

COMPLEJO ESCOLAR CON AUTOGENERACION ENERGETICA EN BASE A ENERGIA SOLAR Y BIODIGESTION – ETAPA II BIOGAS

René O. Galiano (1), Norma M. Killer (3), Ricardo Gómez (4)
Empresa Provincial de la Energía
San Martín 2365 – 5° Piso Galería Garay – 3.000 Santa Fe – Tel: 042 505795 – Fax: 042 505835
E.Mail: regasol@infovia.com.ar

Eduardo Gropelli (2)
Grupo de Energías No Convencionales (FIQ) – Universidad Nacional del Litoral
Santiago del Estero 2654 – 3.000 Santa Fe – Tel/Fax: 042 556314

INTRODUCCION

El Hogar Escuela 952, ubicado en la Estancia El Lucero (Dpto. San Cristóbal) es un complejo educacional que cuenta, además del edificio escolar propiamente dicho, con un museo local, 2 dormitorios destinados al albergue de los alumnos, viviendas de 9 docentes y de personal no docente, distribuidos en un total de 3 has. El establecimiento suma casi un total de 80 habitantes permanentes, que llegan a 125 con los alumnos externos en jornada completa.

La pequeña comunidad cuenta con diversas actividades, algunas de ellas de importancia económica a saber: tambo, aves de corral, cría de cerdos, huerta y forestación. Todo el producido se usa para la alimentación de la comunidad.

También se destaca el dictado de cursos de computación con equipos propios, extendido en horario nocturno a mayores de la comunidad y aledaños. Además se compagina, mediante fotocopiadora propia, una gacetilla de recortes periodísticos que se distribuye en la zona. Esta función se extiende a la radial, pues poseen una emisora FM para propalar programas educativos y generales realizados por los alumnos del establecimiento en algunas horas de la semana.

La comunicación social se completa con un teléfono semipúblico DDI abastecido con un equipo solar individual.

SERVICIO DISPONIBLE: PRIMERA ETAPA - ELECTRIFICACION FOTOVOLTAICA

Toda la energía eléctrica que consume este pequeño conglomerado de habitantes, está cubierta desde hace tres años, por una central fotovoltaica compuesta por un equipo de 120 paneles que entregan una potencia máxima de 5,5 KW (el más grande de Sud América con fines educacionales). Si bien la corriente generada es en 24 V, el servicio se entrega en forma permanente en 220 VCA por medio de 2 "inversores", alimentados desde un banco de baterías de 3.600 Ah

PROYECTO: SEGUNDA ETAPA – BIODIGESTION

CARACTERISTICAS DE LA BIODIGESTION

La digestión anaeróbica es un proceso biológico realizado por bacterias, que existen en la naturaleza desde unos 3.500 millones de años atrás, cuando la atmósfera exenta de oxígeno, estaba compuesta por nitrógeno, dióxido de carbono, argón y vapor de agua.

Este interesante proceso de descomposición de la materia orgánica compleja (celulosa, carbohidratos, almidón, proteínas, etc.) produce biogas combustible con 60 % de metano y aproximadamente el 40 % de dióxido de carbono.

En el medio rural habitualmente se producen acumulaciones de residuos orgánicos, como consecuencia de la crianza de animales con métodos intensivos (estiércoles), y/o desechos orgánicos domiciliarios (residuos de cocina)

Si la materia orgánica se estabiliza con un tratamiento previo, como el que se puede realizar con el biodigestor, podrá disponerse sobre el suelo en una proporción mucho mayor que la materia orgánica fresca pues, como está estabilizada no se producirán reacciones de acidificación en el suelo. Además, dentro del biodigestor se genera un gas combustible compuesto por sustancias elementales como carbono, hidrógeno, oxígeno y trazas de azufre; habiéndose transformado lo existente en la materia orgánica fresca, en sustancias más simples, directamente asimilables por los vegetales, conteniendo éstas elementos tales como Nitrógeno, Fósforo y Potasio esenciales para el desarrollo equilibrado de las plantas.

FUENTE DE ENERGIA RENOVABLE CON CULTIVOS ENERGETICOS

El autoabastecimiento energético de comunidades rurales aisladas es factible, ya que puede lograrse complementando el uso de los residuos orgánicos disponibles con la biomasa necesaria, generada mediante un cultivo destinado a ese fin.

El sorgo granífero se presenta como el cereal adecuado para generar la biomasa necesaria, que mediante digestión anaeróbica pueda transformarse en la cantidad de combustible gaseoso que satisfaga las necesidades básicas de una comunidad. Su bajo costo y la certeza de su buen rendimiento en la zona, lo ubica como un recurso renovable que puede ser destinado a la generación de la mencionada fuente alternativa de energía.

ETAPAS DE LA DIGESTION ANAEROBICA

La degradación de la materia orgánica se inicia con una "etapa fermentativa", donde un amplio grupo de microorganismos facultativos, principalmente bacterias celulolíticas, actúa sobre los polímeros orgánicos desdoblándolos enzimáticamente en los correspondientes monómeros o fragmentos más sencillos. Éstos experimentan a continuación procesos de fermentación ácida que originan diferentes intermediarios, principalmente acetatos, propionatos y butiratos, y en menor proporción dióxido de carbono e hidrógeno.

