



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

SDI
SECRETARÍA DE
DESARROLLO INSTITUCIONAL



IDE
Instituto de
Energía

Programa de Biocombustibles



Biodigestor

Manual para la construcción

Biodigestor. Manual para la construcción

Secretario General Instituto Multidisciplinario de Energía UNCuyo
Ing. Dante Bragoni

Responsable Programa de Biocombustibles
Téc. Qca. Univ. Natalia Spano

Equipo de Trabajo
Téc. Qca. Univ. Carina Maroto
Ing. Agr. Elisa Indiveri
Diseño: Victoria Balducci
Renders: Agustín Bonet

Contacto
261 4299986
ide@uncuyo.edu.ar
www.imd.uncuyo.edu.ar

6

Introducción

9

Construcción

25

*Alternativas
de calefacción*

26

*Materiales
sugeridos*

Biodigestor. Manual para la construcción

El presente informe hace referencia a la construcción de un biodigestor para la producción de biogás, por lo que es necesario tener en cuenta las mismas medidas de seguridad que se toman al trabajar con gas natural. Aquí se expresan los resultados de las experiencias que desde el Instituto Multidisciplinario de Energía se han adquirido, con la instalación de digestores en escuelas técnico-agrarias.

Se recomienda que el uso de este manual se acompañe con una capacitación o asesoramiento de personal idóneo.

¿Qué es un biodigestor?

Es un recipiente o tanque (cerrado herméticamente) que se carga con residuos orgánicos. En su interior se produce la descomposición de la materia orgánica para generar biogás, el cual puede reemplazar o complementar al gas natural (de garrafas o red pública). El residuo, luego de ser descompuesto y estabilizado, se utiliza como biofertilizante. El biodigestor puede ser construido con diversos materiales como ladrillo, cemento, metal o plástico.

El biogás es una mezcla de gases compuesta, en su mayor parte, por metano y dióxido de carbono en proporciones que varían según el residuo degradado. Este gas es obtenido en el proceso de digestión anaeróbica que libera la energía química contenida en la materia orgánica en forma de biogás. Se pueden adaptar cocinas, calefones, estufas, pantallas, generadores etc., para que funcionen con biogás.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad máxima de cada tipo de residuo que se puede tratar por día y la producción de biogás aproximada en un digestor de 2750 litros. Se recomienda realizar un régimen de alimentación como explica el manual de uso¹.

¹. Biodigestor - Manual de Uso, Instituto Multidisciplinario de Energía

Digestor de 2.750 litros

Tipo de Residuo	Kg de residuos /día	Biogás [L/día]
Restos de comida	10,30	1030,36
Residuos municipales	10,30	1030,36
Orujo de frutas	3,27	867,56
Orujo de uva	3,27	851,19
Estiércol de cerdo	21,71	586,18
Cortes de césped	3,26	570,37
Estiércol sólido de gallina	6,06	484,85
Estiércol de vaca	14,67	366,67
Residuos de frutas	16,07	241,07

A continuación se muestra el tiempo que se puede utilizar un dispositivo (quemador, termotanque o calefón), según sea el residuo que se introduzca en el digestor de 2750L. Los valores de ambas tablas corresponden al digestor cuando ha alcanzado un estado estable, es decir que se alimenta con la cantidad máxima a diario y se mantiene a una temperatura de 37°C.

Residuo	Cocina quemador mediano (min/día)	Termotanque 120L (min/día)	Calefón Caudal de 12L/min (min/día)
Restos de comida	209,57	67,94	21,62
Residuos municipales	209,57	67,94	21,62
Orujo de frutas	176,45	57,20	18,20
Orujo de uva	173,12	56,12	17,86
Estiércol de cerdo	119,22	38,65	12,30
Cortes de césped	116,01	37,61	11,97
Estiércol sólido de gallina	98,61	31,97	10,17
Estiércol de vaca	74,58	24,18	7,69
Residuos de frutas	49,03	15,89	5,06

Consideraciones previas a la instalación

Para la instalación de un biodigestor, se debe tener en cuenta las características del lugar principalmente, la cercanía al área de aprovechamiento de gas o a la zona de generación de residuos. El lugar también debe contar con provisión de agua para la alimentación del digestor, no necesariamente potable.

Un factor que define la producción de gas es la temperatura, la misma debe ser cercana a 37°C y mantenerse constante el mayor tiempo posible, de esta forma, se mejorará el rendimiento del proceso, y en consecuencia la producción de biogás. Con temperaturas menores a 15°C el proceso se vuelve muy lento o tiende a detenerse. A su vez la variación de temperaturas puede producir la interrupción del proceso, ya que las bacterias, responsables de la generación de biogás, no toleran bien los cambios de temperatura.

Se recomienda que si la zona donde se pretende instalar el biodigestor no cumple con los requerimientos de temperatura, se evalúen alternativas de aislamiento y calefacción².

