

Universidad del Salvador

Facultad de Ingeniería

**Carrera de Ingeniería
Industrial**

Trabajo Final

**“Estudio de Factibilidad para la
Instalación de una Planta de
Producción de Biogás”**

Presentado por: Martín Manjón

Julio de 2016

INDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Objetivo del trabajo	4
1.2 Caso a analizar	4
1.3 La empresa	4
1.4 Misión	4
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	4
2.1 ¿Qué es el biogás?	5
2.2 Diagrama de flujo de una instalación de biogás	5
2.3 Proceso de producción de biogás	5
2.4 ¿Qué es y cómo funciona una planta de biogás?	7
2.5 Residuos orgánicos	7
2.6 Fermentador	9
2.7 Conducción del gas	12
2.8 Proceso de eliminación del H ₂ S	14
2.9 Proceso químico de la fermentación generadora del biogás	22
2.10 Factores que afectan la producción de biogás	24
3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA	26
3.1 Plan de mantenimiento	36
3.2 Costos de operación y mantenimiento	36
4. INGENIERÍA DE PROYECTO	37
4.1 Análisis de datos técnicos	38
4.2 Desarrollo del proyecto (Cálculos)	46
5.1 Balance de materia y energía	46
4.3 Análisis FODA	48
4.4 Impacto del ahorro energético	51
6. ECONOMÍA DE PROYECTO	52
7. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA	52
8. CONCLUSIONES	58
ANEXOS	59
ANEXO I “Ventajas para la Producción y Empleo de Biogás”	63
ANEXO II “Evolución de la Producción de Biogás a Nivel Mundial y Comparación con la Situación en Argentina”	64
	66

ANEXO III “Análisis Contextual de la Implementación del Proyecto de Planta de Producción de Biogás”	68
ANEXO IV “Determinación de Potencia del Equipo de Cogeneración de Energía Eléctrica”	70
ANEXO V “Diseño del Biodigestor”	71
GLOSARIO	72
BIBLIOGRAFÍA	79



USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR

1. INTRODUCCION

1.1 OBJETIVO DEL TRABAJO

El objetivo de este trabajo consiste en realizar un análisis, tanto técnico como económico, de un proyecto de una planta de producción de biogás, pensada para lograr el autoabastecimiento de energía mediante cogeneración en una zona rural de la Argentina.

La principal finalidad de este trabajo es evaluar el proyecto, teniendo como objetivos aprovechar la situación de la Argentina en cuanto a la generación de residuos orgánicos y su potencial energético, identificar posibles escenarios que tengan potencial para la producción de biogás, desarrollar la ingeniería conceptual de la planta de producción de biogás y evaluar el proyecto. Debido a que en nuestro país hay una gran disponibilidad de residuos agroindustriales, se aprovechará un desecho, que de otra manera se descompondría en el medio ambiente generando olor y contaminación, para producir biogás, reduciendo el impacto ambiental y dándole un valor agregado a lo que antes se desaprovechaba.

En el caso a estudiar se considera un flujo de estiércoles de cerdo (toneladas por hora), que más tarde se usarán para generar energía eléctrica de aproximadamente $1 \text{ MWh}_{\text{eléctricos}}$ y para una generación térmica de $1,1 \text{ MWh}_{\text{térmicos}}$.

Por último, la evaluación técnica y económica de la planta de biogás que se realizará y estará destinada a lograr el autoabastecimiento energético, permitirá conocer la rentabilidad de este tipo de proyecto.

Los resultados que se obtengan de la evaluación técnica y económica indicarán si el proyecto es rentable y si es factible su realización.

1.2 Caso a analizar

Se evaluará la posibilidad de que en el pueblo de Emilia, situado en la provincia de Santa Fe, donde se dedican a la cría de cerdos de ciclo completo y al cultivo de maíz, se establezca una planta de generación de biogás.

La generación de grandes cantidades de estiércol y de desechos vegetales con gran cantidad de materia seca resulta ideal para esta propuesta. El uso de terrenos en la zona ahorraría gastos de logística de materia prima y la generación de biogás sería un gran aporte a las necesidades energéticas del país.

1.3 La empresa

La empresa bioenergética nace en el sector de las energías renovables y se dedica a promocionar y desarrollar el biogás como fuente de energía sostenible con el correr del tiempo.

1.4 Misión

La misión de la empresa va más allá del apoyo al desarrollo de instalaciones de plantas de biogás. Se esfuerza por contribuir y aportar soluciones integrales para su implantación, construcción y posterior funcionamiento.

