



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INGENIERÍA MECÁNICA

Seminario de Graduación 2010 Previo a la Obtención del Título de

INGENIERO MECÁNICO

TEMA

“ESTUDIO DE UN BIODIGESTOR GENERADOR DE GAS METANO MEDIANTE ABONO ORGÁNICO PARA PRÁCTICAS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”

AUTOR:

MARCO FABRICIO GARZÓN CUJI

TUTOR:

ING. SUSANA VALENCIA

AMBATO - ECUADOR

2011

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Susana Valencia en calidad de director de tesis para el proyecto de graduación titulado “ESTUDIO DE UN BIODIGESTOR GENERADOR DE GAS METANO MEDIANTE ABONO ORGÁNICO PARA PRÁCTICAS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”, trabajo elaborado por el Sr. Marco Fabricio Garzón Cuji certifico:

- Que el presente trabajo es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos.
- Esta concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ing. Susana Valencia

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Declaro que el presente trabajo de investigación en su totalidad, incluyendo ideas, opiniones y conceptos son de mi completa autoría.

Ambato, agosto 2011

Sr. Marco Fabricio Garzón Cuji

C.I.- 180369690-3

DEDICATORIA

EL CONOCIMIENTO SE APRENDE POR MEDIO DEL ESTUDIO, LA SABIDURÍA POR MEDIO DE LA OBSERVACIÓN

El esfuerzo y constancia plasmada en esta tesis quiero dedicarlos a:

- ✓ Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar mis metas y sueños siendo guía y brindándome la fortaleza espiritual para poder seguir adelante y encaminarme en los pasos de mi vida.
- ✓ A mis padres y hermanos por el apoyo amoroso, sus estímulos y la valiosa confianza en mi destino, jamás habría llegado a la cima, la cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir, por eso, con gratitud permanente, emoción y respeto. Hoy les digo: gracias he cumplido, inicio el camino. De hoy en adelante la responsabilidad es mía.
- ✓ A mi esposa Jenny porque vive conmigo mis triunfos. A ella que me ha comprendido y apoyado durante mi carrera con cariño y admiración. Esposa mía Te amo.
- ✓ A mi hijo Mateito Garzón como un testimonio de gratitud, porque su presencia ha sido y será siempre el motivo más grande que me ha impulsado para lograr esta meta.
- ✓ Finalmente a mis queridos profesores y compañeros ya que con ellos compartí los mejores momentos de mi juventud y de mi vida universitaria. Quiero desearlos de todo corazón éxitos en su vida profesional.

AGRADECIMIENTO

- ✓ A la Universidad Técnica de Ambato y a mi querida Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por haberme brindado todos los conocimientos con abnegación y entrega día a día en que forme parte de sus aulas, hoy me queda recompensarla haciéndola quedar bien a esta prestigiosa institución que en la actualidad tiene mayor reconocimiento a nivel nacional.

- ✓ A la Ing. Susana Valencia por ser mi maestra tutora en el desarrollo de esta investigación, quien me supo guiar con profesionalismo y dedicación, a más de ello se convirtió en una amiga que trabajo con honestidad, transparencia, responsabilidad y supo transmitir todos sus conocimientos para optimizar los objetivos de la investigación.

- ✓ Al Ing. Juan Cobo quien durante la construcción mecánica del biodigestor, me abrió las puertas de su establecimiento y me incentivo día a día para continuar con el ardua labor, impartiendo sus conocimientos generosidad y colaboración en todo momento e incentivándome que la mecánica no es solo científica si no es práctica y hay que saberla jugar.

- ✓ A mi gran amigo Daniel Masabanda quien con su espíritu y personalidad me apoyo en todo momento durante nuestra carrera estudiantil, éxitos gran amigo en tu vida profesional.

RESUMEN

El presente trabajo surge de la necesidad de realizar prácticas de energías alternativas en los laboratorios de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, a más de ello permite incrementar conocimientos en los estudiantes sobre los biodigestores generadores de gas metano que existen en el mercado para que el alumno al finalizar la carrera tenga conocimientos amplios sobre el tema y pueda desenvolverse sin complicación en su lugar de trabajo.

En biodigestor generador de gas metano es una máquina que consta de sistemas principales de operación que son: la niquelina que es utilizada para calentar el abono orgánico, un manómetro y termómetro que nos permiten medir temperaturas y presiones establecidas.

La capacidad operativa del biodigestor del peso máximo de estiércol que contiene el biodigestor es de 50 litros. El intervalo que puede tener una temperatura de alcance del biodigestor con abono orgánico es de 60 a 100 °F.

A demás como parte del trabajo se presenta una forma innovadora de generar gas metano por medio del estiércol del cerdo, trabajando de esta manera segura y continua. El diseño del biodigestor es ergonómico, su mantenimiento es relativamente sencillo, está construido con materiales que se encuentran el mercado local. Su coste es de 893 dólares que comparación a otros tipos de biodigestores es más económico (1500 dólares) presentando la ventaja de variar sus dimensiones y permanecer en una sola posición de trabajo; por lo tanto puede ser adquirida por pequeñas industrias.

SUMMARY

This work arises from the need for alternative energy practices in the laboratories of the faculty of Civil Engineering and Mechanics, more than it allows students to increase knowledge about the digesters methane gas generators in the market for the student after the race has extensive knowledge on the subject and can cope without complication in the workplace

In digester methane gas generator is a machine that consists of main operating systems that are the niquelina that is used to heat the compost, a pressure gauge and thermometer that allows us to measure temperatures and pressures.

The operation of the digester capacity of the maximum weight of manure containing the digester is 50 liters. The interval may have a temperature range of the digester with organic fertilizer is 60 to 100 ° F

In others as part of the paper presents an innovative way to generate methane gas through pig manure, is working safely and continuously. The digester design is ergonomic, maintenance is relatively simple, is constructed from materials that are the local market. The cost is \$ 893 which compared to other types of digesters is less expensive (1500 dollars) have the advantage of varying dimensions and stay in one working position and therefore can be gained by small industries

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

Página de título o portada	I
Página de aprobación por el Tutor.....	II
Página de autoría de la Tesis.....	III
Página de dedicatoria.	IV
Página de agradecimiento.....	V
Índice general de contenidos.....	VIII
Resumen.....	VII

B. TEXTO INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1.- Tema de Investigación	1
1.2.- Planteamiento de problema.....	1
1.2.1.- Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis crítico.....	2
1.2.3 Prognosis.....	2
1.2.4 Formulación del problema.....	3
1.2.5 Preguntas directrices.....	3
1.2.6 Delimitación.....	3
1.2.6.1 Espacial.....	3
1.2.6.2 Temporal.....	3
1.2.6.3 De contenido.....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5

CAPITULO II

EL MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes Investigativos.....	6
2.2 Fundamentación Filosófica.....	7
2.3 Categorías Fundamentales.....	8
2.3.1. Biobigestor generador de gas metano.....	9
2.3.2 Producción de biogás.....	9
2.3.3 Ventajas del Biodigestor.....	10
2.3.4 Tipos De Biodigestores.....	11
2.3.4.1 Digestor De Lote (Batch).....	11
2.3.4.2 Digestor De Régimen Semicontinuo.....	12
2.3.4.3 Digestores Tipo Hindú O De Campana Flotante.....	12
2.3.4.4 Digestores Tipo Chino o de campana Fija.....	13
2.3.4.5 Digestores Horizontales O De Flujo Pistón.....	15
2.3.4.6 Digestores De Tipo Tubular.....	16
2.3.4.7 Digestores De Régimen Continuo.....	17
2.3.5 Desechos orgánicos.....	18
2.3.6 Biomasa.....	19
2.3.6.1 Tipos de biomasa.....	20
2.3.7 Producción de Energía Térmica.....	21
2.3.8 Producción de Energía Eléctrica.....	21
2.3.9 Producción de Biocombustibles.....	21
2.3.10 Producción de gases combustibles.....	22
2.3.11 Biogás.....	22
2.3.11.1 Composición del Biogás.....	23
2.3.12 Energías No Convencionales.....	22
2.3.12.1 La energía solar.....	24
2.3.12.2 La energía eólica.....	24
2.3.12.3 La energía geotérmica.....	25
2.3.12.4 La energía del mar.....	26
2.3.12.5 Energía De La Biomasa.....	27

2.3.13 Energías alternativas.....	28
2.3.14 Fuentes de energía renovables.....	29
2.3.15 Fuentes Energéticas.....	29
2.3.16 Energías Renovables.....	30
2.3.17 Ingeniería mecánica.....	31
2.4 Hipótesis.....	32
2.5 Señalamiento De Variables.....	32
2.5.1 Variable Independiente.....	32
2.5.2 Variable Dependientes.....	32

CAPITULO III

METODOLOGÍA.....	33
3.1. Modalidad Básica De La Investigación.....	33
3.2. Nivel o tipo de investigación.....	33
3.3. Población y muestra.....	34
3.3.1.- Población (Anexo 1).....	34
3.3.2.- Muestra.....	34
3.3.2.1.- Tipos de muestras.....	35
3.4 Operacionalización de variables.....	36
3.4.1.V.I.Biodigestor generador de gas metano.....	37
3.4.2.V.D Práctica de Energías Alternativas.....	38
3.5.- Plan de recolección de la información.....	39
3.6.- Plan de procesamiento de la información.....	39
3.6.1 Plan que se empleará para procesar la información recogida.....	39

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	40
4.1.- Análisis e interpretación de datos de la Encuesta Realizada.....	40
4.1.- Análisis e interpretación de los datos obtenidos en la guía de	48

observación

4.2 Interpretación de Datos:	51
4.3 Verificación de la hipótesis.....	52

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1.- Conclusiones.....	60
5.2.- Recomendaciones.....	61

CAPÍTULO VI

PROPUESTA.....	62
6.1.- Datos Informativos.....	62
6.2. Antecedentes De La Propuesta	62
6.3. Justificación.....	64
6.4.- Objetivos.....	65
6.4.1.- Objetivos General.....	65
6.4.1.- Objetivos Específicos.....	65
6.5.- Análisis De Factibilidad.....	65
6.6.- Fundamentación.....	66
6.6.1.- Factores De Diseño.....	66
6.6.1.1 La Niquelina.....	66
6.6.1.2 Proceso de la descomposición de la materia orgánica.....	66
6.6.1.3.- Temperatura Apropiaada.....	67
6.6.1.4.- La vida útil de servicio.....	67
6.6.1.5.- El mantenimiento, reparación y costo del biodigestor.....	68
6.7.- Diseño de un biodigestor.....	68
6.8.- Metodología.....	84
6.9.- Administración.....	94
6.10.- Previsión De La Evaluación.....	90
Anexos.....	102
Ficha de observación.....	111
Guía de observación.....	114
Encuesta.....	116

C. Materiales de referencia

Bibliografía.....	100
-------------------	-----

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Red de categorías fundamentales.....	8
Figura 2.2 digestor hindú.....	10
Figura 2.3 Biodigestor de Lote (Batch).....	12
Figura 2.4 Biodigestor de campana flotante o tipo hindú.....	13
Figura 2.5 Biodigestor tipo chino.....	14
Figura 2.6 Digestores horizontales o de flujo pistón.....	15
Figura 2.7 Esquema de un biodigestor tubular.....	16
Figura 2.8 Desechos Orgánicos.....	19
Figura 2.9 Energía Solar.....	24
Figura 2.10 Energía Eólica.....	25
Figura 2.11 Energía Geotérmica.....	26
Figura 2.12 La Energía del Mar.....	26
Figura 2.13 Energía de los Desechos.....	28

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.- Características de los biodigestores.....	17
Tabla N° 3.1.- V.I. Biodigestor generador de gas metano.....	37
Tabla N° 3.2.- V.D. Práctica de Energías Alternativas.....	38
Tabla 4.1 Análisis de resultados de la prueba con Abono de cuy entre presión y temperatura.....	48
Tabla 4.2 Análisis de resultados de la prueba con Abono de codorniz entre presión y temperatura.....	49
Tabla 4.3 Análisis de resultados de la prueba con Abono de cerdo entre presión y temperatura.....	50
Tabla 4.4 Resultados de la frecuencia.....	54
Tabla 4.5 Cálculo de las frecuencias esperadas.....	55
Tabla 4.6 Cálculo Matemático Del Chi Cuadrado.....	58
Tabla 6.1 Hoja de costos directos.....	95

Tabla 6.2 Hoja costos de maquinaria.....	96
Tabla 6.3 Costo de gastos de movilización.....	96
Tabla 6.4 Costos varios.....	97
Tabla 6.5 Costo total del proyecto.....	97

ÍNDICE DE LA CONSTRUCCIÓN

Figura 1.- Orificio para la entrada del abono orgánico.....	85
Figura 2.- Orificio para la colocación de la salida del abono orgánico.....	85
Figura 3.- Salida del abono orgánico.....	85
Figura 4.- Orificio para la colocación de la niquelina.....	86
Figura 5.- Colocación de la niquelina.....	86
Figura 6.- Orificio del manómetro de presión.....	86
Figura 7.- Colocación del manómetro de presión.....	87
Figura 8.- Colocación del termómetro de temperatura.....	87
Figura 9.- Colocación de la llave para la salida del gas.....	87
Figura 10.- Colocación de la lana de vidrio.....	88
Figura 11.- Molde de la tolva para el tanque.....	88
Figura 12.- Colocación de la tol.....	88
Figura 13.- Instalación de todo.....	88

ÍNDICE DE LA RECOLECCIÓN DEL ABONO ORGÁNICO

Figura 14.- Recolección del abono.....	89
Figura 15.- Recolección del abono.....	89
Figura 16.- Recojido el abono de cerdo.....	90
Recolección De Abono Orgánico Cantón Patate.....	90
Recolección de estiércol de cerdo en el Cantón Patate.....	91
Biodigestor instalado todos los implementos.....	91

INCIDE DE FUNCIONAMIENTO

Funcionamiento del biodigestor con el estiércol de cerdo.....	92
Ajuste de la tapa de entrada del estiércol.....	92
Conectado a la energía eléctrica.....	93
Encendido.....	93
Funcionando.....	94

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1.- Tema de Investigación

Estudio de un biodigestor generador de gas metano mediante abono orgánico para prácticas de Energías Alternativas en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

1.2.- Planteamiento de problema

1.2.1.- Contextualización

La expansión demográfica y el crecimiento económico en países en vías de desarrollo hacen que aumente el consumo energético provocando un agotamiento de los recursos para cubrir la demanda y un aumento de CO₂ atmosférico y cambio climático.

Dado el marco económico actual en el cual estamos condicionados por el uso de una energía cada vez más escasa es necesario que todos utilicemos la energía propia y natural que tenemos a nuestro alcance como el biogas que genera gas metano, en este contexto podemos situar todo tipo de residuos orgánicos para el aprovechamiento de esta energía: ganadero, doméstico, etc.

En definitiva lo que se trata es de aprovechar todos los residuos orgánicos que actualmente no se aprovechan y que de no ser así representa un constante peligro de contaminación ambiental.

En nuestro país los sistemas de biogas se revelan como los de más inmediata y segura aplicación, con recursos renovables y prácticamente inagotables con costos razonables.

En el ministerio de Electricidad y Energía Renovable se explica que siendo el Ecuador un país agrícola y ganadero, existe un gran potencial para la explotación de esta fuente de energía en el que genéricamente se denomina energía alternativa, a aquellas fuentes de energía planteadas como alternativa a las tradicionales o clásicas.

En los talleres de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato no se cuenta con una máquina que genere gas, debido a que se encuentra en desarrollo por ser una nueva carrera, es por cuanto se quiere implementar elementos que puedan ser utilizados por profesores y estudiantes para la optimización de conocimientos y el engrandecimiento de la carrera.

1.2.2 Análisis crítico

El crecimiento de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica es muy notorio, diseñando y construyendo un biodigestor generador de gas metano mediante abono orgánico para el laboratorio de Energías Alternativas en donde se podrá tener un enfoque teórico - práctico y asimilando conocimientos más amplios a cerca de biodigestores.

1.2.3 Prognosis

En caso de no realizar este estudio del biodigestor se estaría negando oportunidades de conocimientos a las nuevas generaciones estudiantiles y los alumnos no podrían asimilar el contenido de la materia sobre todo no estaría desarrollando sus actitudes y aptitudes en lo profesional.

1.2.4 Formulación del problema

¿El estudio de un biodigestor generador de gas metano mediante abono orgánico mejorara las prácticas de energías alternativas?

1.2.5 Preguntas directrices

¿Qué tipo de desecho orgánico se utilizará para generar gas metano?

¿Qué practicas se puede realizar en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica?

¿Qué biodigestor se puede implementar en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica para la realización de las prácticas?

1.2.6 Delimitación

1.2.6.1 Espacial

El desarrollo e implementación del proyecto se realizará en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato ubicada en la parroquia Huachi Chico cantón Ambato provincia de Tungurahua.

1.2.6.2 Temporal

El desarrollo de este trabajo de investigación se realizará en el período lectivo Marzo – Agosto del 2011.

1.2.6.3 De contenido

Campo: Energías Alternativas

Área:

- Diseño
- Control de Contaminación
- Instalaciones Eléctricas

1.3 Justificación

El propósito de esta investigación es la creación de un biodigestor que nace de la necesidad de tener un prototipo para prácticas del laboratorio, y que tengan una mejor visión de la utilidad y beneficio de este tipo de fuente de energía alternativa, al mismo tiempo que los estudiantes por medio de la observación directa tengan un aprendizaje significativo.

Este proyecto es un tema de suma importancia para el avance biotecnológico, ya que los recursos necesarios para la obtención de materia prima son fácilmente obtenidos, y los beneficios directos del biodigestor pueden ser estimados en base al uso del biogás, como una fuente alternativa a energías no renovables, y a la aplicación del efluente como una sustitución de nutrientes aportados por fertilizantes.

Este biodigestor produce biol que es un fertilizante ecológico que se produce de la fermentación del estiércol dentro del biodigestor, también podría contribuir a la reducción de los problemas de contaminación de las aguas residuales, manteniendo el equilibrio ambiental y mejorar la estructura del suelo.

La investigación a realizar es factible por que se cuenta con el presupuesto económico, espacio, libros, apoyo de autoridades, maestros, estudiantes y sobre todo que la producción de biogás se producirá a un bajo costo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- ✓ Realizar un estudio de un biodigestor generador de gas metano mediante abono orgánico para prácticas de energías alternativas en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Diagnosticar que clase de abono de animal se utilizará para generar gas metano.
- ✓ Determinar un escenario de aprendizaje para comprender de mejor manera la asignatura.
- ✓ Determinar qué tipo de biodigestor se aplicara en el laboratorio de Energías Alternativas de la Universidad Técnica de Ambato.