Previo a la instalación de un biodigestor, se deben estudiar meticulosamente las condiciones necesarias para su correcto funcionamiento. Se debe determinar:

- Lugar de instalación (en relación a la cercanía de residuo, agua y aprovechamiento de gas)
- Espacio disponible para la instalación
- Temperaturas promedio (invierno/verano)
- Método de calefacción o aislación
- Costo de materiales
- Disponibilidad de mano de obra para la construcción
- Disponibilidad de agua
- Tipo de residuo
- Ámbito de aplicación

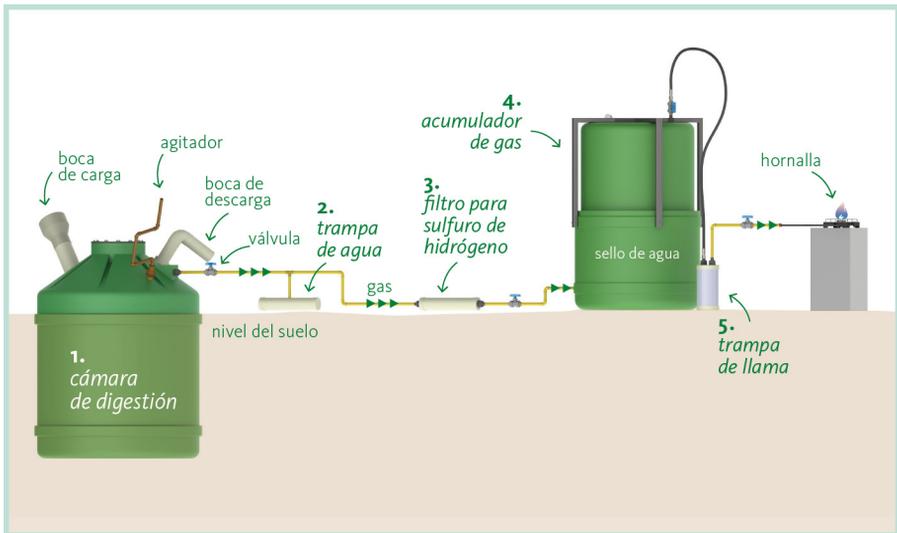
2. Ver *Alternativas de Calefacción*

Antes de comenzar con la colocación de los elementos internos, es necesario planificar la disposición de los mismos, teniendo en cuenta las dimensiones de los caños de carga, descarga y agitador, con el objetivo de que no interfieran entre sí.

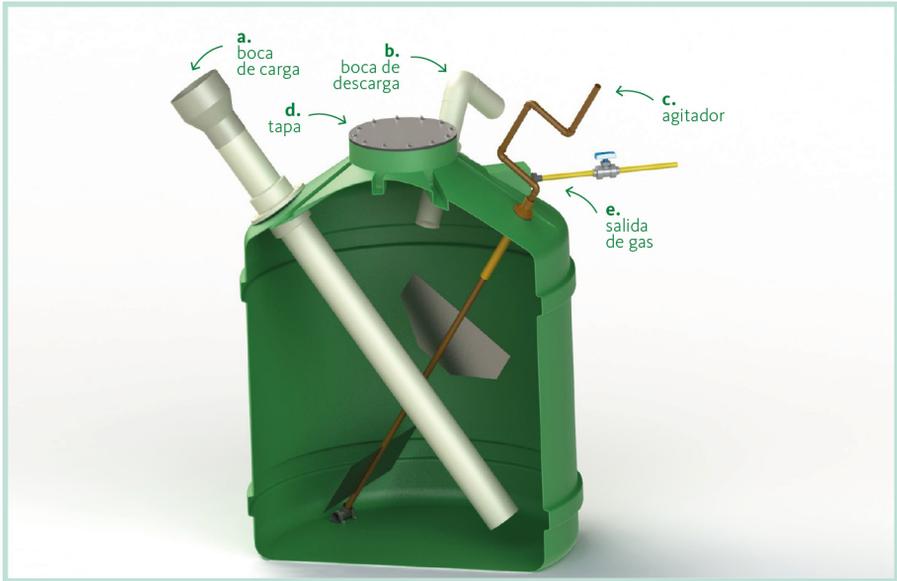
Construcción del biodigestor

En este manual se presentan las pautas básicas para la construcción de un biodigestor con acumulador de gas, utilizando un tanque de polietileno de 2750 litros de capacidad para la cámara de digestión.

El Biodigestor consta de diversas partes, cada una tiene una función específica. Es muy importante que cada una de ellas funcione correctamente.



1. Cámara de digestión



La cámara de digestión constituye el cuerpo principal del biodigestor, donde se produce la degradación de los residuos. Para este tipo de digestor se utiliza un tanque de agua de polietileno bicapa de 2750 litros de capacidad, al que se acoplarán todos los accesorios necesarios. Éstos se acoplarán antes de enterrar o aislar el tanque.

Se pueden utilizar tanques más pequeños (de 200, 400, 800, ó 1.000 litros), acorde con el volumen de residuos a tratar.

Partes que componen la cámara de digestión:

- a. Boca de carga**
- b. Boca de descarga**
- c. Agitador**
- d. Salida de gas**
- e. Tapa**

a. Boca de carga

Materiales:

- Caño de PVC de 160mm de diámetro (\emptyset).
- Unión bridada de 160mm.
- Bulones de acero inoxidable AISI 316 de 2".
- Juntas de tela de goma de 6mm de espesor para garantizar la hermeticidad de las juntas de las bridas con los caños.
- Caladora y taladro para perforar el tanque y colocar las bridas.

Procedimiento:

1. Se marca la ubicación de las bridas, sus correspondientes tornillos y la posición de los caños que éstas contendrán.
2. Se perfora el tanque para colocar los bulones de acero inoxidable AISI 316 de 2" que fijarán las bridas.
3. El caño de carga debe ubicarse entre $1/4$ y $1/6$ de la altura total del tanque. Esta distancia debe ser de 30 cm como mínimo.

b. Boca de descarga

Materiales:

- Caño de PVC de 110mm de diámetro.
- Unión bridada de 110mm.
- Bulones de acero inoxidable AISI 316 de 2".
- Juntas de goma de 6mm de espesor para garantizar la hermeticidad entre las bridas y los caños.

Procedimiento:

Se procede de igual manera que para la colocación de la boca de carga.

