



**Methane to Markets**

---

# **BIOGAS DE RELLENOS SANITARIOS**

## **Captura y Utilización**

**Ing. Sandra M. Mazo-Nix**  
**Profesional en Proyectos**  
**SCS Engineers**

**Cancún, México**  
**26 de agosto de 2010**

# Visión General

- Biogás de Rellenos Sanitarios
- Sistema de Captura y Control del Biogás
- Proyectos de Biogás
  - Beneficios
  - Tipos de Proyectos



# Biogás

---

- Se produce por la descomposición de los residuos sólidos
- La cantidad y composición dependen de las características de los residuos sólidos
- El aumento en la cantidad de materia orgánica equivale a un aumento en la generación de biogás
- Puede utilizarse para generar energía
- La producción de biogás se acaba cuando se termina la descomposición

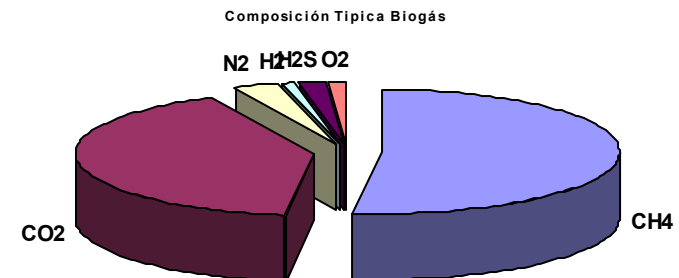
# Factores Principales que Afectan la Producción de Biogás

---

- Cantidad de residuos depositados por año.
- Composición de los desechos.
  - Contenido de desechos orgánicos (fracción biodegradable).
  - Humedad en los desechos.
  - Tasa de degradación de los residuos.
  - Temperatura de la masa de residuos.
- Precipitación anual del sitio.
- Operaciones y mantenimiento que afectan la generación del biogás.
  - Compactación.
  - Cobertura diaria.
  - Control de lixiviados.
  - Cobertura final.

# Biogás: Composición Típica

- Metano ( $\text{CH}_4$ )
  - 50% a 60%
- Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ )
  - 40% a 50%
- Compuestos Orgánicos No-Metánicos (NMOCs)
  - Elementos trazas
- Valor Calorífico
  - 500 Btu/pies cúbico Standard (scf) = 4166 Kcal./m<sup>3</sup>
- Contenido de Humedad
  - Saturado



# Metano (CH<sub>4</sub>)

---

- Incoloro
- Inodoro e Insípido
- Mas ligero que el aire
- Relativamente insoluble en agua
- Altamente explosivo
  - Limite Inferior de Explosividad = 5% en el aire
  - Limite Superior de Explosividad = 15% en el aire

# Metano (CH<sub>4</sub>)

---

- ¿Por qué el metano es un gas de efecto invernadero?
  - El metano absorbe la radiación infrarroja terrestre (calor) que, de otro modo, escaparía al espacio (característica de GEI)
- El metano es un GEI 23 veces mas potente por peso que el CO<sub>2</sub>
- En cualquier momento, el metano es mas abundante en la atmósfera ahora que en los últimos 400.000 años y 150% mas alto que en el año 1750.

# Estimación de la Generación del Biogas – Modelos

---

- LandGEM(v.3.02) -EPA E.E.U.U.
- Modelo Mexicano de Biogás, 2.0 - EPA.
- Modelo Ecuatoriano/Centroamericano de Biogás -EPA.
- Modelo del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC 2006).
- Modelo de SchollCanyon.
- GasSim(UK)



## Modelo Mexicano de Biogás 2.0

- Se construyó en base a la versión 2003
- Refleja condiciones locales
- Adopta una estructura que toma en cuenta las condiciones de México
- Usa información de sitios con proyectos en operación
- Permite su funcionamiento con alimentación de información básica



# Modelo Mexicano de Biogás 2.0

---

- El modelo y manual del usuario está disponible en las paginas Web de LMOP y M2M
  - LMOP: [www.epa.gov/lmop/index.htm](http://www.epa.gov/lmop/index.htm)
  - M2M: [www.methanetomarkets.org](http://www.methanetomarkets.org)

# Uso de los Modelos de Emisión de Biogás

---

- Determinación del tamaño de los sistemas colectores.
- Evaluaciones y proyecciones sobre el uso del biogás.
- Propósitos regulatorios.

