

Experiencias de uso de biogás en México:  
Industria Pecuaria

Dr. Juan Manuel Morgan Sagastume  
II-UNAM



Según ASABE (2005), los volúmenes promedio de estiércol fresco generados cada día son 0.102 kg/pollo de engorda, 0.270 kg/pavo, 4.7 kg/cerdo de engorda, 22 kg/ bovino de engorda, 38 kg/vaca seca y 68 kg/vacas lactante.



## MÉXICO

Información difusa e incompleta sobre el número y estado de digestores y reactores en México

1) Granjas de cerdos y vacas lecheras. Se reportan 345 digestores tipo laguna cubierta para el año 2013. El 20% de ellos con uso de biogás para producción de energía eléctrica.

Ref. Evaluación de opciones tecnológica para el tratamiento integral de aguas residuales para el sector pecuario en Mexico, Sagarpa 2013.

2) En 2014 se reportan 2167 digestores en el sector agrícola de 25 a 1000 m<sup>3</sup>

Ref., IIRRI Mexico & Tetra Tech ES (2015).





03.18.2011 14:07



03.19.2011 08:33

## Bases de diagnóstico en el agua residual cruda efluente de cerdos.

Parámetro	Valor porcentaje de confianza $\eta=80\%$	Valor promedio de la caracterización	Valores establecidos como bases de diagnóstico
DQO t (mg/L)	12,595.83	9,361.67	12,595.83
DQO s (mg/L)	-	3,657.33	4920.82
DBO t (mg/L)	7,098.20	2,900.00	7,098.20
DBO s (mg/L)	-	1,150.00	2814.80
SST (mg/L)	-	4,537.33	4,537.33
SSV (mg/L)	-	-	3834.04
SDT (mg/L)	4,627.42	-	1764.33
SSed (mL/L)	387.91	106.00	387.91
SV (mg/L)	3,051.07	4,045.33	4,045.33
SF (mg/L)	-	2,256.33	2,256.33
ST (mg/L)	-	-	6,301.66
NH <sub>4</sub> (mg/L)	-	545.00	545.00
NTK (mg/L)	1,283.21	625.57	625.57
Ptotal (mg/L)	15.38	292.47	292.47
SO <sub>4</sub> (mg/L)	-	<5	<5
Mg (mg/L)	105.20	188.33	188.33
Ca (mg/L)	501.28	719.17	719.17
pH	-	-	7.87

## Bases de diagnóstico en el efluente del biodigestor tipo laguna

Parámetro	Valor porcentaje de confianza $\eta=80\%$	Valor promedio de la caracterización de marzo 2011	Valores establecidos como bases de diagnóstico
DQO t (mg/L)	3,772.20	3,206.00	<b>3,206.00</b>
DQO s (mg/L)	-	446.87	446.87
DBO t (mg/L)	856.80	1,200.00	<b>1,200.00</b>
DBO s (mg/L)	-	200.00	200.00
SST (mg/L)	474.60	2,685.33	2,685.33
SSV (mg/L)	-	-	1342.67
SDT (mg/L)	1,977.05	-	1093.67
SSed (mL/L)	431.00	106.67	106.67
SV (mg/L)	4,125.07	1,654.33	1,654.33
SF (mg/L)	-	2,124.67	2,124.67
ST (mg/L)	-	-	3,779.00
NH <sub>4</sub> (mg/L)	-	749.17	<b>749.17</b>
NTK (mg/L)	993.71	833.83	<b>833.83</b>
Ptotal (mg/L)	12.34	360.37	<b>360.37</b>
SO <sub>4</sub> (mg/L)	-	<5	<5
Mg (mg/L)	64.38	172.33	172.33
Ca (mg/L)	261.65	519.33	519.33
pH	7.81	-	7.81
Temperatura (°C)	28.44	-	28.44