El caño de descarga debe estar siempre sumergido para evitar el ingreso de aire al digester y la consecuente pérdida de gas. Debe tomar el efluente desde la mitad o cuarto superior del nivel de líquido.



La altura del caño de la descarga define el nivel del líquido en la cámara de digestión.

Cámara de digestión. Nivel de mezcla.

Colocación de bridas y caños

Una vez definida la ubicación de los elementos dentro de la cámara, se realizan los orificios para las bocas de carga y descarga. El procedimiento para el armado de la boca de carga y el de la boca de descarga es el mismo:

- 1.** Se coloca la tela de goma calada por dentro y por fuera de la cámara, de manera que coincida con los orificios del tanque.
- 2.** Se colocan las bridas por dentro y fuera de la cámara.
- 3.** Se sujeta la tela de goma y las bridas con bulones de acero, arandelas y tuercas. El diámetro de los bulones debe ser acorde al orificio de la brida en el cual se van a introducir.
- 4.** Se coloca silicona entre el tanque, la tela de goma, las bridas y en los bulones, para garantizar la hermeticidad de la junta.
- 5.** Una vez colocadas las bridas, se adhieren los caños correspondientes a la boca de carga y descarga con pegamento para PVC. Es necesario respetar las dimensiones estipuladas para cada uno.
- 6.** De ser necesario la boca de carga puede ampliarse mediante un acople reductor, mientras que la boca de descarga puede direccionarse mediante codos y acoples para realizar un adecuado acopio del bioabono.

c. Agitador

Materiales:

- 3m de caño de PVC de 1"
- 4 codos de 90° de 1"

Fijación superior:

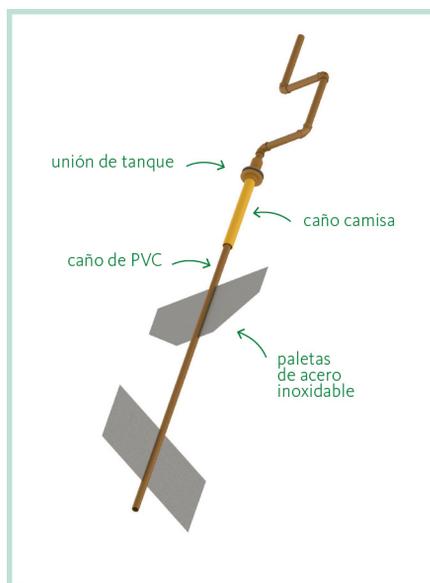
- Unión de tanque de 1 ½"
- 1,2m de caño de PVC de 1 ½" (caño camisa)

Fijación inferior:

- Conector "T" de 1 ½"
- 2 abrazaderas omega 1 ½"

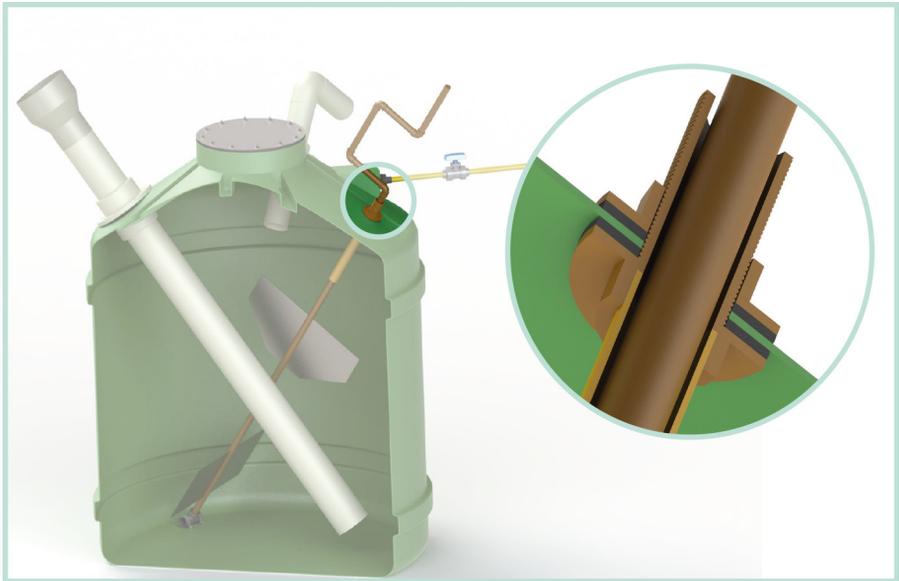
Paletas:

- 2 chapas de acero inoxidable de 40cm x 60cm



Procedimiento:

1. Se fija en la parte superior del tanque la unión de tanque de 1 ½". Se sella con silicona por adentro y por afuera de la cámara a fin de evitar las fugas de gas.
2. El caño camisa se pega en la parte interior de la unión de tanque. Este caño debe estar siempre por debajo del nivel del líquido para evitar la fuga de gas o el ingreso de aire por ese caño.
3. En el caño de 1" se realizan dos caladuras por donde se van a fijar las palas. Las caladuras se hacen a 1/2 y a 1/8 de la altura total del tanque en forma perpendicular entre sí. Las palas se fijan en el caño una vez instalado el agitador dentro de la cámara.
4. Para la fijación inferior se coloca una "T" de 1 ½" en la cual se apoyará el caño de 1". La "T" se atornilla en el fondo del tanque mediante dos abrazaderas omega, utilizando tornillos y silicona para evitar pérdida de líquido.
5. Se introduce el caño de 1" por dentro de la unión de tanque.
6. Una vez fijado el caño del agitador en la parte superior e inferior se colocan las palas en la posición establecida y se unen con pegamento para PVC. De ser necesario se colocan abrazaderas por encima y por debajo de las mismas para sostenerlas.
7. Por la parte exterior se realiza una "C" mediante codos a fin de facilitar el agarre del caño para la agitación. La unión de los caños y codos se realiza con sellarrosca.