# Objetivos de los Sistemas de Control de Biogás

---

- Control de la Migración
- Control de Olores
- Control de Emisiones
- Protección de las Aguas Subterráneas
- Protección de la Cubierta
- Recuperación de Energía

# Captura y Control del Biogás

- Modos y métodos de controlar el biogás
  - Pasivo
  - Activo
- Sistema de monitoreo y control del biogás en el perímetro del relleno sanitario



# Componentes del Sistema de Captación de Biogás

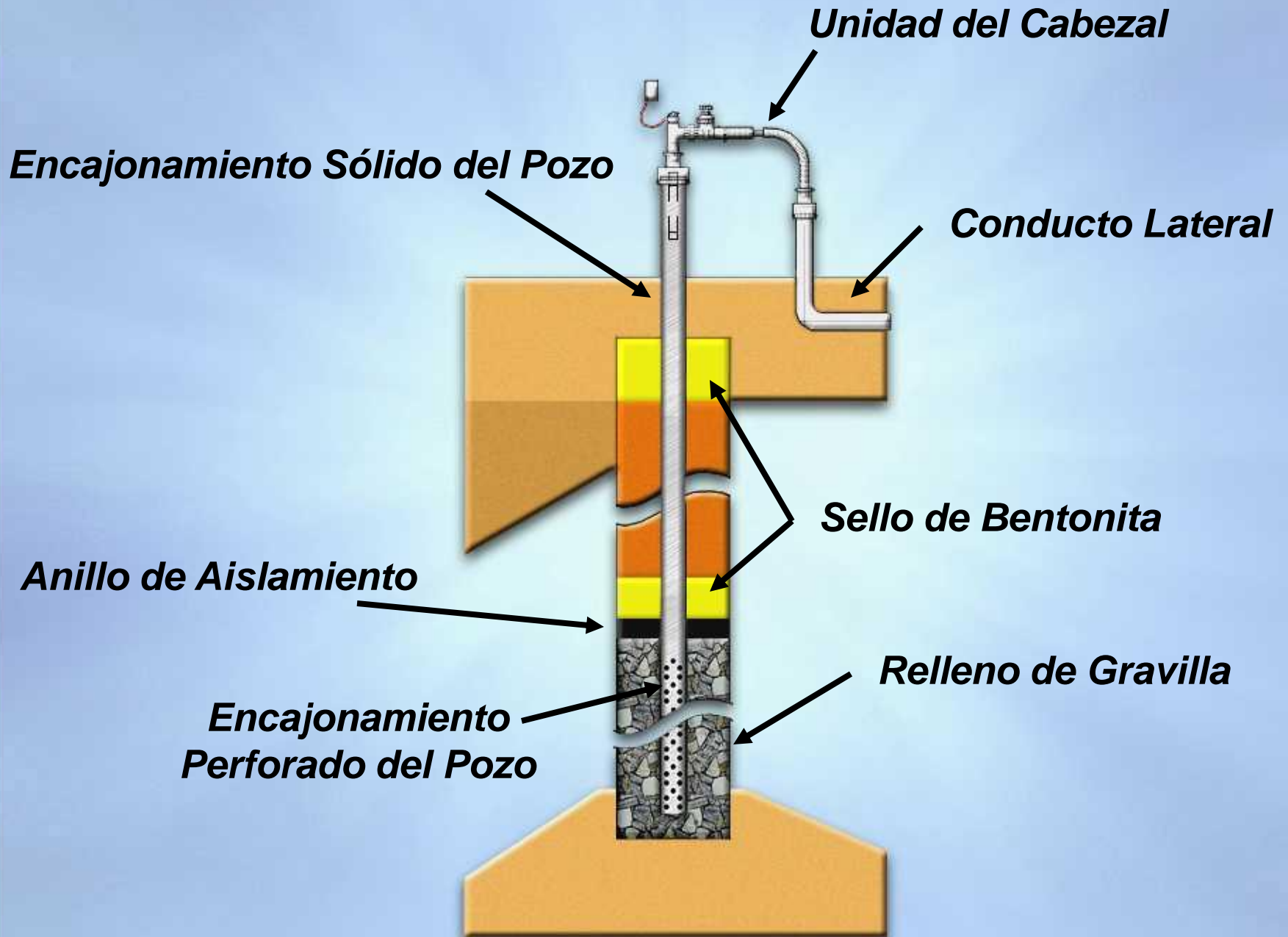
---

- Pozo de Extracción
  - Verticales
  - Colectores Horizontales
- Cabezal del Pozo de Extracción
- Colector Lateral
- Trampas de Condensado
- Colector Principal
- Cárcamo de Condensado
- Estación de Quemado

# Pozos de Extracción Verticales

- Método mas común de la captura de biogás.
- Se instala en áreas de disposición existentes o en operación.
- Profundidad ideal de los residuos > 10 metros





