principal componente es el metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido carbónico ( $\text{CO}_2$ )” (Vela y Carrion, 2008, p. 31).

Su composición química es 60% de metano ( $\text{CH}_4$ ) y 40% dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), es más ligero que el aire y con una densidad de 1.22 gr/lit. Es un combustible que gracias al metano tiene una llama azul y no genera hollín, su poder calorífico varia de 45000 a 5500 k-cal / $\text{m}^3$  para una eficiente combustión en condiciones ambientales, se necesita una mezcla de bigas de 1:10 respectivamente, llegando a una temperatura hasta 800 °C debido a la composición, la presión crítica es 47.36 kg/  $\text{cm}^2$ , punto de ebullición (a 1atm ) igual a 161.49°C punto de solidificación (a 1atm ) igual a 182.48 °C y su temperatura de ignición es 650°. La producción de biogás es el 10% de la capacidad total del biodigestor. (Vela y Carrion, 2008, p. 32).

#### **1.3.6. Procesos de la fermentación**

“Consiste en el tratamiento de la materia sin oxígeno (fermentación anaeróbica) produce principalmente  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$  (metano) en su proceso bioquímico complejo que se desarrolla en tres etapas utilizando en cada caso un grupo específico de microorganismos” (Carrion, 2009, p. 15).



En la etapa de solubilización la materia orgánica compleja (proteínas carbohidratos y grasas) es atacada por enzimas externas de bacterias saprofitas, hidrolizándola y convirtiéndola en compuestos orgánicos simples solubles ácidos grasos, azúcares, aminoácidos, etc. En la etapa de ácido génesis los complejos orgánicos simples solubles son transformados por bacterias anaeróbicas o facultativos, a través de un proceso de óxido-reducción en ácidos orgánicos volátiles (acético, propionico y butírico). En la tercera etapa de metalogénesis, los ácidos volátiles son convertidos en sustrato por acción de las “bacterias metano génicas”, las cuales generan metano por dos vías: por fermentación de ácido acético y ausencia de CO<sub>2</sub> obteniendo principalmente, metanol y ácido fórmico por hidrogeno naciente. (Carrion, 2009, p. 15).

### **1.3.7. El biol**

“Es elaborado principalmente a partir del estiércol de ganado vacuno, mediante el proceso anaeróbico realizado en un biodigestor, con buenos resultados al aplicar como un excelente estimulante foliar y un completo potenciador de suelos al obtener un abono orgánico natural” (Cueva, 2006, p. 05).

El promedio de obtención del biol es económico. El recojo del estiércol más fresco inmediatamente defecado los animales y se coloca en los biodigestores con tapas herméticas, se agrega agua, leche cruda cortezas de fruta, hojas y desechos orgánicos mezclando todo. El proceso de maduración depende del clima, el resultado es una sustancia viscosa concentrada para su aplicación se debe aplicar en forma técnica. La obtención de la fermentación, una parte es líquido a la cual se le llama “biol” en un 90% de la materia colocada en el biodigestor se transforma bioabono. Esto dependerá del tipo materia, de la forma de tratamiento y de acuerdo a las condiciones dadas. (Cueva, 2006, p. 06).

### **1.3.8. Acelerantes**

“En el proceso enzimático es usado un aditivo acelerante, aumentando la producción de biogás de 25 a 40% de rendimiento. Se viene usando durante 4 años en más de 1000 plantas de biodigestores” (Solano, 2010, p. 42).

Las grasas vegetales tienen un elevado potencial energético, en donde su composición química contamine lípidos degradables por las bacterias

anaeróbicas. Cuando son ingresadas a los digestores que aumentan en un 240% de la efectividad de biogás. Su aplicación se da en las temperaturas 5°C hasta los 60°C. (Solano, 2010, p. 45).

### **1.3.9. Biodigestores**

“Es una cámara de fermentación en la cual se da un ambiente adecuado para la degradación de las materias orgánicas en sin oxígeno” (Cotrina y Villanueva, 2013, p. 03).

Este proceso se le llama “digestión anaeróbica“, haciendo una función de un estómago de una persona o animal. Interiormente un biodigestor contiene bacterias que descomponen ala materia orgánica que se trasforman en biogás y bioabonos para ser utilizado en lo que sea necesario. (Cotrina y Villanueva, 2013, p. 05).

#### **a. Tipos de biodigestores.**

“Existen una gran variedad de digestores, sin embargo según CIPNENC y SESA se puede clasificar en tres formas de operación según el flujo hidráulico y según la temperatura” (Vela y Carrion, 2008, p. 31).

#### **b. Según forma de operación.**

“Esta clasificación es la más impórtate que tiene los siguientes tipos de digestores; digestores tipo betch, semi continuos, y continuos” (Vela y Carrion, 2008, p. 31).

##### **➤ Digestores tipo batch (carga intermitente).**

Estos biodigestores su carga se realiza una sola vez y su descarga se realiza cundo culmina el proceso de fermentación, su diseño es de un solo orificio que sirve de carga y descarga. La carga tiene una duración de 2 a 4 meses (dependiendo del clima) se adapta bien cuando se dispone material celulósico de difícil degradación (Vela y Carrion, 2008, p. 31).

##### **➤ Digestores semi- continuos.**

Su diseño de estor biodigestores es de 3 orificios. El central que sirve para el llenado y se tapa cuando ya está cargado, un segundo orificio de entrada que sirve para el relleno periódico que se hace al biodigestor con pequeñas cantidades y un tercer orificio de salida, estos digestores se construyen bajo el suelo. Se cargan con material pre fermentado a una concentración de 6

a12 por ciento de sólidos totales, se adaptan para tratar materiales blandos con el estiércol. (Vela y Carrion, 2008, p. 31).

➤ **Digestores tipo chino.**

Se descarga en forma total cada 10 a 12 meses con el fin de hacer el mantenimiento respectivo y tiene producción constante del biogás. Las características más importantes son: toda la estructura es fija la cámara de fermentación es en forma circular tiene orificios de ingreso, salida y tapa que se ubica en la parte superior del biodigestor con un tubo para la salida del biogás. El gas se almacena dentro del biodigestor en la parte superior además su principal ventaja es que pueden funcionar en climas (templados y fríos) y utilizado material celulósico como el estiércol de ganado vacuno. (Vela y Carrion, 2008, p. 31).

➤ **Digestores tipo hindú.**

Pese a un ara cilíndrica con conductos de entrada y salida diametralmente, el gas se almacena en otro depósito (gasómetro) colocado en la parte superior y central del cilindro tiene un muro central que divide el tanque de fermentación funciona solo con estiércol y su costo es muy elevado. (Vela y Carrion, 2008, p. 31).

➤ **Digestor tipo borda.**

Posee una cámara de fermentación semicircular con conductos de entrada y salida el gas se almacena en el mismo digestor por lo tanto presenta tapa removible con tubería para la salida de biogás, el gas también se almacena en una cámara flotante (asómetro) en la parte superior de la campana lleva una tubería para la salida del biogás y funciona como una guía central para el desplazamiento respectivo de acuerdo al volumen del biogás. (Vela y Carrion, 2008, p. 31).

➤ **Digestores continuos.**

Tienen los mismos elementos que los digestores semi continuos, diferenciándose solamente en que operan en forma continua, estos digestores se adaptan bien para tratar aguas residuales industriales y domésticos, (desechos humanos). (Vela y Carrion, 2008, p. 31).

### **c. Según el flujo hidráulico.**

#### **➤ Digestores de tipo tapón (digestores horizontales).**

Cada carga desplaza a la anterior horizontalmente son más eficientes que los de carga por lotes, se puede construir de cilindros para usos domésticos tienen orificios de salida y entrada opuestas diametralmente, el gasómetro está a un costado del digestor, pese cámara de oxidación de bioabano la descarga es automática. (Vela y Carrión, 2008, p. 32).

#### **➤ Digestores de flujo arbitrario.**

Son los que tienen mezcla de tipo parcial y que poseen un flujo adecuado para digestión completa, el agitador es instalado al momento de la construcción, estos digestores pueden ser horizontales o verticales, se pueden cargar y descargar diariamente. (Vela y Carrión, 2008, p. 41).

#### **➤ Digestor de mezcla completa.**

Estos digestores poseen mezcladores mecánicos, que dispersan toda la carga que entra al tanque, se usan en tratamientos de aguas servidas y por lo tanto se alimentan y se descargan continuamente, son digestores costosos. (Vela y Carrion, 2008, p. 41).

### **d. Según la temperatura.**

#### **➤ Digestores mesofílicos.**

“se llaman así porque la fermentación del material orgánico se lleva a cabo a temperaturas de 18 a 40 °C se le recomienda a con digestores semicontinuos”. (Vela y Carrion, 2008, p. 41).

#### **➤ Digestores termofílicos.**

“Son biodigestores donde la biomasa fermenta a temperaturas mayores a 40°C se recomienda con digestores de carga continua” (Vela y Carrion, 2008, p. 41).

## **e. Componentes generales de un digestor.**

### **➤ Reactores.**

“Es la parte principal del sistema, que es diseñado de concreto, geo membrana o PVC. Es una cámara donde se da la degradación anaeróbica de las materias orgánicas, así mismo permite la separación de bioabono y el biogás” (Besel, 2007, p. 25).

Se construye por encima o por debajo del subsuelo, que puede ser tanque pre fabricado o cámaras de concreto armado, dependiendo de los recursos que detiene y la materia prima para la carga. El tiempo mínimo de retención hidráulica (TRH) en los biodigestores: es 15 días en climas cálidos y 25 días en climas templados, teniendo en cuenta que (TRH) de 60 días con contenidos altamente patogénicos adecuados a los biodigestores no tiene un sistema de calentamiento, asegurando la destrucción más eficiente en temperaturas promedio de 50 °C. En realidad esto se da en los países industrializados, cuando la materia orgánica está en al cámara de fermentación, se forman los gases por degradación, recolectando el biogás en la parte superior del reactor, ocupando de 25% (1/4) de biogás y el 75% de la capacidad, es ocupado por la materia prima de carga el cual se llama volumen de trabajo total. (Besel, 2007, p. 28).

### **➤ Posa de salida.**

“Es la estructura que permite recibir y almacenar el biol, que se obtiene como producto de la carga y descarga diaria del biodigestor, no debe haber filtraciones, el volumen de recepción corresponde al volumen de carga del biodigestor” (Cotrina y Villanueva, 2013, p. 05).

### **➤ Tubería de conducción y distribución del biogás.**

“La distribución se da por intermedio de manguera PET o tubería de PVC, que se encarga de conducir el biogás desde el reactor hasta los quemadores pasando por la válvula de seguridad y filtros” (Cotrina y Villanueva, 2013, p. 06).

➤ **Válvula de seguridad.**

“Esta válvula se instala para prevenir que la bolsa del biodigestor se rompa, ya que cuando hay exceso de gas por demasiada producción y bajo consumo, se puede producir roturas en la cámara” (Besel, 2007, p. 28).

#### **1.4 Formulación del problema.**

¿Qué tan factible técnica y económica será la generación de biogás utilizando estiércol de ganado vacuno en la hacienda Santa Clara Chota?

#### **1.5 Justificación del estudio.**

El estudio de generación de biogás nos permitirá ayudar a producir con mayor eficiencia la energía calorífica en la hacienda Santa Clara - Chota.

##### **1.5.1. Justificación científica.**

Estando hoy en día en un tiempo donde todas las empresas tenemos que contribuir al desarrollo del medio ambiente y sin descuidar la tecnología, avances técnicos, tecnológicos y el desarrollo de actividades con sistemas que necesiten de energía calorífica para desarrollar múltiples actividades.

##### **1.5.2. Justificación económica.**

El biogás en la actualidad no es un combustible desconocido, que se puede utilizar en múltiples funciones económicamente, es muy factible porque nos va a permitir tener un combustible inmediato y apropiado para el uso a más bajo precio, además se va utilizar los residuos sólidos como abonos para el cultivo de las plantas y pastos que necesite la hacienda, para la alimentación de los animales y de los trabajadores.

##### **1.5.3. Justificación social.**

Se considera muy emotivamente el desarrollo de trabajos de investigación sobre la producción y distribución de biogás para uso doméstico, contribuyendo a tener hábitos de poder entender y resolver problemas de uso de nuevas fuentes de energía en las zonas rurales.

#### **1.5.4. Justificación tecnológica.**

La investigación será muy beneficiosa para una tecnología de uso del biogás y los múltiples beneficios que se obtendrá de ello.

#### **1.5.5. Justificación ambiental.**

La construcción de un biodigestor tiene muchas ventajas para el cuidado del medio ambiente, debido a la producción del biogás se reduce el uso de combustibles fósiles, que son contaminantes excesivos del medio ambiente.

### **1.6 Hipótesis.**

El estudio de factibilidad nos permite conocer que tan factible será técnico económico la generación de biogás utilizando estiércol de ganado vacuno en la hacienda Santa Clara - Chota.

### **1.7 Objetivos**

#### **1.7.1 Objetivo general**

Realizar el estudio de factibilidad para la generación de biogás utilizando estiércol de ganado vacuno en la hacienda Santa Clara Chota, 2016

#### **1.7.2 Objetivos específicos**

- A.** Identificar la capacidad de producción de estiércol de ganado vacuno y el consumo de energía calorífica en la hacienda santa clara chota.
- B.** Diseñar y analizar el estudio de la implementación del generador de biogás de acuerdo al consumo de energía calorífica en la hacienda santa clara-chota
- C.** Determinar el monto total de inversión para la generación de biogás utilizando el estiércol de ganado vacuno.
- D.** Realizar la evaluación de factibilidad del estudio de generación de biogás.

## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de la investigación

**No experimental**, puesto que los datos son recolectados de trabajos previos y encuestas realizadas a los especialistas en el tema, para posteriormente procesarlos y analizarlos. **Descriptiva**, permite discernir la situación actual de la hacienda Santa Clara Chota.

### 2.2 Variables Operacionalización.

#### 2.2.1 Variable independiente.

Estudio de factibilidad

#### 2.2.2 Variable dependiente.

Generación de biogás utilizando estiércol de ganado vacuno.

#### Operacionalización de variables

Variable independiente				
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Estudio de factibilidad	Se parte de pronósticos y estimaciones, preparando la información a base de los estudios técnicos, económicos, financieros y de mercado (Santos,2008, p. 23).	Estudio técnico	Estudio de la línea base.	ordinal
		Estudio económico <b>VAN.</b> Permite conocer el valor del dinero actual que va a recibir el proyecto en el futuro <b>TIR.</b> Es la más alta tasa de actualización que se puede exigir al proyecto <b>COSTO BENEFICIO.</b> Criterio adicional que contribuye a la toma de decisiones sobre nuevas inversiones en un proyecto.		



Variable dependiente				
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Generación de biogás utilizando estiércol de ganado vacuno	La energía se obtiene a través de la fermentación anaeróbica del estiércol de ganado vacuno. El principal componente es metano, gas combustible, incoloro inodoro insípido de peso molecular 16.042, y densidad 0.76 g/l cuya combustión produce llama azul” (Carrion, 2009, p. 13).	Uso de biodigestores utilizando estiércol de ganado vacuno para producir biogás	Cantidad de estiércol de ganado vacuno	Razón
		Cantidad de biogás a ser producido por el estiércol de ganado vacuno	Capacidad del biodigestor	Razón

## 2.3 Población y muestra

### 2.3.1. Población

Consiste en la cantidad de cabezas de hato existentes en el centro ganadero de la hacienda Santa Clara - Chota y la disponibilidad del estiércol con el cual se producirá el biogás.

### 2.3.2 Muestra

El muestreo estará basado en el establo de la hacienda Santa Clara - Chota, donde se analizará en el laboratorio, las muestras de estiércol de ganado vacuno serán “no aleatoria”, debido a que toda la población se tratará como muestra.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

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

#### **a. Encuesta.**

El tema de encuesta permitirá realizar un rol de preguntas e indagar a los trabajadores, sobre el consumo de los combustibles tradicionales que utilizan diariamente, para la realización de sus actividades cotidianas utilizando energía calorífica. (Anexo 01)

#### **b. Entrevista.**

El tema de entrevista nos permitirá conocer la situación actual y anterior de la instalación de un biodigestor, que se instalaron en la Universidad Nacional de Cajamarca y poder partir al desarrollo del presente proyecto (anexo02)

#### **c. Base de datos.**

Se obtendrá del registro de producción del hato ganadero en la Hacienda Santa Clara. (Anexo 01)

### **2.4.2. instrumentos de recolección de datos.**

**Hoja de encuesta:** permite obtener información del conocimiento sobre la obtención de un combustible alternativo.

**Rol de preguntas:** permite conocer y obtener información de los experimentos realizados anteriormente.

**Registro de producción:** permite obtener la cantidad de ganado vacuno anualmente en la hacienda Santa Clara.

### **2.4.3. Validez y confiabilidad.**

**Validez:** se realizará mediante la propuesta de la instalación de un biodigestor para la producción de biogás utilizando el estiércol de ganado vacuno, en la hacienda Santa Clara – Chota. La información obtenida para el presente trabajo de investigación es del tipo primario y secundario, basados en datos obtenidos directamente de campo y trabajos previos.

**Confiabilidad:** en el presente trabajo de investigación se empleará a teorías ya establecidas por autores que realizaron investigaciones con relación a la

generación de biogás, citando a cada uno de los autores, de acuerdo a las normas establecidas por ISO 690 y 690-2.