Fijación superior del agitador.



Fijación inferior del agitador.

El agitador asegura una mezcla homogénea y el íntimo contacto entre bacterias y materia orgánica. La agitación acelera el proceso de digestión. Puede construirse en diversos materiales, siempre que sean resistentes a la corrosión. En este caso se utilizaron caños de polietileno y palas de acero inoxidable.

El ancho de las palas deben ser del 40% del diámetro de la cámara y la altura aproximadamente 2/3 del ancho. En este caso se utilizaron palas de 0,4m de ancho y 0,6m de alto. Si las palas interfirieran con algún elemento dentro de la cámara, se puede eliminar una parte de las mismas siempre que no supere el 80% del área total.

Todas las conexiones entre los caños y los dispositivos deben realizarse con unión de tanque roscada.

d. Salida de gas

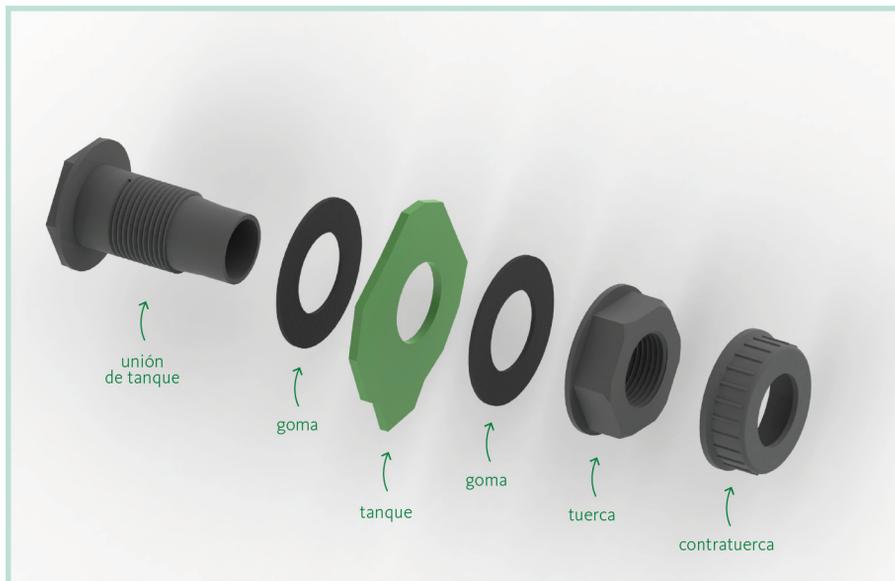
Materiales:

- Unión de tanque roscada ¾"
- Válvula esférica ¾"
- 1,5m de caño de PVC ¾"

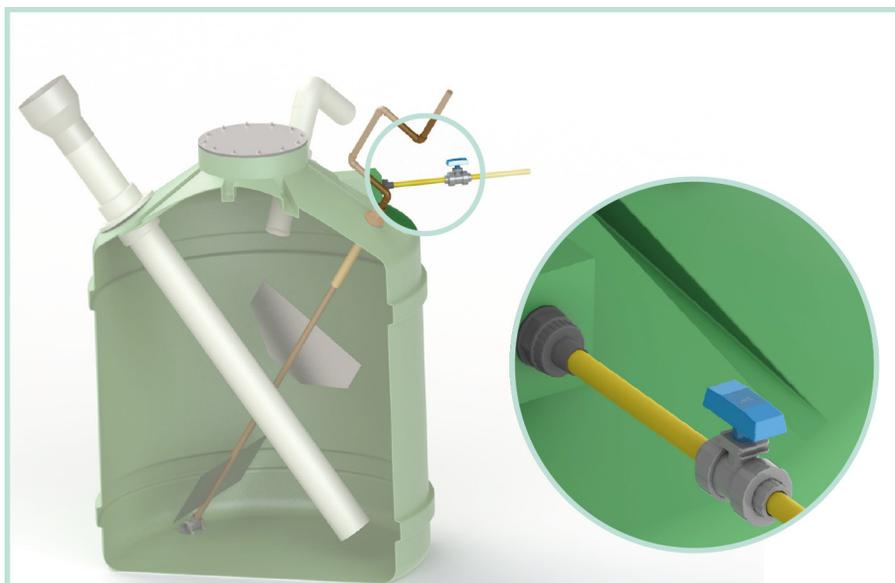
Procedimiento:

1. Se perfora el tanque en la parte lateral, por encima de la boca de descarga.
2. Se coloca la unión de tanque en la perforación.
3. Se pega el caño de PVC a la unión de tanque.
4. Se coloca la válvula cerca de la salida de gas.
5. Se conecta a la válvula el caño de PVC por el cual se conduce el gas hacia el resto de los dispositivos.
6. Se coloca silicona entre la unión de tanque y el tanque para evitar fugas de gas.

La inclusión de la válvula esférica permite realizar tareas de mantenimiento y reparación de los demás elementos que componen el sistema, sin interrumpir el proceso de generación de biogás.



Despiece de unión de tanque roscada.