Su principal objetivo es el desarrollo integral de proyectos de biogás de origen agroindustrial aportando soluciones adaptadas a las diferentes áreas de trabajo, partiendo desde la gestación de la idea inicial y su estudio de viabilidad, hasta la búsqueda de financiación, gestión de subvenciones y ayudas públicas.

Para más información acerca de los motivos por los cuales la empresa fomenta el uso del biogás como energía renovable ver el **ANEXO I** al final del documento.

Para más información acerca de la situación actual del biogás, tanto en la Argentina como a nivel mundial ver el **ANEXO II** al final del documento.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

2.1 ¿Qué es el biogás?

El biogás es un gas combustible que se obtiene como producto de la fermentación o digestión anaeróbica (es decir, que se desarrolla sin aire) de materias primas renovables, como ser vegetales, desechos de animales y de la industria agropecuaria o alimenticia. Está formado mayormente por metano (CH_4) y dióxido de carbono o anhídrido carbónico (CO_2). Para ser más precisos, el biogás se compone de: 60 o 65 % de CH_4 (valor promedio de composición de metano que hay en biogás, que está dentro del rango que oscila entre el 50 % y 70 %), 30 % de CO_2 , 1 – 5 % otros: (H_2 , H_2O , NH_3) < 4.000 p.p.m H_2S .

Se lo puede usar como fuente de calor y electricidad, tanto para consumo propio como para alimentar redes de gas y energía. Aparte de esto, la producción de biogás trae como beneficio que se generan fertilizantes ecológicos, que resultan ser subproductos del proceso de elaboración. Otra opción de uso del biogás es secarlo y quemarlo para producir todavía más energía.

La energía que aporta un m^3 de biogás es igual a la energía de $0,65 \text{ m}^3$ de gas natural (GN), llegando a producir 2,1 kWh de energía eléctrica renovable (el poder calorífico promedio de un m^3 de biogás es de 5.000 kcal pero hay bibliografía que acepta valores que oscilan entre las 5.500 kcal y las 6.000 kcal).

Recordar que PC (poder calorífico) es la cantidad de calor en kcal que produce el combustible por m^3 de gas a 15°C y a presión atmosférica normal (1 ATM). Ej:

Poder calorífico del gas natural seco residual = $9.000 \text{ kcal} / \text{m}^3$.

Poder calorífico del CH_4 (metano) = $5.000 \text{ kcal} / \text{m}^3$.

Está más que claro que el metano se puede usar en todas las aplicaciones de biogás.

2.2 Diagrama de flujo de una instalación de biogás

Si bien es sabido que en una planta de biogás, la parte fundamental es el digestor (pudiendo ser éste de cualquier tipo), también es posible aplicar varios sistemas tanto en el pretratamiento de los sustratos orgánicos (biomasa utilizada para la producción de biogás) como en el tratamiento posterior del digestato. De la misma manera se pueden aplicar distintas opciones para aprovechar la energía del biogás y esto se aprecia en el diagrama de flujo que figura a continuación:

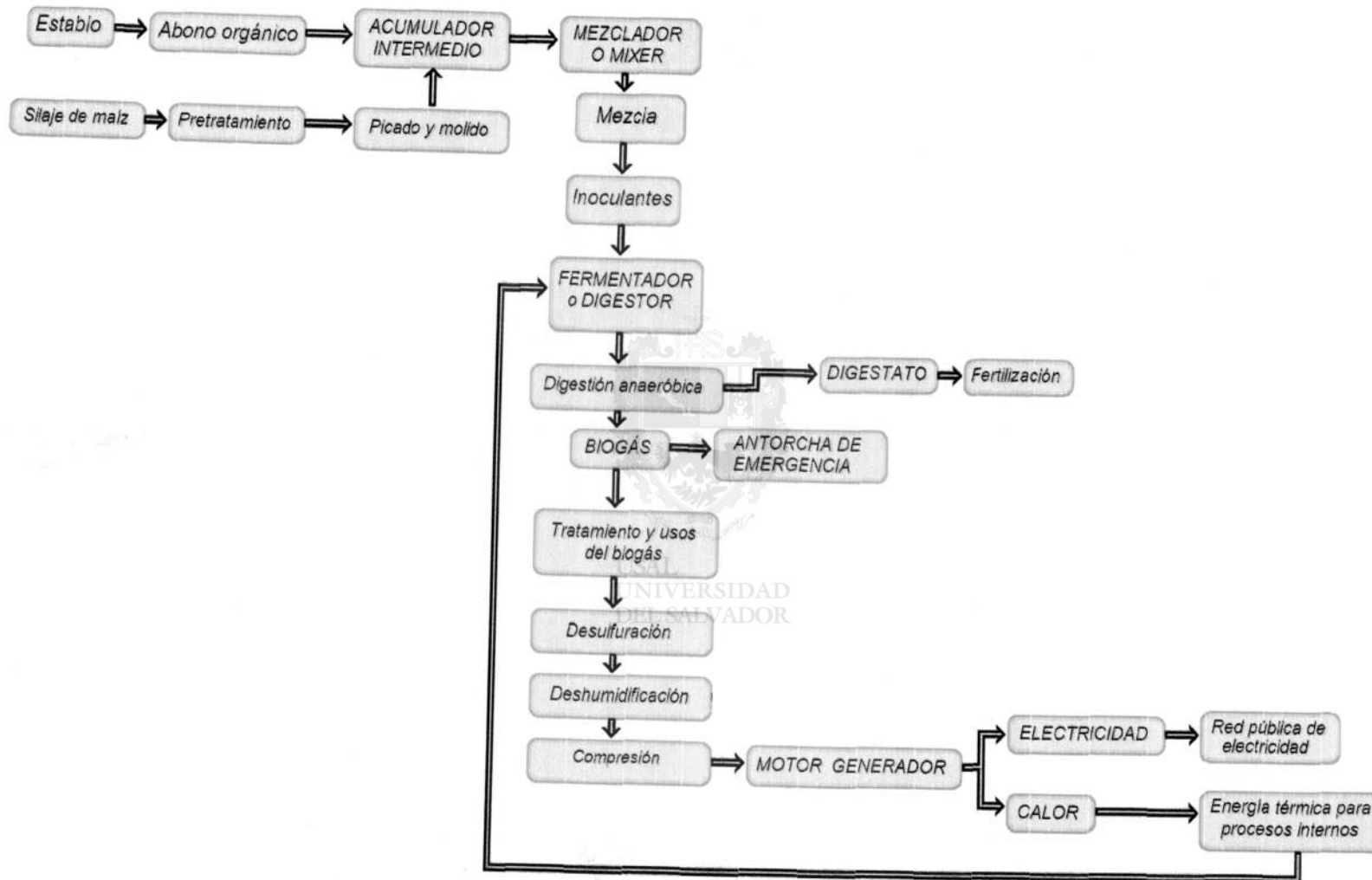


Fig. 1. Diagrama de flujo de una planta industrial de biogás agroindustrial.

2.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

El proceso se inicia con la trituración de sustratos en forma de biomasa sólida como son los silos de maíz o sorgo, o forrajes como el Arundo donax (caña común), de la familia de las Poáceas, y su posterior introducción en digestores, que son contenedores que están herméticamente cerrados, totalmente impermeables, aislados térmicamente, cuentan con un sistema de detección de fugas y son muy grandes, y son calentados hasta llegar a cierta temperatura óptima para reproducir las condiciones en que se reproducen las bacterias metanógenas. Para favorecer la fermentación y facilitar la producción de biogás son agitados.

Al mismo tiempo, se va introduciendo en el tanque de fermentación (o digestor) estiércol líquido que antes estuvo en reposo en cisternas de almacenamiento (tanques de pre-almacenamiento de hormigón armado, equipadas con una bomba sumergible para llevar los sustratos líquidos del tanque de almacenamiento al digestor en forma directa), con la posibilidad de agregar también subproductos de la industria alimenticia. Ambos sustratos pueden ser aportados de manera directa al tanque de fermentación (o digestor), ser dosificados en la línea de descarga de la biomasa sólida donde son mezclados antes de llegar al tanque fermentador, o bien pueden pasar por mezcladores que logran formar un sustrato homogéneo antes de ser introducidos en el fermentador.

En la superficie del sustrato, el biogás se va acumulando y luego es recogido en un contenedor de biogás. Recién ahí el biogás puede ser llevado hacia un generador eléctrico para producir energía eléctrica y calor pero antes hay que depurarlo para reducir el dióxido de azufre (SO₂) y el vapor de agua. Otra opción es purificar el biogás para introducirlo de manera directa a redes públicas de gas natural (GN).

El sustrato restante se puede usar como fertilizante ecológico de gran calidad.

2.4 ¿Qué es y cómo funciona una planta de biogás?

Una planta de biogás es una instalación que sirve para producir y captar el biogás. Hay una amplia variedad de plantas de biogás según su tamaño, materia prima (residual) que use, materiales de construcción con que haya sido construida, etc.

Dependiendo de las necesidades de cada proyecto, se adaptan al volumen, materiales empleados y a los residuos orgánicos que se deben tratar.

Según su diseño, las plantas de biogás se pueden clasificar en:

- Plantas de balón.
- Plantas de cúpula fija.
- Plantas de campana flotante.