CAPITULO II

EL MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

Para desarrollar el presente proyecto se vio la necesidad de realizar una investigación exhaustiva que nos diera el conocimiento exacto de la existencia o no de proyectos similares al aquí propuesto.

Escuela Politécnica Nacional.

Escuela de Ingeniería Mecánica.

Tesis: “Diseño, construcción y pruebas de un biodigestor para generar biogás”.

Autor: Edison Rodrigo Razo Achig.

Quito, marzo 2007.

Se realizó un estudio de biodigestores con la finalidad de encontrar el más adecuado para cubrir necesidades de rendimiento y tiempos de producción de biogás.

Universidad de Costa Rica.

Facultad de Ingeniería: Escuela de Ingeniería Electrónica.

Proyecto Electico: “Generación Eléctrica por medio de Bio gas”

Autor: Luis Diego Ramírez Rodrigo.

Fecha diciembre 2004.

Una planta de biogás suministra energía y abono, mejora las condiciones higiénicas y no daña el medio ambiente, es una fuente de energía moderna que en el caso de las viviendas rurales, pueden ser montada en el lugar donde se consumirá la energía, evitando los extensos y caros tendidos eléctricos rurales, es renovable y con un mínimo mantenimiento. No se necesita un alto grado de capacitación para operarla”

2.2 Fundamentación Filosófica

El propósito que persigue el desarrollo de esta investigación es ampliar y tener un mayor conocimiento de formas prácticas y sencillas de solucionar problemas que se encuentran a nuestro alrededor, para lo cual se va a poner en práctica los conocimientos adquiridos y tener siempre las mejoras que se puedan obtener al utilizar nuevos procesos para llegar a cumplir los objetivos planteados.

A pesar de que el conocimiento se adquiere con la práctica basándose en fundamentos científicos, es importante desarrollar nuevas técnicas para generar gas metano protegiendo el medio ambiente en el que nos desarrollamos.

El diseño del biodigestor que se pretende obtener tiene que ser un conjunto mecánico eficaz y eficiente que cumpla con su función en un 100%, pero también se quiere conseguir que se encuentre dentro del mercado a un precio que sea conveniente para que pueda ser adquirida por la población especialmente en los sectores rurales.

El biodigestor deberá ser una máquina muy versátil en cuanto se refiere a una construcción sencilla, de peso ligero y que puede acomodarse a todas las condiciones físicas donde vayamos a utilizar.

Ubicándose esta investigación en el paradigma crítico propositivo porque permite hacer un análisis sobre los hechos, realidades y acontecimientos y propositivo por cuanto permite buscar una solución.

Este estudio se enfoca en un marco de valores buscando siempre el porvenir de los demás encontrándose en diferentes situaciones tratando de transformar las competencias del individuo y que puedan desenvolverse en esta sociedad actual.

2.3 Categorías Fundamentales

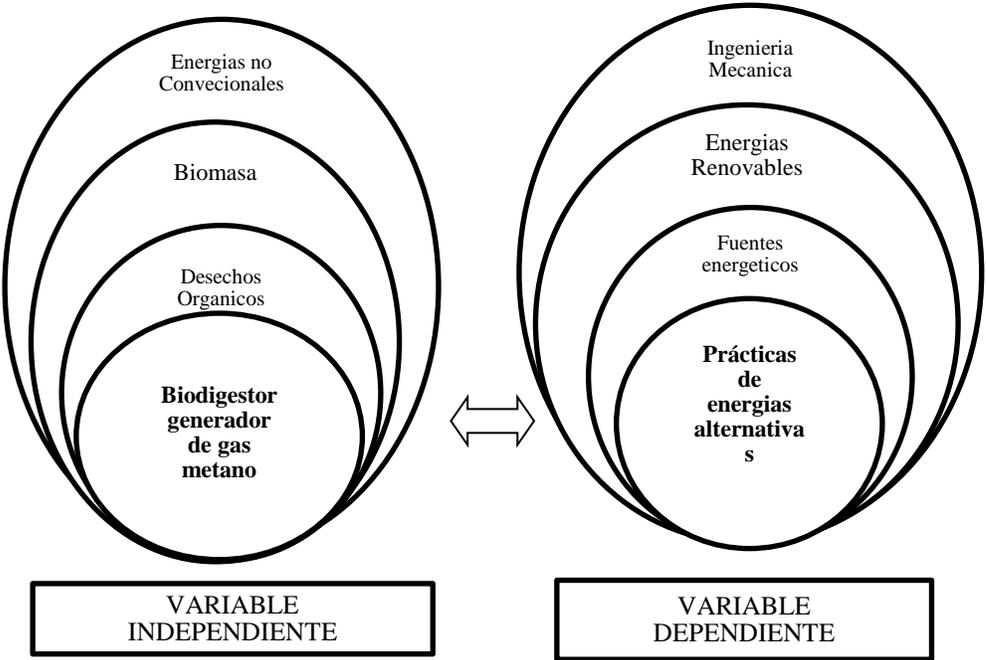


Figura 2.1 Red de categorías fundamentales

Fuente: Elaborado por el investigador.

2.3.1. Biobigestor generador de gas metano

Un digestor de desechos orgánicos o biobigestor es un contenedor cerrado, hermético e impermeable, dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos de animales y humanos, desechos vegetales-no se incluyen cítricos ya que acidifican-, etcétera) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.

El fenómeno de biodigestión ocurre porque existe un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos presentes en el material fecal que, al actuar sobre los desechos orgánicos de origen vegetal y animal, producen una mezcla de gases con alto contenido de metano (CH₄) llamada biogás, que es utilizado como combustible. Como resultado de este proceso genera residuos con un alto grado de concentración de nutrientes y materia orgánica (ideales como fertilizantes) que pueden ser aplicados frescos, pues el tratamiento anaerobio elimina los malos olores y la proliferación de moscas.

2.3.2 Producción de biogás

El biogás se produce en un recipiente cerrado o tanque denominado biodigestor, el cual puede ser construido con diversos materiales como ladrillo, cemento, metal o plástico. El biodigestor de forma cilíndrica o esférica, posee un ducto de entrada a través del cual se suministra la materia orgánica (por ejemplo, estiércol animal o humano, las aguas sucias de las ciudades, residuos de matadero, etc.) en forma conjunta con agua, y un ducto de salida en el cual el material ya digerido por acción bacteriana abandona el biodigestor. Los materiales que ingresan y abandonan el biodigestor se denominan afluente y efluente respectivamente. El proceso de digestión que ocurre en el interior del biodigestor libera la energía química contenida en la materia orgánica, la cual se convierte en biogás.

La materia orgánica se descompone debido a la acción de cuatro tipos de bacterias, en ausencia de oxígeno: las hidrolíticas, que producen ácido acético, compuestos

monocarbonados, ácidos grasos orgánicos y otros compuestos policarbonados; las acetogénicas, productoras de hidrógeno; las homoacetogénicas, que pueden convertir una cantidad considerable de compuestos multicarbonados o monocarbonados en ácido acético; y las metanogénicas, productoras del gas metano, principal componente del biogás, con una proporción de 40 a 70 % de metano (CH₄), de 30 a 60 % de dióxido de carbono (CO₂), de 0 a 1 % de hidrógeno (H₂) y de 0 a 3 % de gas sulfhídrico (H₂S).



Figura 2.2 digester hindú.

Fuente: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia22/HTML/articulo04.htm>

2.3.3 Ventajas del Biodigestor

- ✓ Producción de energía barata
- ✓ Muy económico y fácil de transportar.
- ✓ Reduce la emisión de Gases de efecto Invernadero
- ✓ Humaniza el trabajo de los campesinos.
- ✓ Mejora el sistema de cultivo reciclando estiércol

- ✓ Una reducción de la presión en los recursos naturales como combustible y carbón de leña

- ✓ Reducción de la polución, etc.

2.3.4 Tipos De Biodigestores.

Los primeros biodigestores que se construyeron en China y en la India fueron de cúpula fija y de campana flotante respectivamente, más tarde se han desarrollado otros más sencillos, rápidos de hacer y con materiales más baratos como goma, poli-vinil-cloruro (PVC) y polietileno.

Además, ya en los últimos años en varios países subdesarrollados se están utilizando digestores tubulares de polietileno con el objetivo de reducir los costos de producción mediante el uso de materiales locales y la simplificación de instalaciones, operación y mantenimiento.

2.3.4.1 Digestor De Lote (Batch).

Se cargan de una vez en forma total, descargándose cuando han dejado de producir biogás o la biomasa está suficientemente degradada. Consisten en tanques herméticos con una salida de gas conectada a un gasómetro flotante, donde se almacena el biogás.

Este sistema es aplicable cuando la materia a procesar está disponible en forma intermitente. En este tipo de sistemas se usa una batería de digestores que se cargan a diferentes tiempos para que la producción de biogás sea constante. Este tipo de digestor es también ideal a nivel de laboratorio si se desean evaluar los parámetros del proceso o el comportamiento de un residuo orgánico o una mezcla de ellas.

De los sistemas Batch, el más usado es el OLADE GUATEMALA, por la facilidad de construcción del sistema, la sencillez en el proceso de digestión, la alimentación del

digestor puede ser con residuos vegetales o también mezclando residuos vegetales con pecuarios y por su mayor producción de biogás, en comparación con el modelo chino e hindú. La producción de biogás en este tipo de digestores es de 0,5 a 1,0 m³ biogás/m³ digestor.

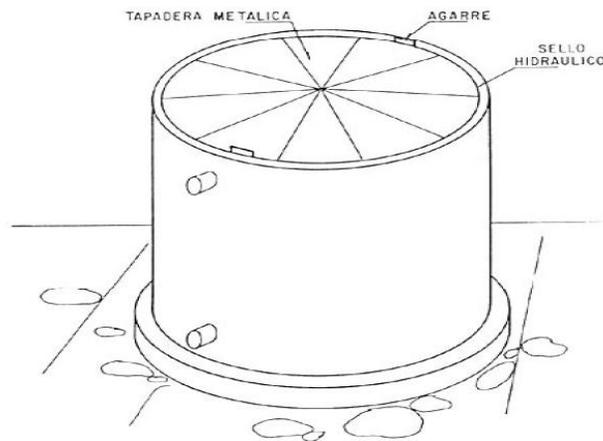


Figura 2.3 Biodigestor de Lote (Batch).

Fuente: <http://alejandronajerav.blogspot.com>

2.3.4.2 Digestor De Régimen Semicontinuo.

Este sistema es aplicable cuando la materia prima presenta problemas de manejo en un sistema continuo o cuando la materia a procesar está disponible en forma intermitente.

Este tipo de digestores son los más usados en el medio rural, cuando se trata de sistemas pequeños para uso doméstico. Los diseños más populares son el: hindú y el chino.

2.3.4.3 Digestores Tipo Hindú O De Campana Flotante.- Existen varios diseños de estos digestores, pero en general son verticales y enterrados, semejando un pozo. Se cargan por gravedad una vez al día, con un volumen de mezcla que depende del tiempo de

fermentación o retención y producen una cantidad diaria más o menos constante de biogás si se mantienen las condiciones de operación.

El gasómetro está integrado al sistema, en la parte superior del pozo flota una campana donde se almacena el gas. La presión de utilización del biogás es constante.

El digestor normalmente se construye de ladrillos. La campana puede construirse de lámina de hierro, de fibra de vidrio o de otro material, con la condición de que no permita fuga del gas.

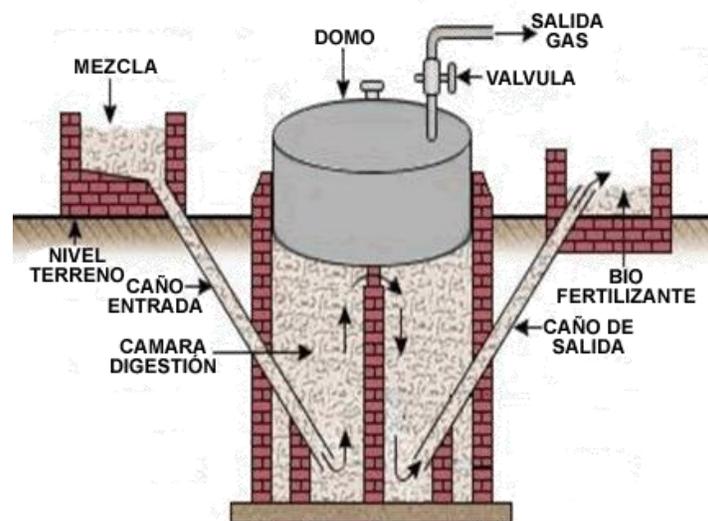


Figura 2.4 Biodigestor de campana flotante o tipo hindú

Fuente: <http://www.energianatural.com.ar/biogas02.html>

2.3.4.4 Digestores Tipo Chino o de campana Fija.- Los digestores de este tipo son tanques cilíndricos con el techo y piso en forma de domo y se construyen totalmente herméticos.

Al iniciar el proceso, el digestor se llena con residuos agrícolas procedentes de compostas mezclados con lodos activados de otro digestor, a través de la cubierta superior que es removible.

En este tipo de digestores no existe gasómetro, almacenándose el biogás dentro del mismo sistema. La fluctuación del nivel de la mezcla en fermentación aumenta el contacto de la fase líquida con el oxígeno del aire, reduciéndose la actividad de las bacterias generadoras de metano, y la alta presión impide que el gas salga libremente del seno de la mezcla, todo lo cual conduce a una menor eficiencia de generación de biogás en los digestores de tipo chino, en comparación con los de tipo hindú, generándose en el primero entre 0.15 y 0.20 volúmenes de gas por volumen del digestor.

Periódicamente se extrae una parte de líquido en fermentación a través del tubo de salida. Una o dos veces al año el digestor se vacía completamente, aplicando el residuo a los campos de cultivo.

Los digestores rurales se construyen casi siempre por los mismos usuarios, con asesoramiento de un técnico especializado, a partir de ladrillos, bloques prefabricados o por vaciado integral de concreto ligero sobre la propia tierra.

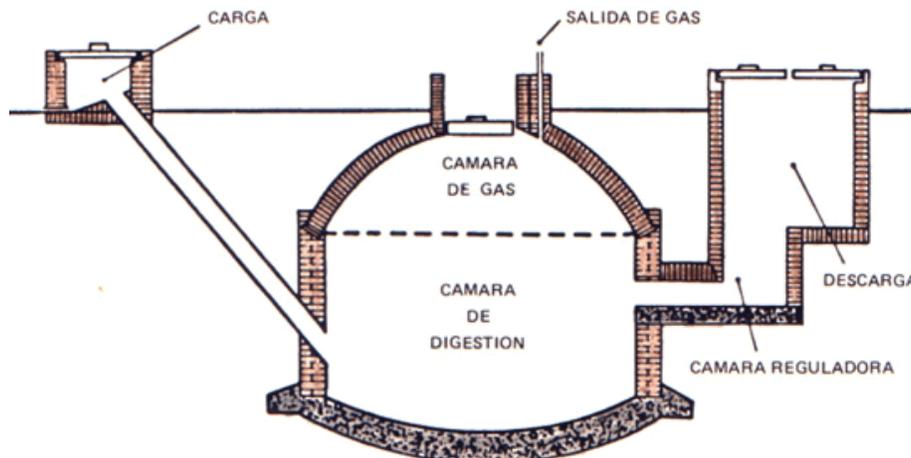


Figura 2.5 Biodigestor tipo chino

Fuente:http://www.oni.escuelas.edu.ar/2004/SAN_JUAN/676/otras_energias/biogas/biog_c3.htm

2.3.4.5 Digestores Horizontales O De Flujo Pistón.

Se los utiliza generalmente para explotaciones agropecuarias que generan importantes cantidades diarias de residuos, como ser grandes tambos, criaderos de cerdos, establecimientos con gallinas ponedoras en jaulas; y también para pequeñas comunas con el fin de procesar los residuos orgánicos domiciliarios.

Este tipo de biodigestor se recomienda cuando se requiere trabajar, por cuestiones de diseño, con volúmenes mayores a los quince (15 m³) metros cúbicos aproximadamente; debido a que la excavación de un pozo en forma vertical comienza a resultar problemática, porque puede aparecer demasiada humedad a causa del nivel de las capas freáticas.

El biodigestor tiene una geometría “alargada” donde la mezcla de materia orgánica y agua circula en “flujo pistón”, como si fuese la circulación que se produce en el intestino del ser humano o de otro mamífero. Este tipo de flujo permite que cada porción del residuo que ingresa por un extremo cumpla el tiempo de residencia necesario dentro del biodigestor antes de salir por el otro extremo.

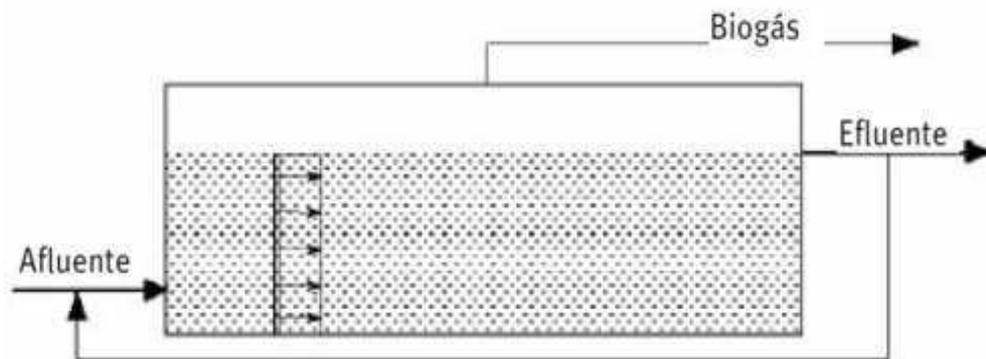


Figura 2.6 Digestores horizontales o de flujo pistón.

Fuente: <http://www.biodisol.com/que-es-el-biogas-digestion-anaerobia-caracteristicas-y-usos-del-biogas/tecnologias-de-produccion-de-biogas-digestion-anaerobia-biocombustibles/>

2.3.4.7 Digestores De Tipo Tubular

El biodigestor tubular, llamado popularmente “biodigestor de salchicha”, es fabricado a nivel de industria a partir de geo membrana de PVC.

Este biodigestor se ofrece en dimensiones desde 5 m de largo hasta 50 m de largo, avanzando cada 5 m de un tamaño a otro. Existen con diámetros de 1,5m y de 2,5 m. Tiene una válvula incorporada para la salida de biogás 100% hermética en 2”, como también entrada y salida del afluente y efluente en 4" (NO es necesario el uso de alcantarillas). Dado que este biodigestor está fabricado a partir de geo membrana de PVC flexible, es posible hacer una reparación fácil, sencilla y garantizada, en caso de que por accidente se hiciera ruptura del biodigestor.