Producción domiciliaria o de traspatio



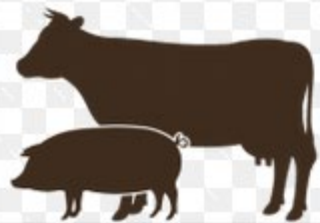


## Biogás para energía térmica

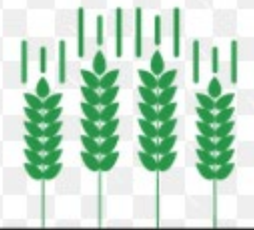
## Biogás para energía mecánica

Para las necesidades del hogar

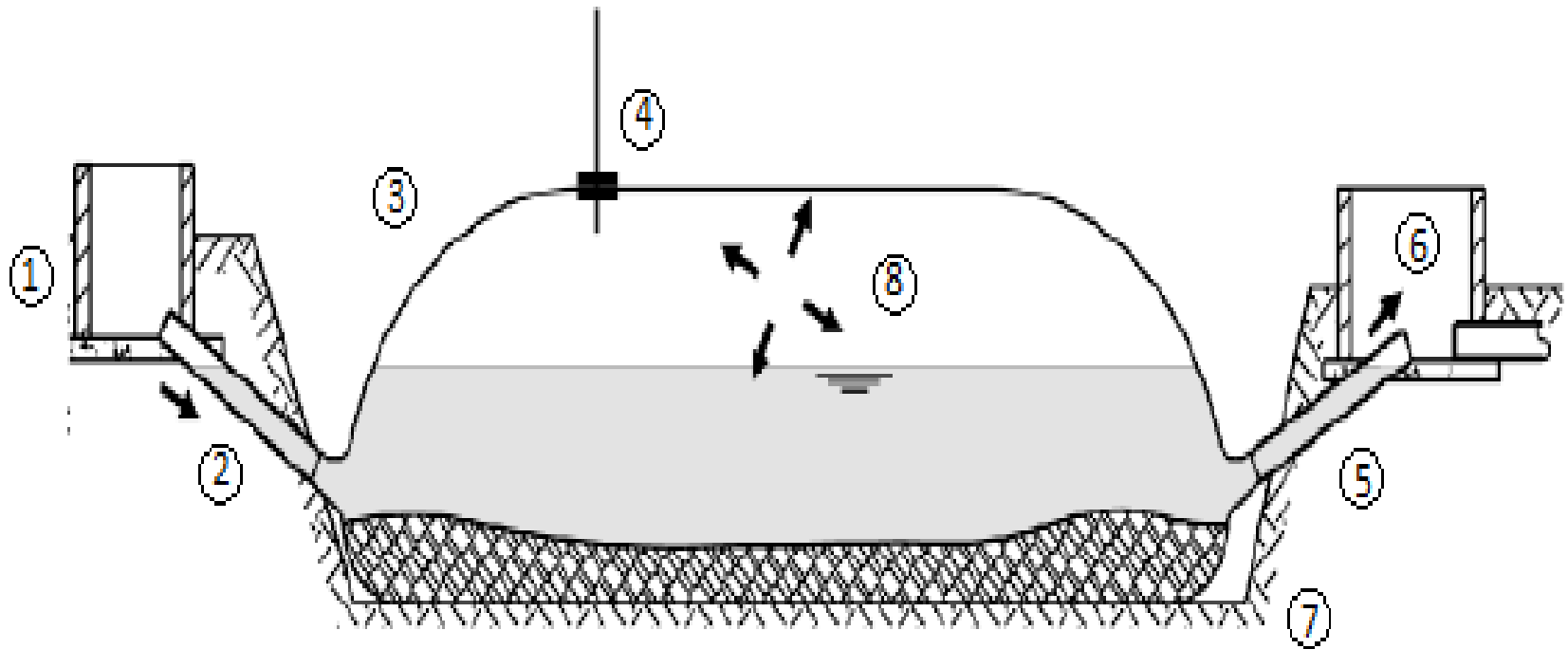
Para actividades productivas en la granja