## **2.5 Método de análisis de datos.**

Los datos recolectados y procesados de manera descriptiva, en el caso de los análisis físicos químicos del estiércol (insumo principal), se establecerán una escala para llegar a una relación de producción de biogás. La factibilidad técnico económico del estudio de los datos recolectados, se procesarán en el programa Microsoft Excel para realizar los cálculos estadísticos y proyecciones, como el análisis de las variables de rentabilidad (VAN y TIR).

## **2.6 Aspectos éticos.**

**Derechos de autor:** la información para el presente trabajo de investigación se suscribe respetando el Decreto Legislativo N. 822–1996, Ley sobre el derecho de Autor, siguiendo las autorizaciones y permisos correspondientes para tomar el material utilizado.

**Citaciones:** El material bibliográfico utilizado en el presente trabajo, será citado siguiendo los estándares ISO 690 y 690-2 respectivamente.

**Respeto:** Para la recolección de datos e información, se respetará todas las normas y procedimientos de ingreso y permisos correspondientes establecidos por la hacienda Santa Clara - Chota, teniendo en cuenta el uso de equipos de protección personal según de acuerdo a las circunstancias dadas.

**Dignidad y cordialidad:** las visitas a la hacienda Santa Clara, el respeto, cordialidad, amabilidad primará a los trabajadores y administrativos.

### III. RESULTADOS

A. Identificando la capacidad de producción de estiércol de ganado vacuno y el consumo de energía calorífica en la hacienda Santa Clara-Chota.

a. Cantidad de materia prima para la carga

Tabla 01

Elaboración propia

<b>Materia Prima para la Carga (MPC)</b>					
Estiércol	2812 kg	1155 kg	250 kg	610 kg	4827 kg
orina	2250 kg	924 kg	200 kg	488 kg	3862 kg
MPC	5062 kg	2079 kg	450 kg	1098 kg	<b>8689 kg</b>

Cantidad de materia prima para la carga

El hato ganadero de la hacienda Santa Clara cuenta con un promedio de 262 cabezas de ganado vacuno (anexo01), generando una producción de **8689 kg diarios** de materia prima para la carga del biodigestor. (Anexo 03).

b. Consumo de energía convencional que se utiliza en la hacienda (Leña)

Tabla 02

Elaboración propia

Leña	# de cargas	K – cal	Costo (S/.)
Diario	5.5	24750	33
Mensual	165	742500	990
Anual	1980	8910000	11880

Consumo de leña en la Hacienda Santa Clara.

c. Cantidad de biogás que se necesita para sustituir a la leña

Tabla 03

K- cal/año	K- cal/mes	K-cal/diario	Biogás(m <sup>3</sup> )
9000000	750000	25000	5.0

Consumo de energía en k-cal/ diarias

La cantidad de biogás se calculó, basados en datos obtenidos por encuestas realizadas en la hacienda (nexo 01). La cantidad de energía convencional (leña),

es 8910000 K-cal por año. Para cubrir esta energía consumida se calculó que se necesita **5 m<sup>3</sup>** de biogás diario (Anexo 03).

**B. Diseñando y analizando el estudio de la implementación del generador de biogás de acuerdo al consumo de energía calorífica en la hacienda santa clara chota.**

**a- Diseño del biodigestor tipo chino circular.**

Es el digestor más utilizado en todo el mundo, debido a la adaptación a climas variados, funcionando con estiércol de ganado vacuno. (Anexo 04)

**b- Diseño.**

Cuadro 01

.Capacidad	Cantidad de biogás	Rango de octanaje	Presión crítica	Punto de ebullición	Punto de solidificación
25 m <sup>3</sup>	2.5 m <sup>3</sup> (10% de capacidad)	130	47.36 kg/cm <sup>2</sup>	161.49 °C	1 atm

Produccionde bigas de acuerdo asu capacidad del biodigestor.

La capacidad del digestor está en función a la cantidad de energía calorífica consumida en la hacienda Santa Clara

**c- Calculo del volumen.**

Sabiendo que 5 m<sup>3</sup> de biogás diariamente se necesita en la hacienda Santa Clara 10 % de la capacidad del biodigestor es biogás

X = capacidad del biodigestor

$$10\%X = 5m^3$$

$$X = 5 / 10\%$$

**X =50 m<sup>3</sup>** capacidad del biodigestor

**d- Diseño del biodigestor de 50 m<sup>3</sup> de capacidad teniendo los siguientes datos.**

Cuadro 02

Volumen m3	Altura		Radio cilindro (R)	Altura cilindro
	Cúpula (h1)	Fondo (h3)		
10	0.60	0.5	1.6	0.67
15	0.65	0.5	1.7	1.06
25	0.80	0.5	2.0	1.31
40	0.90	0.5	2.5	1.31
50	1.00	0.5	2.7	1.40

Fuente: (Vela y Carrion, 2008)

Fuente: CIPENC – U N C

Datos para el diseño de un biodigestor tipo chino circular

$h_1$	R	$h_3$	e
1 m	2.70 m	0.50 m	0.20 m

**Desarrollo:  $V_t = 50 \text{ m}^3$**

**a) Cálculo de  $V_1$**

$$V_1 = \frac{\pi h_1}{6} (h_1 + 3R^2)$$

$$V_1 = \frac{3.1416 \times 1 \text{ m}}{6} (1 \text{ m} + 3(2.7 \text{ m})^2)$$

**$V_1 = 11.97 \text{ m}^3$**

**b) Cálculo de  $V_3$**

$$V_3 = \frac{\pi h_3}{6} (h_3^2 + 3R^2)$$

$$V_3 = \frac{3.1426 \times 0.50 \text{ m}}{6} [0.50 \text{ m}^2 + 3(2.7 \text{ m})^2]$$

**$V_3 = 5.79 \text{ m}^3$**

**c) Calculando  $V_2$**

$$V_2 = 50 \text{ m}^3 - (11.97 + 5.79)$$

**$V_2 = 32.23 \text{ m}^3$**

**d.- Cálculo de  $h_2$**

$$V_2 = \pi R^2 h_2$$

$$h_2: \frac{V_2}{\pi R^2}$$

$$h_2: \frac{28.21 \text{ m}^3}{3.1416 \times 2.7^2}$$

**$h_2 = 1.40 \text{ m}^3$**

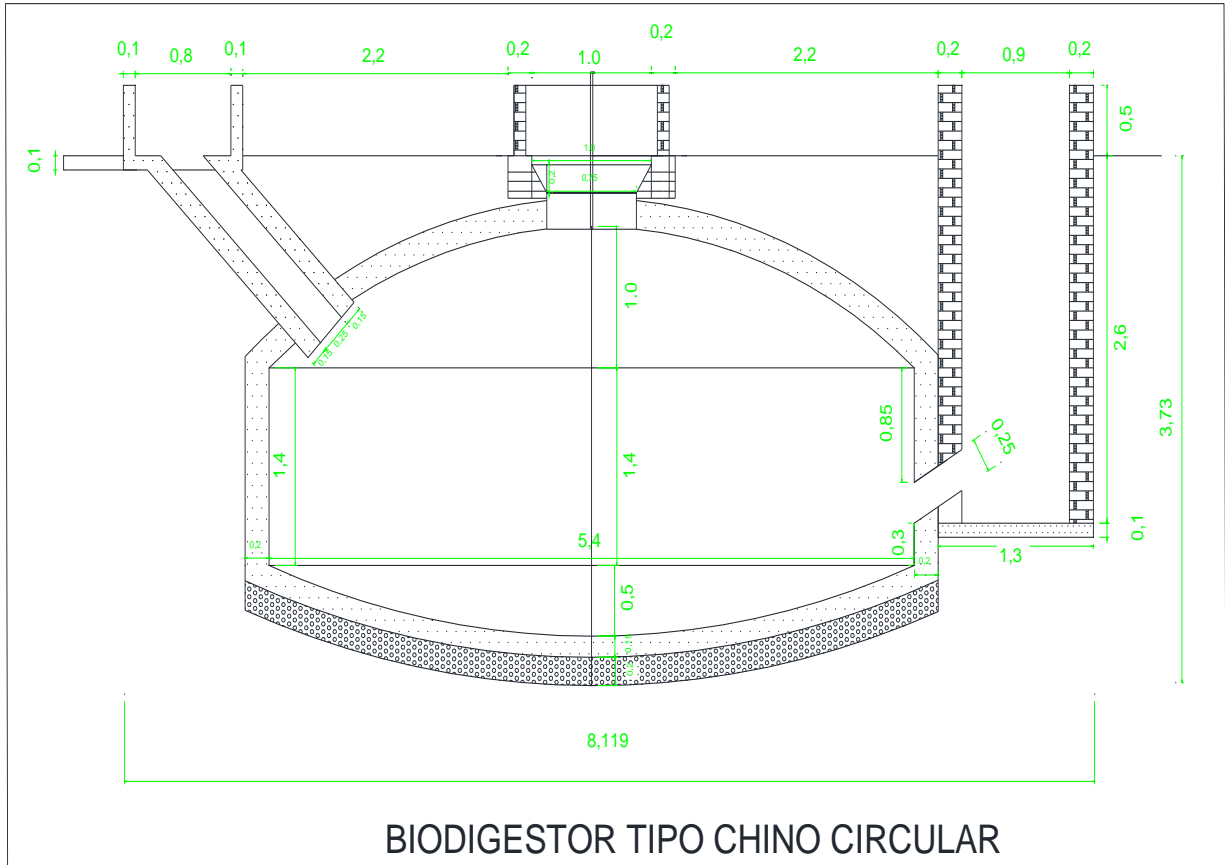
**Cálculo del volumen total.**

$$V_t = 11.97 \text{ m}^3 + 32.23 \text{ m}^3 + 5.79 \text{ m}^3$$

**$V_t = 50 \text{ m}^3$**

Figura 01

Fuente: Elaboración propia



Diseño de un Biodigestor tipo chino Circular.

De acuerdo a los cálculos de los volúmenes, se llegó al volumen total que es de 50 m<sup>3</sup>, su diseño es de acuerdo al consumo de energía calorífica que se utiliza en la hacienda Santa Clara Chota que es de 5 m<sup>3</sup> de biogás diario y que se necesita un biogigester de la capacidad de 50 m<sup>3</sup>. (Anexo 04)

**C. Determinando el monto total de inversión para la generación de biogás utilizando el estiércol de ganado vacuno**

Tabla 04

Construcción y puesta en funcionamiento de un digester utilizando ladrillo. de tipo chino de 50 m <sup>3</sup> de capacidad	S/. 8,579.33
Costo de energía convencional (anual)	S/. 9,900.00

Costo de instalación y costo de energía convencional por año

Leña 5.5 cargas diariamente

$5.5 \times 30 = 165$  cargas de leña mensuales

$165 \times 12 = 1980$  cargas de leña anualmente

$1980 \text{ cargas} \times \text{S/} 5.00 = \text{S/} 9,900.00$

La construcción de un biodigestor tipo Chino de  $50 \text{ m}^3$ , tiene un costo de 8,579.33 nuevos soles en un periodo de 30 días. El costo de la energía convencional (leña) consumida durante un año es de 9,900.00 nuevos soles (Anexo 05)

#### D. Realizando la evaluación de factibilidad del estudio de generación de biogás

##### a. Estudio técnico

Tabla 05

ESTUDIO TÉCNICO EN LA HACIENDA SANTA CLARA CHOTA		
	Condiciones de la Hacienda santa clara	Condiciones mínimas a cumplir en la instalación de un biogigestor
Altitud	2665 msnm	No debe ser mayor a 2800 msnm
Temperatura	Promedio 14,5 °C	5 °C a 60 °C
Materia prima	8764kg de estiércol	Suficiente materia prima para abastecer un biodigestor de $50\text{m}^3$
Necesidad de biogás	5 m3 de biogás para producir 25000 K – cal diarias	5.5 cargas de leña para producir energía calorífica 24750 K- cal

Fuente: Elaboración propia

Estudio técnico en la localidad de la instalación de biodigestor

Es donde podemos manifestar que en todos los análisis de los estudios técnicos es viable, el proyecto para la producción con eficiencia de biogás en la Hacienda Santa Clara Chota (anexo 06)



**b. Estudio económico.**

Tabla 06

Fuente: Elaboración propia

	Años						
	0	1	2	3	4	5	6
Inversión inicial	S/. 8,579.33						
Flujo de ingreso		S/. 9,900.00	S/. 9,999.00	S/. 10,098.00	S/. 10,197.00	S/. 10,296.00	S/. 10,395.00
Flujo de egreso		S/. 7,300.00	S/. 7,300.00	S/. 7,300.00	S/. 7,300.00	S/. 7,300.00	S/. 7,300.00
Flujo de efectivo neto		S/. 2,600.00	S/. 2,699.00	S/. 2,798.00	S/. 2,897.00	S/. 2,996.00	S/. 3,095.00
VAN	S/. 3,703.08						
TIR	23%						
COSTO BENEFICIO (B/C)	S/. 0.432						

VAN: Valor Actual Neto

TIR: Tasa Interna de Retorno

**Evaluación económica del proyecto de investigación**

Según los cálculos del (anexo 05) la inversión inicial es de 8,579.33 nuevos soles, indispensable para iniciar en la construcción de dicho Biodigestor. El flujo de ingreso se calculó a partir del costo para la generación de biogás durante los 6 años efectivos, que es la vida útil de dicho biodigestor. El flujo de egreso se calculó en base a los costos para la construcción del biodigestor, y el costo por el consumo de energía convencional durante un año. El flujo de efectivo neto se calcula restando el flujo de ingreso menos el flujo de egreso.

El valor Actual Neto (VAN) en base al flujo de efectivo neto, tasa de interés e inversión inicial, se obtiene un valor positivo. La Tasa Interna de Retorno (TIR), se calculó basados en los datos de la inversión inicial y flujo de efectivo neto, obteniendo un valor del 23% superior a la tasa de interés que es el 10%. El costo benéfico es 0.4016 por lo tanto es **factible** el presente trabajo de investigación. La inversión inicial (S/. 8,579.33) se recupera en un lapso de tiempo de 3.29 años, debido a que se recupera S/. 2,600.00 por año.

#### IV. DISCUSIONES

Pérez, en su estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros, manifiesta que la materia prima más abundante es el estiércol de ganado vacuno es así como en la hacienda Santa Clara se produce 8689 kg de estiércol diarios, cantidad suficiente para abastecer el biodigestor en mención (50 m<sup>3</sup>), así mismo se podría abastecer a mas biodigestores, debida a la gran cantidad de estiércol que se produce, de esta forma reducir costos en la adquisición de combustibles convencionales (leña). Además controlar la tala indiscriminada de los bosques forestales, que usan como fuente para la obtención de energía calorífica. Las grandes cantidades de estiércol que se producen en los hatos ganaderos (gran y mediana escala), han sido estudiadas en un amplio rango llegando a la conclusión, que se deben construir biodigestores y obtener energía calorífica, a partir de materia prima que en muchos casos se desperdicia y contamina como es el estiércol de ganado vacuno.

Cueva en su investigación manifiesta, la reducción de gases que provoca el efecto invernadero. El azote del calentamiento global trae como consecuencias las múltiples enfermedades, una de las consecuencias es la emanación de los gases producto de la descomposición del estiércol a la intemperie, en los campos ganaderos. Así mismo se produce el efecto invernadero por la acumulación de los diferentes gases (metano). Una forma de reducir o capturar los gases, es a través de la construcción de biodigestores y obtener energía calorífica para suplir las necesidades en las zonas rurales, además disminuyendo considerablemente la tala de bosques.

Salazar, producción de biogás y biol a partir de excremento de ganado, manifiesta la instalación y evaluación de un biodigestor, aprovechando las buenas condiciones climáticas, en donde debido al aumento de la temperatura en toda la región Cajamarca, son propicias estas condiciones para instalar los biodigestores, a elevadas temperaturas las bacterias se activan más rápidamente y aumentan la eficiencia en los procesos de fermentación. Uno de los requisitos para llevarse a cabo el presente trabajo, en la construcción de un biodigestor en la Hacienda Santa Clara, es la temperatura adecuada que se

genera en esta localidad un promedio de 14 °C. Otro beneficio que aporta las temperaturas, es la obtención de biogás de buena calidad.

Sefarin, manifiesta que la implementación de un Programa Nacional de Biogás doméstico en Honduras no es factible de forma inmediata, por falta de información más detallada y confiable sobre la distribución geográfica del potencial de producción de biogás. Esto es una realidad donde las implementaciones de biodigestores en la región de Cajamarca en los años 80 tuvieron una gran importancia por las instituciones superiores de investigar, informar e implantar prototipos de biodigestores, posteriormente ya no se han hecho más investigaciones ni se ha implementado digestores, teniendo un interés ciudadano nuevamente a partir de 2007 a la actualidad donde se está informando e implementado diversos tipos de digestores que contribuyen al desarrollo de la ciudadanía y al cuidado del medio ambiente.