El biodigestor tiene una garantía de 2 años y una vida útil estimada en 10 años, siempre y cuando se realicen las protecciones pertinentes. Para este nuevo biodigestor, se realiza el zanjeo según las dimensiones del diseñador del proyecto, se coloca el biodigestor, se realizan las conexiones a la tubería de entrada y salida, y se infla. No es necesario hacer ningún doble embolsado, ni uso de alcantarillas, ni fabricación de válvula de salida del biogás.

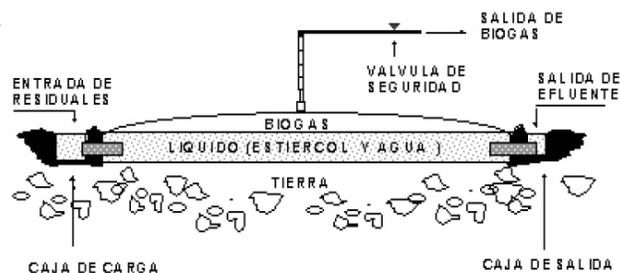


Figura 2.7 Esquema de un biodigestor tubular

Fuente: Editado por: Instituto de Investigaciones Porcinas.

Características	CHINO	HINDU	HORIZONTAL	OLADE-GUATEMALA
Sistema de digestión	Batch y de Mezcla	Desplazamiento vertical	Desplazamiento horizontal	Batch
Características de diseño	Circular, Pequeño, Achatado	Cilindro, Vertical, Tanque de gas	Horizontal, Diferentes secciones, Cúpula Fila	Cilindro, Vertical, Tanque de gas flotante
Substratos	Residuos agrarios, excreta humana	Estiércol	Estiércol	Residuos agrícolas/ estiércol
Tiempo de retención (días)	45-90	30-60	30-60	120
Producción de biogas (m ³ biogas/m ³ digestor)	0,1- 0,4	0,4- 0,6	0,8- 1,0	0,5- 1,0

Tabla 2.1.- Características de los biodigestores

Fuente.- Solari, Giannina. Tesis: Proyecto de construcción de un sistema de digestión Batch de 10 m³ de capacidad para la producción de biogas utilizando los residuos vacunos del l Fundo agropecuario de la Universidad Alas Peruanas. Enero 2004.

2.3.4.8 Digestores De Régimen Continuo.

Fueron desarrollados principalmente para el tratamiento de aguas negras, extendiéndose su uso, en la actualidad, al manejo de otros sustratos. Por ser plantas muy grandes y contar con equipamiento apropiado, este tipo de plantas genera una gran cantidad de biogas, el que es aprovechado en aplicaciones industriales.

2.3.5 Desechos orgánicos

Los desechos orgánicos son biodegradables y pueden ser procesados en presencia de oxígeno para su compostaje, o en la ausencia de oxígeno mediante la digestión anaeróbica. Ambos métodos producen un efecto acondicionador de suelos, una especie de abono o fertilizante, que si se prepara correctamente también puede ser utilizado como una valiosa fuente de nutrientes en la agricultura urbana. La digestión anaerobia también produce gas metano y por tanto supone una importante fuente de bio-energía.

Existen dos fuentes de confusión sobre el término "Desechos orgánicos".

En primer lugar, el término generalmente no incluye el plástico o el caucho, aunque pertenezcan al mundo de los químicos orgánicos, nos referimos a los polímeros orgánicos.

En segundo lugar, que sea un desecho que se pueda pudrir. Que en el caso de los alimentos no existe ninguna duda, tienden a degradarse muy rápidamente mientras que algunos otros desechos orgánicos, como por ejemplo el papel, tienden a requerir largos tiempos o condiciones especiales a la biodegradación.

El volumen de residuos y desechos de origen vegetal suponen el 25% de estos residuos, como por ejemplo los desechos verdes (o de jardín). Lodos (20%), residuos de alimentos (18%) y papel y cartón (15%), la transformación de la madera forma otro 18% de los residuos orgánicos.

Además de ser un recurso valioso para los suelos pobres en nutrientes, este material genera los más importantes niveles de contaminación cuando se depositan en vertederos. Algunas formas de desechos orgánicos pueden causar problemas de salud pública, tales como enfermedades, malos olores y las plagas.



Figura 2.8 Desechos Orgánicos

Fuente: d:\desktop\desechos orgánicos\fabriquemos biogas fabricación de biogas a partir de desechos organicos.htm

2.3.6 Biomasa

La biomasa es el nombre dado a cualquier materia orgánica de origen reciente que haya derivado de animales y vegetales como resultado del proceso de conversión fotosintético. La energía de la biomasa deriva del material de vegetal y animal, tal como madera de bosques, residuos de procesos agrícolas y forestales, y de la basura industrial, humana o animales

Esta es la fuente de energía renovable más antigua conocida por el ser humano, pues ha sido usada desde que nuestros ancestros descubrieron el secreto del fuego.

Los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de procesos más eficientes y limpios para la conversión de biomasa en energía; transformándola, por ejemplo, en combustibles líquidos o gaseosos, los cuáles son más convenientes y eficientes. Así aparte de la

combustión directa, se pueden distinguir otros dos tipos de procesos: el termo-químico y el bio-químico.

2.3.6.1 Tipos de biomasa

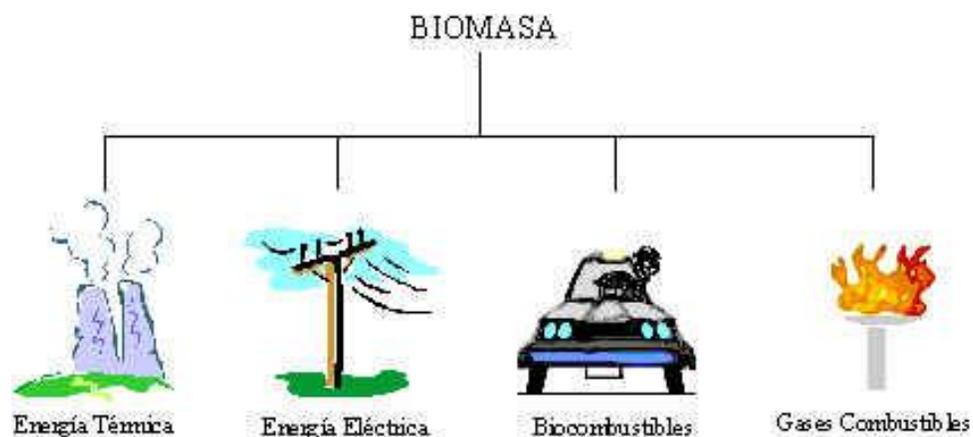
Existen diferentes tipos de biomasa que pueden ser utilizados como recurso energético.

- **Biomasa Natural**

Es la que se produce en la naturaleza sin ninguna intervención humana. El problema que presenta este tipo de biomasa es la necesaria gestión de la adquisición y transporte del recurso al lugar de utilización. Esto puede provocar que la explotación de esta biomasa sea inviable económicamente.

- **Biomasa Residual (Seca Y Húmeda)**

Son los residuos que se generan en las actividades de agricultura (leñosa y herbácea) y ganadería, en las forestales, en la industria maderera y agroalimentaria, entre otras y que todavía pueden ser utilizados y considerados subproductos.



2.3.7 Producción de Energía Térmica

Aprovechamiento convencional de la biomasa natural y residual. Los sistemas de combustión directa son aplicados para generar calor, el cual puede ser utilizado directamente, como por ejemplo, para la cocción de alimentos o para el secado de productos agrícolas. Además, éste se puede aprovechar en la producción de vapor para procesos industriales y electricidad.

Los procesos tradicionales de este tipo, generalmente, son muy ineficientes porque mucha de la energía liberada se desperdicia y pueden causar contaminación cuando no se realizan bajo condiciones controladas.

2.3.8 Producción de Energía Eléctrica

Obtenida minoritariamente a partir de biomasa residual (restos de cosecha) y principalmente a partir de cultivos energéticos leñosos, de crecimiento rápido

También se utiliza el biogás resultante de la fermentación de ciertos residuos para generar electricidad.

El rendimiento neto de la generación de electricidad en las plantas de biomasa es bajo, del orden del 20% referido a su poder calorífico inferior. Ello se debe fundamentalmente al pequeño tamaño de la planta de producción. La caldera tiene un rendimiento moderado al quemar un combustible de alto contenido en humedad, y su consumo en servicios auxiliares es alto, por encima del 8% de la producción total de electricidad en salida de alternador.

2.3.9 Producción de Biocombustibles

Existe la posibilidad, ya legislada, de alimentar los motores de gasolina con bioalcoholes.

2.3.10 Producción de gases combustibles

Es una aplicación poco utilizada actualmente que consiste en la descomposición de la biomasa en un digestor para obtener un gas, cuyo compuesto combustible es básicamente metano, pero también contienen nitrógeno, vapor de agua y compuestos orgánicos. El proceso es adecuado para tratar biomasa de elevado contenido en humedad y poco interesante en otras aplicaciones, bien por su calidad o por la poca cantidad disponible.

El gas obtenido es de bajo poder calorífico, pero útil en aplicaciones térmicas en el propio entorno ganadero o agrícola, suministrando luz y calor. En el caso de instalaciones de mayor tamaño, se puede llegar a colocar motores diesel de hasta varios cientos de kilovatios de potencia para la generación de electricidad; existen ya ejemplos industriales de ello. La producción de gas se puede controlar adecuándola a la demanda; incluso puede hacerse que durante varias horas el digestor se mantenga embotellado, sin producir gas, durante los períodos en los que no exista consumo energético.

2.3.11 Biogas

El biogás es una mezcla de gases cuyos principales componentes son el metano y el bióxido de carbono, producidos como resultado de la fermentación de materia orgánica en ausencia del aire y la acción de un grupo de microorganismos. En la naturaleza se encuentra gran variedad de residuos orgánicos de los cuales se puede obtener biogás, como por ejemplo: estiércol de animales domésticos como vacas, cerdos y aves, residuos vegetales como pajas, pastos, hojas secas y domésticos como restos de comida, yerba, frutas, verduras, etc.

2.3.11.1 Composición del Biogas

La composición de biogás depende del tipo de desecho utilizado y las condiciones en que se procesa.

Los principales componentes del biogás son el metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂).

El metano, es el principal componente del biogás, y es el gas que le brinda las características combustibles.

El metano es un gas combustible, incoloro, inodoro, cuya combustión produce una llama azul y productos no contaminantes. Veintiuna veces más activo que el gas carbónico, el biogás contribuye también muy activamente al “efecto invernadero”. También puede servir para producir electricidad: 1 metro cúbico de biogás equivale a ½ metro cúbico de gas natural, es decir, 5 kw/h.

2.3.12 Energías No Convencionales

Se refiere aquellas formas de producir energía que no son muy comunes en el mundo y cuyo uso es muy limitado debido, todavía a los costos para su producción y su difícil forma para captarlas y transformarlas en energía eléctrica.

Descripción De Las Diversas Formas De Energía

Las energías no convencionales o alternativas son aquellas no usadas comúnmente. También se les conoce como "energías limpias", ya que por lo general no combustionan, no contaminan (aunque todas tienen algún impacto en el medio ambiente) y no dejan desechos (excepto la madera).

Una de las características de las energías no convencionales es que éstas no se pueden almacenar. Estas energías son: solar, eólica, geotérmica (volcanes y géisers), energías de los océanos (mareas, diferencias de temperaturas, olas).

2.3.12.1 La energía solar

Es la primera fuente de energía y se dispone de ella en cantidad ilimitada. Se utiliza de manera termodinámica cuando los rayos solares se concentran por medio de espejos, calentando un fluido que, después de la vaporización, acciona los alternadores o de manera fotovoltaica cuando las células de paneles solares transforman la radiación en electricidad. Las superficies que necesitan son relativamente pequeñas y las capacidades de conversión, hacen de la energía solar un recurso con gran potencial.

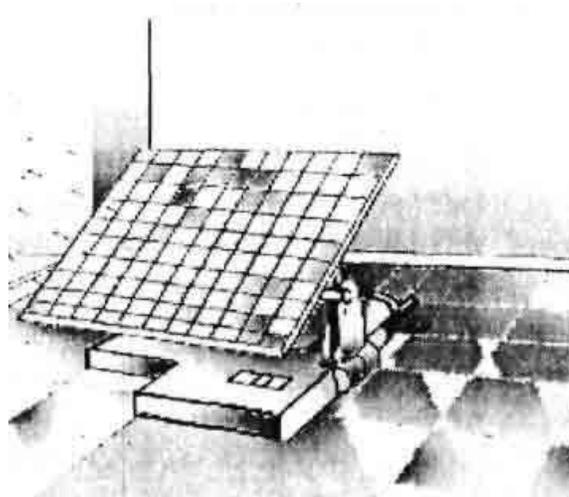


Figura 2.9 Energía Solar

Fuente: D:\Documents\ENERGIA NO CONVENCIONAL\Energías no convencionales o alternativas.htm

2.3.12.2 La energía eólica: es la energía del viento y es uno de los recursos energéticos más antiguos. Ha sido usado por el hombre para mover embarcaciones, molinos, drenaje de agua, etc. La energía del viento es recuperada por aerogeneradores (motor de viento con un dínamo y un alternador) y es transformada en energía eléctrica. Al igual que la energía solar, la eólica constituye un gran beneficio, ya que su instalación es rápida. En Dinamarca la energía eólica cubre el 2% de las necesidades eléctricas, lo que representa una capacidad

instalada de 250 MW. En Estados Unidos operan 7.500 aerogeneradores para producir hasta 1,33 millones de KW/h.

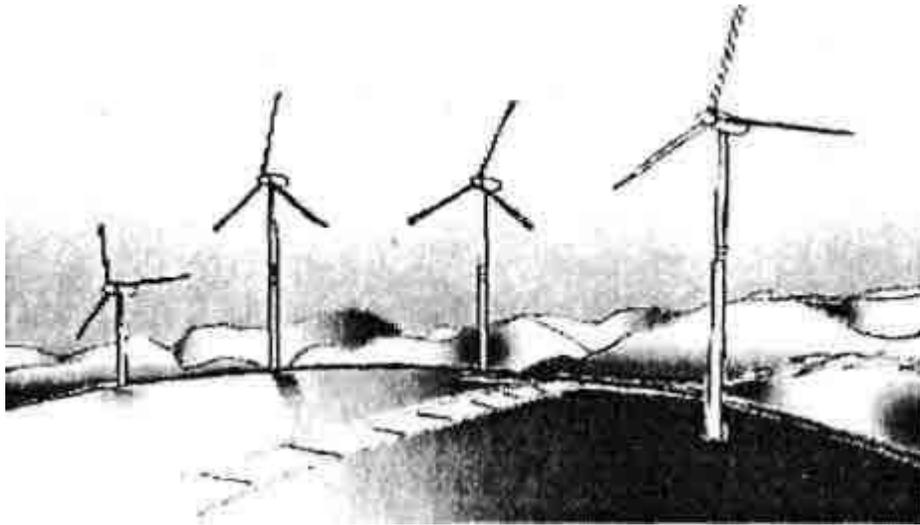


Figura 2.10 Energía Eólica

Fuente: D:\Documents\ENERGIA NO CONVENCIONAL\Energías no convencionales o alternativas.htm

2.3.12.3 La energía geotérmica se dividen en tres categorías:

a) Geotermia de alta energía: En este caso el calor del magma, que proviene de las profundidades (3 a 10 kilómetros) se explota en aquellos lugares en que la temperatura del agua es suficiente para producir vapor (150 a 400°C), el que es enviado hacia turbinas que permiten generar electricidad.

b) Geotermia de energía media: Aquí los fluidos acuíferos están a una temperatura menos elevada (70 a 150°C) y la conversión de vapor a energía produce un rendimiento menor, por lo cual es necesario incluir un fluido volátil como intermediario.

c) **Geotermia de baja energía** (60 a 80° C) y de muy baja energía (20 a 60° C). Éstas se usan exclusivamente para necesidades urbanas domésticas (como calefacción de hogares) o agrícolas (en la calefacción de invernaderos)

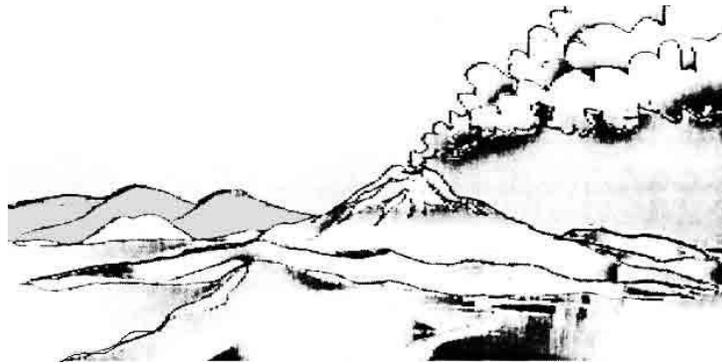


Figura 2.11 Energía Geotérmica

Fuente: D:\Documents\ENERGIA NO CONVENCIONAL\Energías no convencionales o alternativas.htm

2.3.12.4 La energía del mar: las centrales de las mareas no consumen combustibles para funcionar, por lo que las hace muy económicas, aunque tienen altos costos de instalación. Estas centrales sólo se pueden construir donde el desnivel entre las mareas altas y bajas es elevado, es decir, superior a 5 metros.



Figura 2.12 La Energía del Mar

Fuente: D:\Documents\ENERGIA NO CONVENCIONAL\Energías no convencionales o alternativas.htm

2.3.12.5 Energía De La Biomasa

La biomasa, o cantidad de materia orgánica que constituyen todos los seres vivos de nuestro planeta, es una fuente de energía renovable, pues su producción es infinitamente más rápida que la formación de los combustibles fósiles. La biotecnología ha permitido que de la biomasa puedan extraerse combustibles absolutamente ecológicos; mediante su destilación, gasificación, hidrólisis o digestión aeróbica.

Los organismos fotosintéticos, tales como plantas y algas, proveen la mayor biomasa de la Tierra, con un volumen estimado cercano al 80% del total; algo menos de la mitad corresponde a los bosques y zonas arboladas. Para dar una idea de la ingente cantidad de biomasa agrícola y forestal que se produce anualmente mediante la fotosíntesis, basta decir que supone todo el consumo de energía del mundo multiplicado por 10, o 200 veces todo el volumen de alimentos dispuestos. Los organismos fotosintéticos marinos y terrestres convierten la energía del sol en materia orgánica de forma continuada, por tanto constituye una auténtica fuente de energía renovable.