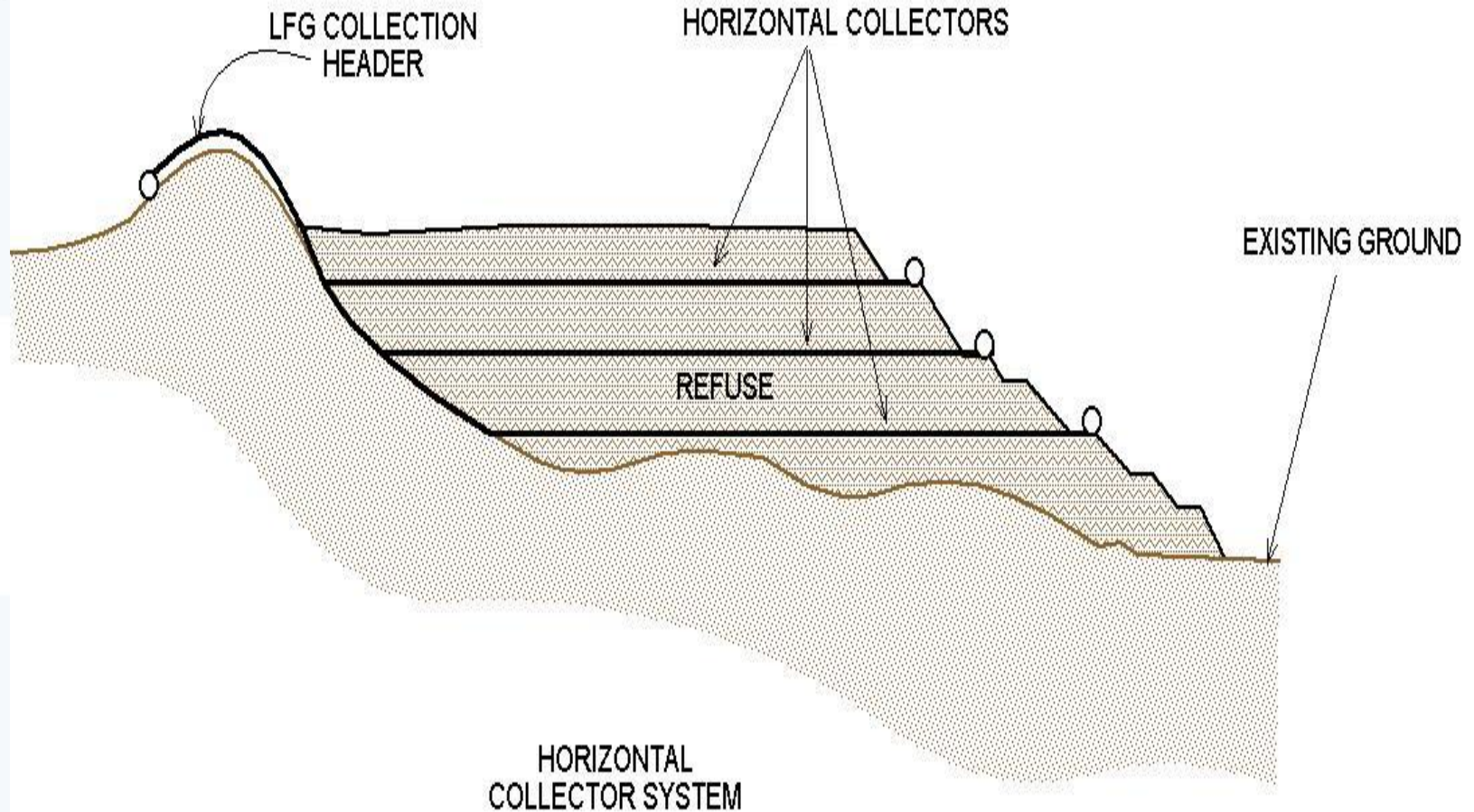


# Colectores Horizontales

- Un método alternativo para la captura de biogás.
- Se instala en áreas poco profundas.
- Se instala en áreas de disposición existentes o en operación.
- Puede ser utilizados en rellenos sanitarios con altos niveles de lixiviados



# Arreglo Típico de los Colectores Horizontales



# Cabeza del Pozo de Extracción



Válvula para regular succión



Presión

Temperatura

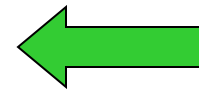
Puertos de Monitoreo

# Tubería Lateral y Principal

Tubería Lateral



Tubería Principal



# Estación de Quemado

- Eliminador de Humedad
- Bomba de Succión
- Quemador
- Controles
- Sistema de Monitoreo (flujo y calidad de biogás)