Pino, hace mención que el uso de agua consumido directamente en los campos se contaminar con el estiércol de ganado vacuno, con las bacterias más comunes *Escherichia coli*, debido a que afectar a todo tipo de población, especialmente en niños y los ancianos que son más vulnerables acarreando peores consecuencias. En el caso de los niños, porque tienen el sistema inmunitario más inmaduro y en el de los ancianos porque su organismo está más deteriorado. Así mismo causa diarrea y gases abdominales que contienen altos niveles de nitrato reduciendo la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre, conocida como metahemoglobinemia. Otro riesgo para la población humana es la aplicación directo de biol hacía las plantas de consumo directo (verduras). Debido a que las bacterias se consumen directamente que puede provocar enfermedades riesgosas. El uso correcto del biol que se obtiene de la fermentación del estiércol, se aplica a plantas C4 obteniendo grandes resultados, por la gran riqueza de nutrientes que contiene el biol. La aplicación es de acuerdo a las fases fenológicas de la planta, con mayor incidencia en la etapa de floración para su mayor aprovechamiento de los nutrientes y micronutrientes.

Mejia, Mejia y Ramirez, en el estudio de factibilidad de una planta procesadora de biogás a partir de desechos orgánicos, incluye los principales elementos que permitan establecer la viabilidad de implantación de este tipo de proyectos. La

producción de biogás a nivel internacional permitió evaluar los diferentes tipos de tecnologías a nivel mundial que van desde pequeños biodigestores artesanales hasta plantas de tratamiento industriales de altos volúmenes de producción. El Perú tiene un importante potencial en el aprovechamiento de esta tecnología debido a las características económicas - productivas de las familias ubicadas en el ámbito rural, cuyos ingresos son generados por la agricultura y ganadería en pequeña escala, en este contexto los biodigestores permiten el aprovechamiento eficiente de recursos biomasa, constituyéndose en una alternativa de la producción agrícola con el aprovechamiento del biol como fertilizante agrícola y el biogás para la reducción del consumo de leña como combustible para cocinar.

El biogás ser empleado como combustible en la cocción de los alimentos (reemplazo de leña y carbón) y en grandes instalaciones a gran escala, se puede utilizar también para la generación de electricidad.

## V. CONCLUSIONES

1. La cantidad de estiércol que produce es el ganado vacuno en la hacienda Santa Clara es suficiente para abastecer el biodigestor que, la cantidad de 8689 Kg diarios, es necesarios para abastecer el biodigestor de 50 m<sup>3</sup>, el cual se suministra en 5 días aproximadamente la cantidad de 18.75 m<sup>3</sup> necesarias.
2. El diseño del biodigestor se basó en la cantidad de energía calorífica consumida en la hacienda antes mencionada, el consumo es de 8910000 K-cal/año.
3. El costo para la instalación de un biodigestor tipo chino en la hacienda Santa Clara es de S/. 8,579.33, nuevos soles incluyendo accesorios para la implementación y puesta en funcionamiento el biodigestor, y el costo del consumo de energía convencional (leña) es de S/. 9,900.00 nuevos soles anuales.
4. Según el valor Actual Neto (VAN), fue de S/. S/. 3,703.08 obteniendo un valor positivo, la Tasa Interna de Retorno (TIR) es 23%, superior a la tasa de interés que es el 10% y el costo benéfico es 0.4016. La recuperación del capital en la inversión inicial (S/. 8,579.33) se realizará en un lapso de tiempo de 3.29 años, debido a que se recupera S/. 2,600.00 por año, por lo tanto, es viable el presente trabajo de investigación.

## VI. RECOMENDACIONES

- Promocionarse la utilización de biodigestores, para que el campesino sea el autor y actor de un propio desarrollo y acepte el trabajo participativo y la aprobación de esta tecnología.
- Plantear a instituciones afines (Gobiernos locales, provinciales y regionales, Universidades, Institutos y Ministerios), para promover una mayor inversión desarrollando programas de difusión y demostración de esta tecnología construyendo biodigestores pilotos, en fondos que financien los costos de instalación y que aseguren su funcionamiento.
- Hacer diseños de construcción de biodigestores explotando los recursos propios de las zonas, para la tecnología de generación de biogás.
- Publicar información de la gran valía de este recurso energético como es el bioabono a la par con el biogás para generar energía calorífica.

## VII. REFERENCIAS

1. AGILERA, Rosa. Evaluación social de proyectos. Uruguay: [s.n.], 2011. 462pp.  
ISBN: 9789974007871
2. ANDIA, Walter. Indicador de rentabilidad de proyectos. [s.n.], 2011.45pp.  
ISSN: 1810-9993
3. ARELLANO, Lucrecia, CRUZ-ROSALES, Magdalena y HUERTA, Carmen. El estiércol material de desecho, de provecho y algo más. 1.ª ed. México: 2014. 38pp.  
ISBN: 9786077579427
4. AVILA, Enrique. Biogás, opción real de seguridad energética para México. México: Escuela superior de ingeniería y arquitectura. [s.n.], 2008.143pp.
5. BESEL, S.A. Biomasa, digestores anaerobios. [s.n.], 2007. 48pp.  
ISBN: 139788496680210
6. CARRION, Genaro. Manual silvo agropecuario tomo VII. [s.n.], 2009. 271pp.
7. CHAMY, Rolando y VIVANCO Elba. Potencial de biogás. Santiago de Chile: [s.n.], 2007. 82pp.  
ISBN: 9789567700080
8. COTRINA, Robert y VILLANUEVA, Gilberto. Biodigestores tubulares familiares. Cajamarca: [s.n.], 2013. 75pp.  
ISBN: 9786124134067
9. CUEVA, Betty lucia. Obtención de biogás de estiércol de porcino y restos vegetales, por fermentación semicontinua. Tesis (bachiller microbiólogo). Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 1012. 115pp.
10. CUEVA, C. Control de plagas. Lojas: [s.n.], 2006. 76pp.
11. DIAZ, Pedro. La bioenergía en américa latina y el caribe. Argentina: [s.n.], 2013. 424pp.  
ISBN: 9789253077342
12. GOMES, Cesar y MOREIRA, Joel. Factibilidad de uso de biogás como combustible en la industria ladrillera del municipio de chipas. México: [s.n.], 2013. 234pp.  
ISSN: 2076-6300

13. MEJIA, Carlos, MEJIA, Cesilla y RAMIRES, María Elizabeth. Estudio de factibilidad técnica económica para la implementación de una planta productora de biogás a partir de desechos orgánicos. San Salvador: [S.N.], 2005. 684pp.
14. MINISTERIO de Agricultura. Biodigestores en el Perú. Lima: [s.n.], 2011. 23pp.
15. PAJARES, Miguel Ángel. Evaluación de potencial energético de biomasa para la producción de biogás en Bambamarca chica. Tesis (bachiller ingeniero agrónomo). Cajamarca: U. N.C, 2010. 110pp.
16. PERES, Andrés. Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros. Chile: Universidad autónoma de Chile, 2010. 125pp.  
ISBN: 9786124134067
17. PINO, Juan [et al.]. Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado. [s.n.], 2012. 370pp.
18. RODRIGO, Alberto. Evaluación del potencial energético de biomasa para la producción en la comunidad de Huambocancha. Tesis (bachiller ingeniero agrónomo). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 1999. 65pp.
19. VELA, Alonso Y CARRION, Genaro. Manual silbo agropecuario. Tomo VIII, [s.n.], 2008. 270pp.
20. SALAZAR, Jean [at al.]. producción de biogás y biol a partir del excremento de ganado. [s.n.], 2012. 345pp.
21. SANTOS, Tania. Estudio de factibilidad de un proyecto de investigación: etapas en su estudio; contribución a la economía. [s.n.], 2008. 78pp.  
ISSN: 1696-8360
22. SEFARIN, Filomeno. Estudio de factibilidad para un programa de biogás. Honduras: [s.n.], 2010. 70pp.  
ISVN: 14025
23. SOLANO, Rivas, FAITH, Marguie y GUILLEN, Rossy. Biodigestores, factores químicos físicos y biológicos relacionados con su producción. [s.n.], 2010. 46pp.
24. TOBARES, Lorena. La importancia y el futuro del biogás en la Argentina. Argentina: [s.n.], 2012. 68pp.



## ANEXOS

### INSTRUMENTOS

#### Anexo 01

### ENCUESTA

#### I. Información general:

a. **Datos del trabajador (a):** Mario Chuquimango Cercado.

b. **Ubicación de la hacienda:**

Provincia: Chota

Distrito: Chalamarca

Centro poblado: Santa Clara

Caserío: Santa Clara

c. **Condiciones climáticas:**

Temperatura 14.5 °C

Humedad relativa 75 %

Irradiación 13

Altitud: 2665 msnm

d. **Cargo:** Administrador

#### II. Información sobre el biodigestor:

a) **¿Tiene conocimiento sobre un biodigestor?**

Si ( X ) No ( )

b) **¿Para qué sirve?**

Generar energía

c) **¿Conoce a alguien que tenga un biodigestor o que aplique energía alternativa?**

Si ( ) No ( X )

d) **¿Qué tipo de combustible utiliza para generar energía calorífica en la Hacienda?**

Leña y Carbón mineral

e) **¿Qué utilidad le dan al estiércol del ganado vacuno?**

Abono sin tratamiento alguno

f) **¿Implementaría un biodigestor como fuente de energía alternativa en la Hacienda?**

Si ( X ) No ( )

**¿Por qué?**

Por la escases de la materia prima para generar la energía calorífica.

**III. Recaudación de información para el procesamiento de datos.**

**a. Numero de vacunos:**

Vacas 125 vaquillonas 66  
Terneros 36 toros 10

**b. Consumo de energías convencionales.**

Leña(diariamente).....5.5.....Cargas.....  
.....Costo...S/. 5.00.....  
Carbon 9 kg Costo S/. 2.00

**Anexo 02**  
**ENTREVISTA A EXPERTOS PROFESIONALES QUE REALIZARON  
EXPERIMENTOS EN LA GENERACIÓN DE BIOGÁS.**

**Lugar:** Universidad Nacional de Cajamarca      **fecha.** / 01/ 09 /2016

**Nombre de la persona entrevistada:** ING. M. SC. Segundo C. Guevara Cieza

**Cargo:** Docente, de ingeniería agrícola. En la UNC Cajamarca.

**Entidad:** Publica.

**1. ¿Cuál es el objetivo de construir un biodigestor?**

Dar utilidad a la materia prima (Estiércol de vacunos, residuos de cosecha, estiércol de animales menores, estiércol de aves, etc.) y aprovechar la producción de biogás para alumbrado y cocción de alimentos en las cocinas.

**2. ¿Cuál es la ventaja principal de obtener un combustible alternativo?**

Abaratar costos de producción

**3. ¿Qué inconvenientes se tuvieron durante el desarrollo de la instalación del biodigestor?**

Exceso en el llenado del biodigestor.

**4. En su experimento ¿cuál fue los restos orgánicos que generaron mayor producción de biogás?**

Restos de cosecha (paja) y estiércol de ganado vacuno.

**5. ¿Qué recomendaciones nos daría para realizar el experimento en la hacienda Santa Clara – Chota?**

Fuente permanente de estiércol de ganado vacuno tener en consideración la temperatura adecuada, mezcla 1:1 de estiércol: agua.

**6. Cantidad de biogás obtenido a partir de la capacidad del biodigestor**  
10% de la capacidad del biodigestor según experimentos en CIPENC- UNC.

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:

---

- Profesión:

---

- Grado

académico:

---

- Actividad laboral actual:

---

---

## INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1	2	3	4	5
Ninguno	Poco	Regular	Alto	Muy alto

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)			
b) Experiencia como profesional. (EP)			
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)			
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)			
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)			

---

***Firma del entrevistado***

**Anexo: Hoja de vida.**

**Estimado(a) experto(a):**

El instrumento de recolección de datos a validar es un Cuestionario, cuyo objetivo (indicar el objetivo de la tesis).

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

A. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: \_\_\_ Poco pertinente: \_\_\_ No es pertinente: \_\_\_

Por favor, indique las razones:

---

---

B. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: \_\_\_ Insuficientes: \_\_\_

Por favor, indique las razones:

---

---

C. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: \_\_\_ Poco adecuadas: \_\_\_ Inadecuadas: \_\_\_

Por favor, indique las razones:

---

---

D. Califique los items según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Item	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	

E. ¿Qué sugerencias haría ud para mejorar el instrumento de recolección de datos?

---



---



---



---

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:

---

Firma del Experto

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### Anexo 03

#### 1. Identificando de la capacidad de producción de estiércol de ganado vacuno y el consumo de energía calorífica de la hacienda santa clara chota.

**A.** Verificación de la cantidad y su peso promedio del ganado vacuno en la hacienda santa clara chota, de acuerdo a la encuesta realizada al administrador de la hacienda santa clara chota.

Tabla 07

Hacienda	Numero de vacunos				
	Vacas	Vaquillonas	Toros	Terneros	Total
Cantidad	125	66	10	61	262
Peso promedio	450 kg	350 kg	500 kg	200kg	

Cantidad de ganado vacuno y su peso promedio

**B.** Cantidad de estiércol de todo el hato de la hacienda santa clara chota de acuerdo a su peso de cada uno.

Cuadro 03

Clase de animal	% peso vivo		%materia de digestor		Relación C/N
	estiércol	Orina	Solidos	Solidos orgánicos	
<b>Vacunos</b>	<b>5.0</b>	<b>4.0</b>	15-16	13	20
Cerdos	2.0	3.0	16	12	13
Caprinos	3.0	1.5	30	20	30
Caballos	5.0	4.0	25	15	20

Valores y características del estiércol

#### a. Estiércol

$$E = NA \times PVP \times PE/100$$

Donde,

E = Estiércol en kilogramos por día

Fuente: Elaboración propia

Fuente: (Téllez, 2008, p. 54.)



NA = Número de animales por una especie (vacas, vaquillas, terneros, Toros, etc.)

PVP = Peso vivo promedio por animal

PE = Producción de estiércol por animal por día en porcentaje de peso vivo.

PE = 5% ver cuadro 01

#### **b. Orina**

$O = NA \times PVP \times PO/100$

O = orín día en kilogramos se asume que 1litro de orín pesa 1kilogramo

NA = Número de animales por una especie (vacas, vaquillas, terneros, Toros, etc.)

PVP = Peso vivo promedio por animal

PO = Producción de orina por animal por día en porcentaje de peso vivo.

(Asumiendo que 1 litro de orín pesa 1kilogramo)

PO = 4% ver cuadro 01

#### **c. Materia prima para carga**

$MPC = E+O$

Donde:

MPC = materia prima para carga en kilogramos por día

E = Estiércol en kilogramos por día

O = orín en kilogramos por día

#### **C. Producción por especie peso promedio**

##### **➤ Vacas**

$E = NA \times PVP \times PE$

$E = 125 \times 450 \times 5\%$

E = 2812 KG de estiércol

$O = NA \times PVP \times PE$

$O = 125 \times 450 \times 4\%$

O = 2250 kg orina

Materia prima para carga

$MPC = E+O$

$$\text{MPC} = 2812 + 2250$$

$$\text{MPC} = 5062 \text{ kg}$$

➤ **Vaquillonas**

$$E = \text{NA} \times \text{PVP} \times \text{PE}$$

$$E = 66 \times 350 \times 5\%$$

$$E = 1155 \text{ kg de estiércol}$$

$$O = \text{NA} \times \text{PVP} \times \text{PE}$$

$$O = 66 \times 350 \times 4\%$$

$$O = 924 \text{ KG orina}$$

Materia prima para carga

$$\text{MPC} = E+O$$

$$\text{MPC} = 1155+924$$

$$\text{MPC} = 2079 \text{ kg}$$

➤ **Toros**

$$E = \text{NA} \times \text{PVP} \times \text{PE}$$

$$E = 10 \times 500 \times 5\%$$

$$E = 250 \text{ kg de estiércol}$$

$$O = \text{NA} \times \text{PVP} \times \text{PE}$$

$$O = 10 \times 500 \times 4\%$$

$$O = 200 \text{ KG orina}$$

Materia prima para carga

$$\text{MPC} = E+O$$

$$\text{MPC} = 250+200$$

$$\text{MPC} = 450 \text{ kg}$$

➤ **Terneros**

$$E = \text{NA} \times \text{PVP} \times \text{PE}$$

$$E = 61 \times 200 \times 5\%$$

$$E = 610 \text{ kg de estiércol}$$

$$O = \text{NA} \times \text{PVP} \times \text{PE}$$

$$O = 61 \times 200 \times 4\%$$

$$O = 488 \text{ KG orina}$$

Materia prima para carga

$$\text{MPC} = E+O$$

$$\text{MPC} = 610 + 488$$

$$\text{MPC} = 1098 \text{ kg}$$

Tabla 08

Elaboración propia

Materia Prima para la Carga (MPC)					
estiércol	2812 kg	1155 kg	250 kg	610 kg	4827 kg
orina	2250 kg	924 kg	200 kg	488 kg	3862 kg
MPC	5062 kg	2079 kg	450 kg	1098 kg	<b>8689 kg</b>

Capacidad de producción de estiércol de ganado vacuno.

La materia prima para la carga es de 8689kg diariamente de estiércol de ganado vacuno de la hacienda santa clara chota.

#### **D. Consumo de energía convencional que se utiliza en la hacienda (Leña, carbón)**

De acuerdo a las encuestas realizadas se tiene los siguientes datos de consumo de energía producido por la leña.

##### ✓ **Leña**

Tabla 09

Elaboración propia

Leña	# de cargas	K – cal	Costo (S/.)
Diario	5.5	24750	33
Mensual	165	742500	990
Anual	1980	8910000	11880

Consumo de leña en la Hacienda Santa Clara.