Salida de gas y válvula.

e. Tapa

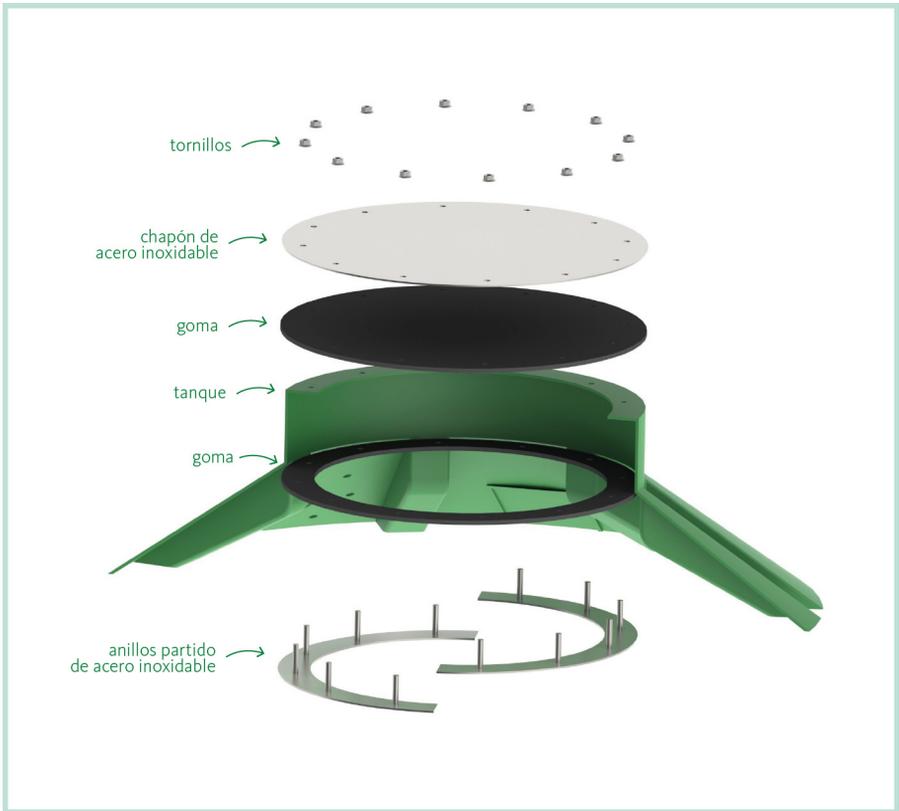
Se recomienda modificar la tapa que trae el tanque para evitar posibles fugas. Para el sellado de la tapa se procede desde adentro hacia afuera de la cámara.

Materiales:

- Chapón de acero inoxidable de 3mm de espesor
- Dos medios anillos de acero inoxidable de 3mm de espesor, con 12 tornillos de 2" soldados (ver esquema)
- Pintura epoxi
- Anillo de tela de goma de 6mm
- Círculo de tela de goma de 6mm
- Tuercas mariposa de ¼"

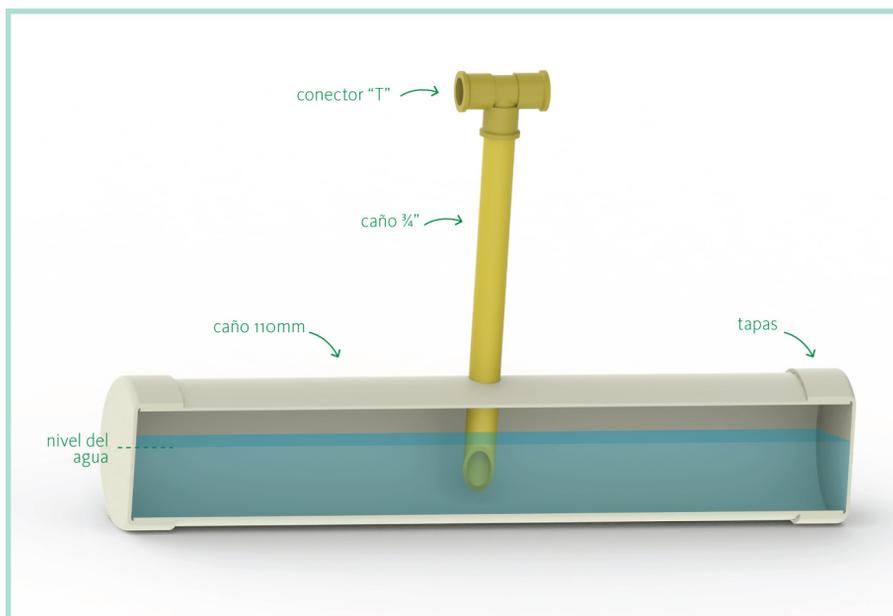
Procedimiento:

1. Se perfora la parte superior del tanque, las telas de goma y el chapón para que coincida con los tornillos del anillo.
2. Por el interior se coloca el anillo de goma.
3. Se introduce el anillo partido, previamente pintado con epoxi, haciendo coincidir los tornillos con las perforaciones
4. Por afuera de la cámara se coloca el círculo completo de goma.
5. Se coloca el chapón de acero, las arandelas y tuercas.
6. Se debe colocar silicona en cada etapa para asegurar el sellado.



Despiece de la tapa.

2. Trampa de Agua



Materiales:

- 50cm de caño PVC, 110mm \varnothing
- 2 tapas de caño de PVC, 110mm \varnothing
- 1 conector "T" $\frac{3}{4}$ "
- 50cm caño de PVC $\frac{3}{4}$ "

El caño de $\frac{3}{4}$ " debe quedar siempre sumergido para evitar fugas de gas o ingreso de aire al sistema.