# Componentes

Bomba de  
Succión



Eliminador de  
Humedad

Tubería  
Principal

# Tipos de Quemadores

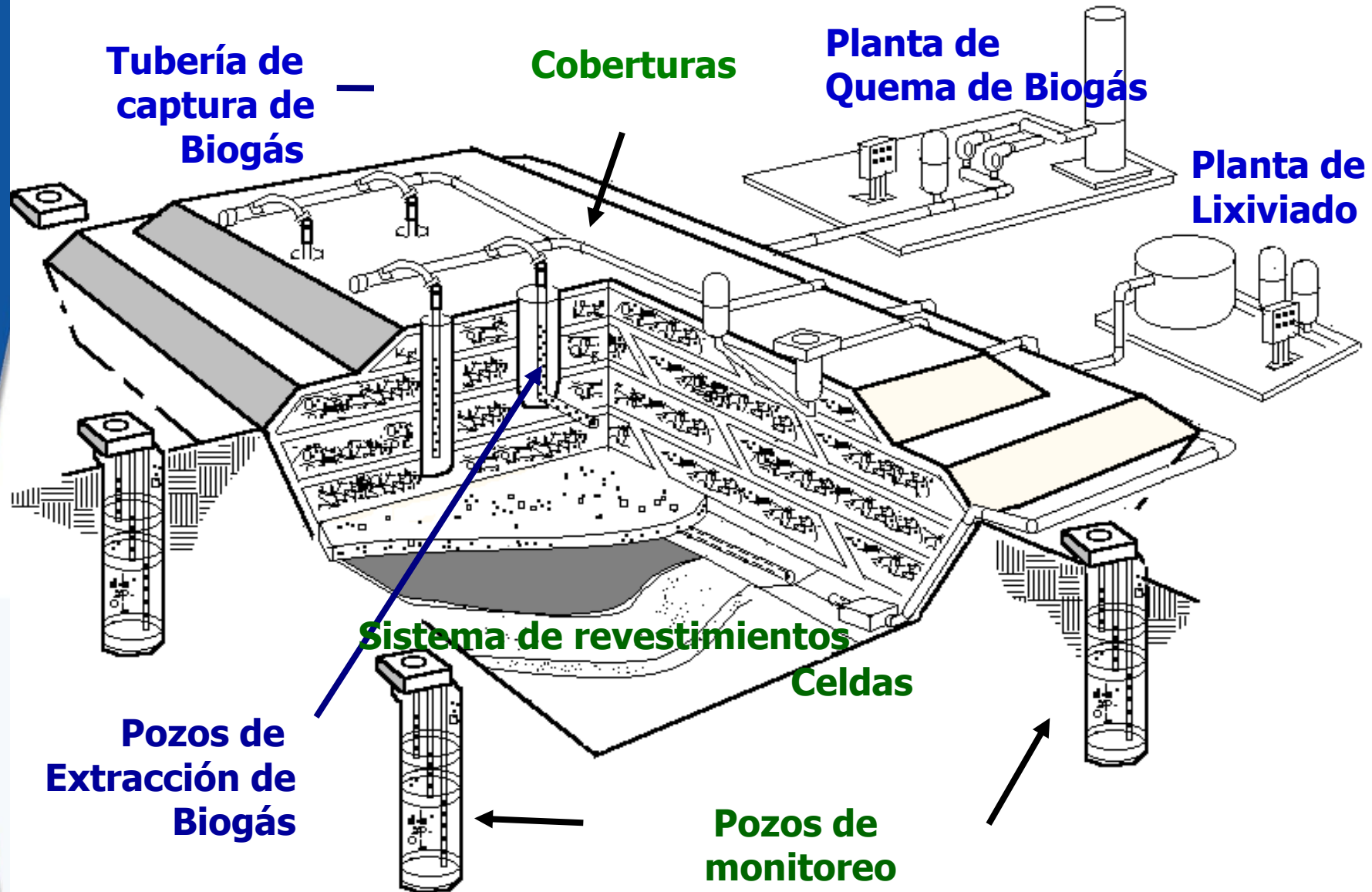


Quemador tipo "Cerrado"



Quemador tipo "Elevado"

# Esquema de un Relleno Sanitario Moderno





# Factores que Afectan la Recuperación del Biogás

- Diseño del Sistema del Captación de Biogás
- Diseño del Sistema de Captación de Lixiviado
- Operación y Mantenimiento del Relleno
  - Cubierta intermedia y final.
- Operación y Mantenimiento del Sistema del Biogás
  - Manejo de condensado
- Manejo de Lixiviados y Aguas Pluviales



# ¿Porque Aprovechar el Biogás?

---

- Una fuente de combustible local
- La captura y su aprovechamiento son relativamente sencillos
- Fuente de energía renovable
- Suministro constante - 24 horas, 7 días a la semana
- Existen tecnologías comprobadas para el uso de biogás
- Recurso energético que se perdería si no se aprovecha
- Ayuda a reducir emisiones al ambiente