Granjas modernas y limpias



**Biofertilizante**  
Aumenta los cultivos



- 1: Tanque de mezcla
- 2: Tubo de carga
- 3: Bolsa plástica
- 4: Tubo de salida del biogás
- 5: Tubo de salida de lodos
- 6: Tanque de compensación
- 7: Terreno de fondo
- 8: Agitación (si aplica)

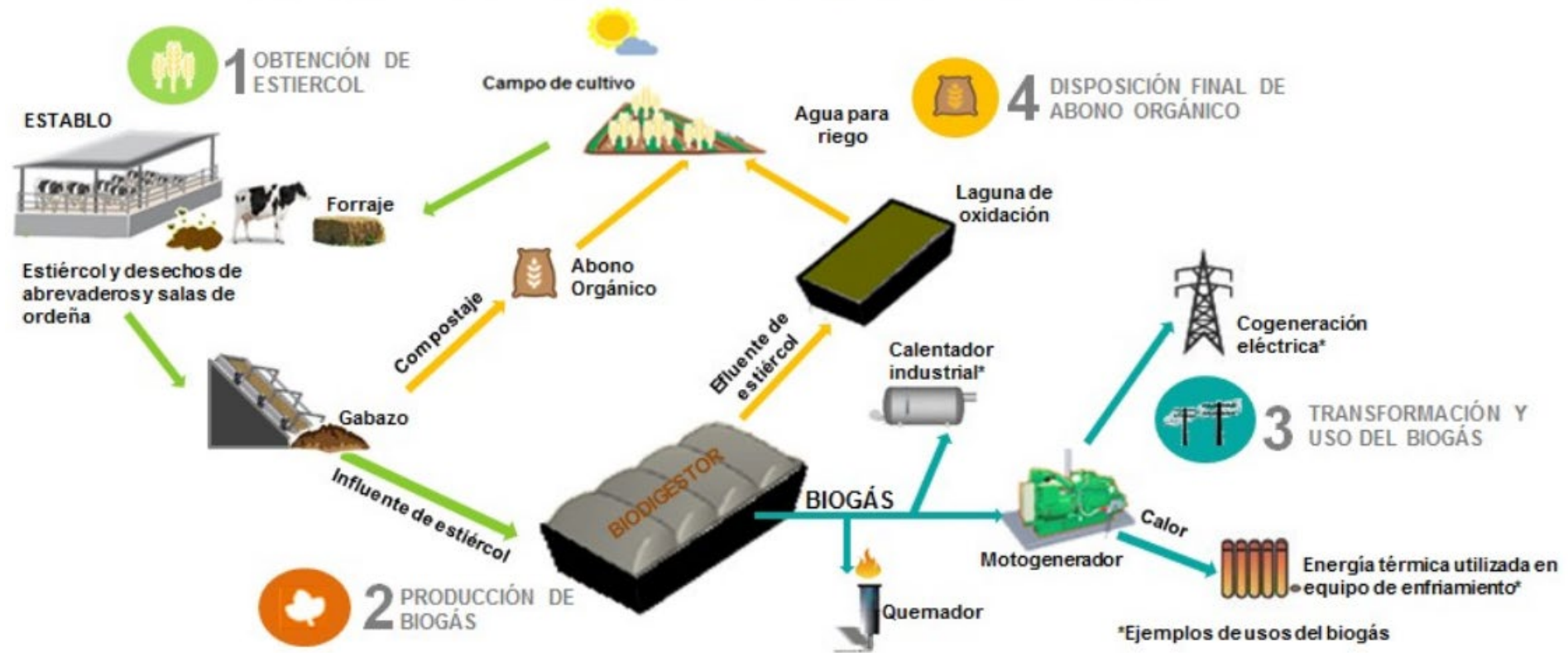
Tipo Bolsa

# Digestor tipo “bolsa”

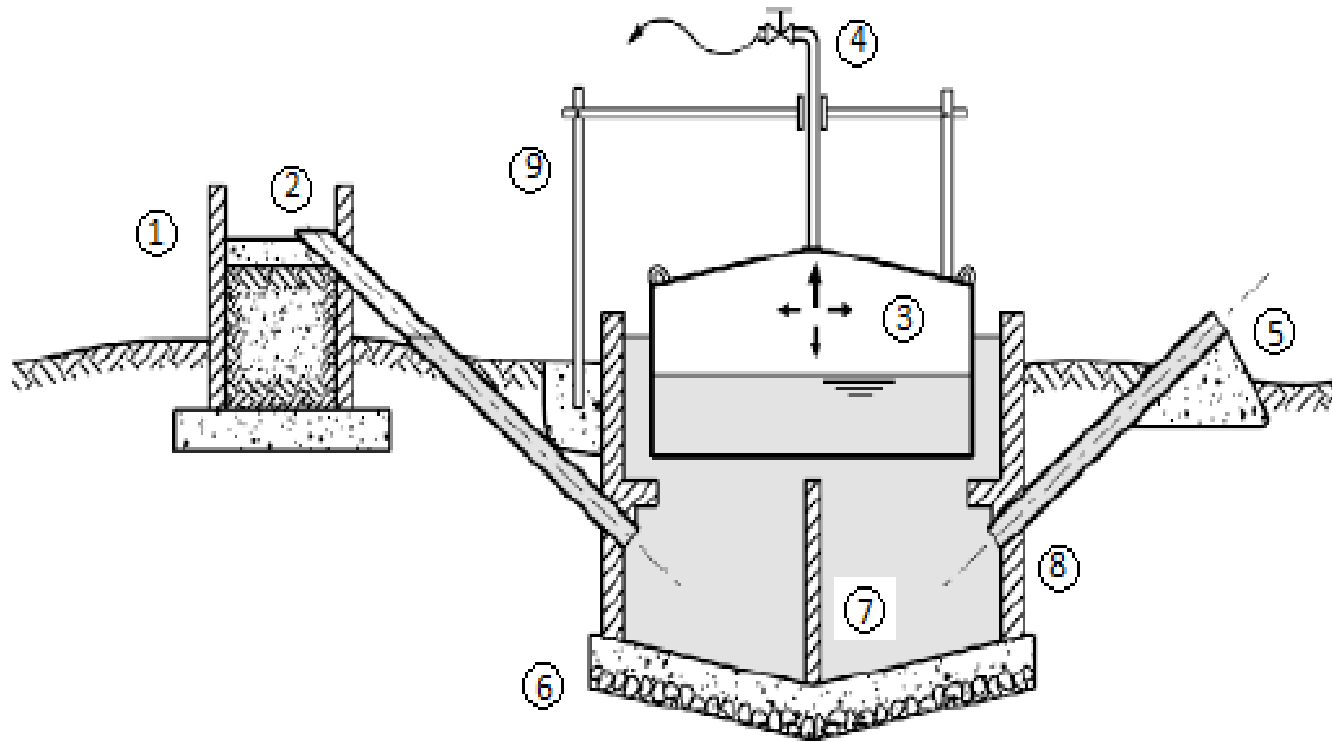