También actúan bacterias "acetogénicas" productoras de hidrógeno, las cuales a partir de ácido propiónico y otros ácidos de cadena más larga, producen acético, dióxido de carbono e hidrógeno.

Finalmente un grupo de bacterias "metanogénicas", estrictamente anaeróbicas, actúan sobre los productos resultantes de las etapas anteriores y los transforma en metano. Se estima que aproximadamente el 70 % del metano producido procede de la descarboxilación del ácido acético.

La generación final de metano se debe a una asociación sintrófica de las bacterias productoras de hidrógeno de la etapa acidogénica con las consumidoras de hidrógeno de las metanogénicas.

TIPO DE BIODIGESTOR ADOPTADO

Para el presente emprendimiento conviene utilizar un biodigestor tipo "Hindú" por su versatilidad, durabilidad y posibilidad de almacenar una buena cantidad de biogas generado, a presión constante, durante todo el día y ser consumido en momentos claves (cocción de alimentos, etc.).

Con la construcción del cuerpo del biodigestor y gasómetro en P.R.F.V., se aporta una alternativa prefabricada, con materiales durables y livianos (vida útil de 20 años) y se elimina toda posibilidad de pérdidas de líquido y biogas.

Las partes que componen el biodigestor son las siguientes:

Cámara de carga:

Esta cámara tiene distintas formas y tamaños de acuerdo al diseño del digestor y materiales de construcción empleados; en la misma se introduce el material a fermentar, se lo mezcla en las proporciones adecuadas con agua y se lo homogeneiza. Una vez cumplidos estos pasos el material puede ingresar al biodigestor. Puede utilizarse agua tibia en la mezcla para evitar la introducción de material frío en la biomasa.

Conducto de Carga:

Este conducto conecta la cámara de carga con la cámara de digestión. Por el mismo circula el material ya preparado por acción de la gravedad o por medio de bombas.

Cámara de Digestión:

En esta cámara el material permanece un determinado período de tiempo en el cual ocurre la degradación (entre 25°C a 36°C) y liberación del biogas. Suele estar provista de implementos que impiden la formación de costras en la parte superior y faciliten el desprendimiento del gas, produciendo una remoción y homogeneización de la biomasa.

Gasómetro:

Tiene por objeto actuar como pulmón en el almacenamiento de biogas en los momentos donde no existe consumo de gas, dado que la fermentación es un proceso continuo durante todo el día. Puede estar incorporado a la cámara de digestión, flotando en su superficie y a la vez haciendo el cierre superior del equipo ó separado de aquel. Pueden construirse en chapa de hierro, plástico reforzado con fibra de vidrio (P.R.F.V.), éste último es más recomendable porque no es atacado como el hierro.

Conducto de descarga:

Permite la extracción del material digerido desde la cámara de digestión, el residuo estabilizado puede ser movido por bombeo o por el principio de vasos comunicantes.

Cámara de descarga:

Sirve para acumular el material digerido. Se dimensiona en función de la periodicidad con que se desee distribuir este fertilizante orgánico sobre los suelos de cultivo.

Purificación del Biogas:

Como consecuencia de la digestión anaeróbica, el azufre contenido en la carga se transforma en ácido sulfhídrico que contamina el biogas. Este le confiere olor al biogas, que para usos de combustión es beneficioso, porque permite detectar posibles pérdidas, pero si se quiere utilizar este biogas en motores de combustión interna, puede provocar corrosión en él, por lo tanto es recomendable su eliminación.

Puede realizarse económicamente haciendo circular el biogas, previo al consumo, por una columna conteniendo virutas de hierro oxidadas, que permite por reacción química retener el ácido sulfhídrico contenido en el biogas.

Retención de agua:

Como la fermentación se produce en un medio acuoso, el biogas está saturado de humedad. Si la temperatura desciende durante el trayecto hacia el consumo, el agua condensará. Por lo tanto se debe diseñar la cañería de gas con pendiente y eliminar el agua condensada en un colector que deberá funcionar en forma automática y se coloca en la parte más baja de la cañería.

Trampa de llama:

Si existiese dentro del gasómetro metano y suficiente aire (por accidente) podría retroceder la llama desde el quemador y provocar una explosión. Para prevenir accidentes de este tipo se interpone una trampa de llama que funciona por el principio de pared fría e impide el retroceso.