Con las demandas de los combustibles fósiles, decayeron vertiginosamente las investigaciones en materia de biocombustibles, Hasta entonces el biocombustible principal y más utilizado era la madera, tanto para su uso como fuente propulsora en vehículos de transporte, como para calefacción. Asimismo, muchos vehículos utilizaban biocombustibles a base de metanol y etanol mezclado con gasolina. Solo las crisis surgidas en los sectores de combustibles fósiles en los últimos tiempos, ha permitido que se renueven las esperanzas y se comience a investigar de nuevo en este tipo de energías.



Figura 2.13 Energía de los Desechos

Fuente: D:\Documents\ENERGIA NO CONVENCIONAL\Energías no convencionales o alternativas.htm

2.3.13 Energías alternativas

Genéricamente, se denomina energía alternativa, o más propiamente fuentes de energía alternativas, a aquellas fuentes de energía planteadas como alternativa a las tradicionales o clásicas. No obstante, no existe consenso respecto a qué tecnologías están englobadas en este concepto, y la definición de "energía alternativa" difiere según los distintos autores: en las definiciones más restrictivas, energía alternativa sería equivalente al concepto de energía renovable o energía verde, mientras que las definiciones más amplias consideran energías alternativas a todas las fuentes de energía que no implican la quema de combustibles fósiles en estas definiciones, además de las renovables, están incluidas la energía nuclear o incluso la hidroeléctrica.

Los combustibles fósiles han sido la fuente de energía empleada durante la revolución industrial, pero en la actualidad presentan fundamentalmente dos problemas: por un lado son recursos finitos, y se prevé el agotamiento de las reservas especialmente de petróleo en plazos más o menos cercanos, en función de los distintos estudios publicados. Por otra parte, la quema de estos combustibles libera a la atmósfera grandes cantidades de CO₂, que

ha sido acusado de ser la causa principal del calentamiento global. Por estos motivos, se estudian distintas opciones para sustituir la quema de combustibles fósiles por otras fuentes de energía carentes de estos problemas.

2.3.14 Fuentes de energía renovables

Se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se cuentan la hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, biomasa y biocombustibles.

Energía nuclear

La energía nuclear o energía atómica es la energía que se libera espontánea o artificialmente en las reacciones nucleares. Sin embargo, este término engloba otro significado, el aprovechamiento de dicha energía para otros fines, tales como la obtención de energía eléctrica, térmica y mecánica a partir de reacciones atómicas.

Así, es común referirse a la energía nuclear no solo como el resultado de una reacción sino como un concepto más amplio que incluye los conocimientos y técnicas que permiten la utilización de esta energía por parte del ser humano.

2.3.15 Fuentes Energéticas

El método de producción de electricidad más usado en el mundo son las centrales termoeléctricas, que funcionan quemando combustibles fósiles como el carbón y el petróleo. Las plantas generadoras de este tipo contaminan mucho y además los combustibles que usan son cada vez más escasos.

Hoy sabemos que la electricidad también puede ser generada de manera menos tradicional y no contaminante. Entre las mejores alternativas para producir electricidad están las corrientes de aire, la caída del agua y la luz solar

2.3.16 Energías Renovables

Una energía alternativa, es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación. Según esta definición, algunos autores incluyen la energía nuclear dentro de las energías alternativas, ya que generan muy pocos gases de efecto invernadero.

El consumo de energía es uno de los grandes medidores del progreso y bienestar de una sociedad. El concepto de "crisis energética" aparece cuando las fuentes de energía de las que se abastece la sociedad se agotan. Un modelo económico como el actual, cuyo funcionamiento depende de un continuo crecimiento, exige también una demanda igualmente creciente de energía. Puesto que las fuentes de energía fósil y nuclear son finitas, es inevitable que en un determinado momento la demanda no pueda ser abastecida y todo el sistema colapse, salvo que se descubran y desarrollen otros nuevos métodos para obtener energía: éstas serían las energías alternativas.

Por otra parte, el empleo de las fuentes de energía actuales tales como el petróleo, gas natural o carbón acarrea consigo problemas como la progresiva contaminación, o el aumento de los gases invernadero.

Es importante reseñar que las energías alternativas, aun siendo renovables, también son finitas, y como cualquier otro recurso natural tendrán un límite máximo de explotación. Por tanto, incluso aunque podamos realizar la transición a estas nuevas energías de forma suave y gradual, tampoco van a permitir continuar con el modelo económico actual basado en el crecimiento perpetuo. Es por ello por lo que surge el concepto del Desarrollo sostenible. Dicho modelo se basa en las siguientes premisas:

El uso de fuentes de energía renovable, ya que las fuentes fósiles actualmente explotadas terminarán agotándose, según los pronósticos actuales, en el transcurso de este siglo XXI.

El uso de fuentes limpias, abandonando los procesos de combustión convencionales y la fisión nuclear.

La explotación extensiva de las fuentes de energía, proponiéndose como alternativa el fomento del autoconsumo, que evite en la medida de lo posible la construcción de grandes infraestructuras de generación y distribución de energía eléctrica.

2.3.17 Ingeniería mecánica

La Ingeniería Mecánica comprende el diseño, construcción, supervisión, instalación, mejoramiento y mantenimiento de sistemas mecánicos relacionados con las actividades industriales, agrícolas y comerciales, usando eficientemente los recursos con que cuenta el medio.

La Ingeniería mecánica es la aplicación de los principios físicos para la creación de dispositivos útiles, como objetos y máquinas.

Los ingenieros mecánicos usan principios como el calor, la fuerza y la conservación de la masa y la energía, para analizar sistemas físicos estáticos y dinámicos, contribuyendo a diseñar objetos como automóviles, aviones y otros vehículos, así como una gran variedad de máquinas y utensilios que intervienen en nuestra vida cotidiana.

Los sistemas de enfriamiento y calentamiento, equipos industriales y maquinaria de guerra, pertenecen también a esta rama de la ingeniería.

2.4 Hipótesis

¿El Estudio de un biodigestor generador de gas metano mediante abono orgánico permitirá mejorar el aprendizaje en las prácticas de Energías Alternativas en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato?

2.5 Señalamiento De Variables

2.5.1 Variable Independiente:

Biodigestor generador de gas metano.

2.5.2 Variable Dependiente:

Prácticas de energías alternativas

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Modalidad Básica De La Investigación

En el presente proyecto se trabajará con variables cuantitativas de manera que se deberá interpretar los resultados basados en el tiempo de duración del gas.

3.2. Nivel o tipo de investigación

Para el presente trabajo de investigación se utilizó los siguientes niveles y tipos de investigación.

- **Exploratoria.**-El trabajo de investigación será de nivel exploratorio ya que tendrá que averiguar y buscar si en otros sitios existe este tipo de energía alternativa y mejorar de lo contrario implementar este sistema.
- **Descriptiva.**-El trabajo de investigación será de nivel descriptivo ya que este estudio requiere de un detalle de todos los procesos para el entendimiento y posterior obtención del biogás.
- **Explicativa.**- Se identificarán las variables en las cuales se centra el desarrollo de nuestra investigación.
- **Bibliográfica.**-Porque va ser necesario documentarse para contextualizar el problema y fundamentar científicamente el marco teórico.

- **Experimental.**-Porque se realizará experimentos o prácticas de los desechos de animales para determinar cuál de ellos genera mayor cantidad de gas metano del biodigestor obtenido en el laboratorio de energías alternativas.

3.3. Población y muestra

3.3.1.- Población (Anexo 1)

La totalidad del universo de estudio de la investigación es:

✓ Autoridades de la Universidad y de la Facultad	2
✓ Profesores de la Facultad de la Carrera de Mecánica	15
✓ Auxiliares del Laboratorios de la Facultad	2
✓ Estudiantes de la Carrera de Mecánica	212
TOTAL	231

3.3.2.- MUESTRA

El objetivo de la determinación del tamaño de la muestra es obtener una información representativa, valida y confiable a un mínimo costo, por lo tanto se calculó con la siguiente ecuación.

$$n = \frac{N * \tau^2 * Z^2}{(N - 1) E^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = Universo o población

σ = Varianza poblacional

Z = Nivel de confianza deseado

E = Error admisible de la muestra (1 – 9 %)

$$n = \frac{231 * 0.25 * 1.96^2}{230 * 0.09^2 + 0.25 * 1.96^2}$$

$$n = \frac{221.8524}{1.863 + 0.9604}$$

$$n = \frac{221.8524}{2.8234}$$

$$n = 78.57 = 79$$

El nivel de confianza deseada es de 95 % para tener mayor validez de la muestra

Coficiente de confianza	de	50 %	90 %	95 %	99 %
Z		0.647	1.645	1.96	2.58

El error admisible que se toma para el cálculo de la muestra es de 9 %

3.3.2.1.- TIPOS DE MUESTRAS

El tipo de muestra utilizado es un Muestreo Estratificado Proporcional por razón de tener la población del trabajo de investigación dividido en estratos. Así determinaremos el número que presenta a cada estrato en proporción directa al número de integrantes que tienes cada grupo o estrato en el universo, el mismo que está conformado.

$$f = \frac{n}{N} \text{ Donde:}$$

$$f = \frac{80}{231}$$

$$f = 0.3463$$

n = Tamaño de la muestra

N = Universo o población

f = fracción de muestra

✓ Autoridades de la Facultad	$2 * 0.3463 = 0.692 = 1$
✓ Profesores de la Facultad de la Carrera de Mecánica	$15 * 0.3463 = 5.19 = 5$
✓ Auxiliares de laboratorio de la Facultad	$2 * 0.3463 = 0.692 = 1$
✓ Estudiantes de la carrera de Mecánica	$212 * 0.3463 = 72.41 = 72$

TOTAL

79

3.4 Operacionalización de variables

3.4.1. V.I. Biodigestor generador de gas metano

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN
La producción del gas metano es generado por la acción del abono orgánico animal mediante un proceso que se da en el biodigestor.	Gas Metano	Presión	¿Qué presión produce el gas metano en el biodigestor?	T: OBSERVACIÓN I: Guía de observación
	Abono Orgánico	Color	¿Cree usted que el color del abono orgánico interviene en la producción de gas metano en el ensayo del biodigestor?	T: ENCUESTA I: Cuestionario
		Consistencia	¿Qué consistencia presenta el abono orgánico?	T: OBSERVACIÓN I: Guía de observación
		Volumen	¿Qué volumen puede contener el biodigestor?	T: OBSERVACIÓN I: Guía de observación
	Biodigestor	Dimensiones	¿Qué medidas presenta el biodigestor?	T: OBSERVACIÓN I: Guía de observación

Tabla N° 3.1
Fuente: Elaborado por el investigador

3.4.2. V.D Práctica de Energías Alternativas

38

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
Trata de implementar energías alternativas que no contaminen el medio ambiente. Como de esto es el empleo del biogás a manera de combustible para generar gas metano.	Energías alternativas	Presión Temperatura	¿Qué presión marca el biodigestor producida por energía alternativa mediante el abono orgánico de animales? ¿Qué temperatura marca el biodigestor producida por energía alternativa mediante el abono orgánico de animales?	T: OBSERVACIÓN I: Guía de observación
	Contaminación del medio ambiente	Ambiental, Auditiva.	¿Creé usted que la práctica de energías alternativas favorece el aprendizaje en los estudiantes? ¿Cree usted que la práctica de energías alternativas produce contaminación ambiental o auditiva?	T: ENCUESTA I: Cuestionario T: OBSERVACIÓN I: Guía de observación
	Biogás	Medios naturales Dispositivos específicos	¿Cree usted que el biogás se produce por medios naturales o dispositivos específicos?	T: ENCUESTA I: Cuestionario

Tabla N° 3.2

Fuente: Elaborado por el investigado

3.5.- Plan de recolección de la información

Por medio de la Operacionalización de variables la presente investigación, la recopilación de información se realizó por medio de las siguientes técnicas:

Observación: Directa, Indirecta, de laboratorio una investigación bibliográfica de distintos libros, información del internet y mediante la utilización de instrumentos como: cuaderno de notas y registros específicos.

3.6.- Plan de procesamiento de la información

El plan de procesamiento de la información se basó en la realización de una encuesta estructurada a los estudiantes de la facultad de la carrera de mecánica, y una guía de observación aplicada a la toma de datos sobre los ensayos realizados en el biodigestor tomando en cuenta la muestra escogida de todo el universo que influyo en el desarrollo de la presente investigación.

3.6.1 Plan que se empleará para procesar la información recogida.

Con los datos anteriormente obtenidos las maneras de procesar este banco de datos se realizará de la siguiente manera:

Revisión Crítica, de la información recogida.

Representación Escrita, Se utilizará porque se tendrá que comparar la producción de gas metano en cada ensayo realizado con el biodigestor.

Representación Tabular, Se utilizará porque los datos que se obtendrán serán numéricos, y deberán ordenarse por filas y columnas con las especificaciones correspondientes de acuerdo a los resultados obtenido.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.- Análisis e interpretación de datos de la Encuesta Realizada

Pregunta N°

1.- ¿Creé usted que la práctica de energías alternativas favorece el aprendizaje en los estudiantes?

SI	52	65,82 %
NNO	27	34,18%
TOTAL	79	100%

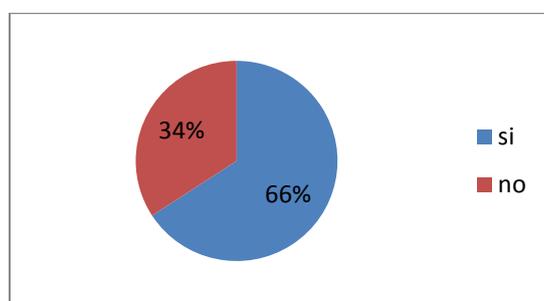


Gráfico 4.1: Estadística gráfica – Pregunta N°01

Elaborado por: Investigador

Interpretación: Luego de la encuesta realizada se pudo determinar que de las 79 personas encuestadas el 66 % cree que la práctica de energías alternativas favorecerá su aprendizaje mientras que el 34 % manifiesta que no.

Análisis: Las personas encuestadas manifiestan que si es favorable la práctica de energías alternativas para su aprendizaje.

Pregunta N°

2.- ¿Sabe usted que el estiércol de algunos animales puede generar gas?

SI	35	44,30%
NO	44	55,70%
TOTAL	79	100%

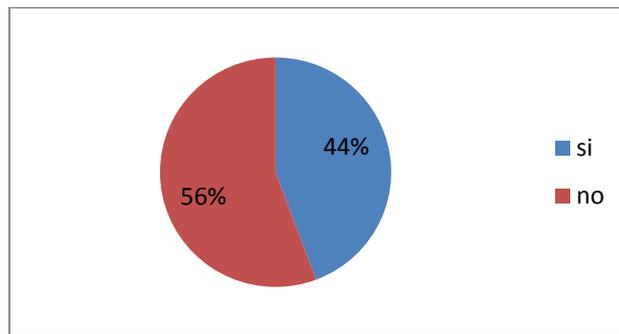


Gráfico 4.2: Estadística gráfica – Pregunta N°02

Elaborado por: Investigador

Interpretación: De los 79 encuestados el 56% no cree que el estiércol de algunos animales pueda generar gas mientras que el 44% manifiesta que sí.

Análisis: Las personas encuestadas manifiestan que el estiércol de algunos animales no genera gas metano.

Pregunta N°

3.- ¿Conoce usted algún tipo de estiércol de animal que genere gas?

SI	18	22,78%
NO	61	77,22%
TOTAL	79	100%

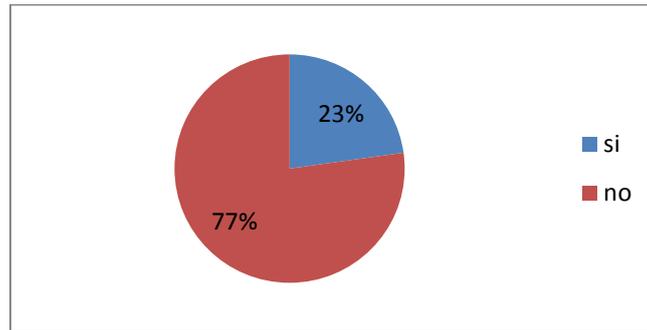


Gráfico 4.3: Estadística gráfica – Pregunta N°03

Elaborado por: Investigador

Interpretación: De las personas encuestadas el 77% desconoce algún tipo de estiércol de animal que genere gas mientras que el 23% conoce.

Análisis: Las personas encuestadas desconocen que algún tipo de estiércol de animal que genere gas.

Pregunta N°

4.- ¿Cree usted que la práctica de energías alternativas produce contaminación?

SI	12	15,19%
NO	67	84,81%
TOTAL	79	100%

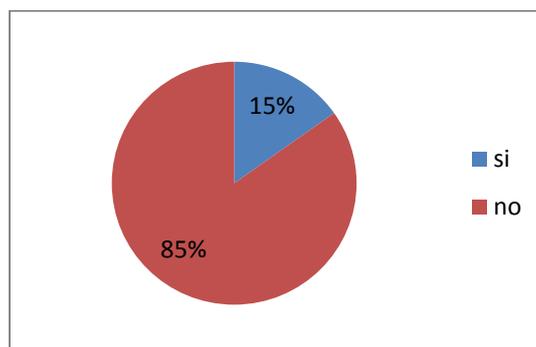


Gráfico 4.4: Estadística gráfica – Pregunta N°04

Elaborado por: Investigador

Interpretación: De las 79 personas encuestadas el 85% cree que la práctica de energías alternativas no produce contaminación mientras que el 15% cree que sí.

Análisis: las personas encuestadas manifiestan que la práctica de energías alternativas no produce contaminación

Pregunta N°

5.- ¿Cree usted que el biogás se produce por medios naturales o dispositivos específicos?

SI	39	49,37%
NO	40	50,63%
TOTAL	79	100%

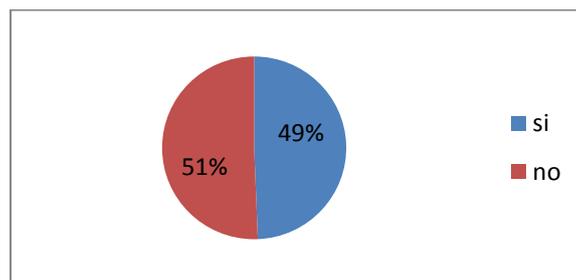


Gráfico 4.5: Estadística gráfica – Pregunta N°05

Elaborado por: Investigador

Interpretación: De las 79 personas encuestadas el 51% no creen que el biogás se produzca por medios naturales o dispositivos específicos mientras que el 49% cree lo contrario.

Análisis: las personas encuestadas no creen que el biogás se produzca por medios naturales o dispositivos específicos.