Leña: 4500 K- cal/carga (LEEHR, R 1948)

Leña: una carga de leña equivale a 2 tercios, cada tercio contiene de 10 a 12 rajas de leña, el costo por carga es de S/. 6.00

##### ✓ **Carbón**

Tabla 10

Elaboración propia

Carbón	Kg	K – cal	Costo (S/.)
Diario	9	67500	18.00
Mensual	270	2025000	540.00

Anual	3240	24300000	6480.00
-------	------	----------	---------

Consumo de carbón en la Hacienda Santa Clara.

Poder calorífico carbón = 7500 K- cal/Kg. (LEEHR, R 1948)

Costo por Kg = S/. 2.00

**a. Cantidad de biogás que se necesita para sustituir a la leña**

Leña de acuerdo a su poder calorífico: 8910000 K- cal/año

Consumo de energía calorífica mensual.

$$\begin{aligned}
 &9000000 \text{ K} - \text{cal} \rightarrow 1 \text{ año} \\
 &\times \quad \quad \quad \rightarrow 12 \text{ meses} \\
 &\times = 675000 \text{ K} - \text{cal}/\text{mensual}
 \end{aligned}$$

➤ Consumo de energía calorífica diario

$$\begin{aligned}
 &750000 \text{ K} - \text{cal} \rightarrow 1 \text{ mes} \\
 &\times \quad \quad \quad \rightarrow 30 \text{ días} \\
 &\times = 25000 \text{ K} - \text{cal}/\text{diarios}
 \end{aligned}$$

➤ Calculo del biogás diariamente.

Biogás 5000k-cal (Vela y Carrión, 1986, p. 18).

$$\begin{aligned}
 &1 \text{ m}^3 \rightarrow 5000 \text{ K} - \text{cal} \\
 &\times \rightarrow 25000 \text{ K} - \text{cal} \\
 &\times = 5 \text{ m}^3 \text{ de biogas}
 \end{aligned}$$

Tabla 11

K- cal/año	K- cal/mes	K-cal/diario	Biogás(m <sup>3</sup> )
9000000	750000	25000	5.0

Consumo de energía en k-cal/ diarias

La cantidad de biogás se calculó, basados en datos obtenidos por encuestas realizadas en la hacienda. La cantidad de energía convencional que se consume que es la leña, 8910000 K-cal por año. Para cubrir esta energía se calcula que para sustituirle a la leña se necesita **5 m<sup>3</sup>**. De biogás diario, Esta capacidad si es abastecida por el estiércol producido en la Hacienda Santa Clara (Anexo 03).

## **Anexo 04**

### **1. Diseñando y analizando el estudio de la implementación del generador de biogás de acuerdo al consumo de energía calorífica en la hacienda Santa Clara Chota.**

#### **A. Diseño y elección del biodigestor**

La elección del biodigestor se toma en cuenta de acuerdo a la temperatura, por motivo de los cambios bruscos de temperaturas que se da en esta localidad durante las estaciones del año, se opta por un digestor construido de concreto armado para no tener inconvenientes en los cambios bruscos de temperatura y tener una mejor producción de biogás.

#### **B. Digestor tipo chino**

En este tipo de digestor se realiza una carga inicial con estiércol de ganado pretratado a una concentración de 6 a 12 % de sólidos totales (alta dilución) después de cierto tiempo se puede operar diariamente, interfirió o cada dos o tres días con pequeñas cantidades de estiércol fresco diluidos con agua, retirándose el residuo (bioabono) en un volumen equivalente al que se carga, este digestor es apropiado para tratar materiales blandos, que es el estiércol de ganado vacuno.

#### **C. Características de un biodigestor tipo chino**

- Sección circular eje vertical paredes cilíndricas
- No tiene partes móviles
- Es achatado
- Orificio de entrada y salida diametralmente opuesta
- Tapa removible en la parte superior del domo perforado con el tubo de salida de gas
- El gas se almacena dentro del mismo digitar
- Se adapta a climas variados ( templados y fríos )
- Se puede usar material celulósico mesclado con el estiércol.

#### D. Calculando la capacidad del biodigestor para el diseño

La capacidad del biodigestor se calcula en función de la energía consumida en la hacienda, el insumo más usado es la leña, se consume 8910000 K- cal/año.

En función de este valor se calcula la capacidad del biodigestor.

Energías consumidas anualmente.

Leña de acuerdo a su poder calorífico: 8910000 K- cal/año

Consumo de energía calorífica mensual.

$$9000000 \text{ K} - \text{cal} \rightarrow 1 \text{ año}$$

$$\times \quad \rightarrow 12 \text{ meses}$$

$$\times = 675000 \text{ K} - \text{cal}/\text{mensual}$$

➤ Consumo de energía calorífica diario

$$750000 \text{ K} - \text{cal} \rightarrow 1 \text{ mes}$$

$$\times \quad \rightarrow 30 \text{ días}$$

$$\times = 25000 \text{ K} - \text{cal}/\text{diarios}$$

➤ Cálculo del biogás diariamente.

Biogás 5000k-cal (Vela y Carrión, 1986, p. 18).

$$1 \text{ m}^3 \rightarrow 5000 \text{ K} - \text{cal}$$

$$\times \rightarrow 25000 \text{ K} - \text{cal}$$

$$\times = 5 \text{ m}^3 \text{ de biogas}$$

➤ Cálculo de la capacidad del biodigestor

Cuadro 04

capacidad	Cantidad de biogás	Rango de octanaje	Presión crítica	Punto de ebullición	Punto de solidificación
25 m <sup>3</sup>	2.5 m <sup>3</sup> (10% de capacidad)	130	47.36 kg/cm <sup>2</sup>	161.49 °C	1 atm

Cantidad de biogás de acuerdo a la capacidad del biodigestor

10 % de la capacidad del biodigestor es biogás

X = capacidad del biodigestor

$$10\%X = 5\text{m}^3$$

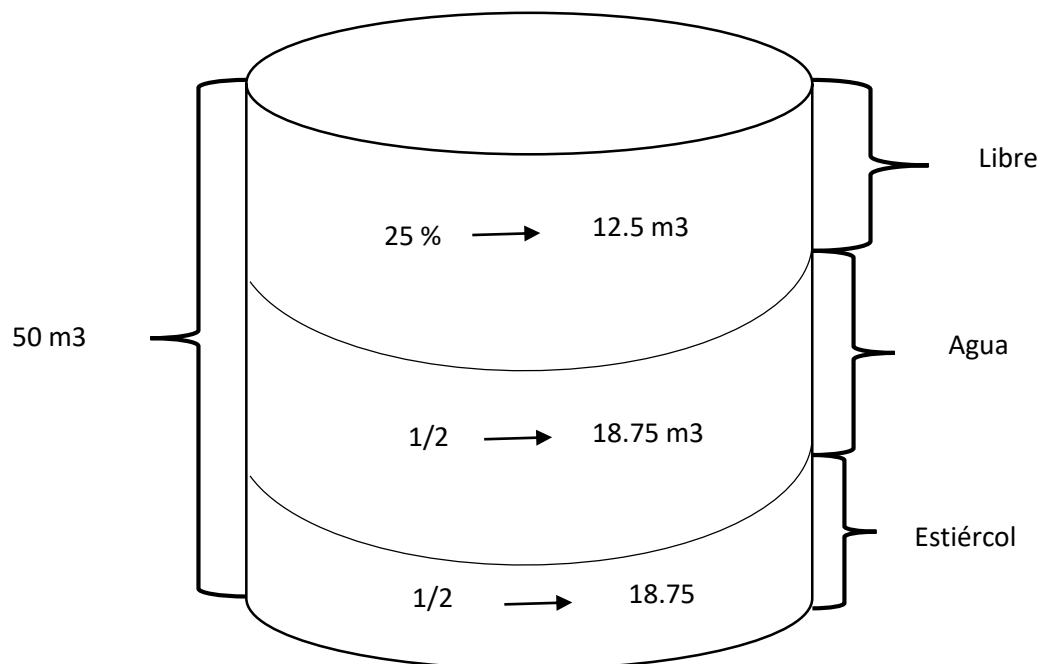
$$X = 5 / 10\%$$

**X =50 m<sup>3</sup> capacidad del biodigestor**

Fuente: (Vela y Carrión, 2008)

La energía consumida en K- cal, se tomó el valor del insumo más consumido, para calcular la capacidad del biodigestor que es la leña, además se tomó en cuenta las dimensiones con números exactos para el diseño del biodigestor. Cabe precisar que la materia prima más usada en la hacienda es la leña, por tanto se tomó el poder calorífico y los costos como referencia para precisar la viabilidad de la presente investigación, a través del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

Figura 02



Proporción de carga del biodigestor.

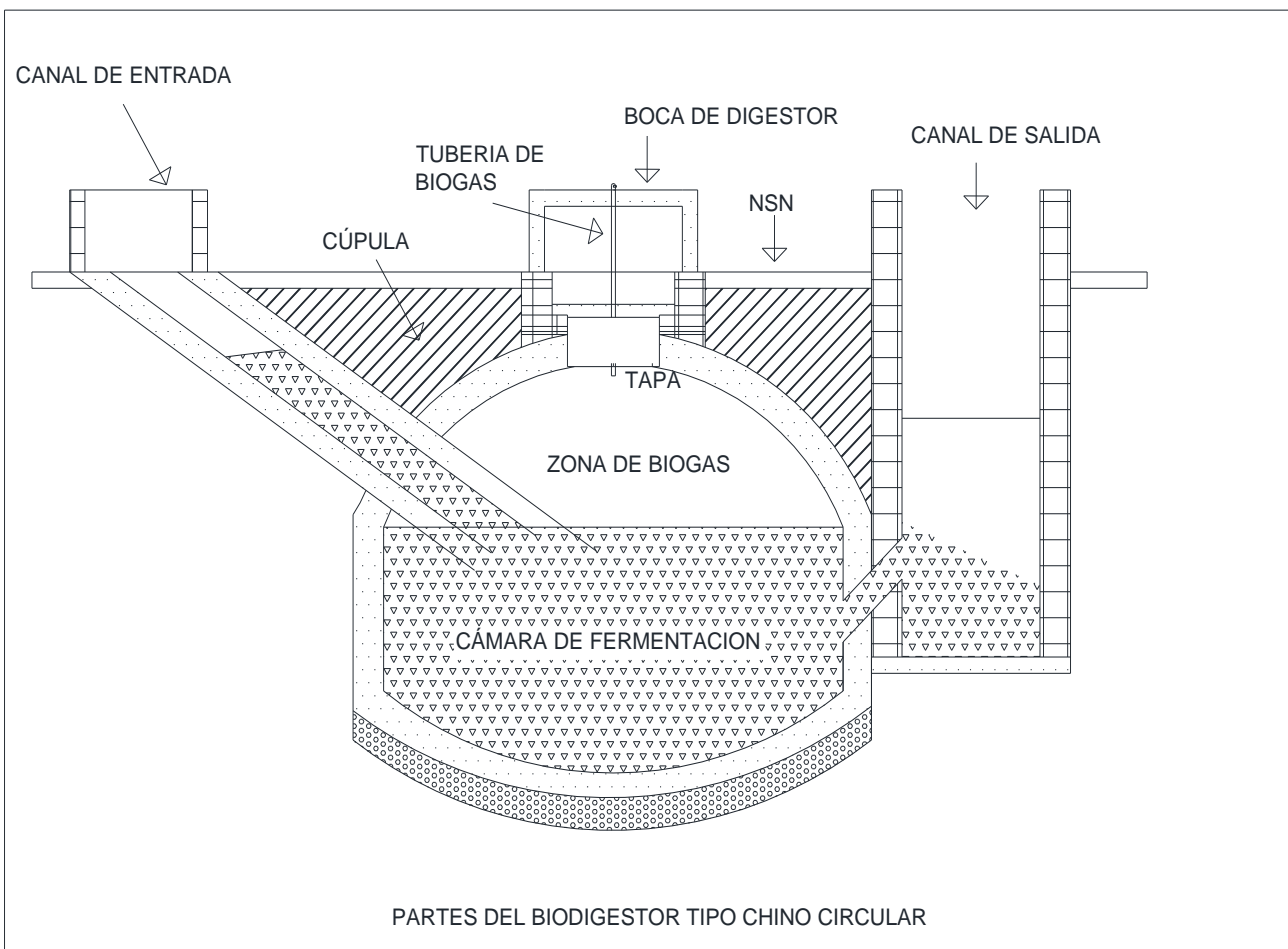
De la capacidad total del biodigestor ( $50 \text{ m}^3$ ) se llena el 75% de su capacidad, el 25 % quedara libre para el almacenamiento del biogás. Del 75% se llena 1/2 de estiércol es decir  $18.75 \text{ m}^3$ , las 1/2 se llena de agua es decir  $18.75 \text{ m}^3$ . (Vela y Carrion, 2008 - CIPENC- UNC.)

### E. Diseño del biodigestor tipo chino

Es el digestor más común en todo el mundo debido a que se adapta a cualquier tipo de clima funcionando con estiércol y restos vegetales.

La sección transversal es circular pero ligeramente achatado. Los canales u orificios se hallan en línea recta diametralmente opuestos y el gas se almacena en el interior (cúpula).

figura 03



Fuente: Elaboración propia

Diseño de un biodigestor tipo chino circular.

**F. Calculando si la materia prima es lo suficiente para abastecer el llenado del biodigestor**

Cuadro 05

Producto	Peso Específico (kg/m <sup>3</sup> )	Ángulo de Rozamiento Interno
Abonos artificiales	1200	40°
Carburo	900	30°
Estiércol apelmazado de vacuno	1800	45°
Estiércol suelto de vacuno	1200	45°
Harina de pescado	800	45°

Peso específico y Angulo de rozamiento interno de diversas materias

Fuente:  
RODRÍGUEZ, Hermenegildo,  
2014 Arahall)



Peso  $\text{kgf/m}^3$ , es el mismo que el de la densidad, expresada en  $\text{kg/m}^3$ .

Calculando si la materia prima es lo suficiente para abastecer el llenado del biodigestor

Densidad del estiércol de ganado vacuno es de  $18000\text{kg}$ .

Densidad = masa / volumen

$$d = m/v$$

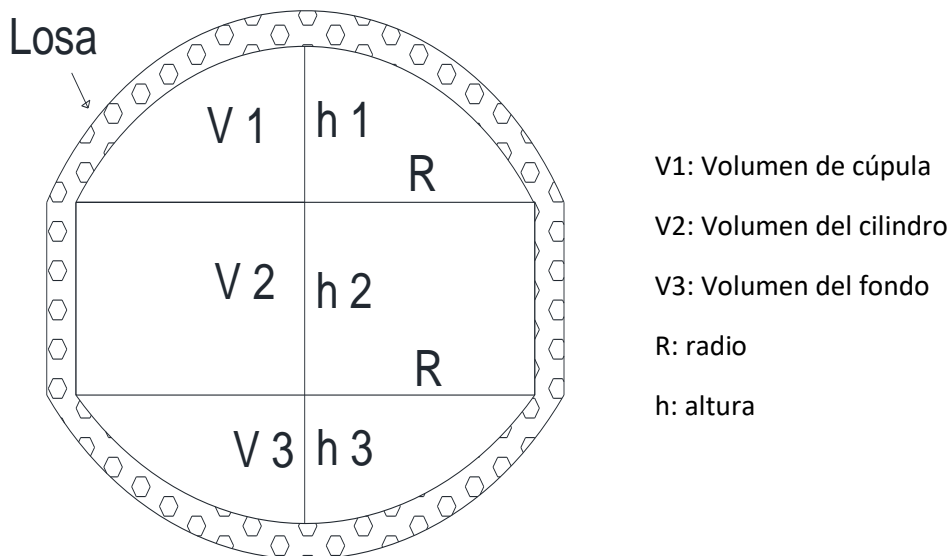
$$v = m/d$$

$$v = \frac{8689\text{kg}}{1800\text{kg/m}^3}$$

$$v = 4.82 \text{ m}^3 \text{ de estiércol}$$

En donde podemos decir que la materia prima para el biodigestor es más que suficiente por motivo que solo necesitamos  $18.75 \text{ m}^3$  de estiércol, en donde se llenaría tan solo con el acumulado de 5 días aproximado de estiércol de la hacienda santa clara.