DISEÑO DEL EQUIPO

• Consumo de gas envasado (tubos y garrafas)	200 Kg./mes
• Residuos disponibles:	
– Basura orgánica clasificada (comedor escolar)	25 Kg./día
– Estiércol de vaca	50 Kg./día
– Estiércol de cerdo	5 Kg./día
– Estiércol de gallina	2 Kg./día
• Generación de Biogas:	
– Basura orgánica clasificada (comedor escolar)	
– Estiércol de vaca	
– Estiércol de cerdo	
– Estiércol de gallina	

TOTAL 3,73 m³ / día

Esto es equivalente a 1,86 Kg de gas envasado / día. Si se toman 20 días de clase al mes, se tendría que generar **10 Kg de gas envasado día.**

El gas faltante, 8,14 Kg de gas envasado / día, se puede generar a partir de sorgo molido, trabajando a una temperatura mínima de 20 °C. Si prescindieramos de los residuos se necesitaría una cifra cercana a los 40 Kg de sorgo molido/día.

El volumen diario a manejar de residuos más sorgo molido será de aproximadamente 160 lts. Se debe agregar a éste, un volumen de agua de 130 lts. Para lograr finalmente un volumen aproximado de mezcla de 250 lts.

Mensualmente, se necesitarán algo más de 900 Kg de cereal. Tomando 10 meses de funcionamiento se consumirán anualmente, más de 9.000 Kg de sorgo. Esto podrá conseguirse con una plantación del mismo de aproximadamente 3-4 Has.

DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO

Teniendo en cuenta que el consumo de gas se tiene en horarios bien acotados durante el día (desayuno, almuerzo, merienda y cena) el gasómetro del biodigestor debe tener la suficiente capacidad de almacenaje para acumular la producción continua del biogas.

En consecuencia para este caso, es la capacidad mínima necesaria del gasómetro el que define el diseño.

Tomando el consumo necesario futuro de 10 Kg de Propano Butano/Día, la cantidad equivalente en Biogas es del orden de 20 m³/Día.

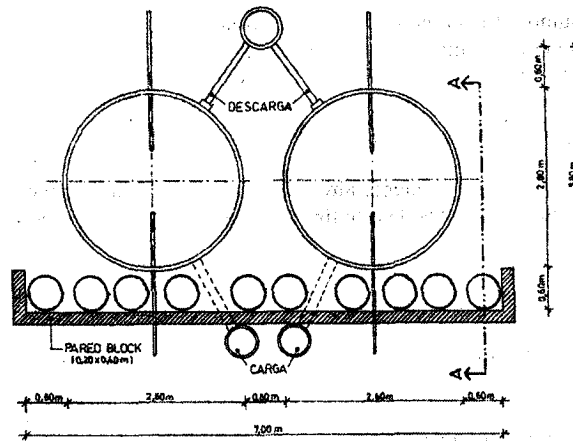
Se toma como criterio de seguridad almacenar el volumen de un día, por lo tanto el volumen total mínimo del gasómetro será de 20 m^3 .

El volumen mínimo del Biodigestor, considerando el diseño de la entrada, los agitadores, etc., debe ser de 30 m^3 .

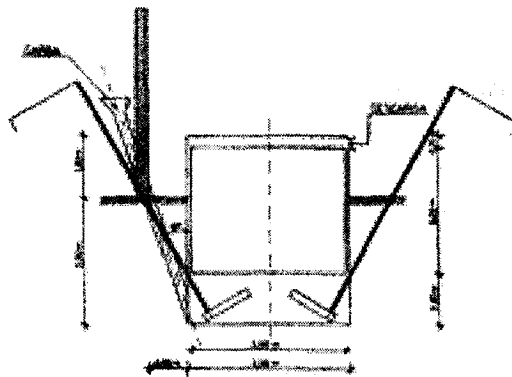
Por razones constructivas, facilidad de transporte, y montaje en zona rural, conviene lograr el volumen de biodigestor y gasómetro con dos módulos iguales.

Con el objeto de mantener la temperatura lo más estable y elevada posible durante los meses de invierno, conviene colocar todo el conjunto debajo de un invernadero, para lograr por este efecto un aprovechamiento de tipo pasivo de la energía solar, que contribuya al fin propuesto.

ESQUEMA GRAFICO



PLANTA GENERAL



CORTE A-A

- (1) Ing. Jefe de Energías No Convencionales y Medio Ambiente. Coordinador Técnico
- (2) Ing. Director del Grupo de Energías No Convencionales (FIQ). Proyectista
- (3) Analista de información energética. Proyectista
- (4) Diagramación Técnica.

REFERENCIAS

- Actas del International Symposium on Anaerobic Digestion of Solid Waste (14-17 Abril, 1992), Venecia, Italia.
- Carozi A., Steinle E. "Tratamiento Anaeróbico de Lodos de Plantas Municipales" — Actas del III Seminario – Taller Latinoamericano de "Tratamiento Anaeróbico de Aguas Residuales" (25-28 Octubre, 1994), Montevideo, Uruguay
- Actas del IV Seminario Taller Latinoamericano de Tratamiento Anaeróbico de Aguas Residuales (12-22 Noviembre, 1996), Bucaramanga, Colombia.
- Grupo de Energías No Convencionales – FIQ "Digestión Anaeróbica de residuos sólidos domiciliarios – Experiencias a escala laboratorio y piloto."