Pregunta N°

6.- ¿Considera usted que el color del abono orgánico intervenga en la producción de gas metano en el ensayo del biodigestor?

SI	9	11,39%
NO	70	88,61%
TOTAL	79	100%

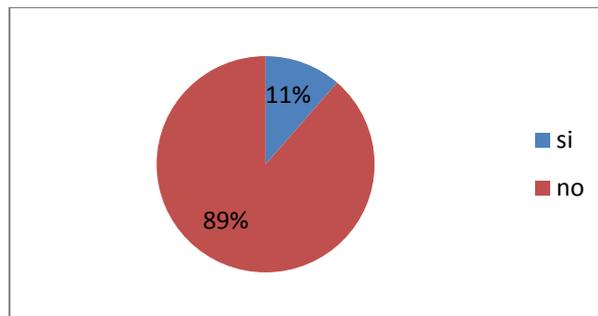


Gráfico 4.6: Estadística gráfica – Pregunta N°06

Elaborado por: Investigador

Interpretación: De las 79 personas encuestadas el 89% no cree que el color del abono orgánico intervenga en la producción de gas metano en el ensayo del biodigestor mientras que el 11% cree que sí.

Análisis: Las personas encuestadas no creen que el color del abono orgánico intervenga en la producción de gas metano en el ensayo del biodigestor.

Pregunta N°

7.- ¿Sabe cuántas clases de biodigestor existen?

SI	54	68,35%
NO	25	31,65%
TOTAL	79	100%

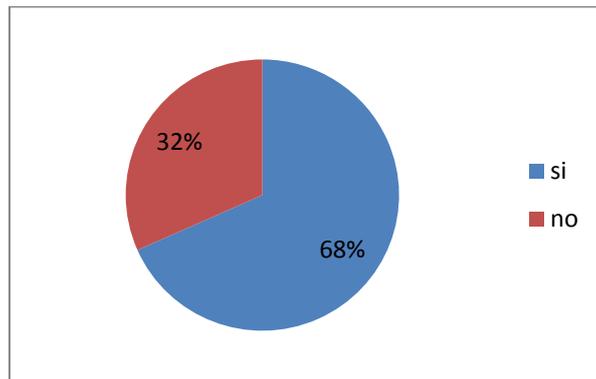


Gráfico 4.7: Estadística gráfica – Pregunta N°07

Elaborado por: Investigador

Interpretación: De las 79 personas encuestadas el 68% conoce cuántas clases de biodigestor existen mientras que el 32% desconoce.

Análisis: Las personas encuestadas conocen cuántas clases de biodigestor existen.

Pregunta N°

8.- ¿Creé usted que es importante que exista un biodigestor en la Carrera de Mecánica?

SI	76	96,20%
NO	3	3,80%
TOTAL	79	100%

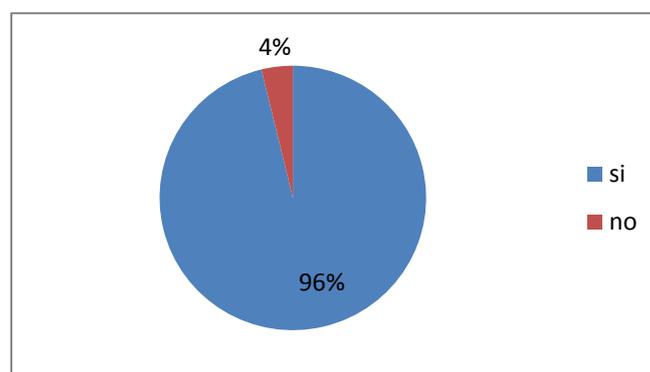


Gráfico 4.8: Estadística gráfica – Pregunta N°08

Elaborado por: Investigador

Interpretación: De las 79 personas encuestadas el 96% consideran importante que exista un biodigestor en la Carrera de Mecánica mientras que el 4% manifiesta lo contrario.

Análisis: Las personas encuestadas si consideran importante que exista un biodigestor en la Carrera de Mecánica.

Pregunta N°

9.- ¿Conoce algún tipo de biodigestor que funcione en nuestra Provincia?

SI	14	17,72%
NO	65	82,28%
TOTAL	79	100%

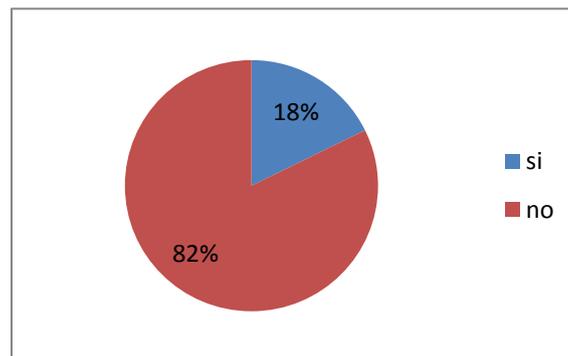


Gráfico 4.9: Estadística gráfica – Pregunta N°09

Elaborado por: Investigador

Interpretación: De las 79 personas encuestadas el 82% no conoce algún tipo de biodigestor que funcione en nuestra Provincia mientras que el 18% si conoce.

Análisis: las personas encuestadas no conocen algún tipo de biodigestor que funcione en nuestra Provincia.

Pregunta N°

10.- ¿Creé usted que un biodigestor puede generar energía electica?

SI	55	69,62%
NO	24	30,38%
TOTAL	79	100%

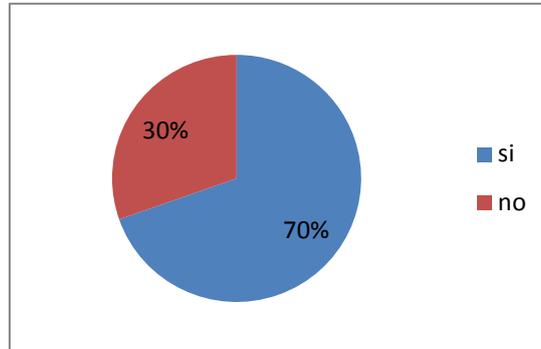


Gráfico 4.10: Estadística gráfica – Pregunta N°10

Elaborado por: Investigador

Interpretación: De las 79 personas encuestadas el 70% considera que un biodigestor no puede generar energía eléctrica mientras que el 30% manifiesta lo contrario.

Análisis: las personas encuestadas consideran que un biodigestor no puede generar energía eléctrica.

4.1.- Análisis e interpretación de los datos obtenidos en la guía de observación.

Observación N° 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
Ensayo N. 1				
Análisis de resultados de la prueba con: Abono de cuy				
DATOS GENERALES:			DATOS DEL TANQUE:	
Temperatura de inflamación: 100° F			Espesor: 1.5 mm	
Presión de operación (Po): 0.6 Mpa			Altura del cilindro: 465mm	
Densidad: 1.2 Kg/m³				
N.	Tiempo (min)	Volumen (lt)	Presión (Mpa)	Temperatura (° F)
1	0	0	0.01	53.6
2	15	14	0.01	53.6
3	30	14	0.01	53.6
4	45	14	0.02	54
5	60	14	0.02	54.2
6	75	14	0.02	54.2
7	90	14	0.02	54.5

TABLA 4.1

Análisis de resultados de la prueba con Abono de cuy entre presión y temperatura

Fuente: Elaborado por el investigador

Observación N° 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Ensayo N. 1

Análisis de resultados de la prueba con: **ABONO DE CODORNISES**

DATOS GENERALES:

DATOS DEL TANQUE:

Temperatura de inflamación: 100° F

Espesor: 1.5 mm

Presión de operación (Po): 0.6 Mpa

Altura del cilindro: 465mm

Densidad: 1.2 Kg/m³

N.	Tiempo (min)	Volumen (lt)	Presión (Mpa)	Temperatura (° F)
1	0	0	0	53.6
2	15	14	0	53.6
3	30	14	0	53.6
4	45	14	0.01	54
5	60	14	0.01	54.2
6	75	14	0.01	54.2
7	90	14	0.01	54.3

TABLA 4.2

Análisis de resultados de la prueba con Abono de codorniz entre presión y temperatura

Fuente: Elaborado por el investigador

Observación N° 3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
Ensayo N. 1				
Análisis de resultados de la prueba con: ABONO DE CERDO				
DATOS GENERALES:			DATOS DEL TANQUE:	
Temperatura de inflamación: 100° F			Espesor: 1.5 mm	
Presión de operación (Po): 0.6 Mpa			Altura del cilindro: 465mm	
Densidad: 1.2 Kg/m ³				
N.	Tiempo (min)	Volumen (lt)	Presión (Mpa)	Temperatura (° F)
1	0	0	0	54
2	15	14	0.24	61
3	30	14	0.28	69
4	45	14	0.32	77
5	60	14	0.38	85
6	75	14	0.39	92
7	90	14	0.41	100

TABLA 4.3

Análisis de resultados de la prueba con Abono de cerdo entre presión y temperatura

Fuente: Elaborado por el investigador

En las tablas realizadas anteriormente se pudo observar los tiempos correspondientes para la elevación de presión y temperatura dependiendo del material orgánico de cada animal, siendo notorio en la tabla 4.3 mayores beneficios en presión y en temperatura para mayor producción de gas metano.

4.2 Interpretación de Datos:

Con las tablas realizadas, para la representación de los datos obtenidos su interpretación se la visualizará mediante gráficos.

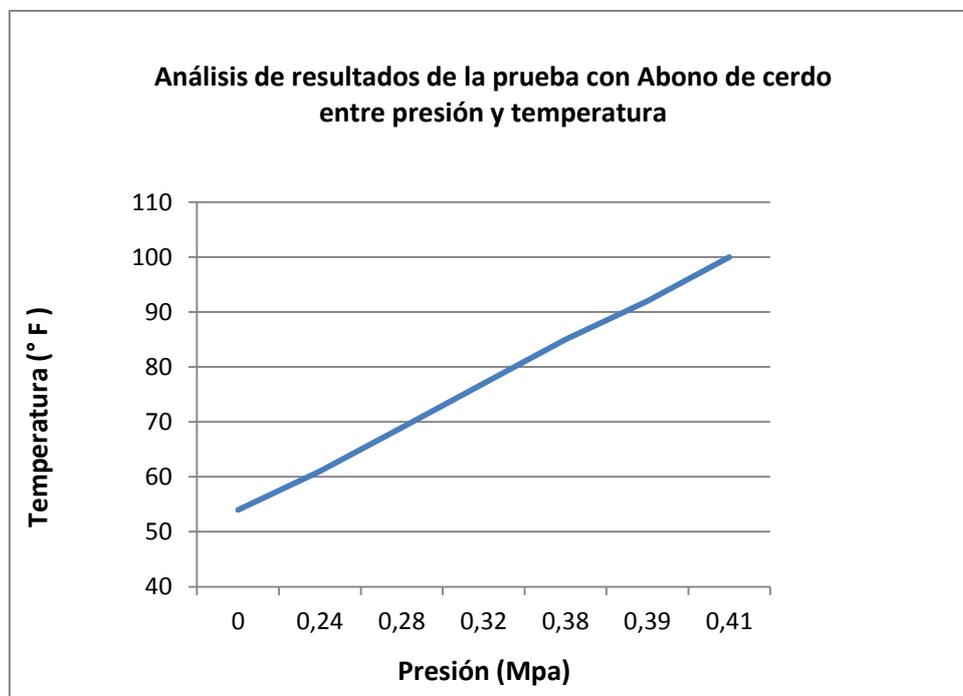


Gráfico 4.11: Análisis de resultados de la prueba con abono de cerdo entre presión y temperatura

Elaborado por: Investigador

Se ha seleccionado tan solo los datos de la tabla 4.3 ya que los datos de las tablas 4.1 y 4.2 representan valores extremadamente bajos por las mismas características defectuosas de los desechos orgánicos de codornices y cuyes para el funcionamiento del biodigestor, siendo más favorables las características del abono de cerdo.

De acuerdo a las propiedades de los desechos orgánicos de cerdo el modelo adecuado de biodigestor consta de un recipiente de acero inoxidable hermético, el cual proporciona una excelente condición en cuanto al sellado, ya que todos los accesorios estarían soldados o sellados mediante roscas.

Para calentar el agua se utiliza una niquelina, y para evitar la pérdida de calor se reviste todo el cuerpo con lana de vidrio.

Además consta de un orificio de carga y otro de descarga, con accesorios como un termómetro y un manómetro de precisión.

4.3 Verificación de hipótesis.

Para realizar la verificación de la hipótesis plantearemos las hipótesis Nula (H_0) y la hipótesis de trabajo o alterna (H_1), que surgen del problema objeto de estudio, para esto se debe elegir la prueba estadística tomando en consideración las características del estudio que estamos llevando a cabo.

Hipótesis.- El Estudio de un biodigestor generador de gas metano mediante abono orgánico permitirá mejorar el aprendizaje en las prácticas de Energías Alternativas en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Formulación de la hipótesis

H_0 = El Estudio de un biodigestor generador de gas metano mediante abono orgánico si permitirá mejorar el aprendizaje en las prácticas de Energías Alternativas en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

H1 = El Estudio de un biodigestor generador de gas metano mediante abono orgánico no permitirá mejorar el aprendizaje en las prácticas de Energías Alternativas en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Definición del nivel de significancia

Es necesario establecer un porcentaje o nivel de confianza dentro del cual se aceptará o rechazará las hipótesis planteadas anteriormente, pero para esto, lo más común es utilizar valores de entre 1%, a 5% o 10% con los cuales recolectamos los datos de una muestra representativa que consiste básicamente en obtener la información de la población o muestra del objeto de estudio.

El nivel de significancia se lo realizará por medio del método del Chi - cuadrado:

$$\chi^2 = \sum \frac{(fo-fe)^2}{fe}$$

Simbología:

Σ = Sumatoria

O = Datos observados

E = Datos esperados

Para efectuar la matriz de tabulación cruzada se toma en cuenta dos preguntas del cuestionario como se muestra a continuación:

Preguntas al azar:

Pregunta N.- 01 ¿Creé usted que la práctica de energías alternativas favorece el aprendizaje en los estudiantes?

Si

No

Pregunta N.- 03 ¿Conoce usted algún tipo de estiércol de animal que genere gas?

Si

No

RESULTADO DE FRECUENCIAS

PREGUNTAS	OPCIONES	OPCIONES	TOTAL
	SI	NO	
Pregunta 1	52	27	79
	SI	NO	
Pregunta 3	18	61	79
TOTAL	70	88	158

Tabla 4.4 Resultados de la frecuencia

Fuente: Investigador

GRADOS DE LIBERTAD

Grado de libertad = (Filas – 1) (Columna -1)

C = Columnas de la matriz de frecuencias observadas.

F = Filas de la matriz de frecuencias observadas.

$$Gf = (F-1)(C-1)$$

$$Gf = (2-1)(2-1)$$

$$Gf = (1)(1)$$

$$Gf = 1$$

Grado de libertad = 1.

Nivel de Significancia = 5%

Calculando el grado de libertad se establece una relación con el nivel de significancia y da un valor de $X^2_t = 3,841$

CÁLCULO DE LAS FRECUENCIAS ESPERADAS

PREGUNTAS	OPCIONES	OPCIONES	TOTAL
Pregunta 1	SI	NO	
	52 (a)	27 (b)	79
Pregunta 3	SI	NO	
	18 (c)	61 (d)	79
TOTAL	70	88	158

Tabla 4.5 Calculo de las frecuencias esperadas

Fuente: Investigador

CÁLCULO DE LAS FRECUENCIAS ESPERADAS

1.

$$E1 = \frac{(a + b)(a + c)}{T}$$

$$E1 = \frac{(52 + 27)(52 + 18)}{158}$$

$$E1 = 35$$

2.

$$E2 = \frac{(a + b)(b + d)}{T}$$

$$E2 = \frac{(52 + 27)(27 + 61)}{158}$$

$$E2 = 44$$

3.

$$E3 = \frac{(c + d)(a + c)}{T}$$

$$E3 = \frac{(18 + 61)(52 + 18)}{158}$$

$$E3 = 35$$

4.

$$E4 = \frac{(c + d)(b + d)}{T}$$

$$E4 = \frac{(18 + 61)(27 + 61)}{158}$$

$$E4 = 44$$

$$X^2 = \frac{(a-E1)^2}{E1} + \frac{(b-E2)^2}{E2} + \frac{(c-E3)^2}{E3} + \frac{(d-E4)^2}{E4}$$

$$x^2 = \frac{(52 - 35)^2}{35} + \frac{(27 - 44)^2}{44} + \frac{(18 - 35)^2}{35} + \frac{(61 - 44)^2}{44}$$

$$x^2 = \frac{289}{35} + \frac{289}{44} + \frac{289}{35} + \frac{289}{44}$$

$$X^2 = 8.26 + 6.57 + 8.26 + 6.57$$

$$X^2 = 29.66$$

El resultado obtenido para $X^2_c = 29.66$

CÁLCULO MATEMÁTICO DEL CHI CUADRADO

Luego de haber obtenido las frecuencias esperadas, se realiza el cálculo del Chi cuadrado a través de la siguiente fórmula:

$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$	O	E	O - E	$(O - E)^2$	$\frac{(O - E)^2}{E}$
PREGUNTA 1 : SI	52	35	17	289	8.26
PREGUNTA 1 : NO	27	44	17	289	6.57
PREGUNTA: 3	18	35	17	289	8.26
PREGUNTA: 3	16	44	17	289	6.57
				$\chi^2_{C=}$	29.66

Tabla 4.6 Cálculo Matemático Del Chi Cuadrado

Fuente: Investigador

Decisión Final: A través de los resultados obtenidos tenemos que el valor $\chi^2_{C=}$ = 29.66 es mayor a $\chi^2_{t=}$ **3,841**; entonces decimos que la hipótesis (**H₀** = El Estudio de un biodigestor generador de gas metano mediante abono orgánico si permitirá mejorar el aprendizaje en las prácticas de Energías Alternativas en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato).

Por tal motivo se rechaza la hipótesis nula (**H₁**)

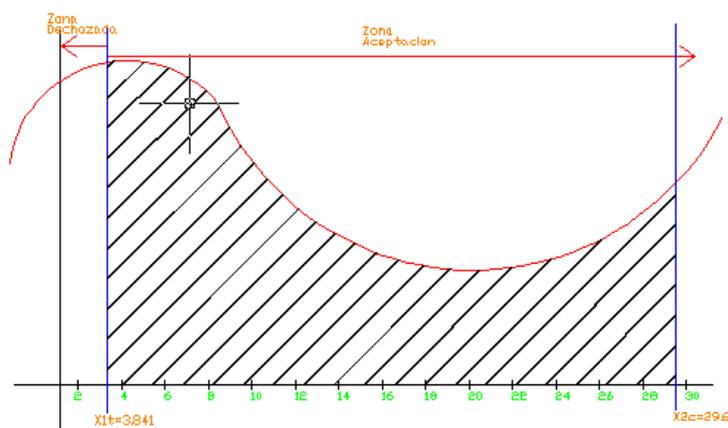


Gráfico 4.7 Representación gráfica chi cuadrado

Fuente: Investigador

La zona menor a 3.841 nos indica que se debe rechazar la hipótesis

La zona mayor a 3.841 nos indica que se debe aceptar la hipótesis

Fuente: Tabulación de encuestas.