Procedimiento:

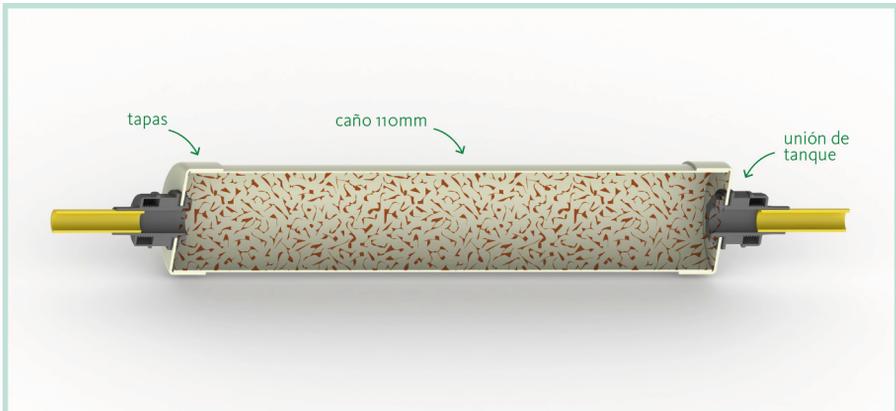
1. Realizar una perforación de $\frac{3}{4}$ " sobre un lateral del caño de 110mm.
2. Realizar una perforación de $\frac{1}{2}$ " a 70mm de altura en una de las tapas para permitir que escurra el agua excedente.
3. Pegar las tapas al caño.
4. Conectar el caño de conducción de gas al conector "T".
5. Cortar a 45° la parte inferior del caño de $\frac{3}{4}$ ". Conectarlo en la parte inferior del conector "T".

6. Introducir el caño de ¾" en el dispositivo previamente perforado.
7. Llenar con agua el dispositivo por el orificio realizado en la tapa.
8. Revisar semanalmente que el dispositivo mantenga el nivel de agua adecuado.

Las cañerías de distribución deben ser instaladas con una pendiente mínima del 1% hacia la trampa, donde se almacena el agua. Para obtener una pendiente del 1% se debe bajar la altura 1cm, cada 1m de caño lineal. La trampa también debe ubicarse a desnivel para lograr la separación del agua.

El biogás que sale del digestor está saturado de vapor de agua. A medida que se enfría, el vapor se condensa en las cañerías y si no se elimina adecuadamente, pueden bloquearse los conductos con agua.

3. Filtro para Sulfuro de hidrógeno (H₂S)



Materiales:

- 50cm de caño de PVC, 110mm Ø
- 2 tapas de caño de PVC, 110mm Ø
- 2 uniones de tanque de ¾"
- 1 válvula esférica ¾"
- Virutas de hierro oxidado

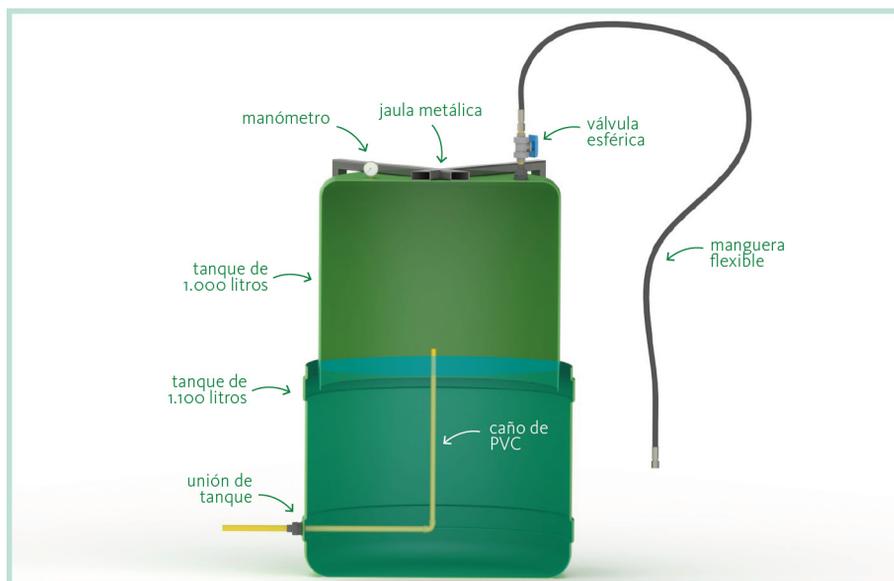
Después de un año de producción continua de biogás se deben reemplazar las virutas, ya que con el tiempo dejan de retener el H₂S.

Procedimiento:

1. Perforar las tapas de caño para colocar las uniones de tanque.
2. Llenar el caño de PVC con las virutas de hierro oxidadas o “Virulana”. Colocar las tapas.
3. Sellar con silicona las uniones de tanque a las tapas y el caño para evitar fugas de gas.
4. Adherir con pegamento para PVC las uniones de tanque a los caños de conducción de gas.
5. A la salida del filtro colocar la válvula esférica en la cañería de conducción de gas a fin de realizar tareas de mantenimiento y control sin perder el gas del acumulador.

Determinados equipos requieren que el gas a utilizar se encuentre libre de sulfuro de hidrógeno (H_2S), debido a que el mismo combinado con agua se transforma en ácido sulfhídrico y corroe las partes vitales de algunas instalaciones. El método más utilizado para su eliminación, consiste en hacer atravesar el gas por un filtro que contiene virutas de hierro oxidadas o virulana.