Tratamiento en granjas pequeñas

## CICLO DE VIDA Y SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL BIOGÁS



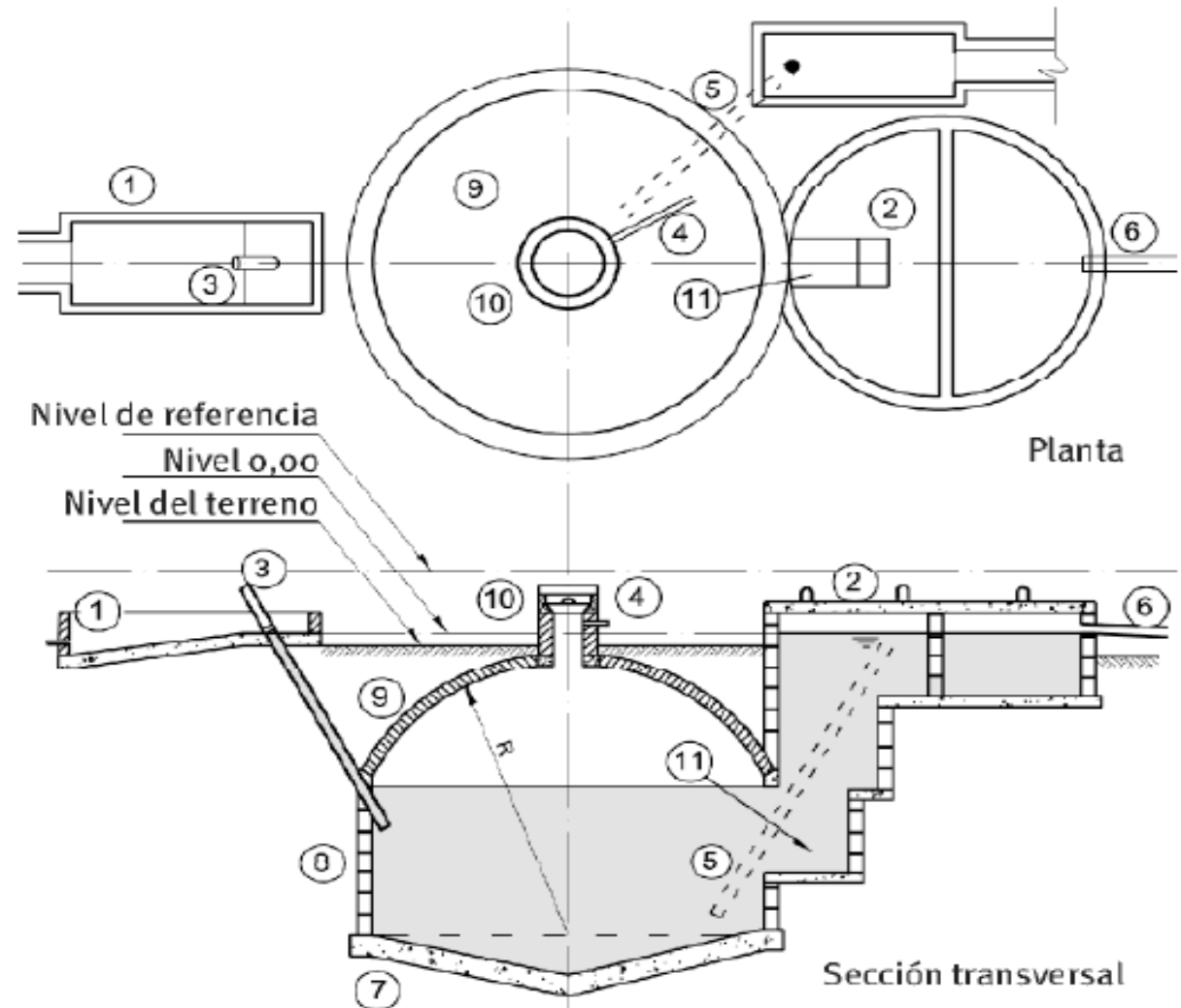




- 1: Tanque de mezcla
- 2: Tubo de carga
- 3: Cúpula móvil
- 4: Tubo de salida del biogás
- 5: Tubo de salida de lodos
- 6: Loza de fondo
- 7: Barrera física para salto hidráulico
- 8: Muro de cemento
- 9: Soporte para colección de biogás

Tipo Indio

## Tipo Chino



- 1: Tanque de mezcla
- 2: Tanque de compensación
- 3: Tubo de carga
- 4: Tubo de salida del biogás
- 5: Tubo de salida de lodos
- 6: Tubo de reboso
- 7: Loza de fondo
- 8: Muro circular
- 9: Cúpula de ladrillos
- 10: Cuello
- 11: Acceso del tanque de compensación