Desarrollado por: Marco Garzón

Fecha: 06 de Junio del 2011

CAPITULO V

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- Conclusiones

Por medio de la información recolectada, principalmente durante la construcción y las pruebas presentadas se ha obtenido las siguientes conclusiones:

La utilización de Biodigestores ofrece grandes ventajas para el tratamiento de los desechos orgánicos de las explotaciones agropecuarias, además de disminuir la carga contaminante de los mismos, extrae gran parte de la energía contenida en el material mejorando su producción de gas y controlando, de manera considerable, los malos olores.

- La Práctica de energías alternativas son ventajosas en tanto y cuando se explote un tipo de recurso renovable y a su vez no producen agentes contaminantes que perjudiquen la salud del medio ambiente y social.
- Por medio de investigaciones realizadas, en distintas fuentes, llegue a la conclusión que el uso de las energías alternativas como son la utilización de biodigestores generadores de gas metano, no traen consecuencias nocivas para los sistemas ecológicos y por lo tanto su interacción con los sistemas sociales.
- Los biodigestores instalados fuera de los laboratorios tienen una desventaja, debido a que no se podrían controlar con precisión propiedades importantes en la producción de biogás, como por ejemplo: la temperatura, entre otros, es necesario

tomar en cuenta que esos prototipos al final producirán también, grandes cantidades de biogás.

- La obtención de biogás es alta como se puede apreciar pero puede variar al hacer varias pruebas, ya que la producción de este, depende del tipo de mezcla que se haga en el sustrato, de la procedencia del estiércol del cerdo y de la humedad del mismo.

5.2.- Recomendaciones

- Para la práctica de energías alternativas es importante utilizar un recurso renovable que no contaminen y perjudiquen el medio ambiente y a la sociedad.
- Es importante conocer las características del material orgánico que se va a utilizar en la creación del biodigestor generador de gas metano.
- Mantener el biodigestor en un lugar cubierto para evitar que el viento y los rayos del sol perjudiquen directamente a la máquina y al mismo tiempo evitar el deterioro de los instrumentos externos del mismo.
- Dar un mantenimiento adecuado; es decir cada vez que sea utilizado el biodigestor dejar completamente limpio (lavar) de los desechos manejados para que el manejo del instrumento siga generando excelentes resultados en cada ensayo.
- Difundir la creación de nuevos proyectos a partir de los ya existentes como innovar de una manera más avanzada este biodigestor manual presentado a un biodigestor automatizado.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Tema

IMPLEMENTACIÓN DE UN BIODIGESTOR PARA PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO.

Institución Ejecutora:

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Beneficiarios:

Estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

Ubicación:

Ambato – Ecuador

Equipo técnico responsable:

Marco Fabricio Garzón Cuji egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

6.1.- Datos Informativos

Para desarrollar el diseño y construcción del biodigestor que permita producir gas metano creando nuevas formas y medios para realizar esta función, con la ayuda de

herramientas tecnológicas y prácticas como son: Una niquelina que servirá para el calentamiento del abono orgánico y un termostato para medir la temperatura máxima que llega el abono, partiendo de datos iniciales y parámetros de funcionamiento que no pueden ser cambiados y son establecidos por el diseñador, estos son:

La presión máxima de elevación, que se plantea que es la máxima presión que puede alcanzar un biodigestor y su funcionamiento estará a cargo de una niquelina que estará el encargado de calentar el abono orgánico del cerdo.

La presión mínima del funcionamiento del biodigestor, que se encuentra establecida a la presencia de partículas en la parte inferior del tanque.

Para calentar el agua se utiliza una niquelina, y para evitar la pérdida de calor se reviste todo el cuerpo con lana de vidrio.

Además consta de un orificio de carga y otro de descarga, con accesorios como un termómetro y un manómetro de precisión.

El diseño del biodigestor es un prototipo que se va a incorporar en el laboratorio de energías alternativas ya que no se cuenta con este proyecto y el espacio físico suficiente como para poder construir uno de mayor tamaño, es por tal motivo que se ha visto la necesidad de implementar este proyecto.

La capacidad del biodigestor es de 50 litros.

6.2. Antecedentes De La Propuesta

El planteamiento sobre el diseño del biodigestor resulta de:

En la actualidad la mayoría de países del extranjero utilizan varios tipos de biodigestores, donde aprovechan al máximo abonos orgánicos.

Dentro de la Universidad Técnica de Ambato, en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica no existe un proyecto de este tipo o similar, por tal razón es de mucho interés el desarrollo de este trabajo estructurado para las nuevas generaciones de estudiantes para permitir adquisición de conocimientos desarrollando habilidades prácticas y creándose una idea básica de lo que son los biodigestores generador de gas metano.

Este proyecto pretende ser el inicio para la creación en un futuro de un aula de Energías Alternativas para tener un ambiente adecuado de trabajo. Esto es factible gracias a la adquisición de nuevos equipos que la facultad pone a disposición de los estudiantes, esperando el engrandecimiento de la misma.

6.3. Justificación

El desarrollo del presente trabajo está enfocado básicamente en tres puntos: El primero es desarrollar en los estudiantes conocimientos básicos sobre energías alternativas como son biodigestores y poder realizar prácticas de mantenimiento y así aportar con el aprendizaje teórico - práctico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica De Ambato.

El segundo es permitir a la colectividad adquirir una máquina de construcción nacional a un precio económico y que cumpla con su función de una manera similar y en muchos casos superior a las maquinarias importadas aumentando su capacidad y disminuyendo gastos.

Y como último punto se plantea este proyecto de innovación porque su funcionamiento se basa únicamente en la utilización de elementos básicos que permite la producción de gas metano.

6.4.- Objetivos

6.4.1.- Objetivos General

- ✓ Implementar un biodigestor generador de gas metano mediante abono orgánico para prácticas de Energías Alternativas en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

6.4.1.- Objetivos Específicos

- ✓ Seleccionar el material adecuado para la construcción del biodigestor, dándole un amplio factor de seguridad de manera que se alargue la vida útil de trabajo de la máquina.
- ✓ Desarrollar un biobigestor de menor costo en relación a las ofertas existentes en el mercado.
- ✓ Realizar las respectivas pruebas de funcionamiento de la maquina una vez construida y obtener resultados favorables.

6.5.- Análisis De Factibilidad

La construcción del biodigestor generador de gas metano es factible de realizarlo, debido a que se tienen diseños similares, de los cuales se puede aprovechar su teoría para llegar al diseño que nosotros estamos planteando. Necesitamos saber conceptos básicos como lo son: tipos de biodigestores, elementos básicos de construcción de un biodigestor, factores que entran en el diseño de biodigestores, etc.

Además la utilización del material para la construcción de la máquina se puede encontrar en el mercado local, como por ejemplo: Para la construcción del tanque se utilizará acero inoxidable tipo AISI 304, una plancha de tol de 0.75 para el recubrimiento del tanque y una niquelina de corriente continua de 110 vlt.

Se puede manifestar que es perfectamente factible desarrollar y ejecutar un proyecto de considerable magnitud, siempre y cuando se asuma el reto y se tenga la firmeza para

seguir adelante a pesar de los momentos críticos y difíciles por los cuales se puede estar pasando.

6.6.- Fundamentación

6.6.1.- Factores De Diseño

Como principales factores que entran en el diseño de los biodigestores y sus variables que vamos a considerar son:

- Niquelina
- Proceso de la descomposición de la materia orgánica
- Temperatura apropiada.
- La vida útil de servicio
- El mantenimiento, reparación y costo del biodigestor

6.6.1.1 La Niquelina

Este modelo consta de un recipiente de acero inoxidable, el cual proporciona una excelente condición en cuanto al sellado, ya que todos los accesorios estarían soldados o sellados mediante roscas. Para calentar el agua se utiliza una niquelina, y para evitar la pérdida de calor se reviste todo el cuerpo con lana de vidrio. Además consta de un orificio de carga y otro de descarga, con accesorios como un termómetro de bulbo y un manómetro de precisión.

6.6.1.2 Proceso de la descomposición de la materia orgánica

El biogás es producido por bacterias durante el proceso de biodegradación de materia orgánica en condiciones anaeróbicas, que artificialmente se obtiene en biodigestores.

Este proceso de biodegradación de materia orgánica se da por dos vías:

Descomposición Aeróbica

El oxígeno es el receptor de los electrones desprendidos en la descomposición biológica o degradación. Los organismos aerobios emplean la energía desprendida en el fenómeno de la descomposición para sus procesos de crecimiento y reproducción, y al mismo tiempo liberan una cantidad de calor.

Descomposición anaeróbica

Es, en la que el agente receptor de los electrones desprendidos de la degradación es otro compuesto distinto al oxígeno. Para el caso de la digestión anaeróbica la energía desprendida del proceso de descomposición es receptada por los enlaces de metano. La energía restante se emplea, al igual que en la descomposición aerobia, en los procesos metabólicos y en liberación de calor.

6.6.1.3.- Temperatura Apropiada

La temperatura afecta directamente la tasa de producción de biogás. Este puede ser producido a cualquier temperatura entre los 5°F, y los 100°F. Dentro de este rango entre más alta la temperatura mayor será la producción de gas. Pueden ser identificados tres rangos de temperatura: alta, media y normal.

6.6.1.4.- La vida útil de servicio

Depende básicamente en el tipo de material que se selecciona para la construcción del biodigestor en base a su resistencia mecánica. Los materiales influyen en la forma del diseño y su selección debe realizarse considerando todas sus propiedades mecánicas.

Este es un parámetro que se ve afectado por varios factores como: las condiciones mecánicas, cambio de los esfuerzos de trabajos en sus partes, corrosión, el tiempo de trabajo del equipo, el tipo de mantenimiento que se le da, etc. Se debe tomar en cuenta todos estos factores para darle una vida útil completamente admisible.

6.6.1.5.- El mantenimiento, reparación y costo del biodigestor

La intención que se pretende mediante el desarrollo de ésta investigación es disminuir costos de construcción, por lo tanto se utilizara materia orgánica y equipos que puedan obtenerse con facilidad en el Mercado Local y que sea de sencilla fabricación.

Al biodigestor se lo diseñará y construirá con un sistema sencillo de funcionamiento que permitirá un fácil mantenimiento y reparación, para así evitar un desgaste prematuro y mantener la vida útil de servicio del biodigestor.

6.7.- Diseño de un biodigestor

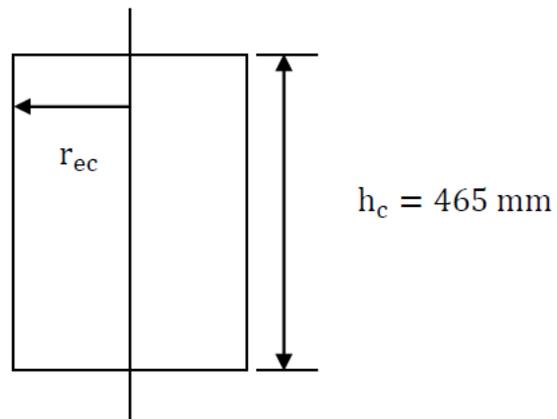
Para el diseño de un biodigestor se tomó el volumen del tanque

Tablas de equivalencias internacionales de las normas para acero inoxidable
(Anexo 2)

Acero inoxidable AISI 304 (Anexo 2)

$$V = 50 \text{ lt} * \frac{1\text{m}^3}{1000 \text{ lt}}$$

$$t = 1.5 \text{ mm}$$



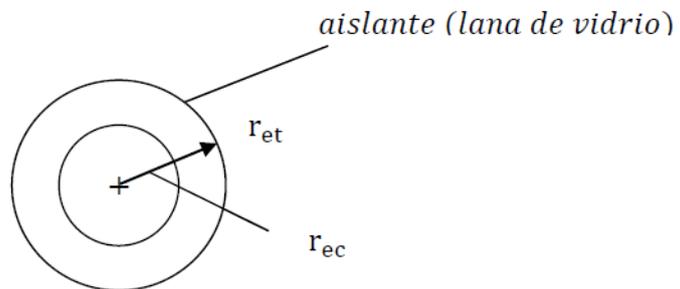
r_{ec} = cilindro interno del barril

$$r_{ec} = 185 \text{ mm}$$

$$r_{ic} = r_{ec} - t$$

$$r_{ic} = 185 - 1.5 \text{ mm}$$

$$r_{ic} = 183.5 \text{ mm}$$



r_{ec} = radio externo del cilindro

r_{et} = radio externo total

CALCULO DEL TIPO DE CILINDRO

Donde:

r = radio del recipiente.

t = espesor.

Pared Delgada

$$\frac{r}{t} > 10$$

$$\frac{183.58 \text{ mm}}{1.5 \text{ mm}} > 10$$

$$122.39 > 10$$

CILINDRO DE PARED DELGADA

Variables

r_{ec} = radio extremo del cilindro

r_{ic} = radio interno del cilindro

h_c = altura del cilindro

r_{et} = radio extremo total

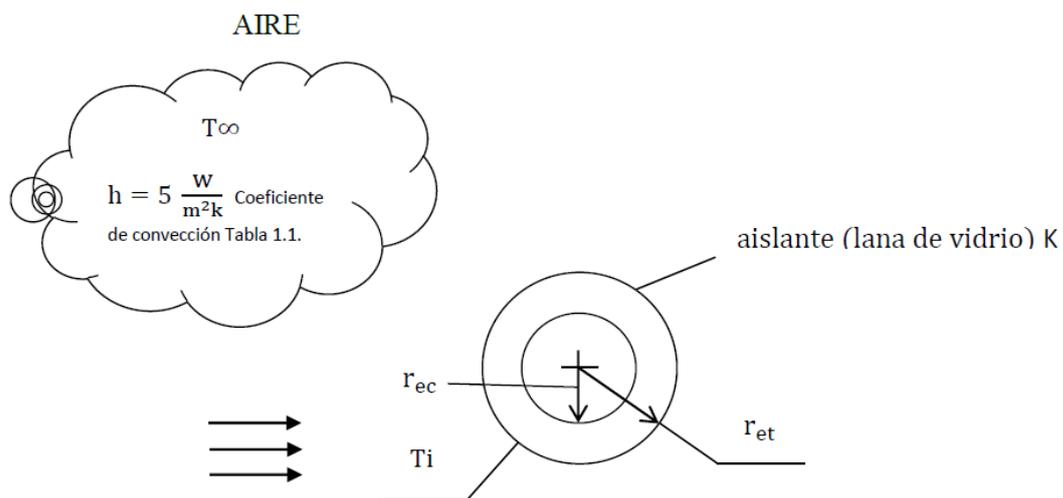
Determinación del espesor óptimo del aislante

Presión

Datos:

$$K_{\text{lana de vidrio}} = 0.046 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{k}}$$

TABLA A.3 (ANEXO 2)



Análisis para la obtención del radio crítico

La resistencia a la transferencia de calor entre el aislante y el aire es dominado por la conducción en el aislante y la convección en el aire. Por tanto el circuito térmico es.



$$\frac{1}{2\pi r h} \quad \frac{\ln\left(\frac{r}{r_i}\right)}{2\pi k}$$

Donde la resistencia, de conducción y convección por unidad de longitud y a través de la cual se obtiene la resistencia térmica total.

Deducción de la fórmula para la obtención del

r_i (Radio crítico)

R'_{TOTAL} = Resistencia térmica por unidad de longitud

$$R'_{TOTAL} = \frac{\ln\left(\frac{r}{r_i}\right)}{2\pi * k} \frac{1}{2\pi r h}$$

Dónde:

$$r = r_{et}$$

$$r_i = r_{ec}$$

Donde la transferencia de calor por unidad de longitud en el cilindro es:

q' = transferencia de calor por unidad de longitud que emite el tanque hacia el exterior

$$q' = \frac{T_{\infty} - T_i}{R'_{total}}$$

Un espesor óptimo de aislamiento estaría asociada con el valor de r que minimiza q o maximiza R'_{total} . Este valor se obtiene del requerimiento que:

$$\frac{dR'_{total}}{dr} = 0$$

De aquí:

$$\frac{1}{2\pi kr} - \frac{1}{2\pi r^2 h} = 0$$

O

$$r = \frac{k}{h}$$

Para determinar si el resultado anterior maximiza la resistencia total debe evaluarse la segunda derivada de aquí.

$$\frac{d^2 R'_{tot}}{dr^2} = \frac{1}{2\pi k r^2} + \frac{1}{\pi r^3 h}$$

o, en $r = k/h$,

$$\frac{d^2 R'_{total}}{dr} = \frac{1}{\pi \left(\frac{k}{h}\right)^2} * \left(\frac{1}{k} - \frac{1}{2k}\right) = \frac{1}{2\pi k^3/h^2} > 0$$

Como este resultado siempre es positivo, se sigue que:

$$r = \frac{k}{h}$$

Es el radio de aislamiento para el que la resistencia total es un mínimo, no un máximo. Por ello no existe un espeso de aislamiento optimo del resultado anterior tienen más sentido pensar en términos de un radio de aislamiento crítico.

$$r_{cr} = \frac{k}{h}$$

Por debajo del cual que aumenta al aumentar r y por arriba del cual que disminuye con el aumento de r.