4. Acumulador de gas



Materiales:

- 1 tanque de polietileno de 1.000 litros
- 1 tanque de polietileno de 1.100 litros (los tanques deben tener distinto diámetro entre sí)
- 2 uniones de tanque de $\frac{3}{4}$ "
- 1 válvula esférica de $\frac{3}{4}$ "
- 1,5m de caño PVC, 110mm \varnothing
- 1 codo de 90° de $\frac{3}{4}$ "
- 1 jaula metálica realizada con caño de 1 $\frac{1}{2}$ "
- 4 tornillos de 1"
- 1 manómetro de 1 a 4 kg/cm²
- 1,5m de manguera flexible para gas

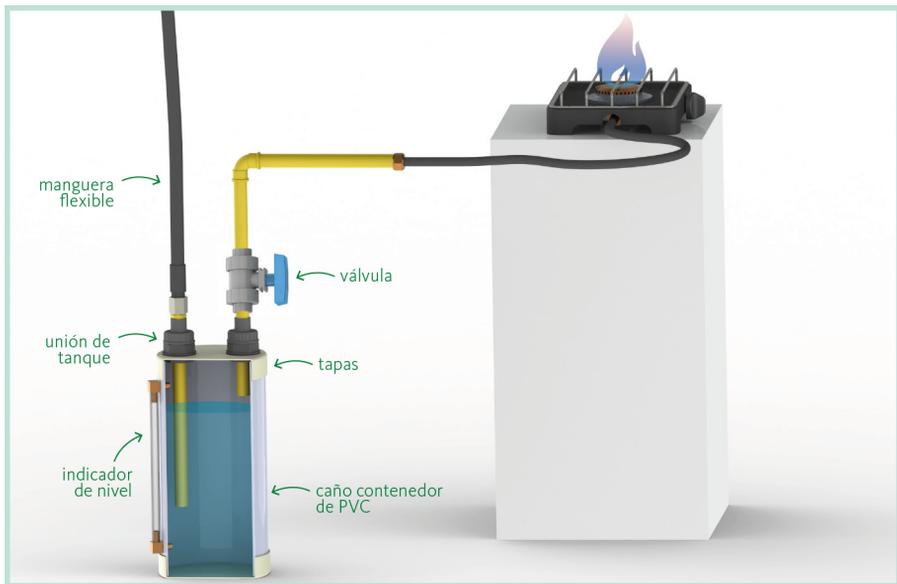
Procedimiento:

1. Se eliminan las partes cónicas de ambos tanques.
2. El tanque de mayor diámetro se coloca como base del acumulador.
3. Se realiza un orificio en la parte lateral inferior del tanque base de $\frac{3}{4}$ ", aproximadamente a 10cm del fondo.
4. Se coloca en el orificio realizado la unión de tanque para conectar con la cañería de gas.
5. La cañería de gas se continúa hacia dentro del tanque base hasta el centro y luego mediante un codo de 90° asciende hasta alcanzar la altura total del tanque.
6. El tanque de menor diámetro se coloca con la base hacia arriba y se realizan 2 orificios de $\frac{3}{4}$ " en la parte superior.
7. En estos orificios se coloca el manómetro y la unión de tanque enfrentados entre sí.
8. Se conecta la válvula esférica a la salida de la unión de tanque y se continúa la línea de gas a partir de ese punto con la manguera flexible hasta el siguiente dispositivo que es la trampa de llama.
9. El tanque superior se coloca dentro del tanque base, enfrentando las aberturas de cada uno.
10. Una vez dispuestos los tanques, se fija la jaula metálica al tanque base mediante tornillos, arandelas y tuercas.
11. Se llena con agua el tanque base a fin de que funcione como sello hidráulico impidiendo la fuga de gas. Revisar diariamente el nivel de agua.

*El acumulador es el recinto donde el gas generado se almacena. En este sentido, es importante destacar que el biogás tiene más de un 50% de metano y es un **gas explosivo**, por lo que se deben seguir las recomendaciones de seguridad planteadas y tomar las mismas medidas que se utilizan al trabajar con gas natural.*

El tanque superior se va a desplazar hacia arriba en la medida que se genere y acumule gas. Si es necesario, puede colocarse un peso en la parte superior (ladrillo, yunque, etc.) para aplicar presión extra a la atmosférica.

5. Trampa de llamas



Materiales:

- 0,4m caño de PVC, 200mm \varnothing (para el contenedor)
- 2 tapas de caño de PVC, 200mm \varnothing
- 0,3m caño PVC de $\frac{3}{4}$ "
- 1 válvula esférica $\frac{3}{4}$ "
- 2 unión de tanque $\frac{3}{4}$ "
- 0,3m manguera transparente $\frac{3}{8}$ " (para el nivel)
- 2 codos de 90° de $\frac{3}{8}$ " de PVC o bronce

Procedimiento:

1. Se perfora la tapa superior para introducir y colocar las dos uniones de tanque.
2. Se adhiere el caño de PVC de $\frac{3}{4}$ " a la unión de tanque con pegamento, continuándola hacia el interior. Este caño va a conducir el gas y queda sumergido en el agua.
3. A continuación de la segunda unión de tanque, se coloca la válvula esférica. Luego se instala la cañería que conduce el gas hasta el dispositivo elegido.
4. Para colocar el nivel, se perfora el caño de PVC de 200mm que es el que va a funcionar como contenedor, a 5cm de los extremos.
5. Se adhieren los codos al caño contenedor.
6. Se adhiere la manguera transparente a los codos, sellándola con silicona para evitar pérdidas de agua.
7. Una vez colocadas todas las partes se sella la tapa inferior.
8. La tapa superior debe roscarse y sellarse de manera que pueda abrirse para rellenar el dispositivo con agua, pero debe ser hermética para evitar pérdidas de gas.

La trampa de llama es un dispositivo de seguridad que, en caso de que el quemador de gas falle, evita que la llama alcance el acumulador de gas.

Es necesario bloquear el ingreso de la llama al acumulador, sobre todo en las primeras producciones de gas donde la mezcla biogás-aire, resulta explosiva. En caso de no purgar estas primeras producciones de gas, el mismo puede entrar en combustión y alcanzar el acumulador si no cuenta con un dispositivo de seguridad.