Tratamiento en granjas grandes

# Digestores tipo laguna de baja tasa





Cerdos



Conducción



Vacas



Sedimentador



Cribado



Lodos

Quemado de biogás



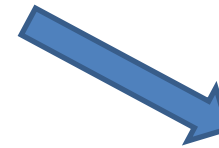
Eliminación de H2S



Generación de Electricidad



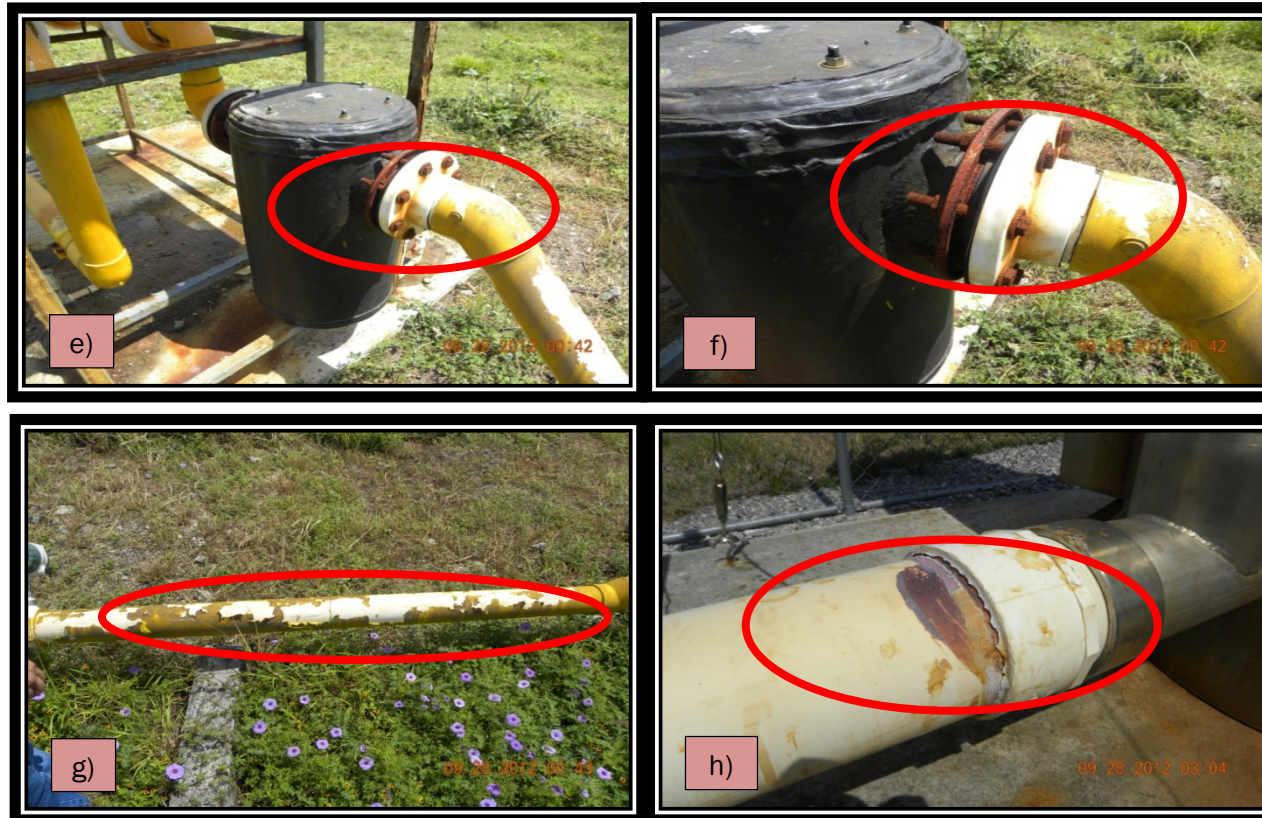
Conducción del biogás



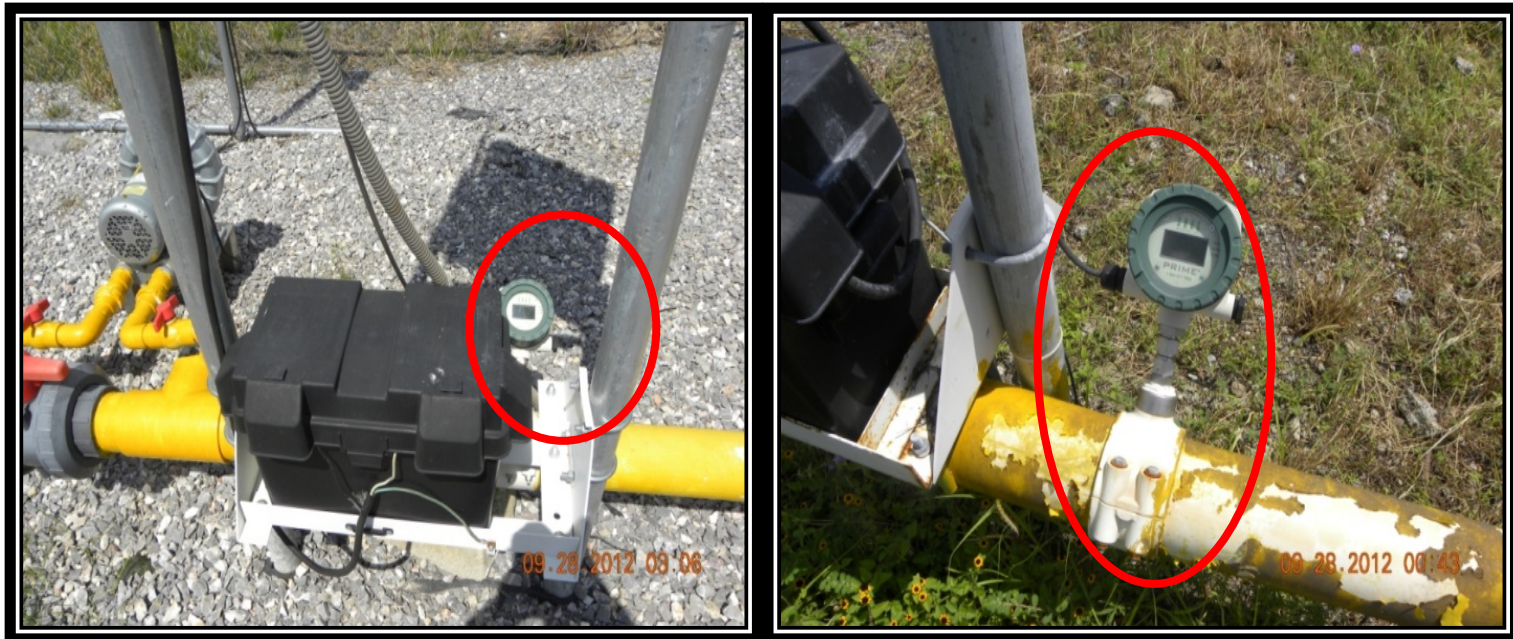
Postratamiento



Problemas de encharcamiento de agua en membrana colección biogás



Problemas de intemperismo en tubería de biogás



Sensor de flujo de biogás inoperativo



Corrosión por falta de pasivación del quemador





Ausencia de arrestaflama



Deficiencias en pendientes de tuberías y  
trampas de condensados



Tuberías de PVC expuestas a la radiación solar



Taludes erosionados



Figura 4.19 Muestreo de biogás



Figura 4.20 Concentración de biogás a la entrada y salida del “filtro”

# Problemas en Biodigestores

## LODOS EN BIODIGESTORES Y PISCINAS DE POST DIGESTIÓN



## INCRUSTACIONES EN TUBERIAS



# Incidentes en Biodigestores

## FORMACIÓN DE PIEDRAS SOBRE LOS MEZCLADORES



## CORROSIÓN EN LOS MIXERS



## Acumulación de sólidos en los pozos de bombeo



## Operaciones de limpieza **periódicas**



Estos **sólidos** también de **acumulan** en el interior del **digestor**. No tienen fluidez, por lo que su extracción del mismo por tubería es muy difícil.