➤ **Cálculo en volumen total de la cámara de fermentación.**

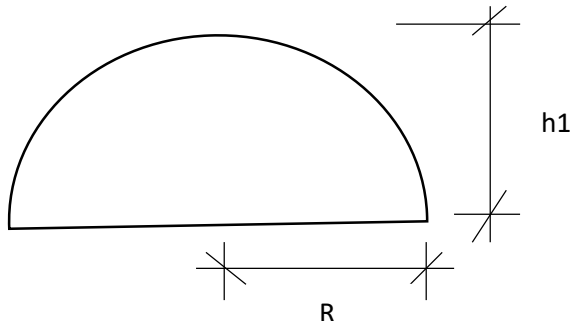


En primer lugar se determina los volúmenes parciales de la cúpula y del fondo y por diferencia se obtiene el volumen del cilindro del cual se deduce la altura.

$$V_c: V_t - (V_{\text{cúpula}} + V_{\text{fondo}})$$

➤ **Cálculo en volumen de la cúpula.**

$$V_1 = \frac{\pi h_1}{6} (h_1^2 + 3R^2)$$



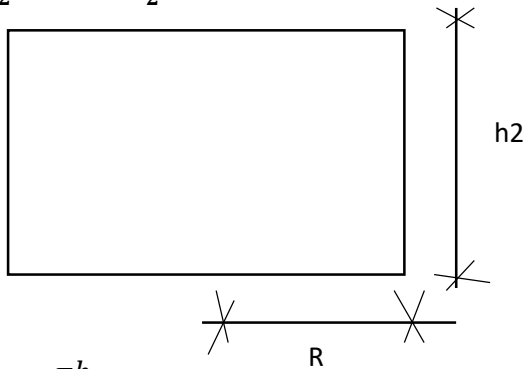
$$V_1 = \frac{\pi h_1}{6} (h_1 + 3R^2)$$

$$V_1 = \frac{3.1416 \times 1m}{6} [1m + 3(2.7)^2]$$

**V1 = 11.97 m<sup>3</sup>**

➤ **Cálculo del volumen del cilindro**

$$V_2 = \pi R^2 h_2$$

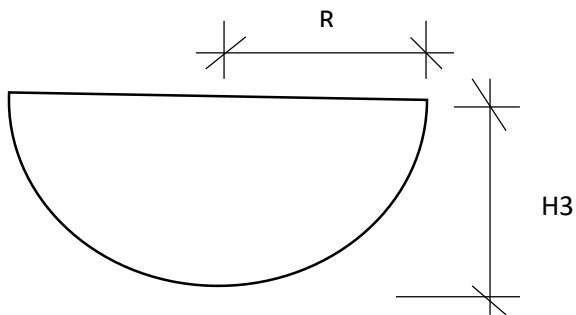


$$V_3 = \frac{\pi h_3}{6} (h_3^2 + 3R^2)$$

$$V_3 = \frac{3.1426 \times 0.50m}{6} [0.50m^2 + 3(2.7^2)]$$

**V3 = 5.79 m<sup>3</sup>**

➤ **Cálculo del volumen del Fondo**



$$V_2 = \frac{\pi h_3}{6} (h_3 + 3R^2)$$

$$V_2 = V_t - (V_1 + V_3)$$

$$V_2 = 50 \text{ m}^3 - (11.97 + 5.79)$$

$$V_2 = 32.23 \text{ m}^3$$

$$\pi R^2 h_2: V_t - (V_1 + V_2)$$

$$h_2: \frac{V_t - (V_1 + V_2)}{\pi R^2}$$

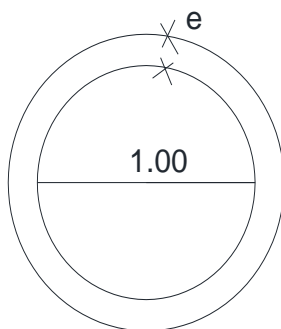
$$h_2: \frac{V_2}{\pi R^2}$$

$$h_2: \frac{28.21 \text{ m}^3}{3.1416 \times 2.7^2}$$

$$h_2 = 1.4 \text{ m}$$

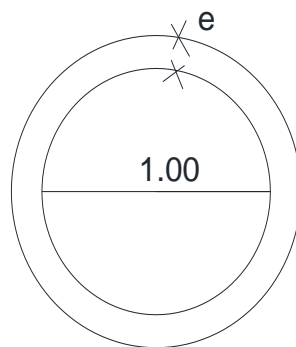
➤ **Construcción de accesorios**

Canal de salida



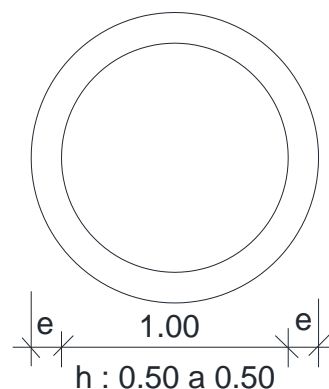
h : 1.50 a 1.80

Boca del digestor



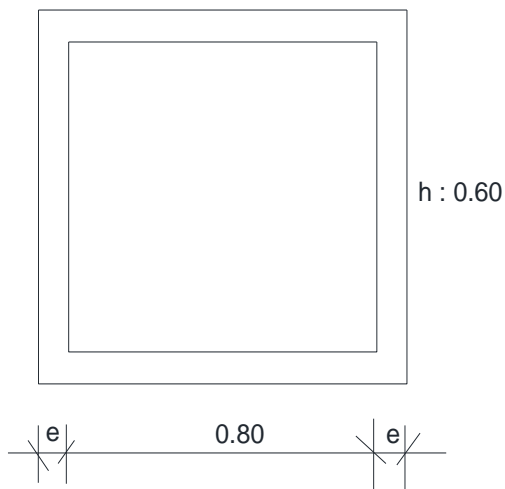
h : 0.50 a 0.80

Canal de entrada

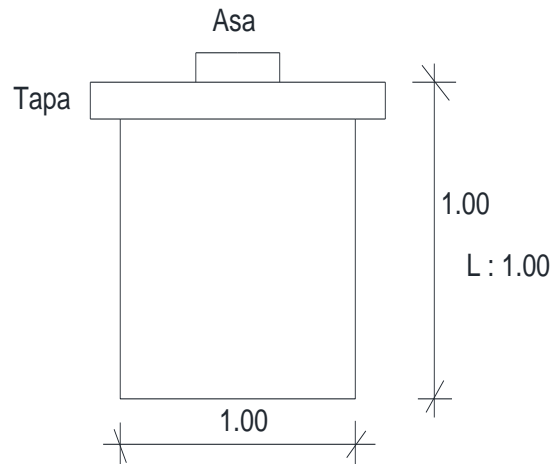


h : 0.50 a 0.50

### Pozo de preparación



### Pozo para el almacenar el bioabono



## G. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

- 1) Definición.** -Se construye en lugares planos, abiertos y lejos de obstáculos como piedras troncas, raíces de árboles, etc.

Debe estar cerca del lugar donde va a ser utilizado el biogás.

### 01.00 TRABAJOS PRELIMINARES

Se realiza operaciones de limpieza, nivelación, replanteo, y torso respectivo, el eje longitudinal debe estar orientado de N- S

#### 01.01. Limpieza, nivelación, replanteo y trazo.

##### A. Cálculo del área.

$$A = 10 m \times 6 m$$

$$A = 60 m^2$$

##### B. Calculo del presupuesto.

$$P = 60 m^2 \times S/.0.49$$

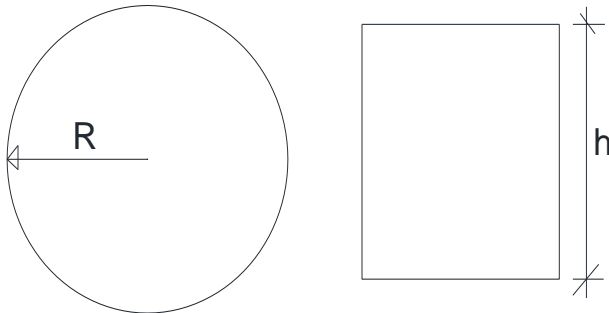
$$P = S/.29.40$$

- 2) Movimiento de tierra** se practicó el método de la excavación total para la cual se extraerá la tierra usando herramientas manuales como: pico, palana, barretas, carretillas de acuerdo a las dimensiones del diseño.

**2.1. Volumen** primero se calcula el volumen del cilindro agregando el espesor de la losa, del solado del fondo y la profundidad al que debe construirse.

$$A: \pi R^2$$

V: a x h      h: altura



## 02.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS.

### 02.01. Calculo del volumen.

#### a.- Volumen del cilindro.

$$V = \pi R^2 h$$

$$V = 3.1416 \times (2.9 \text{ m})^2 \times 3.73 \text{ m}$$

$$V = 98.55 \text{ m}^3$$

#### b.- Volumen del canal de salida.

$$V = \pi R^2 h$$

$$V = 3.1416 \times (0.65 \text{ m})^2 \times 2.70 \text{ m}$$

$$V = 3.58 \text{ m}^3$$

**Volumen total = 102.13 m<sup>3</sup>**

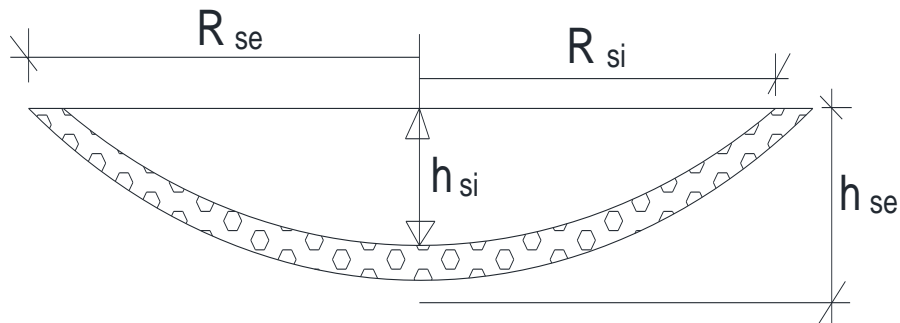
#### c.- Presupuesto.

$$P = 102.13 \text{ m}^3 \times S/.9.45$$

$$P = S/. 965.16$$

**03.00 SOLADO.** En el fondo de la excavación se colocara una capa de hormigón o gravilla de e: 0.2 m para evitar el asentamiento del cilindro.

**a. Volumen**



$$V: \frac{\pi h_{se}}{6} (h_{se}^2 + 3R_{se}^2) - \frac{\pi h_{si}}{6} (h_{si}^2 + 3R_{si}^2)$$

$$V: \frac{3.1416 \times 0.85 \text{ m}}{6} (0.85^2 + 3(2.9)^2) - \frac{3.1416 \times 0.65 \text{ m}}{6} (0.65^2 + 3(2.7)^2)$$

$$V = 3.96 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total} = 3.96 \text{ m}^3 \times 1.25$$

Mas el 25 % de compactación.

$$V_t = 4.95 \text{ m}^3$$

**b. Presupuesto**

*P:  $\neq$  solado x costo unitario de 1m<sup>3</sup> de material usado*

$$P = 4.95 \text{ m}^3 \times S/. 151.58$$

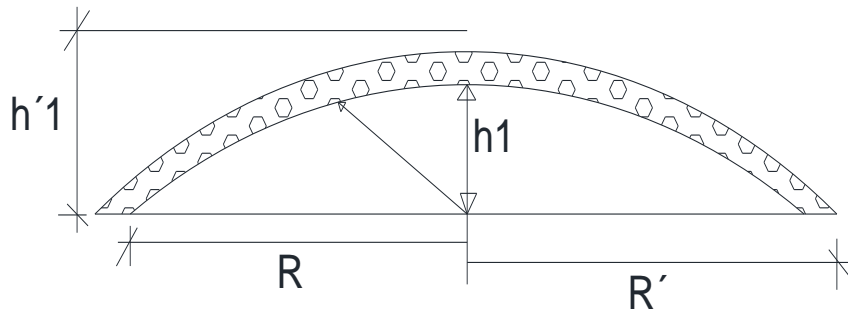
$$P = S/. 750.96$$

**04.00 CÁLCULO DE LA LOSA**

En el fondo, cilindro y cúpula se construirá una losa de concreto de 0.10 a 0,15m de espesor que sirviera para a depositar la biomasa y almacenar el biogás.

El volumen se calcula en m<sup>3</sup>

**a. Losa de cúpula**

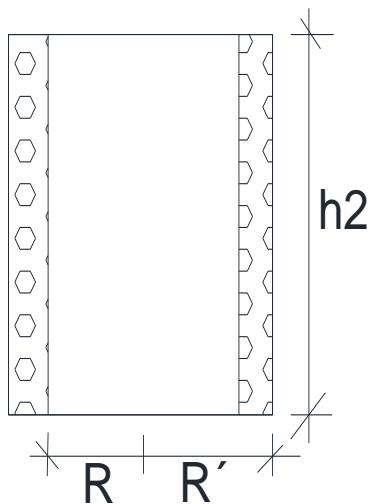


$$V_1: \frac{\pi h'_1}{6} (h'_1{}^2 + 3R^2) - \frac{\pi h_1}{6} (h_1{}^2 + 3R^2)$$

$$V_1: \frac{3.1416 \times 1.2 \text{ m}}{6} (1.2^2 + 3(2.9)^2) - \frac{3.1416 \times 1 \text{ m}}{6} (1\text{m}^2 + 3(2.7^2))$$

$$V_1 = 4.78 \text{ m}^3$$

**b. Losa del cilindro ( $V_2$ )**

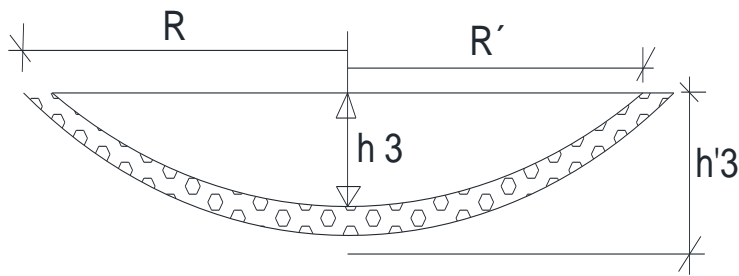


$$V_2 = \pi h_2 (R'^2 - R^2)$$

$$V_2 = 3.1416 \times 1.40 (2.9^2 - (2.7^2))$$

$$V_2 = 4.93 \text{ m}^3$$

**c. Losa del fondo**



$$V_3: \frac{\pi h_3}{6} (h_3'^2 + 3R^2) - \frac{\pi h_3}{6} (h_3^2 + 3R^2)$$

$$V_3: \frac{3.1416 \times 0.65m}{6} (0.65^2 + 3(2.9^2)) - \frac{3.1416 \times 0.5m}{6} (0.5^2 + 3(2.7^2))$$

$$V_3 = 2.93 \text{ m}^3$$

Luego el volumen total = V1 + V2 + V3

$$V_t = 4.78 \text{ m}^3 + 4.93 \text{ m}^3 + 2.93 \text{ m}^3$$

$$V_t = 12.64 \text{ m}^3$$

**d. Cálculo del presupuesto.**

$$P = 12.64 \text{ m}^3 \times S/151.58$$

$$P = S/.1915.97$$

**Calculo de materiales.-** Se debe tener en cuenta dos cosas.

**C° Simple 1:8 C:H + acero (anclas).**

Cemento:  $12.64 \text{ m}^3 \times 4.70 = 59.40$  bolsas

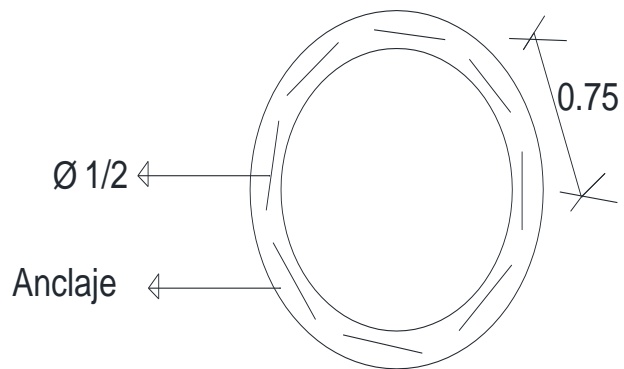
Hormigón:  $12.64 \text{ m}^3 \times 1.25 = 74.26 \text{ m}^3$

### **05.00 ARMADURA**

La armadura se calculara por el peso en kg según cuadro resumen

Croquis	N° elemento est	Longitud	Acero
---------	-----------------	----------	-------





**a.- Cálculo del peso.**

$$C = 2\pi R$$

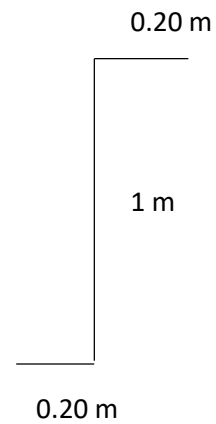
$$C = 2 \times 3.1416 \times 2.7$$

$$C = 16.96 \text{ m}$$

$$L = 2\pi R$$

$$L = 2 \times 3.1416 \times 2.9$$

$$L = 18.22 \text{ m}$$



**N° elementos.**

$$N^{\circ} \text{ elementos} = \frac{18.22}{0.75} = 24.29$$

**b.- Presupuesto.**

$$P = 3 \times S/. 23.0$$

$$P = S/. 69.00$$

## 06.00 ENCOFRADO

Tanto el cilindro como la cúpula se construirán dentro de un encofrado de madera

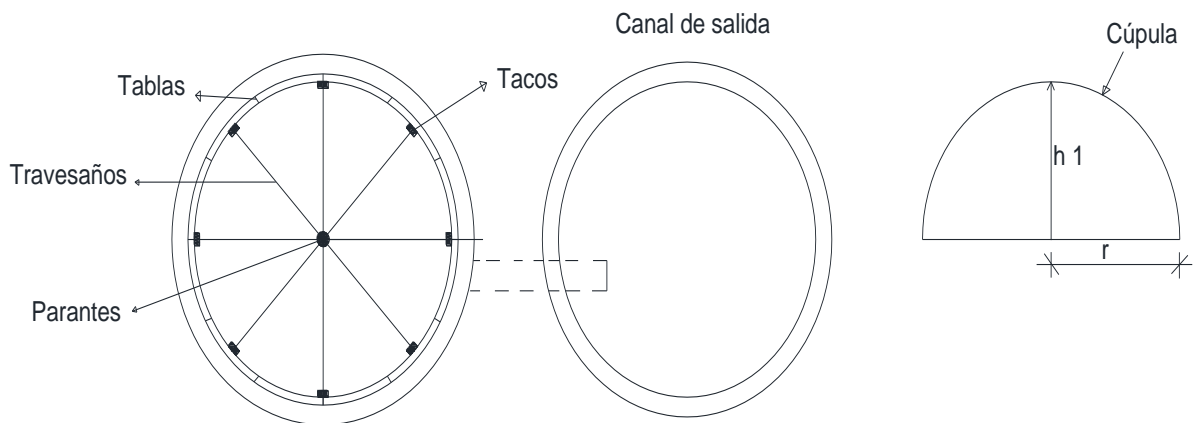
- a. **Cilindro.** El encofrado será de tipo radial con un parámetro central y varios travesaños utilizando madera rolliza de eucalipto o de tornillo de preferencia.