Con $h_{aire} = 5 \frac{W}{m^2 \cdot k}$ Tabla A.1 (ANEXO 2)

$k = 0.046 \frac{W}{m \cdot k}$ Tabla A.3 (ANEXO 2)

$$r_{cr} = \frac{0.046 \frac{W}{m \cdot k}}{5 \frac{W}{m^2 \cdot k}} = 9.2 * 10^{-3} m$$

$r_{cr} = 9.2 \text{ mm}$

El tanque cilindro se utilizara para la producción de gas a partir de desechos orgánicos de animales como el estiércol de cerdo con los siguientes datos:

-Grado de inflamación = 6 a 12 % del volumen del aire Biogás } 66 % CH4
33 % CO2

-Temperatura de inflamación = 100°F

-Presión critica = 0.6 MPa = Po (presión de operación)

-Temperatura critica = 82.5 °C = 355.65K

-Densidad = 1.2 kg/m³

-Poder calorífico (90 % CH4): 7600 Kcal/m³

PH optimo = 7 – 7.2

Datos del tanque:

$$t = 1.5 \text{ mm}$$

$$h_c = 465 \text{ mm}$$

CALCULO DE LA PRESIÓN DEL DISEÑO (P)

Es el valor que debe utilizarse en las ecuaciones de las paredes constitutivas de los recipientes sometidos a presión.

$$\text{Si } P_o > 300 \text{ Psi}$$

$$\text{Si } P_o \leq 300 \text{ Psi}$$

$$P = 1.1 (P_o)$$

$$P = P_o + 30 \text{ Psi}$$

Dónde:

P = presión del diseño

P_o = presión de operación

$$P_o = 0.6 * 10^{-6} \frac{N}{m^2} * \frac{1 \text{ kg}}{9.8 \text{ N}} * \frac{2.2 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} * \frac{(25.4 \text{ mm})^2}{1 \text{ plg}} * \frac{1 \text{ m}^2}{(1000 \text{ mm})^2}$$

$$P_o = 87.02 \text{ Psi}$$

Como

$$P_o = 87.02 \text{ Psi} \leq 300 \text{ Psi}$$

$$P = (87.02 + 30) \text{ Psi}$$

$$P = 117.02 \text{ Psi}$$

CALCULO DE PRESIÓN DE PRUEBA (Pp)

Se entenderá por presión hidrostática la pruebas y se cuantificará por medio de la siguiente expresión.

$$Pp = P (1.5)\sigma_{ta}/\sigma_{td}$$

Dónde:

P = Presión

σ_{ta} = Esfuerzo a la tensión del material a la temperatura ambiente

σ_{td} = Esfuerzo a la tensión del material a la temperatura de diseño

Tapas únicamente a bombadas son empleadas paso recipiente de baja presión

Cálculos de esfuerzo

$$\emptyset_{\text{tanque}} = 14.57 \text{ plg. (Medido)}$$

$$\sigma_{Ta} = \frac{P \cdot \emptyset}{2t}$$

$$\sigma_{Ta} = \frac{117.02 \text{ Psi (14.57 plg)}}{2 (0.59)}$$

$$\sigma_{Ta} = 1444.89 \text{ Psi}$$

Esfuerzo admisible

Acero inoxidable AISI 304 Sy = 36 KPsi

$$F.S. = 4$$

$$\sigma_m = \frac{36000 \text{ Psi}}{4}$$

$$\sigma_m = 9000 \text{ Psi}$$

Para verificar si el tanque soporta la presión indicada verifica mediante.

$$\sigma_{\text{maxima}} \leq \sigma_{\text{medio}}$$

$$1444 \leq 9000$$

Por tanto el tanque soportara la presión

Calculo para obtener la dilatación que sufren las tapas del tanque interno.

Datos del diseño:

de = Dilatación de la tapa (plg)

P = Presión del diseño (Psi)

Ri = Radio interior de la tapa (plg)

E = Modulo de elasticidad del material

a = Eje mayor de la tapa

b = Eje menor de la tapa

u = Modulo de Poison

SOLUCION:

$$de = PR \left\{ 1 - \left(\frac{a}{2b} \right) - \left(\frac{u}{2} \right) \right\} tE$$

$$P = 117.02 \text{ Psi}$$

$$R_i = 7.285 \text{ pul}$$

$$E = 27.6 \text{ MPsi}$$

$$\emptyset = 14.570 \text{ pul}$$

$$u = 0.30 \text{ a } 0.31 = 0.35$$

$$a = 14.57 \text{ plg}$$

$$b = 7.285 \text{ plg}$$

$$\delta = 0.289 \text{ lb/plg}^3$$

$$\text{Punto de fusión} = 2650^\circ \text{ F}$$

$$\text{Coeficiente de expansión} = 10.1 * 10^{-6} \frac{\text{plg}}{\text{plg}} * ^\circ\text{F} \quad (70 \text{ a } 212^\circ\text{F})$$

$$de = (117.02 \text{ Psi})(7.285 \text{ plg}) \left[1 - \left(\frac{14.57 \text{ plg}}{2(7.285)} \right) - \left(\frac{0.305}{2} \right) \right] \frac{1}{(0.06)(27.195 * 10^3 \text{ Psi})}$$

$$de = 852.49 \frac{\text{lb}}{\text{plg}} * \frac{(1 - 0.99 - 0.1525)}{40792500}$$

$$de = -7.33 * 10^{-5} \text{ plg}$$

Deformación total

$$d = dc - de$$

Deformación en la parte cilíndrica

dc = Dilatación del cuerpo (plg)

P = Presión de diseño

Ri = Radio interior del cuerpo (plg)

E = Modulo de elasticidad del cuerpo del Psi

te = Espesor del cuerpo

u = Modo de Poison acero

SOLUCION:

$$dc = \frac{\frac{PRi}{2Et}}{2 - u} * \frac{PRi}{\frac{2 Et_c}{2 - u}}$$

P = 117.02 Psi

Ri = 7.285 plg

E = 27.6 MPsi

u = 0.305

tc = 1.5 mm = 0.06 plg

$$dc = \frac{(117.02 \text{ Psi})(7.285)(2 - 0.305)}{2 (27.6 \text{ MPsi})(0.06)}$$

$$dc = 4.42 * 10^{-4} \text{ plg}$$

Deformación total d

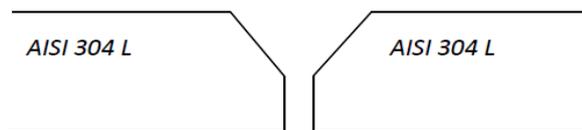
$$d = d_c - d_e$$

$$d = [4.42 * 10^{-4} - (-7.33 * 10^{-5})] \text{ plg}$$

$$d = 5.15 * 10^{-4} \text{ plg}$$

Solución del electrodo

Acero inoxidable AISI 304



METAL BASE AISI 304

MATERIAL	% C	% Mn	% Si	% Cr	% Ni	% Mo
AISI 304	0.1	0.35	0.1	18	10	-

Cálculos

$$\% \text{ Cr} = \% \text{ Cr} + \% \text{ Mo} + 1.5 \% \text{ Si} + 0.5 \% \text{ Nb}$$

$$\% \text{ Ni} = \% \text{ Ni} + 30 \% \text{ C} + 0.5 \% \text{ Mn}$$

AISI 304 L

$$\% \text{ Cr} = 20 + 1.2 + 1.5 (0.12) + 0 = 21.38$$

$$\% \text{ Ni} = 10 + 30 (0.04) + 0.5 (0.52) = 11.46$$

Nota:

Un cordón excelente contiene de 5 a 10 % de ferrita

Según Norma AWS /ASME SFA -5.4 el electrodo adecuado es el E 308-16

Posiciones = todos excepto vertical descendente

Corriente = Alterna o continua Polo Positivo (+)

Cálculo del volumen del biodigestor

V_{VD} = Volumen del biodigestor

TR = Tiempo de potencia

C_f = Cantidad de fermentacion o carga de biomasa

$$V_{VD} = C_f \left(\frac{1}{\text{dia}} \right) * TR \text{ (dias)}$$

$$C_f = \frac{VD}{TR}$$

$$C_f = 75 \% V_{VD}$$

Esto se debe cumplir ya que el 25 % restante del volumen servirá para al almacenamiento de metano.

$$C_f = 0.75 * V_{VD}$$

$$C_f = 0.75 (0.05 \text{ m}^3)$$

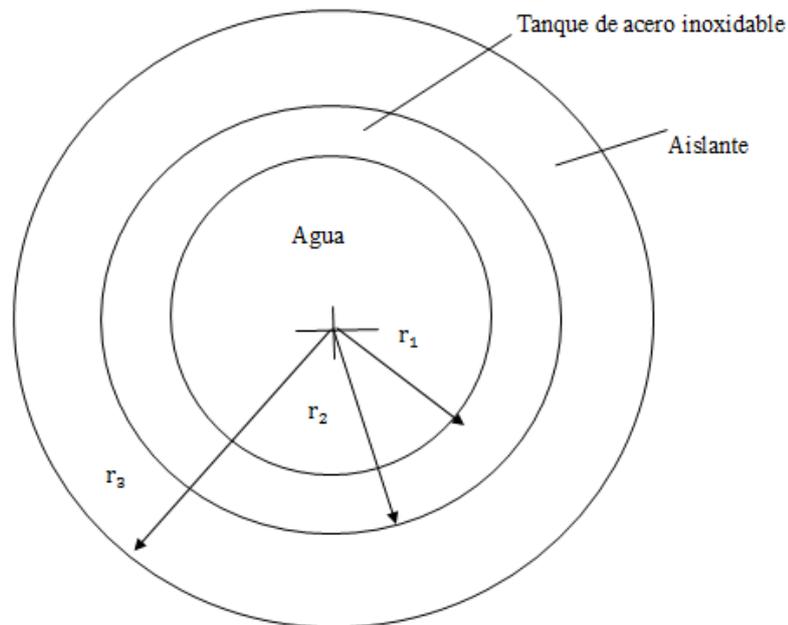
$$C_f = 0.0375 \text{ m}^3$$

Una vez determinada C_f se puede determinar los porcentajes tanto de agua como del estiércol

Razón de mezcla: 1 parte de estiércol

3 partes de agua

Por lo tanto 25% C_f con una mezcla de estiércol de cerdo.



Analisis por resistencias



$$\dot{E} = \frac{T_i - T_\infty}{\frac{1}{2\pi L r_1 h_2}} + \frac{\ln(r_2 / r_1)}{2\pi k A L} + \frac{\ln(r_3 / r_2)}{2\pi L k B}$$

Datos:

$T_i = 313 \text{ K}$

$T_\infty = 293 \text{ K (ambiente)}$

$$L = 0.56 \text{ m}$$

$$r_1 = 0.185 \text{ m}$$

$$r_2 = 0.1865 \text{ m}$$

$$r_3 = ?$$

$$h_1 = 100 \text{ W/m}^2\text{k}$$

$$h_2 = 20 \text{ W/m}^2\text{k}$$

$$K_A = 15.1 \text{ W/m k}$$

$$K_B = 0.046 \text{ W/m k}$$

Dónde:

T_i = Temperatura interna

T_∞ = Temperatura ambiente

T_{aire} = Temperatura del aire

L = Longitud del tanque

r_1 = Radio interno del tanque

r_2 = Radio externo del tanque

r_3 = Radio exterior del aislante

h_1 = Coeficiente de convección del agua

h_2 = Coeficiente de convección del aire

K_A = Coeficiente de conducción del acero inoxidable

K_B = Coeficiente de conducción del aislante (lana de vidrio)

Análisis del balance de energía para la obtención del espesor óptimo de la lana de vidrio.

$$\dot{E}_{en} = \dot{E}_{sal}$$

Solución

$$\dot{E}_{en} = \frac{T_{\infty} - T_i}{\frac{1}{2 \pi L r_1} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2 \pi K_A L} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{2 \pi K_B L}}$$

$$\dot{E} = \frac{(313-293)}{\frac{1}{2 \pi \cdot 0.56 \text{ m} (0.185 \text{ m}) 1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} + \frac{\ln\left(\frac{0.186}{0.185}\right)}{2 \pi (0.56) \left(15.1 \frac{\text{W}}{\text{mk}}\right)} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{0.186}\right)}{2 \pi (0.56) \left(0.046 \frac{\text{W}}{\text{mk}}\right)}}$$

$$\dot{E} = \frac{20}{1.534 \cdot 10^{-3} + 1.52 \cdot 10^{-4} + \frac{\ln(r_3 / 0.186)}{0.16}}$$

$$\dot{E}_{en} = \frac{20}{1.686 + \frac{\ln(r_3 / 0.186)}{0.16}}$$

$$\dot{E}_{en} = \frac{20}{1.686 + \frac{\ln(r_3)}{0.16} - \frac{\ln 0.186}{0.16}}$$

$$\dot{E}_{sal} = 20(2)(\pi)(0.2)(r_3)(293 - 287)$$

$$\dot{E}_{sal} = 43.76 r_3$$

$$\dot{E}_{en} = \dot{E}_{sal}$$

$$\dot{E}_{en} - \dot{E}_{sal} = 0$$

$$\frac{20}{1.686 + \frac{\ln(r_3)}{0.16}} - 43.76 r_3 = 0$$

Método de interactiva para la obtención de r_3 (radio es exterior del aislante)

Valor r_3	Resultados de la ecuación
0.18	5.62
0.19	2.6
0.2	0.59
0.205	0.25

El valor recomendado para el espesor es:

$$r_3 = 0.205$$

$$t = r_3 - r_2$$

$$t = 0.205 - 0.1865$$

$$t = 0.019 \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 1.9 \text{ cm}$$

6.8.- Metodología

El desarrollo de la presente propuesta se encuentra sustentado en el marco teórico investigado en el capítulo II, de donde se obtienen referencias para proceder con la construcción del biodigestor, para ello se debe primero subdividir el trabajo de construcción, tomando en cuenta las diferentes partes que lo conforman.

Para seguir de una forma secuencial y no tener complicaciones en la construcción del biodigestor se plantea de la siguiente forma:

1. Creación de los distintos orificios para la colocación de la Niquelina, Entrada y salida del abono, manómetro de presión, termómetro de temperatura, colocación de las llaves de control del gas.



FIGURA 1.- ORIFICIO PARA LA ENTRADA DEL ABONO ORGANICO



FIGURA 2.- ORIFICIO PARA LA COLOCACION DE LA SALIDA DEL ABONO ORGANICO



FIGURA 3.- SALIDA DEL ABONO ORGANICO



FIGURA 4.- ORIFICIO PARA LA COLOCACION DE LA NIQUELINA



FIGURA 5.- COLOCACION DE LA NIQUELINA



FIGURA 6.- ORIFICIO DEL MANÓMETRO DE PRESIÓN



FIGURA 7.- COLOCACION DEL MANÓMETRO DE PRESIÓN



FIGURA 8.- COLOCACIÓN DEL TERMÓMETRO DE TEMPERATURA



FIGURA 9.- COLOCACION DE LA LLAVE PARA LA SALIDA DEL GAS

2. Cubrimiento con lana de vidrio



FIGURA 10.- COLOCACION DE LA LANA DE VIDRIO

3. Forrar con tol



FIGURA 11.- MOLDE DE LA TOLVA PARA EL TANQUE



FIGURA 12.- COLOCACIÓN DE LA TOLVA



FIGURA 13.- INSTALACIÓN DE TODO

4. Recolección del abono orgánico: EN LA PARROQUIA TOTORAS



FIGURA 14.- RECOLECCIÓN DEL ABONO

Fuente: Investigador



FIGURA 15.- RECOLECCIÓN DEL ABONO

Fuente: Investigador



FIGURA 16.- RECOJIDO EL ABONO DE CERDO

Recolección de estiércol de cerdo

En el cantón Patate





1. Biodigestor Instalado Todos Los Implementos



2. Funcionamiento del biodigestor con el estiércol de cerdo

Colocación del estiércol por el orificio de entrada



Ajuste de la tapa de entrada del estiércol



Conectado a la energía eléctrica



Encendido



Funcionando

6.9.- Administración

A continuación se presentan los costos de los materiales que se utilizaron para la construcción de un biodigestor.

Recursos Materiales Y Económicos

Comprende materia prima, equipos y accesorios que intervienen directamente en el proyecto:

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Subtotal (USD)
1	acero inoxidable	350	350,00
1	Plancha de tol de 0.75	150	150,00
2	Niquelina	64	64,00
2	Termostato	40	40,00
1	Termómetro bimetalico rango 0/100 °F	90	90,00
1	Neplo de acero inoxidable	15	15,00
1	Tapón hembra de acero inoxidable 2"	15	15,00
1	Manómetro de rango 0 a 1 MPA	25	25,00
1	Lana de vidrio	12	12,00
1	Pasta selladora de rosca	4.85	4.85
1	Electrodos	0.95	11.40
1	10 metros Cable N° 10	10	10,00
2	Llave de paso	12	24,00
TOTAL			811,25

Tabla 6.1 Hoja de costos directos

Fuente: Elaborado por el investigador

Costo De Maquinaria Y Herramientas

Maquinaria	Costo/Hora	Horas empleadas	Subtotal (USD)
Taladro	4	5	20,00
Suelda Eléctrica	1,4	1	1,40
Instalación de accesorios	2	3	6,00
pintura	1	2	2,00
Otros			20,00
TOTAL			49,40

Tabla 6.2 Hoja costos de maquinaria

Fuente: Elaborado por el investigador

Costo De Gastos De Movilización

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Subtotal (USD)
8	Combustible y pasajes	20	20,00
1	Transporte de la maquina	10	10,00
TOTAL			30,00

Tabla 6.3 Costo de gastos de movilización

Fuente: Elaborado por el investigador

Costos Varios

Descripción	Costo (USD)
Copias	15,00
Impresiones	60,00
Internet	60,00
Imprevistos	300,00
Total	435,00

Tabla 6.4 Costos Varios

Fuente: Elaborado por el investigador

COSTO TOTAL DEL PROYECTO

Descripción	Costo (USD)
Costos Directos	811,25
Costo De Maquinaria Y Herramientas	49.40
Costo De Gastos De Movilización	30
Costos varios	435
Total	1325,65

Tabla 6.5 Costo total del proyecto

Fuente: Elaborado por el investigador

6.10.- Previsión De La Evaluación

MANUAL DE SEGURIDAD DE UN BIODIGESTOR

INTRODUCCION:

Sr. Propietario

El manual de seguridad ha sido preparado para ayudarle a utilizar al máximo el biodigestor de una manera segura y libre de averías.

Por favor lea atentamente antes de proceder a ponerlo en funcionamiento.

IMPORTANTE

ADVERTENCIA- PRECAUCION-NOTA

ADVERTENCIA

Indica un peligro potencial que podría

PRECAUCIÓN

Indica un peligro potencial que podría

NOTA

Encierra una información especial para facilitar el mantenimiento o aclarar una instrucción.

RECOMENDACIONES ANTES DE PONER EN FUNCIONAMIENTO EL BIODIGESTOR

ADVERTENCIA

Antes de poner en funcionamiento el biodigestor el responsable de la operación deberá ser instruido en cuanto al manejo correcto y seguro del biodigestor. Por lo tanto recomendamos:

- La utilización correcta de la máquina y herramientas para mantenimiento, seguridad y un factor de máxima importancia en la prevención de accidentes.