Las mallas que se tienen instaladas antes de la llegada al biodigestor no son adecuadas ya que la apertura es muy grande, por lo que permite el paso de sólidos y basura hasta el interior del biodigestor.



Al ser el mismo diseño de digestores para las otras granjas, la problemática se reproduce en todas ellas.



03.18.2011 09:39

**Fuertes emisiones de sulfhídrico en pozos de bombeo que producen corrosión y malos olores.**

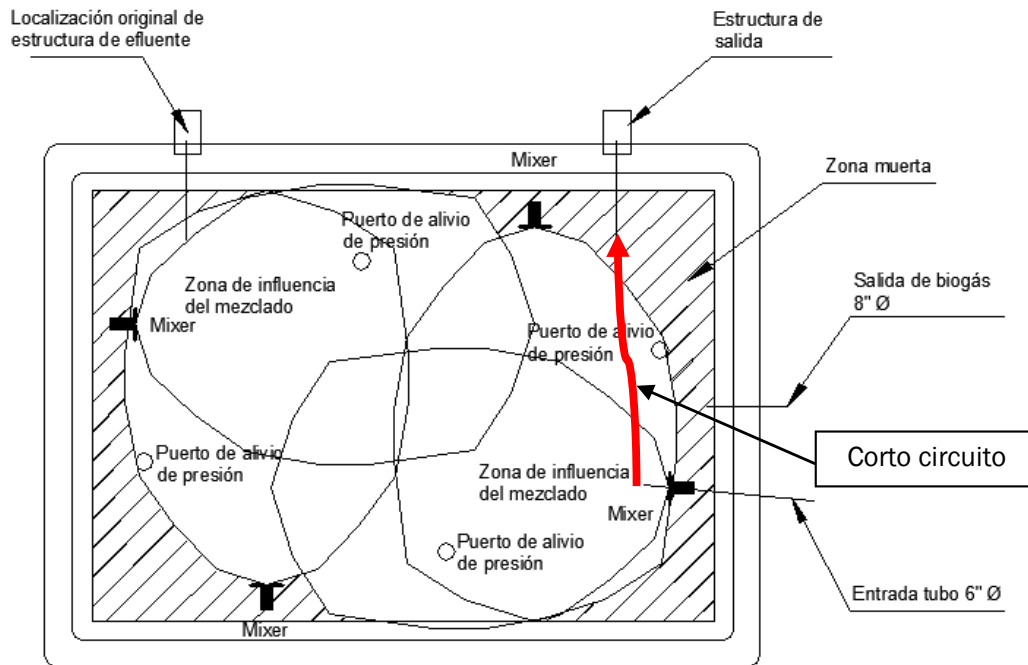




03.19.2011 12:07



- Acumulación de sólidos en el interior y no existe una manera eficaz de extraerlos.
- Cortos circuitos hidráulicos



Efluente con lodo

Distribución de los agitadores (mixers), posibles zonas muertas y corto circuito dentro del biodigestor.

El mezclado no es suficiente para evitar la acumulación en las zonas periféricas del digestor.

**Las áreas de oportunidad de mejora se han identificado de la siguiente manera:**

- Hacer más eficiente la configuración de los trenes de proceso.
- Mejoras relacionadas con el diseño intrínseco de las operaciones unitarias y los biodigestores en particular
- Mejoras relacionadas con las prácticas operacionales de los equipos
- Mejoras relacionadas con la especificación de equipo y materiales, así como la seguridad de las instalaciones en su operación rutinaria.
- Bancos de información sobre la cobertura de tratamiento.