

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	ii
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xvii
RESUMEN.....	I

### CAPITULO 1: GENERALIDADES

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Definición del Problema.....	3
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 General.....	5
1.3.2 Específicos.....	5
1.4 Alcance.....	6
1.5 Justificación.....	7

### CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Biomasa.....	8
2.1.1 La formación de la biomasa.....	11
2.1.2 El origen de la biomasa: la fotosíntesis.....	11
2.1.3 Fuentes de biomasa para fines energéticos.....	12
2.1.4 La biomasa y sus formas.....	13
2.1.5 La obtención de energía útil a partir de la biomasa.....	14

2.2 Biodigestión anaeróbica para la producción de biogás.....	15
2.2.1 Principales parámetros que influyen en la producción de biogás..	18
• Materia Prima.....	19
• Temperatura.....	20
• Velocidad de Carga Volumétrica.....	22
• Tiempo de retención.....	23
• Relación Carbono / Nitrógeno.....	24
• Porcentaje de sólidos.....	25
• Valor de acidez.....	26
• Agitación – Mezclado.....	28
• Humedad.....	29
2.3 Aplicaciones.....	29
2.3.1 Gas Combustible.....	29
2.3.2 Producción eléctrica.....	29
2.3.3 Biocombustibles.....	30
2.3.4 Calor y Vapor.....	30
2.4 Tipos de Mezcla de biomasa.....	31
2.4.1 Biomasa Natural.....	31
2.4.2 Biomasa Residual.....	31
2.4.3 Cultivos Energéticos.....	32
2.4.4 Excedentes Agrícolas.....	32
2.5 Etapas de digestión.....	32
2.5.1 Hidrólisis.....	33
2.5.2 Acidificación.....	33
2.5.3 Metanogénesis.....	34
2.6 Análisis Estequiométrico.....	35
2.7 Principios Cinéticos.....	38
2.8 Tiempo Mínimo de Retención.....	42

## **CAPÍTULO 3: DISEÑO DEL BIODIGESTOR Y ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN**

3.1 Diseño de la Estructura de protección.....	44
------------------------------------------------	----

3.2 Tipos de Biodigestores.....	49
3.2.1 Concepto.....	49
3.2.2 Tipos.....	50
3.2.2.1 Biodigestor del domo flotante (Indio).....	50
3.2.2.2 Biodigestor de domo fijo (Chino).....	51
3.2.2.3 Biodigestor de estructura flexible.....	52
3.2.2.4 Digestor con tanque de almacenamiento tradicional y cúpula de polietileno.....	53
3.2.2.5 Digestores de alta velocidad o flujo inducido.....	54
3.2.2.6 Instalaciones Industriales.....	57
3.3 Análisis de Alternativas y selección.....	59
3.3.1 Factores humanos.....	59
3.3.2 Factores biológicos.....	59
3.3.3 Factores físicos.....	59
3.3.4 Factores de construcción.....	60
3.3.5 Factores utilitarios.....	60
3.4 Diseño del biodigestor.....	63
3.4.1 Dimensionamiento.....	63
3.4.2 Volumen del Biodigestor.....	67
3.4.3 Cálculo de la Longitud del Biodigestor.....	69
3.4.4 Diseño del Dique de Asentamiento.....	71
3.4.5 Diseño de los tanques de carga y descarga.....	72
3.4.6 Diseño de la Salida de Gas.....	76

## **CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE.**

4.1 Construcción de componentes del Biodigestor.....	78
4.1.1 Ubicación.....	78
4.1.2 Secuencia a seguir para la construcción y el montaje del biodigestor.....	81
4.1.3 Preparación de la funda plástica.....	88
4.1.4 Colocación de la línea de salida de gas.....	90
4.1.5 Colocación de la línea de carga.....	92
4.2 Montaje.....	94

4.2.1 Llenado de la funda de polietileno con aire.....	94
4.2.2 Colocar el biodigestor en la zanja.....	96
4.2.3 Colocación de la tubería de gas.....	99
4.2.4 La trampa de agua (válvula de escape de gas).....	100
4.2.5 Reservorio de biogás.....	102
4.2.6 Tanques de almacenamiento y distribución de biogás.....	104
4.2.7 Biodigestor completo.....	104
4.2.8 Diagramas de flujo.....	106
4.2.9 Diagrama de procesos.....	113
4.2.10 Materiales necesarios para construir el biodigestor.....	115
4.2.11 Operación y Mantenimiento.....	118
4.2.11.1 Manual de Operación.....	118
4.2.11.2 Mantenimiento.....	122

## **CAPÍTULO 5: IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS**

5.1 Protocolo de Pruebas.....	125
5.1.1 Datos iniciales de carga del biodigestor.....	125
5.1.2 Control de parámetros para la generación de biogás.....	126
5.1.3 Determinación del flujo diario de biogás.....	127
5.1.4 Comparación del consumo de biogás con relación al gas de uso doméstico.....	128
5.1.5 Comparación del consumo de biogás con relación a la gasolina en un motor de 4 HP.....	128
5.1.6 Determinación del consumo másico de aire del motor de 4 HP al funcionar con biogás.....	129
5.1.7 Determinación de la producción diaria de biol.....	130
5.2 Normativas.....	130
5.3 Análisis comparativo de resultados.....	131
5.3.1 Resultados obtenidos del Biodigestor.....	131
5.3.2 Determinación del flujo diario de biogás.....	135
5.3.3 Comparación del consumo de biogás con relación al gas de uso doméstico.....	135

5.3.4 Comparación del consumo de biogás con relación a la gasolina en un motor de 4 HP.....	136
5.3.5 Determinación del consumo másico de aire del motor de 4 HP al funcionar con biogás .....	136
5.3.6 Determinación de la producción diaria de biol.....	137

## **CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL**

6.1 Tipos.....	138
6.1.1 Descripción de los parámetros ambientales.....	144
6.1.1.1 Fase de Construcción.....	145
6.1.1.2 Fase de Operación y Mantenimiento.....	150
6.1.2 Descripción de las acciones del proyecto que afectan al medio ambiente.....	152
6.1.2.1 Fase de Construcción.....	152
6.1.2.2 Fase de Operación y Mantenimiento.....	153
6.1.3 Reglamentaciones y Leyes existentes.....	154
6.2 Matrices.....	155
6.2.1 Proceso de Construcción.....	155
6.2.2 Proceso de Operación y mantenimiento.....	155
6.3 Repercusiones.....	156
6.3.1 Jerarquización de parámetros ambientales y acciones del proyecto.....	156
6.3.2 Diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación..	158

## **CAPÍTULO 7: ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO.**

7.1 Análisis Económico.....	159
7.1.1 Materiales directos.....	160
7.1.2 Mano de Obra Directa.....	160
7.1.3 Materiales Indirectos.....	161
7.1.4 Mano de Obra Indirecta.....	162

7.1.5 Logística.....	162
7.1.6 Costo Total del Proyecto.....	162
7.2 Análisis Financiero.....	163
7.2.1 Análisis de rentabilidad.....	163

## **CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Conclusiones.....	169
Recomendaciones.....	172

Bibliografía.....	174
-------------------	-----

Anexos.....	177
-------------	-----

Planos