El área del encofrado se calcula en función de la superficie de contacto con el concreto.

$$A: 2\pi r h_2$$

Dónde:        r: radio interior  
                  H: altura del cilindro

Luego se calcula las dimensiones de los parámetros y travesaños



✓ Área.

$$A: 2\pi r h_2$$

$$A = 2 \times 3.1416 \times 2.7 \times 1.4$$

$$A = 23.75 \text{ m}^2$$

Materiales.

$$N^\circ \text{ Tablas} = \frac{23.75 \text{ m}^2}{1 \text{ m}^2} = 23.75 \quad \longrightarrow \quad 0.25 \times 1'' \phi \times 4 \text{ m}$$

1 Parante 1.81 m x 4'' $\phi$

46 travesaños 1.83 x 2"  $\phi$

**b. Cúpula.** - el encofrado también será de tipo radial a manera de paraguas apoyados en un parámetro central con travesaños

$$A: 2\pi r h_2$$

Dónde: r: radio interior

H: altura del cilindro

Se calcula el número y dimensiones de los travesaños

Área.

$$A = 2\pi R h$$

$$A = 2 \times 3.1416 \times 2.7 \times 1m$$

$$A = 16.96 m^2$$

$$At = 23.75 m^2 + 16.96 m^2$$

$$At = 40.71 m^2$$

Triplay L = 2.40 m, A = 1.20 m

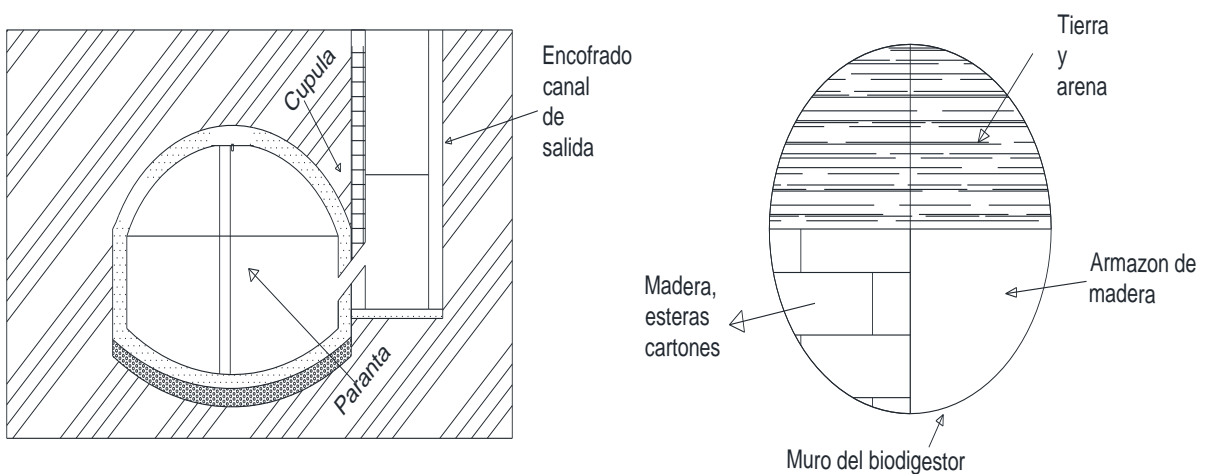
$$N^{\circ} \text{ triplay} = \frac{16.96 m^2}{2.88 m^2} = 6 \text{ planchas}$$

### c. Presupuesto.

P: área de encofrado x costo unitario de 1m<sup>3</sup> de encofrado

$$p = 40.71 m^2 \times S/.21.19$$

$$P = S/. 862.64$$



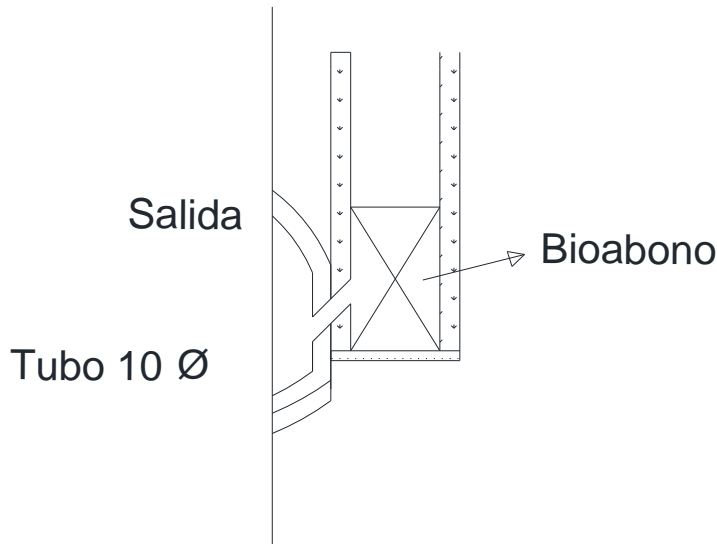
## 07.00 CONSTRUCCIÓN ACCESORIOS

1. **Canal de salida.** Se construirá junto al cilindro en forma vertical de sección cuadrangular o circular de ladrillo o de concreto simple cuyas dimensiones serán las siguientes

Se comunica a la cámara de fermentación con un tubo 10"  $\varnothing$  y 0.50 m de longitud incluído 30° con respecto al horizontal.

Este resultado se agregará el volumen total de excavación al falso piso se construirá de  $\varnothing$ c simple 1:8 C:H de un e: 0.10m

El muro se construirá de ladrillo o de  $\varnothing$ c simple (losa) siguiendo las técnicas constructivas anteriormente descritas.



### A. Volumen de excavación

$$V = \pi R^2 h$$

$$V = 3.1416 \times 0.65^2 \times 2.70 \text{ m}$$

$$V = 3.58 \text{ m}^3$$

### B. Presupuesto.

$$P = 3.58 \text{ m}^3 \times S/.9.45$$

$$P = S/.33.86$$

### C. Muro.

Ladrillo K – K de 0.25x0.15x0.10 m, asentado con aparejo de sogá

✓ **Área.**

$$A = 2\pi Rh$$

$$A = 2 \times 3.1416 \times 0.50 \times 3.10 \text{ m}$$

$$A = 9.73 \text{ m}^2$$

✓ **Ladrillos.**

$$N^\circ \text{ ladrillos} = 9.73 \text{ m}^2 \times 34 \text{ unid/m}^2$$

$$N^\circ \text{ ladrillos} = 332$$

✓ **Volumen de mortero.**

$$V = 9.73 \text{ m}^2 \times 0.028 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$V = 0.27 \text{ m}^3$$

✓ **Materiales.**

Mortero de cemento 1:5 C:A

Cemento:  $0.27 \text{ m}^3 \times 7.30 = 1.97$  bolsas

Arena:  $0.27 \text{ m}^3 \times 1.15 = 0.31 \text{ m}^3$

✓ **Presupuesto.**

$$P = 9.73 \text{ m}^3 \times S/.38.41$$

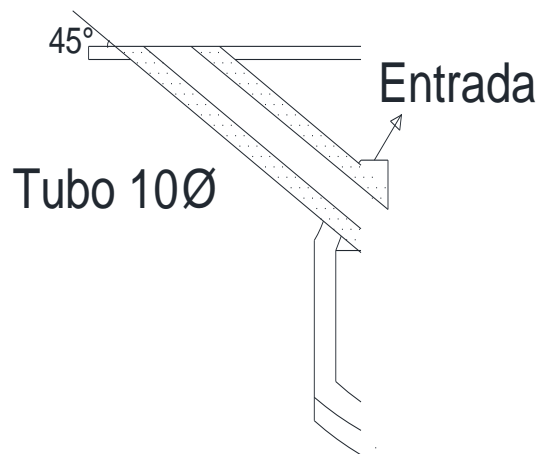
$$P = S/.373.72$$

**2. Canal de entrada** se construirá en forma diametralmente opuesto al canal de salida la sección transversal puede ser circular rectangular o cuadrangular de ladrillo o de concreto simple.

Se comunica la cámara de fermentación con un tubo de concreto de 10"  $\emptyset$  y de 1.50 m de longitud apoyado sobre el cilindro y a 45° cm respecto a la horizontal.

Exteriormente se asegurara con una capa de concreto simple 1:8 C: H

El falso piso se construirá de concreto simple y el muro de ladrillo o concreto siguiendo las técnicas constructivas descritas.



**A. Falso piso. e = 15 cm**

✓ **Cálculo del volumen.**

$$V = \pi R^2 h$$

$$V = 3.1416 \times 0.50^2 \times 0.15 \text{ m}$$

$$V = 0.11 \text{ m}^3$$

✓ **Cálculo de los materiales.**

C° simple 1:8 C: H

Cemento:  $0.11 \text{ m}^3 \times 4.7 = 0.55 \text{ bolsas}$

Hormigón:  $0.11 \text{ m}^3 \times 1.25 = 0.13 \text{ m}^3$

✓ **Cálculo del presupuesto.**

$$A = \pi R^2$$

$$A = 3.1416 \times 0.50^2$$

$$A = 0.78 \text{ m}^2$$

✓ **Presupuesto.**

$$P = 0.78 \text{ m}^2 \times S/.29.18$$

$$P = S/.22.91$$

## B. Muro.

### ✓ Área.

$$A = 2\pi Rh$$

$$A = 2 \times 3.1416 \times 0.50 \times 0.50$$

$$A = 1.57 \text{ m}^2$$

### ✓ Ladrillos.

$$\text{N}^\circ \text{ ladrillos: } \text{Área} \times \text{N}^\circ \text{ ladrillos/m}^2$$

$$\text{N}^\circ \text{ ladrillos} = 1.57 \text{ m}^2 \times 34$$

$$\text{N}^\circ \text{ ladrillos} = 54$$

### ✓ Volumen de mortero.

$$V = 1.57 \text{ m}^2 \times 0.028$$

$$V = 0.043 \text{ m}^3$$

### ✓ Materiales.

Mortero de cemento 1:5 C: A

$$\text{Cemento: } 0.043 \text{ m}^3 \times 7.3 = 0.32 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.043 \text{ m}^3 \times 1.15 = 0.049 \text{ m}^3$$

### ✓ Presupuesto.

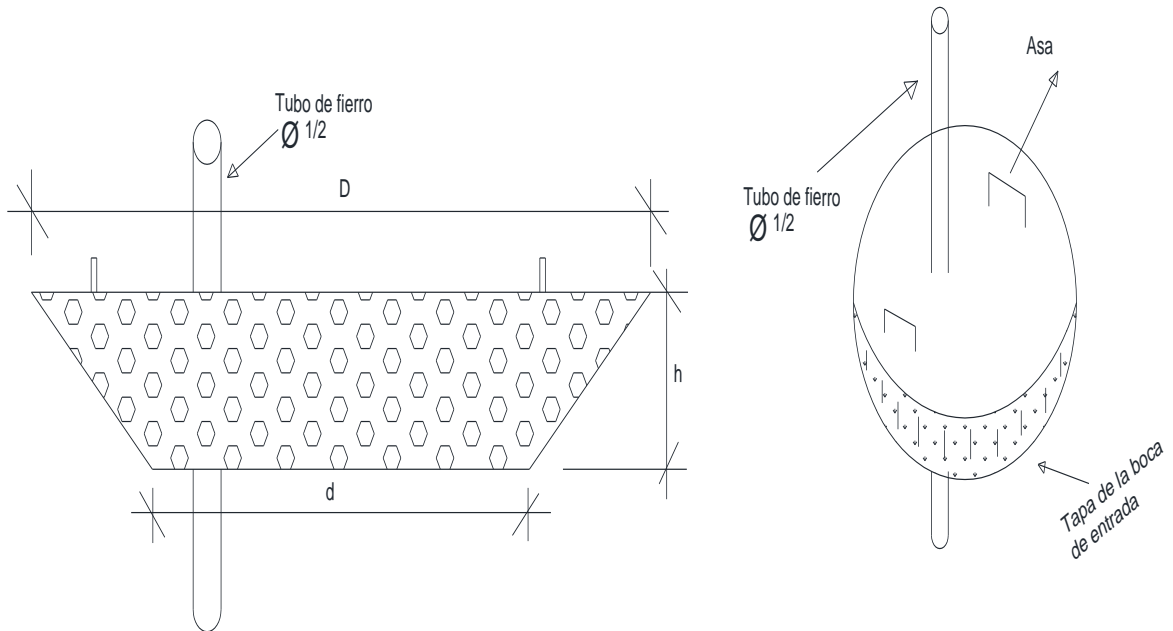
$$P = 1.57 \text{ m}^2 \times S/.38.41$$

$$P = S/.60.30$$

**3. Boca de digestor.** se construirá en la parte central del digestor las secciones transversales será circular de preferencia en caso de que las estructuras mencionadas anteriormente se construyan de concreto simple ese calcula el ares del encofrado exterior e interior.

#### 3.1. Detalle de la tapa

Se construirá de concreto armado y tendrá la forma de un cono truncado invertido en la parte central llevara un tubo de 1/2" Ø de mas omenos de 1.00 m de longitud.



El volumen se calcula en  $m^3$

$$V: \frac{\pi h}{12} (D^2 + Dd + d^2)$$

Donde:

D: diámetro mayor

d: diámetro menor

H: altura

### 3.2. Volumen.

$$V: \frac{\pi h}{12} (D^2 + Dd + d^2)$$

$$V: \frac{3.1416 \times 0.20}{12} (1^2 + 1 \times 0.75 + 0.75^2)$$

$$V = 0.12 m^3$$

#### 3.2.1.1.1. Materiales.

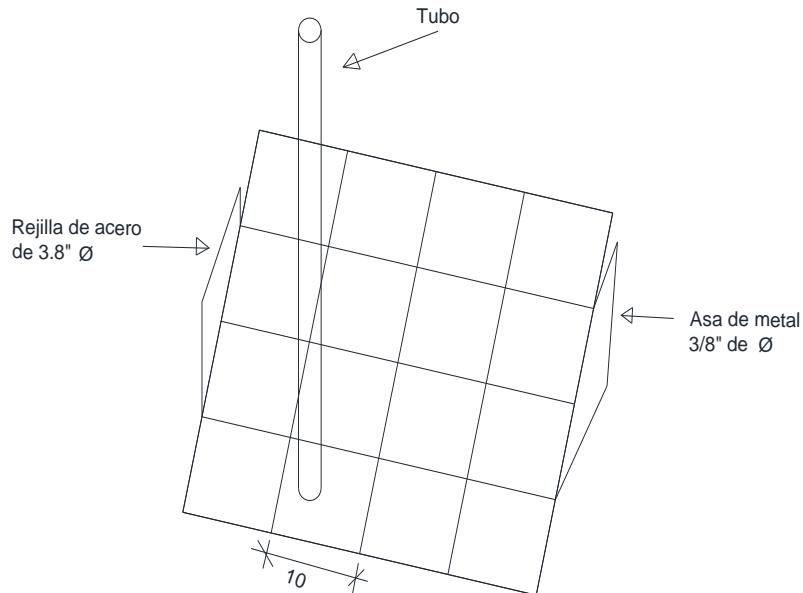
C° simple 1:8 C:H + Armadura.

Cemento:  $0.12 m^3 \times 4.7 = 0.56 \text{ bolsas}$



Hormigón:  $0.12 \text{ m}^3 \times 1.25 = 0.15 \text{ m}^3$

### 3.3. Armadura.



Longitud:  $16 \times 0.70 = 11.20 \times 1.05 = 17.64 \text{ m}$

### 3.4. ASAS.

$$L = 0.10 + 0.20 + 0.10 = 0.40 \text{ m}$$

$$2 \text{ asas} = 0.80 \text{ m}$$

$$\text{Longitud total} = 17.64 + 0.80 = 18.44 \text{ m}$$

**2 varillas 3/8"φ**

✓ **Presupuesto.**

$$P = 2 \text{ varillas} \times S/.40$$

$$P = S/.80.00$$

### 3.5. MURO.

✓ **Área.**

$$A = 2\pi Rh$$

$$A = 2 \times 3.1416 \times 0.70 \times 0.50$$

$$A = 2.19 \text{ m}^2$$

✓ **Ladrillos.**

$$\text{N}^\circ \text{ ladrillos: } 2.19 \text{ m}^2 \times 34$$

$$\text{N}^\circ \text{ ladrillos} = 75$$

✓ **Mortero.**

$$V = 2.19 \text{ m}^2 \times 0.014$$

$$V = 0.030 \text{ m}^3$$

✓ **Materiales.**

Mortero de cemento 1:5 C:A

$$\text{Cemento: } 0.030 \text{ m}^3 \times 7.3 = 0.22 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.030 \times 1.15 = 0.034 \text{ m}^3$$

Presupuesto.

$$P = 2.19 \text{ m}^2 \times 38.41$$

$$P = S/.84.11$$

**3.6. Tarrajeo.** Se utilizara mortero de cemento 1: 3 C:A , de un espesor de 2c, con la finalidad de impermeabilizar la estructura y evitar la salida del biogás filtración de agua , etc

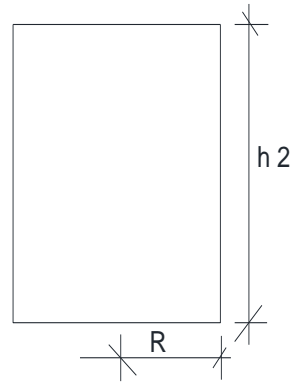
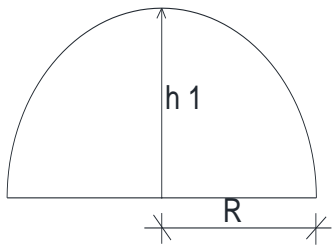
Se revistera el interior del cilindro, canal de salida interior y exterior de la cúpula canal de entrada y boca del digestor aplicando las formulas respectivas y luego el cálculo de materiales.