PRECAUCIÓN

- No está autorizada la utilización del biodigestor para otros fines que no sean indicados en el manual de operación.
- Observe que los implementos del sistema estén ajustados y bien ubicados antes de ponerla en funcionamiento.
- Mantenga fuera del alcance de los niños, animales y lugares peligrosos.
- Verifique si no hay herramientas u otros objetos sobre el biodigestor que puedan causar daños en el momento del encendido.
- Antes de ajustar o hacer mantención del biodigestor es necesario que la niquelina se encuentre desconectada de sus alimentaciones de 110 voltios y 24 voltios para evitar quemadura por esta.

BIBLIOGRAFÍA

Galo L. Naranjo. Tutoría de la investigación científica.

Dimensionamiento y diseño de biodigestores y plantas de biogás – Dipl. Ing. Gabriel Moncayo Romero

Fundamentos de transferencia de calor: Cuarta Edición, Autor: FRANK P. INCROPERA DAVID P. DEWWII

Internet

<http://www.utafoundation.org/publications/botero%26preston>

<http://http://Acuña, Miguel. Manuel Técnico para construir y mantenimiento de biodigestor.INE 1984.>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Biodigestor>

<http://ww.consumer.es › .› Energía>

<http://biodigestores.org/.../biodigestores-en-el-mundo>

<http://www.proteger.org.ar/doc257.html>

<http://www.biodigestor.com>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Biodigestor>

[www.agricultura_org/ainia/ pionero investigador en la obtención de biogás a partir de residuos citicos y ganaderos.htm.](http://www.agricultura_org/ainia/ pionero investigador en la obtención de biogás a partir de residuos citicos y ganaderos.htm)

Plan de energía renovable en España 2005-2010

www.porquebiotecnologia_com_ar.htm

<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energias/Energia22/HTML/articulo04.htm>

<http://es.scribd.com/doc/58157258/08-7294>

http://www.oiporc.com/plantilla/images/stories/pdf/3.2_MANUAL_BIODIGESTOR.pdf

<http://www.inta.gov.ar/info/bioenergia/Manual%20para%20la%20produccion%20de%20biogas%20del%20IIR.pdf>

<http://www.sindominio.net/~carolina/NAP-MANUAL.htm>

<http://es.scribd.com/doc/11300037/Diseno-y-calculo-de-Tanques-de-Almacenamiento>

<http://www.monografias.com/trabajos3/recipientes/recipientes.shtml>

<http://es.scribd.com/doc/17247549/disenio-y-calculo-de-recipientes-a-presion>

<http://www.miliarium.com/prontuario/Tablas/Quimica/PropiedadesTermicas.htm>

<http://www.convertworld.com/es/presion/Pascal.html>

http://www.alloywire.com/spanish/alloy_stainless_steel_304.html

<http://www.sindominio.net/~carolina/NAP-MANUAL.htm>

<http://www.lincolnelectric.com.co/mod/pdf/grinox4.pdf>

<http://www.fao.org/DOCREP/006/AD098S/AD098S08.htm>

ANEXOS

ANEXO 1

2.11.11 MUESTREO POR CUOTAS

Es similar al estratificado, divide a la población en estratos y conserva en la muestra la misma proporción que los estratos tienen en la población o se da una cuota fijada a cada estrato.

2.11.12 MUESTREO DE CAMPO

Consiste en la aplicación de los instrumentos en los cuales se registran los datos de acuerdo a la técnica establecida y se basa en la observación directa de las características del fenómeno a estudiar.

2.12 TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS (STATS)

Constituye un instrumento técnico integrado por varios grupos de números determinados al azar, es decir por procedimientos aleatorios.

2.13 REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN

Luego de aplicados los instrumentos de recolección de datos, es necesario de manera inmediata proceder a la revisión, a fin de efectuar las correcciones y clasificaciones pertinentes. Es decir para depurar la información.

Esto implica la comprobación de que los datos proceden de la fuente, analizando instrumento por instrumento. Además se verificará que cada pregunta tenga una respuesta. En caso de tener un número considerable de ítems sin contestar, se puede anular el instrumento.

2.14 TAMAÑO DE LA MUESTRA (EJEMPLOS)**2.14.1 CUANDO SE CONOCE LA POBLACION (Willan GOO De, Raúl Haui)**

Podemos aplicar cualquiera de las tres fórmulas que se detallan a continuación:

$$1. \quad n = \frac{N \sigma^2 Z^2}{(N - 1) E^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra
- N = Universo o Población
- σ = Varianza
- Z = Nivel de confianza deseado
- E = Límite aceptable de error muestral

La Tabla 9.1 muestra los valores de z_c correspondientes a varios niveles de confianza usados en la práctica. Para niveles de confianza que no aparecen en la tabla, los valores de z_c se pueden encontrar gracias a las tablas de áreas bajo la curva normal (Apéndice II).

Tabla 9.1

Nivel de confianza	99.73%	99%	98%	96%	95.45%	95%	90%	80%	68.27%	50%
z_c	3.00	2.58	2.33	2.05	2.00	1.96	1.645	1.28	1.00	0.6745

Tamaño de la muestra con el 5% de error $n = 243$

Cálculo de la fracción muestral:

$$f = \frac{n}{N} = \frac{243}{620}$$

$$f = 0,3919$$

Distribuimos proporcionalmente el tamaño de la muestra al tamaño de los diferentes estratos, multiplicando la población del estrato por la fracción muestral como se demuestra a continuación:

Estrato alto	$120 \times 0,3919 =$	47,02	aproximado	47
Estrato medio	$350 \times 0,3919 =$	137,16	aproximado	137
Estrato bajo	$150 \times 0,3919 =$	59,78	aproximado	59

2.11.4 MUESTREO POR CONGLOMERADOS

(Superficies o áreas Geográficas). Es similar a la estratificada pero en este caso se trata de una estratificación cartográfica o de grupos de elementos que no han sido clasificados previamente.

Esta selección se diferencia de la estratificada en que las áreas o conglomerados son intrínsecamente heterogéneos, mientras que los estratos tienden a una homogeneidad interna. Para su cálculo seguimos el siguiente procedimiento:

- Delimitamos la población objeto de la investigación
- Levantamos el plano, croquis o carta geográfica en la que se encuentra la población.
- Dividimos en zonas, sectores, manzanas, etc. (de acuerdo al tipo de investigación, a la clase de población, a las necesidades y a los recursos disponibles)
- Numeramos separadamente cada una de estas diferentes divisiones y subdivisiones.
- Determinamos los métodos de selección que vamos a utilizar, ya que suele emplearse distintos tipos de acuerdo a las necesidades.

2.11.5 MUESTREO SISTEMÁTICO O EN SERIE

Este es un método que se utiliza por ser simple, directo y económico. Para su cálculo seguimos el siguiente procedimiento:

Calculamos el intervalo de selección, dividiendo el tamaño de la población para el tamaño de la muestra, esto es:

$$F = \frac{N}{n}$$

F = Intervalo de selección

n = Tamaño de la Muestra

N = Población o Universo

ANEXO 2

TABLA DE ACERO INOXIDABLE

EQUIVALENCIAS INTERNACIONALES DE LAS NORMAS PARA ACEROINOXIDABLE

NORMAS PARA ACEROS INOXIDABLES – EQUIVALENCIAS INTERNACIONALES							
AISI	SAE	DIN N°	DIN	UNI	AENOR	BS	JIS
ESTADOS UNIDOS	ESTADOS UNIDOS	ALEMANIA	ALEMANIA	ITALIA	FRANCIA	GRAN BRETAÑA	JAPON
302	30302	1.4319	X5CrNi 18-7	X10CrNi 18-09	Z10CN18.9	302 S26	SUS 302
303	30303	1.4305	X10CrNiS 18-9	X10CrNiS 18-9	Z8CNF18.9	303 S21	SUS 303
304	30304	1.4301	X5CrNi 18-10	X5CrNi 18-10	Z8CN 18.9	304 S18	SUS 304
316	30316	1.4401	X5CrNiMo 17.12.2	X5CrNiMo 17.12	Z8CND 17.11.2	316 S25	SUS 316
321	30321	1.4541	X6CrNiTi 18.10	X6CrNiTi 18.11	Z8CNT 18.10	321 S31	SUS 321
410	51410	1.4006	X10 Cr13	X10 Cr13	Z10 C13	410 S21	SUS 410
416	51416	1.4005	X12 CrS13	X12 CrS13	Z11 CF13	416 S21	SUS 416
420	51420	1.4021	X20 Cr13	X20 Cr13	Z20 C13	420 S37	SUS 420.J1
430	51430	1.4016	X6 Cr17	X8 Cr17	Z8 C17	430 S17	SUS 430

FUENTE: Tubos y Productos Industriales del Istmo, S.A. de C.V.
Especialistas en Aceros Inoxidables.

Apéndice A ■ *Propiedades termofísicas de la materia*

TABLA A.3 *Continuación*

Materiales y sistemas de aislamiento

Descripción/composición	Propiedades típicas a 300 K		
	Densidad, ρ (kg/m ³)	Conductividad térmica, k (W/m · K)	Calor específico, c_p (J/kg · K)
Manta y fibra			
Fibra de vidrio, revestida de papel	16	0.046	—
	28	0.038	—
	40	0.035	—
Fibra de vidrio, recubierta; forro de tubo	32	0.038	835
Tablero y losa			
Vidrio celular	145	0.058	1000
Fibra de vidrio, unión orgánica	105	0.036	795
Poliestireno, expandido			
Estirado (R-12)	55	0.027	1210
Lechos moldeados	16	0.040	1210
Lámina de fibra mineral; material de techado	265	0.049	—
Madera, triturada/encementada	350	0.087	1590
Corcho	120	0.039	1800
Relleno suelto			
Corcho, granulado	160	0.045	—
Óxido de silicio diatomáceo, polvo grueso	350	0.069	—
	400	0.091	—
Óxido de silicio diatomáceo, polvo fino	200	0.052	—
	275	0.061	—
Fibra de vidrio, vaciado o soplado	16	0.043	835
Vermiculita, hojuelas	80	0.068	835
	160	0.063	1000
Formado/espumado de origen			
Granos de lana mineral con aglomerantes de asbestos/ orgánicos, pulverizados	190	0.046	—
Mástique de corcho de acetato polivinilo; pulverizado o fratasado	—	0.100	—
Uretano, mezcla de dos partes; espuma rígida	70	0.026	1045
Reflectivo			
Hoja de aluminio que separa capas de vidrio harinosas; 10–12 capas, al vacío; para aplicaciones criogénicas (150 K)	40	0.00016	—
Hoja de aluminio y papel de vidrio laminado; 75–150 capas; al vacío; para aplicación criogénica (150 K)	120	0.000017	—
Polvo de óxido de silicio típico, al vacío	160	0.0017	—

Capítulo 1 ■ *Introducción*

TABLA 1.1 Valores típicos del coeficiente de transferencia de calor por convección

Proceso	h (W/m ² · K)
Convección libre	
Gases	2-25
Líquidos	50-1000
Convección forzada	
Gases	25-250
Líquidos	50-20,000
Convección con cambio de fase	
Ebullición o condensación	2500-100,000

ANEXO 3

FICHA DE OBSERVACIÓN

FICHA DE OBSERVACIÓN:

Ejecutor responsable:

.....

Fecha de ejecución:

.....

1. TEMA:

.....
.....

1.1. Datos de identificación en el laboratorio:

.....
.....
.....

1.2. Características del espacio de trabajo:

.....
.....
.....

1.3. ¿Qué presión marca el biodigestor al máximo del tiempo en el ensayo producido por energía alternativa mediante el abono orgánico de animales?

- Abono de cuy
- Abono de cerdo.....
- Abono de codorniz.....

1.4. ¿Qué temperatura marca el biodigestor al máximo del tiempo en el ensayo producido por energía alternativa mediante el abono orgánico de animales?

- Abono de cuy
- Abono de cerdo.....
- Abono de codorniz.....

1.5. ¿Qué presión produce el gas metano en el biodigestor?

.....

1.6. ¿Qué consistencia presenta el abono orgánico?

.....

1.7. ¿Qué medidas presenta el biodigestor?

.....

1.8. ¿Qué volumen puede contener el biodigestor?

.....

ANEXO 4

GUÍA DE OBSERVACION

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Ensayo N.....

Análisis de resultados de la prueba con: Abono de.....

DATOS GENERALES:

DATOS DEL TANQUE:

Temperatura de inflamación:.....

Espesor:

Presión de operación (Po):.....

Altura del cilindro:.....

Densidad:

N.	Tiempo (min)	Volumen (lt)	Presión (Mpa)	Temperatura (° F)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

ANEXO 5

ENCUESTA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA

CUESTIONARIO

Objetivo.- Realizar un biodigestor generador de gas metano mediante abono orgánico para prácticas de energías alternativas en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Indicaciones.- Marque con una X la opción que usted crea conveniente; sin hacer manchones.

Información específica:

1.- ¿Creé usted que la práctica de energías alternativas favorece el aprendizaje en los estudiantes?

SI

NO

2.- ¿Sabe usted que el estiércol de algunos animales puede generar gas?

SI

NO

3.- ¿Conoce usted algún tipo de estiércol de animal que genere gas?

SI

NO

4.- ¿Cree usted que la práctica de energías alternativas produce contaminación.....?

SI

NO

5.- ¿Cree usted que el biogás se produce por medios naturales o dispositivos específicos?

SI

NO

6.- ¿Considera usted que color del abono orgánico intervenga en la producción de gas metano en el ensayo del biodigestor?

SI

NO

7.- ¿Sabe cuántas clases de biodigestor existen?

SI

NO

8.- ¿Creé usted que es importante que exista un biodigestor en la Carrera de Mecánica?

SI

NO

9.- ¿Conoce algún tipo de biodigestor que funcione en nuestra Provincia?

SI

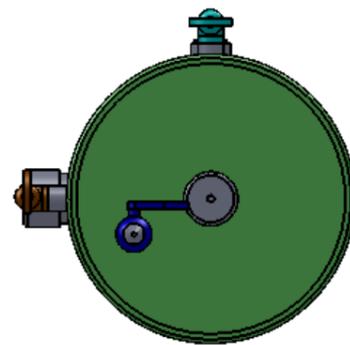
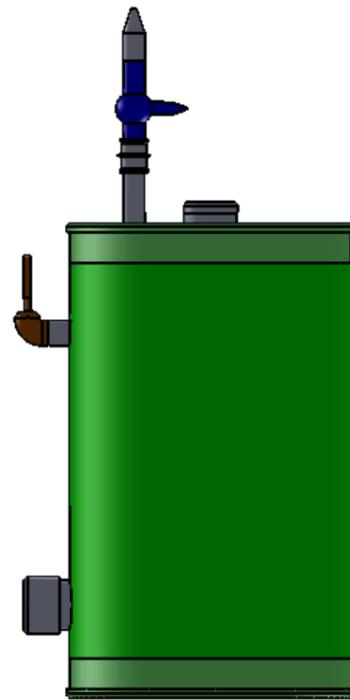
NO

10.- ¿Creé usted que un biodigestor puede generar energía eléctrica?

SI

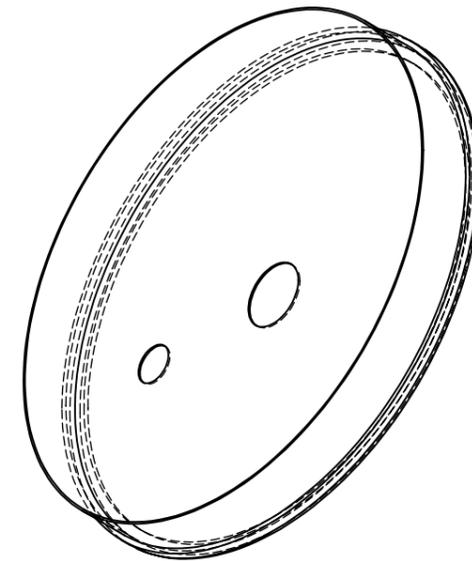
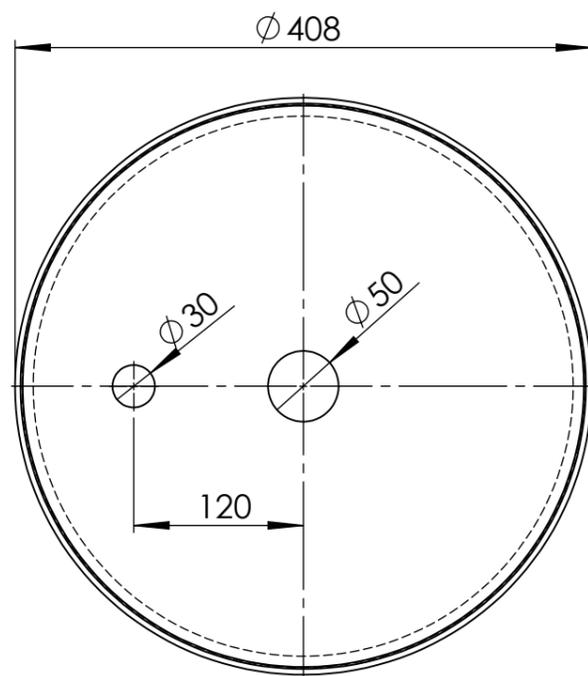
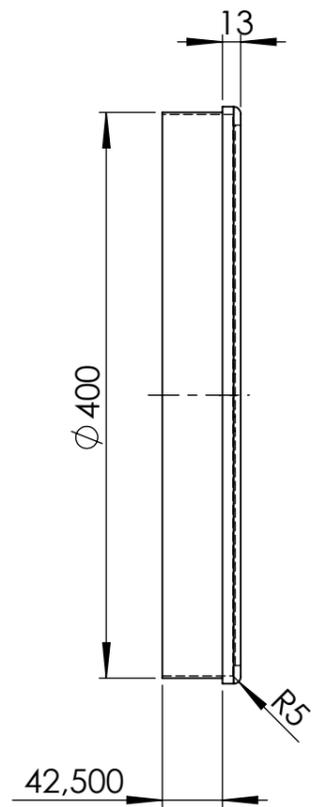
NO

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN



ESC:1:5

				Tolerancia +0.1 -	(Peso) 35kg	ACERO	
						BIODIGESTOR	ESCALA 1:10
				Fecha	Nombre		
				Dib. 15-08-2011	GARZON M.		
				Rev. 15-08-2011	Ing. Valencia.S		
				Apro. 15-08-2011	Ing Valencia.S	01 (Sustitución)	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO			



				Tolerancia	(Peso)	ACERO GALVANIZADO	
				+0.1	0.5kg		
				-			
					Fecha	Nombre	TAPA SUPERIOR EXTERIOR
				Dib.	15-08-2011	GARZON M.	
				Rev.	15-08-2011	Ing. Valencia.S	
				Apro.	15-08-2011	Ing Valencia.S	
							06
							(Sustitución)
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO			ESCALA 1:5