Cañerías y válvulas

La totalidad de las cañerías que conducen el biogás son de PVC de $\frac{3}{4}$ ". Se deben realizar las conexiones necesarias para conducir el gas convenientemente. Se debe estimar previamente la disposición de cada uno de los elementos, a fin de determinar la cantidad de materiales y la longitud necesaria de cañería.

Con el objetivo de conducir el biogás y tomar las precauciones pertinentes, se disponen válvulas como se muestran a lo largo del manual. Las válvulas están dispuestas de esta manera para facilitar tareas de mantenimiento y refacción, minimizando las pérdidas de gas.



Cuando el digestor está en marcha, todas las válvulas deben estar abiertas.

Alternativas de Calefacción

Es necesario mantener una temperatura cercana a los 37° C. A continuación se sugieren algunas alternativas de calefacción o aislamiento para las zonas donde la temperatura es menor.

Aislación bajo tierra

Consiste en ubicar la cámara de digestión por debajo del nivel del piso. La misma se coloca con todos los accesorios ya instalados.

Se debe tener en cuenta que el tanque de polietileno es un material que se deforma muy fácil por lo que se debe realizar un contrapiso y cuidar que al enterrarlo no se deforme. Para evitar deformaciones conviene primero llenar el tanque con agua y luego rellenar el pozo con tierra. El suelo que rodea al digestor debe mantenerse seco para mejorar la aislación. Para mayor aislación se puede utilizar polietileno de alto espesor para recubrir la cámara de digestión.

Efecto invernadero

Otra alternativa para incrementar la temperatura en el digestor, es colocar el biodigestor en un invernadero. Pero se debe tener en cuenta que debemos evitar la variación de temperaturas. Esta opción es más efectiva en lugares donde la radiación solar es mayor.

El usuario deberá contemplar en cada caso, la disponibilidad de espacio y materiales para la correcta aislación, como así también los costos, eligiendo la alternativa más conveniente.

Materiales sugeridos para la construcción del biodigestor

Cámara de digestión 1 tanque de polietileno de 2750 litros

Boca de carga Caño de PVC, 160mm \varnothing
 Unión bridada de 160mm
 Bulones de acero inoxidable AISI 316 de 2"
 Juntas de tela de goma de 6mm de espesor
 Caladora y taladro

Boca de descarga Caño de PVC, 110mm \varnothing
 Unión bridada de 110mm
 Bulones de acero inoxidable AISI 316 de 2"
 Juntas de goma de 6mm de espesor

Agitador 3m de caño de PVC de 1"
 4 codos de 90° de 1"
 Unión de tanque de 1 1/2"
 1,2m de caño de PVC de 1 1/2"
 Conector "T" de 1 1/2"
 2 abrazaderas omega 1 1/2"
 2 chapas de acero inoxidable de 40cm x 60cm

Salida de gas Unión de tanque roscada 3/4"
 Válvula esférica 3/4"
 1,5m de caño de PVC 3/4"

Tapa	<p>Chapón de acero inoxidable de 3mm de espesor</p> <p>Dos medios anillos de acero inoxidable de 3mm de espesor, con 12 tornillos de 2" soldados</p> <p>Anillo de tela de goma de 6mm</p> <p>Círculo de tela de goma de 6mm</p> <p>Tuercas mariposa de ¼"</p> <p>Pintura epoxi</p>
-------------	--

<i>Trampa de agua</i>	<p>50cm de caño PVC, 110mm Ø</p> <p>2 tapas de caño de PVC, 110mm Ø</p> <p>1 conector "T" ¾"</p> <p>50cm caño de PVC ¾"</p>
-----------------------	---

<i>Filtro para H₂S</i>	<p>50cm de caño de PVC, 110mm Ø</p> <p>2 tapas de caño de PVC, 110mm Ø</p> <p>2 uniones de tanque de ¾"</p> <p>1 válvula esférica ¾"</p> <p>Virutas de hierro oxidado</p>
-----------------------------------	---

Acumulador de gas

1 tanque de polietileno de 1.000 litros
 1 tanque de polietileno de 1.100 litros
 2 uniones de tanque de $\frac{3}{4}$ "
 1 válvula esférica de $\frac{3}{4}$ "
 1,5 m de caño PVC, 110mm \varnothing
 1 codo de 90° de $\frac{3}{4}$ "
 1 jaula metálica realizada en caño de 1 $\frac{1}{2}$ "
 4 tornillos de 1"
 1 manómetro de 1 a 4 kg/cm²
 1,5m de manguera flexible para gas

Trampa de llama

0,4m caño de PVC, 200mm \varnothing
 2 tapas de caño de PVC, 200mm \varnothing
 0,3m caño PVC de $\frac{3}{4}$ "
 1 válvula esférica $\frac{3}{4}$ "
 2 unión de tanque $\frac{3}{4}$ "
 0,3m manguera transparente $\frac{3}{8}$ "
 2 codos de 90° de $\frac{3}{8}$ " de PVC o bronce

www.imd.uncuyo.edu.ar | facebook.com/imduncuyo



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

SDI
SECRETARÍA DE
DESARROLLO INSTITUCIONAL



IDE
Instituto de
Energía

Instituto Multidisciplinario de Energía **Universidad Nacional de Cuyo**

261 4299986 | www.imd.uncuyo.edu.ar | ide@uncuyo.edu.ar

Espacio de la Ciencia y la Tecnología Lic. Elvira Calle de Antequeda

Padre Contreras 1300, Parque Gral. San Martín, Mendoza, Argentina