Cúpula

$$A: 2\pi Rh1$$

Cilindro

$$A: 2\pi Rh2$$



### 3.6.1. Calculo del área.

#### ✓ Cilindro.

$$A = 2\pi R h_2$$

$$A = 2 \times 3.1416 \times 2.7 \times 1.4m$$

$$A = 23.75 m^2$$

#### ✓ Cúpula.

**Interior.  $2\pi R h_1$**

$$A = 2 \times 3.1416 \times 2.7 \times 1m$$

$$A = 16.96 m^2$$

**Exterior:  $2\pi R h'_1$**

$$A = 2 \times 3.1416 \times 2.7 \times 1.2m$$

$$A = 20.35 m^2$$

#### ✓ Canal de salida

**Interior:  $2\pi R h$**

$$A = 2 \times 3.1416 \times 0.45 \times 3.1 m$$

$$A = 8.76 m^2$$

**Exterior.  $2\pi R h'_1$**

$$A = 2 \times 3.1416 \times 0.65 \times 0.50$$

$$A = 2.04 m^2$$

✓ **Boca del biodigestor.**

**Interior:  $2\pi Rh$**

$$A = 2 \times 3.1416 \times 0.50 \times 0.80 \text{ m}$$

$$A = 2.51 \text{ m}^2$$

**Exterior.  $2\pi Rh'_1$**

$$A = 2 \times 3.1416 \times 0.70 \times 0.50$$

$$A = 2.19 \text{ m}^2$$

✓ **Canal de entrada**

**Interior:  $2\pi Rh$**

$$A = 2 \times 3.1416 \times 0.40 \times 0.50 \text{ m}$$

$$A = 1.25 \text{ m}^2$$

**Exterior.  $2\pi Rh'_1$**

$$A = 2 \times 3.1416 \times 0.50 \times 0.50$$

$$A = 1.57 \text{ m}^2$$

$$A_t = 79.38 \text{ m}^2$$

**3.6.2. Volumen.**

$$V = 79.38 \text{ m}^2 \times 0.02 \text{ m}$$

$$V = 1.58 \text{ m}^3$$

**3.6.3. Materiales.**

✓ **Mortero de cemento 1:5 C:A**

$$\text{Cemento: } 1.58 \text{ m}^3 \times 7.3 = 11.58 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 1.58 \text{ m}^3 \times 1.15 = 13.32 \text{ m}^3$$

✓ **Presupuesto.**

$$P = 79.38 \text{ m}^2 \times S/.11.66$$

$$P = S/.925.57$$

Diseño del digester de biogás de 50 m<sup>3</sup> de capacidad teniendo los siguientes datos.

cuadro 06

Fuente: CIPENCI UNC

Volumen m <sup>3</sup>	Altura		Radio cilindro (R)	Altura cilindro
	Cúpula (h1)	Fondo (h3)		
10	0.60	0.5	1.6	0.67
15	0.65	0.5	1.7	1.06
25	0.80	0.5	2.0	1.31
40	0.90	0.5	2.5	1.31
50	1.00	0.5	2.7	1.40

Especificaciones de digester tipo chino circular

h1: 1 m

R= 2.70 m

h3: 0.50 m

e = 0.20 m

**Desarrollo:**

$$V_t = 50 \text{ m}^3$$

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V_2 = V_t - (V_1 + V_3)$$

**a.- Calculo de V1**

$$V_1 = \frac{\pi h_1}{6} (h_1 + 3R^2)$$

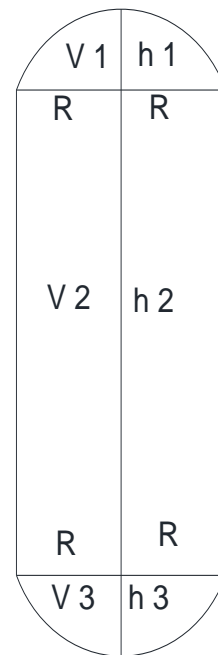
$$V_1 = \frac{3.1416 \times 1\text{m}}{6} (1\text{ m} + 3(2.7\text{m})^2)$$

$$V_1 = 11.97 \text{ m}^3$$

**b.- Cálculo de V3**

$$V_3 = \frac{\pi h_3}{6} (h_3^2 + 3R^2)$$

$$V_3 = \frac{3.1426 \times 0.50 \text{ m}}{6} [0.50 \text{ m}^2 + 3(2.7\text{m}^2)]$$



$$\mathbf{V3 = 5.79 \text{ m}^3}$$

**c.- Cálculando V<sub>2</sub>**

$$V_2 = V_t - (V_1 + V_3)$$

$$V_2 = 50 \text{ m}^3 - (11.97 + 5.79)$$

$$\mathbf{V_2 = 32.23 \text{ m}^3}$$

**d.- Cálculo de h<sub>2</sub>**

$$V_2 = \pi R^2 h_2$$

$$h_2: \frac{V_2}{\pi R^2}$$

$$h_2: \frac{28.21 \text{ m}^3}{3.1416 \times 2.7^2}$$

$$\mathbf{h_2 = 1.40 \text{ m}^3}$$

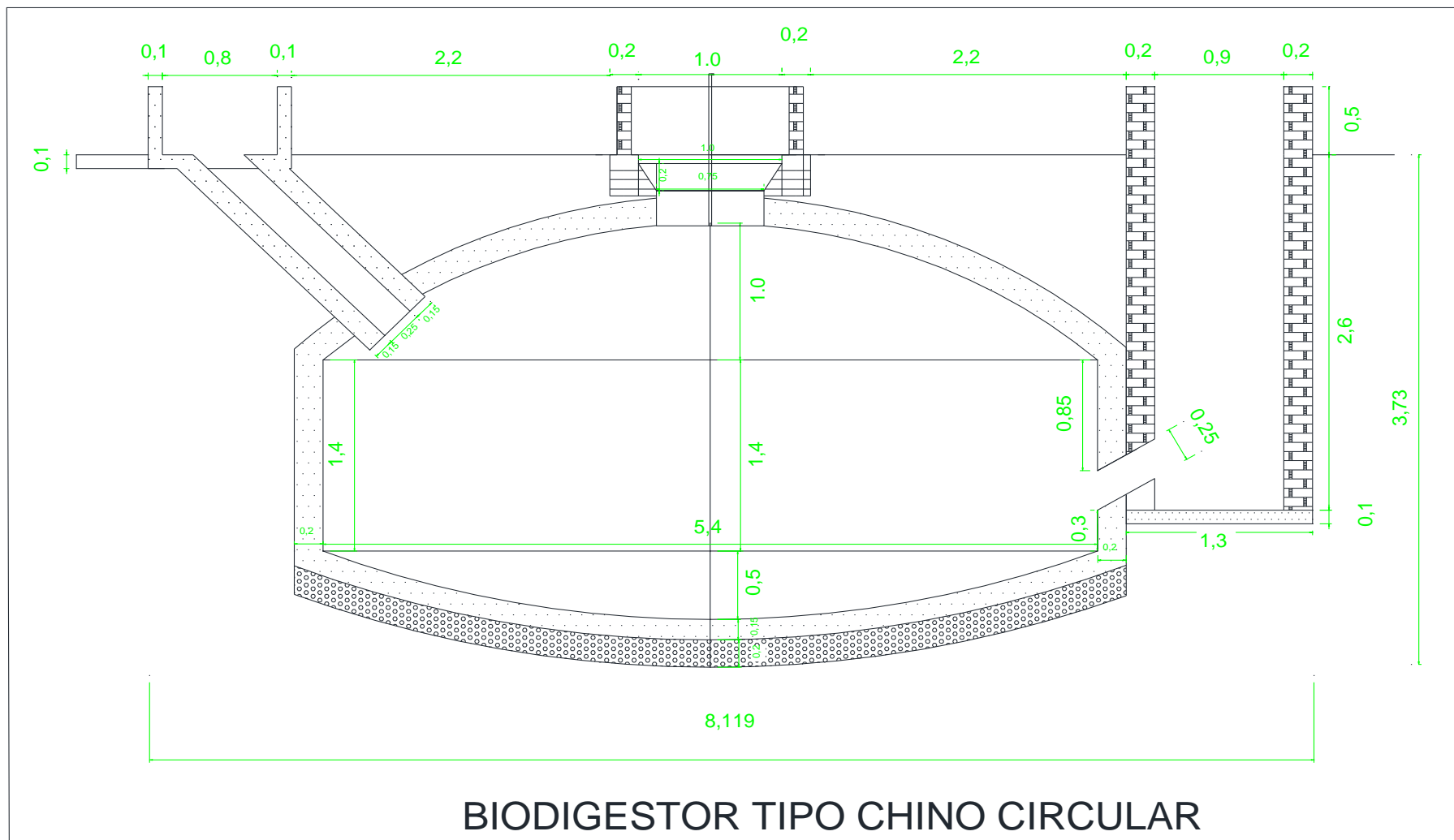
**Cálculo del volumen total.**

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V_t = 11.97 \text{ m}^3 + 32.23 \text{ m}^3 + 5.79 \text{ m}^3$$

$$\mathbf{V_t = 50 \text{ m}^3}$$

Figura 04



Fuente: Elaboración propia

Diseño de un biodigestor tipo chino circular.

**Anexo 05**

**4. Determinando el monto total de inversión para la generación de biogás utilizando el estiércol de ganado vacuno**

4.1.1.1.1. implementación del biodigestor. vasado en construcción civil de construcciones rurales.

Tabla general de costo 12

CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UN BIODIGESTOR TIPO CHINO DE 50 M3 DE CAPACIDAD							
Especificaciones	A mano	Unidad			m2		
Descripción	Rendimiento		Costos		Sub total	Cantidad m2/m3	Total
Limpieza, Nivelación, Replanteo y trazo	Unidad	Cantidad	Unitario	Parcial			
Mano de obra (01)	H - H	0.02	S/. 7.50	S/. 0.15			
Albañil (0)							
Ayudante (0)							
Peón (03)	H - H	0.05	S/. 3.75	S/. 0.19			
Topógrafo (01)	H - H	0.02	S/. 6.25	S/. 0.13			
<b>Equipos y herramientas</b>							
Desgaste de herramientas	% M.O	0.05	S/. 0.47	S/. 0.02			
					S/. 0.49	60.00	S/. 29.16
<b>Movimiento de tierras</b>							
Mano de obra (0.1)	H - H	0.02	S/. 7.50	S/. 1.50			
Albañil (0)							
Ayudante (0)							
Peón (01)	H - H	2.00	S/. 3.75	S/. 7.50			
<b>Equipos y herramientas</b>							
Desgaste de herramientas	% M.O	0.05	S/. 9.00	S/. 0.45			
					S/. 9.45	102.13	S/. 965.13
<b>Solado</b>							
Mano de obra (0.2)	H - H	0.11	S/. 7.50	S/. 0.83			
Albañil (02)	H - H	1.07	S/. 6.25	S/. 6.69			
Ayudante (02)	H - H	1.07	S/. 5.00	S/. 5.35			
Peón (08)	H - H	4.27	S/. 3.75	S/. 16.01			



<b>Materiales</b>					S/. 28.88		
Cemento	Bolsas	2.59	S/. 22.00	S/. 56.98			
Hormigón	m3	0.88	S/. 40.00	S/. 35.20			
Piedra grande	m3	0.38	S/. 50.00	S/. 19.00			
Agua	m3	0.16	S/. 3.00	S/. 0.48			
<b>Equipos y herramientas</b>					S/. 111.66		
Desgaste de herramientas	% M.O	0.05	S/. 28.88	S/. 1.44			
Mezcladora	H - M	0.32	S/. 30.00	S/. 9.60			
					S/. 11.04		
					S/. 151.58	4.95	S/. 750.32
<b>Losa (Cúpula, Cilindro y Fondo)</b>							
Mano de obra (0.2)	H - H	0.11	S/. 7.50	S/. 0.83			
Albañil (02)	H - H	1.07	S/. 6.25	S/. 6.69			
Ayudante (02)	H - H	1.07	S/. 5.00	S/. 5.35			
Peón (08)	H - H	4.27	S/. 3.75	S/. 16.01			
<b>Materiales</b>					S/. 28.88		
Cemento	Bolsas	2.59	S/. 22.00	S/. 56.98			
Hormigón	m3	0.88	S/. 40.00	S/. 35.20			
Piedra grande	m3	0.38	S/. 50.00	S/. 19.00			
Agua	m3	0.16	S/. 3.00	S/. 0.48			
<b>Equipos y herramientas</b>					S/. 111.66		
Desgaste de herramientas	% M.O	0.05	S/. 28.88	S/. 1.44			
Mezcladora	H - M	0.32	S/. 30.00	S/. 9.60			
					S/. 11.04		
					S/. 151.58	12.64	S/. 1,915.96
<b>Armadura</b>							
Fierro	m	3.00	S/. 23.00	S/. 69.00	S/. 69.00		S/. 69.00

<b>Encofrado y desencofrado</b>								
Mano de obra (0.1)	H - H	0.05	S/. 7.50	S/. 0.38				
Albañil (01)	H - H	0.50	S/. 6.25	S/. 3.13				
Ayudante (01)	H - H	0.50	S/. 5.00	S/. 2.50				
Peón (0)	H - H	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00				
Materiales						S/. 6.00		
Madera	pie 2	3.33	S/. 3.00	S/. 9.99				
Alambre N° 8	kg	0.26	S/. 4.50	S/. 1.17				
Clavos 2 1/2"	kg	0.16	S/. 4.50	S/. 0.72				
<b>Equipos y herramientas</b>						S/. 11.88		
Desgaste de herramientas	% M.O	0.05	S/. 6.01	S/. 0.30				
Habilitado (estima)			S/. 3.00	S/. 3.00				
						S/. 3.30		
						S/. 21.18	40.71	S/. 862.26
<b>Construcciones accesorias</b>								
<b>Canal de salida</b>								
<b>Volumen de excavación</b>								
Mano de obra (01)	H - H	0.02	S/. 7.50	S/. 0.15				
Albañil (0)								
Ayudante (0)								
Peón (03)	H - H	0.05	S/. 3.75	S/. 0.19				
Topógrafo (01)	H - H	0.02	S/. 6.25	S/. 0.13				
<b>Equipos y herramientas</b>								
Desgaste de herramientas	% M.O	0.05	S/. 0.47	S/. 0.02				
						S/. 0.49		
<b>Movimiento de tierras de canal de salida</b>								
Mano de obra (0.1)	H - H	0.02	S/. 7.50	S/. 1.50				
Albañil (0)								
Ayudante (0)								
Peón (01)	H - H	2.00	S/. 3.75	S/. 7.50				

<b>Equipos y herramientas</b>					S/. 16.26		
Desgaste de herramientas		% M.O	0.05	S/. 6.59	S/. 0.33		
Mezcladora		H - M	0.20	S/. 30.00	S/. 6.00		
					S/. 6.33		
					S/. 29.18	0.78	S/. 22.76
<b>Muros de canal de entrada</b>							
Mano de obra (0.1)		H - H	0.08	S/. 7.50	S/. 0.60		
Albañil (01)		H - H	0.83	S/. 6.25	S/. 5.19		
Ayudante (0)							
Peón (1/2)		H - H	0.41	S/. 3.75	S/. 1.54		
<b>Materiales</b>					S/. 7.33		
Cemento		Bolsas	0.22	S/. 22.00	S/. 4.84		
Arena gruesa		m3	0.03	S/. 50.00	S/. 1.50		
Ladrillo		m3	34.00	S/. 0.60	S/. 20.40		
Madera		m3	0.46	S/. 3.00	S/. 1.38		
Clavos 2 1/2"			0.02	S/. 4.50	S/. 0.09		
<b>Equipos y herramientas</b>					S/. 28.22		
Desgaste de herramientas		% M.O	0.05	S/. 7.33	S/. 0.37		
Andamio (estimado)		H - M		S/. 2.50	S/. 2.50		
					S/. 2.87		
					S/. 38.41	1.57	S/. 60.31
<b>Boca del biodigestor</b>							
<b>Armadura</b>							
Fierro		m	2.00	S/. 40.00	S/. 80.00	S/. 80.00	S/. 80.00
<b>Muros de boca del biodigestor</b>							
Mano de obra (0.1)		H - H	0.08	S/. 7.50	S/. 0.60		
Albañil (01)		H - H	0.83	S/. 6.25	S/. 5.19		

Ayudante (0)								
Peón (1/2)	H - H	0.41	S/. 3.75	S/. 1.54				
<b>Materiales</b>					S/. 7.33			
Cemento	Bolsas	0.22	S/. 22.00	S/. 4.84				
Arena gruesa	m3	0.03	S/. 50.00	S/. 1.50				
Ladrillo	m3	34.00	S/. 0.60	S/. 20.40				
Madera	m3	0.46	S/. 3.00	S/. 1.38				
Clavos 2 1/2"		0.02	S/. 4.50	S/. 0.09				
<b>Equipos y herramientas</b>					S/. 28.22			
Desgaste de herramientas	% M.O	0.05	S/. 7.33	S/. 0.37				
Andamio (estimado)	H - M		S/. 2.50	S/. 2.50				
					S/. 2.87			
					S/. 38.41	2.19		S/. 84.12
<b>Tarrajeo interior y exterior</b>								
Mano de obra (0.1)	H - H	0.07	S/. 7.50	S/. 0.53				
Albañil (01)	H - H	0.67	S/. 6.25	S/. 4.19				
Ayudante (0)								
Peón (0.67)	H - H	0.45	S/. 3.75	S/. 1.69				
<b>Materiales</b>					S/. 6.41			
Cemento	Bolsas	0.10	S/. 22.00	S/. 2.20				
Arena fina	m3	0.02	S/. 60.00	S/. 1.20				
Madera	m3	0.46	S/. 3.00	S/. 1.38				
Clavos 2 1/2"		0.02	S/. 4.50	S/. 0.09				
<b>Equipos y herramientas</b>					S/. 4.87			
Desgaste de herramientas	% M.O	0.05	S/. 6.41	S/. 0.32	S/. 0.32			
					S/. 11.60	79.38		S/. 920.81

<b>Accesorios</b>							
manguera plástica de 1/2" de ø	metros	30	S/. 5.00				S/. 150.00
manguera plástica de 3/8" de ø	metros	10	S/. 6.00				S/. 60.00
manguera plástica de 1cm de ø	metros	3	S/. 8.00				S/. 24.00
llave de purga de 1/4" de ø	numero	1	S/. 20.00				S/. 20.00
llave de purga de 1/2" de ø	numero	1	S/. 10.00				S/. 10.00
llave para manguera de 1/2" de ø	numero	1	S/. 10.00				S/. 10.00
pegamento for conduit	galones	1/2	S/. 20.00				S/. 10.00
uniones "t" de 1/4" de ø	numero	6	S/. 5.00				S/. 30.00
abrazaderas de 1/2" de ø	numero	15	S/. 2.00				S/. 30.00
cinta métrica de lona de 1.5m	numero	1	S/. 20.00				S/. 20.00
tubo de fierro galvanizado de 1/2" de diámetro	metros	2	S/. 38.00				S/. 76.00
Manómetro de agua	numero	2	S/. 45.00				S/. 90.00
Cocinas	numero	2	S/. 350.00				S/. 700.00
Triplay	numero	6	S/. 22.00				S/. 132.00
<b>Mano de obra para instalación de accesorios</b>							
Maestro (01)	H -H	3	S/. 50.00				S/. 150.00
Ayudante (1)	H -H	3	S/. 40.00				S/. 120.00
Imprevistos		10% del costo total					S/. 779.94
							<b>S/. 8,579.33</b>

Costo total de puesta en funcionamiento del biodigestor

El costo total para la construcción y puesta en funcionamiento de un biodigestor de 50 m<sup>3</sup> es de **S/. 8,579.33**, que incluye materiales, Accesorios y mano de obra, en un periodo de 30 días

## **Anexo 06**

### **NORMATIVAS TÉCNICAS DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL PERÚ**

#### **➤ DECRETO LEGISLATIVO N° 1002**

El Congreso de la República por Ley N° 29157 y de conformidad con el Artículo 104 de la Constitución Política del Perú ha delegado en el Poder Ejecutivo la facultad de legislar sobre materias específicas, con la finalidad de facilitar la implementación del Acuerdo de Promoción Comercial Perú - Estados Unidos y su Protocolo de Enmienda, y el apoyo a la competitividad económica para su aprovechamiento, siendo algunas de las materias de delegación la mejora del marco regulatorio, el fortalecimiento institucional, la modernización del Estado, la promoción de la inversión privada, el impulso a la innovación tecnológica, así como el fortalecimiento institucional de la

#### **➤ GESTIÓN AMBIENTAL**

Potencial Biomasa Se estima que se puede obtener hasta 177 MW en centrales convencionales de biomasa y 51 MW con el uso de biogás, utilizando como dato los registros de producción al año 2009, de residuos agroindustriales en plantas de procesamiento de la caña de azúcar, cáscara de arroz, algodón, trigo, espárrago y los residuos forestales provenientes de los aserraderos

#### **➤ MARCO JURÍDICO**

Ley de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables - Decreto Legislativo 1002 (mayo 2008) • Reglamento de la generación de electricidad con energías renovables Decreto Supremo 012-2011-EM (Marzo 2011)<sup>1</sup> • Bases de la segunda Subasta RER, aprobadas mediante Resolución Viceministerial N° 036-2011-MEM/VME del Ministerio de Energía y Minas

#### **➤ CRITERIOS Y ALCANCES DEL MARCO TEÓRICO**

Mecanismo de promoción: Dispuesto por el marco normativo de la promoción de RER. Existen otros mecanismos (Feed-in Tariffs) para promocionar los RER, pero en el Perú se ha optado por subastas. Frecuencia: Las subastas serán convocadas con periodicidad no menor a 2 años. Requerimiento: Se subasta la Energía Requerida en MWh/año (tecnologías biomasa, eólica, solar, geotérmica y mareomotriz) más un adicional de pequeñas hidroeléctricas (menores a 20 MW

## OTRAS NORMATIVAS TÉCNICAS DE INSTALACIÓN DE BIODIGESTORES

Los accesorios se seleccionan de acuerdo al reglamento de seguridad de instalación de gas. **Decreto supremo n-° 119 lo dispuesto en los artículos 32 n-° 6 y 35** de la constitución de la república de chile decreto ley n-° 2.224. De 1978, que crea el ministerio de energía y la comisión nacional de energía en el Artículo 24.- las tuberías de transferencia de biogás y de suministro deben cumplir con lo siguiente:

Las tuberías deben incluir trampas de condensados en la parte más baja y/o incorporar a mecanismo de extracción de agua, las tuberías deberán mantener una pendiente mínima de 1% Asia los puntos de purga.

Ser una sola pieza en toda su longitud.

Ser de material metálico o plástico de polivinilo (pvc) polietileno (pe) o polipropileno (pp) con una solución mecánica o civil que permita proteger la tubería

Contar con un diámetro interior no menor de 10millímetros (mm) al diámetro externo de la tubería.

La válvula de paso de la tubería de suministro deberá quedar instalada a una altura mínima de 1metro (m) sobre el nivel del piso.

Las instalaciones domiciliarias deberán contar con una válvula general de cote de rápido que permita interrumpir el suministro de biogás a las instalaciones.

➤ **Materiales utilizados en la construcción de un biodigestor de acuerdo a CAPECO en el metrado unitario de construcciones rurales**

Materiales	
Cemento	64 bolsas
Hormigón	75 m3
Arena gruesa	0.7 m3
Arena fina	13 m3
Ladrillo	461 unidades

El presupuesto está basado en 1 m<sup>2</sup>, según las recomendaciones técnicas de edificaciones, multiplicado por el metrado que se calcula para el biodigestor, que puede ser el área en m<sup>2</sup> o volumen en m<sup>3</sup>.

**Costo de la energía consumida en la hacienda Santa Clara.**

Costo de energía consumida en la hacienda santa clara

Leña 5.5 cargas diariamente

5.5 x 30 = 165 cargas de leña mensuales

165x 12= 1980 cargas de leña anualmente

→ 1980 cargas x S/. 5.00 = **S/. 9,900.00**

Elaboración  
Propia

Tabla 13

Leña	# Cargas	K- cal	costo unidad	Costo S/.
Anual	1980	8910000	S/. 5.00	<b>S/. 9,900.00</b>

La leña es usada diariamente como fuente principal para generar la energía calorífica, registrando un consumo diario de 5.5 cargas a un costo de S/.5.00, generando un costo anual de **S/. 9,900.00**



## Anexo 07

### Realizando la evaluación de factibilidad del estudio de generación de biogás

#### A. Estudio técnico

Condiciones y reconocidos mínimos que se debe cumplir para el desarrollo del proyecto en la hacienda santa clara chota para construir la planta de biogás.

Tabla 14

Fuente: Elaboración propia

ESTUDIO TÉCNICO EN LA HACIENDA SANTA CLARA CHOTA		
	Condiciones de la Hacienda santa clara	Condiciones mínimas a cumplir para la instalación. de un biogigestor
Altitud	2665 msnm	No debe ser mayor a 2800 msnm
Temperatura	Promedio 14,5 °C	5 °C a 60 °C
Materia prima	8764kg de estiércol	Suficiente materia prima para abastecer un biodigestor de 50m <sup>3</sup>
Necesidad de biogás	5 m <sup>3</sup> de biogás para producir 25000 K – cal diarias	5.5 cargas de leña para producir energía calorífica 24750 K- cal

#### Estudio técnico de la implementación de biodigestor

a. Análisis de las características climatológicas principalmente la temperatura las bacterias. En la hacienda santa clara su temperatura promedio es de 14.5 °C Las bacterias metanologicas actúan en un rango de temperatura que van de 5 a 60 °C, siendo la producción del biogás más eficiente, en cuanto mayor sea la temperatura. Dentro de este rango se puede diferenciar tres tipos de bacterias, según se indica el siguiente cuadro.

Cuadro 07

Fuente: CIPENCI-UNC

Tipos de bacterias	Rango	Rango aceptable (en °c)	Rango optimo
Psicrofilica	<b>4-10</b>	-.-	-.-
Mesofilica	<b>10-40</b>	<b>10-20</b>	<b>30-40</b>
Termofilica	<b>40-60</b>	<b>40-50</b>	<b>55-60</b>

Tabla 16 rango aceptable de bacterias

b. Determinar la cantidad y calidad de materia prima (biomasa) disponible en el respectivo lugar

Tenemos que tener en cuenta que en la hacienda santa clara cuenta con **8689kg** de estiércol de ganado vacuno que dicha cantidad es lo suficiente para alimentar al biodigestor.

c. Determinar las necesidades de biogás para la hacienda santa clara chota.

En la hacienda santa clara necesita 5 m<sup>3</sup> de biogás diariamente para producir un total de energía calorífica de 8910000 K- cal. Diariamente.

### B. Estudio económico

El costo total del biodigestor de 50 m<sup>3</sup> en la hacienda santa clara chota es de S/. 8,579.33 donde.

Inversión inicial: S/. 8,579.33

Tasa de interés: 10%

Flujo de ingreso		
	A	
Año		Valor
1	0%	S/. 9,900.00
2	1%	S/. 9,999.00
3	2%	S/. 10,098.00
4	3%	S/. 10,197.00
5	4%	S/. 10,296.00
6	5%	S/. 10,395.00

Flujo de egreso	
	B
Año	Valor
1	S/. 7,300.00
2	S/. 7,300.00
3	S/. 7,300.00
4	S/. 7,300.00
5	S/. 7,300.00
6	S/. 7,300.00

Flujo de efectivo neto	
	A - B
Año	Valor
1	S/. 2,600.00
2	S/. 2,699.00
3	S/. 2,798.00
4	S/. 2,897.00
5	S/. 2,996.00
6	S/. 3,095.00
<b>Total</b>	<b>S/. 17,085.00</b>

VAN	S/. 3,703.08
TIR	23%

El flujo efectivo neto se calcula la diferencia entre el flujo de ingreso menos el flujo de egreso.

El valor Actual Neto (VAN), en base al flujo de efectivo neto, tasa de interés e inversión inicial, llegando a la conclusión que es factible la presente investigación

por el valor positivo que se obtiene. La Tasa Interna de Retorno (TIR), se calculó basados en los datos de la inversión inicial y flujo de efectivo neto, obteniendo un valor del 23% superior a la tasa de interés que es el 10%, por lo tanto es viable el presente trabajo de investigación. El VAN y TIR se calcula basados en la inversión privada.

La inversión inicial (S/. 8,579.33) se recupera en un lapso de tiempo de 3.29 años, debido a que se recupera S/. 2,600.00 por año.

Tabla 15

	Años						
	0	1	2	3	4	5	6
Inversion inicial	S/. 8,579.33						
Flujo de ingreso		S/. 9,900.00	S/. 9,999.00	S/. 10,098.00	S/. 10,197.00	S/. 10,296.00	S/. 10,395.00
Flujo de egreso		S/. 7,300.00	S/. 7,300.00	S/. 7,300.00	S/. 7,300.00	S/. 7,300.00	S/. 7,300.00
Flujo de efectivo neto		S/. 2,600.00	S/. 2,699.00	S/. 2,798.00	S/. 2,897.00	S/. 2,996.00	S/. 3,095.00
VAN	S/. 3,703.08						
TIR	23%						
COSTO BENEFICIO (B/C)	S/. 0.432						
VAN: Valor Actual Neto				TIR: Tasa Interna de Retorno			

Cálculo del VAN, TIR y costo beneficio

### **COSTO BENEFICIO.**

$$\frac{B}{C} = \frac{VAN}{VAP}$$

$VAP = VALOR ACTUAL DE LA INVERSION$

$$\frac{B}{C} = \frac{S/..3703.08}{S/.8579.33}$$

$$\frac{B}{C} = S/.0.4316$$

La relación B/C de un proyecto de inversión está dado por el coeficiente que hay entre el VAN Y VAP, así mismo costo beneficio es de 0.4016 céntimos por cada sol invertido.

## **Anexo 08 Peipers**

### **Peiper 01**

#### **ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN**

Pastos y forrajes vol.35 no 2 matanzas abr.jun.2012

Versión impresa ISSN 0864- 0394

#### **PRODUCCIÓN DE BIOGÁS Y BIOABONOS A PARTIR DE EFLUENTES DE BIODIGESTORES**

**RESUMEN.**- Uno de los procesos de investigación e innovación tecnológica que se desarrollan en el marco del proyecto "La biomasa como fuente renovable de energía para el medio rural" (BIOMAS-CUBA) está relacionado con la producción de biogás y bioabonos a partir de los efluentes de biodigestores, en fincas agroenergéticas, donde se producen alimentos y energía, de forma integrada. Las tecnologías seleccionadas para la construcción de biodigestores anaeróbicos han sido: la cúpula fija (modelo chino), el tubular plástico o de manga de polietileno con flujo continuo (tipo Taiwán) y la laguna anaeróbica cubierta con una geomembrana de polietileno de alta densidad. A partir de estas se construyeron o repararon en menor medida 69 biodigestores, en fincas campesinas de las provincias de Matanzas, Sancti Spíritus y Las Tunas, en la Estación Experimental "Indio Hatuey", en la comunidad de Montaña Magueyal (Santiago de Cuba), en un centro de producción porcina de Las Tunas y en una granja agropecuaria del Ministerio del Interior, en Jovellanos (provincia de Matanzas). Estos 69 biodigestores abarcaron una capacidad total de digestión de 1 665 m<sup>3</sup> y generaron producciones de 600 060 m<sup>3</sup> de biogás, que se utilizaron en la cocción de alimento humano y animal

### **PEIPER 02**

#### **ARTÍCULO CIENTÍFICO**

Carlos Alberto Severiche Sierra, Rosa Leonor Acevedo Barrios

## **BIOGÁS A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y SU APUESTA COMO COMBUSTIBLES DE SEGUNDA GENERACIÓN**

**RESUMEN.-** La búsqueda de alternativas energéticas de origen renovable y la disminución de gases de efecto invernadero provenientes de la descomposición de desechos orgánicos hacen del biogás una prometedora alternativa para la sustitución de combustibles fósiles y para la valorización energética de residuos orgánicos en zonas urbanas, rurales y agroindustriales. El biogás es una fuente de energía alternativa atractiva debido a que presenta una disponibilidad energética descentralizada, en tanto que su producción es posible siempre que existan fuentes de origen orgánico. En este trabajo se analiza de manera detallada la conveniencia de la producción de biocombustibles de segunda generación a partir de residuos sólidos orgánicos.

### **PEIPER 03**

#### **ARTÍCULO CIENTÍFICO**

Rivas Solano, Olga; Faith Vargas, Margie; Guillén Watson, Rossy.

Tecnología en Marcha, Vol. 23, N.º 1, Enero-Marzo 2010, P. 39-46

#### **BIODIGESTORES: FACTORES QUÍMICOS, FÍSICOS Y BIOLÓGICOS RELACIONADOS CON SU PRODUCTIVIDAD**

**RESUMEN.-** Los biodigestores son sistemas diseñados para optimizar la producción de biogás por medio de desechos orgánicos, lo que permite obtener energía limpia, renovable y de bajo costo. En el ITCR se efectuó, durante el año 2008, una actividad de fortalecimiento de la investigación con el propósito de desarrollar un sistema electrónico e inalámbrico de control y protección para la producción de biogás. Como parte de los objetivos específicos se planteó investigar sobre los métodos que existen para acelerar la descomposición de la materia prima durante la producción del gas.

Palabras clave Biogás, biodigestor, productividad, sustratos, bacterias etanogénicas.