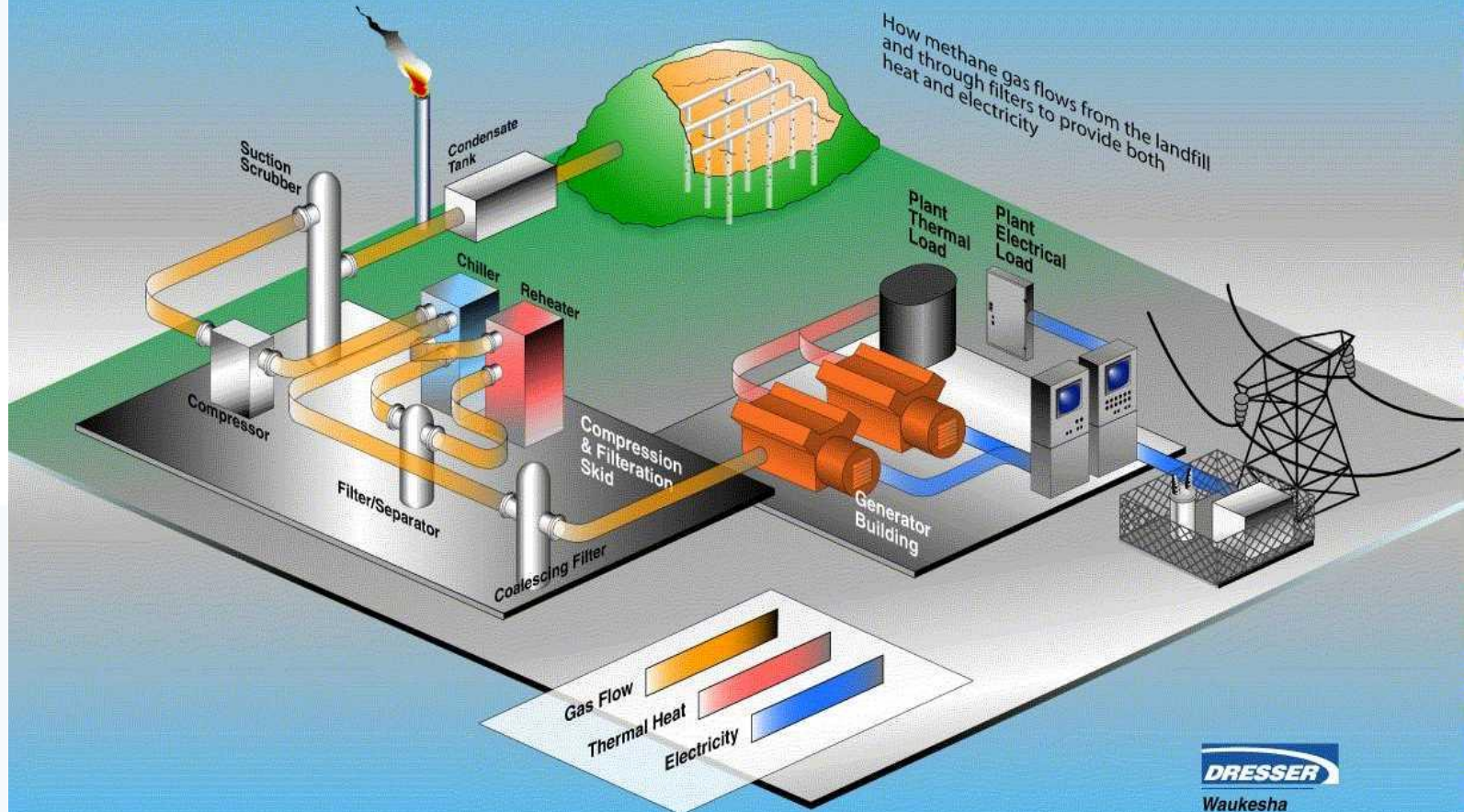
# Beneficios de un Proyecto de Aprovechamiento

---

- Destruye el metano y otros compuestos orgánicos en el biogás
- Reemplaza el uso de recursos no renovables
- El relleno se puede beneficiar:
  - Tiene otra fuente de ingresos
  - Desarrollo económico local
- El usuario final se puede beneficiar:
  - Reducir costos de combustible
  - Ganar a través de utilización de fuentes renovables
  - Apoyar un estrategia de imagen “verde”, acciones sustentables

# Esquema Típico de un Proyecto de Uso Energético de Biogás

## Landfill Gas to Energy



# Beneficios de un Proyecto de Aprovechamiento

---

- Cada megavatio de generación o de utilización media de 615 m<sup>3</sup>/hora de biogás en un año es equivalente a:
  - Equivalente ambiental: La siembra de 4.900 hectáreas de árboles o la eliminación de las emisiones de CO<sub>2</sub> de 9.000 autos
  - Equivalente Energético: Prevención del uso de 99.000 barriles de petróleo, o prevenir el uso de 200 vagones de carbón, o proveer electricidad para 650 hogares

# ¿Como se ha utilizado el biogás anteriormente?

---

- Tomates y flores
- Cerámica y vidrio
- Automóviles
- Farmacéuticos
- Ladrillos y concreto
- Metal
- Jugo de naranja y manzana
- Biodiesel, GNL y etanol
- Fibra de vidrio y papel
- Mezclilla
- Electrónicos
- Químicos
- Chocolate
- Desechado de lodos sanitarios
- Productos de soja
- Alfombras
- Calor infrarrojo
- Energía verde
- Ahorros en costo
- Aumento en la sustentabilidad

# Tipos de Proyectos



Relleno Sanitario

**Uso Directo - BTU Mediano**



**Uso Directo - BTU Alta**



**Energía Eléctrica**



# Opciones de Utilización del Biogás

- **Combustible de BTU Mediano.** Utilizado directamente o con poco tratamiento para uso comercial, institucional e industrial para abastecer calentadores de agua, hornos, secadores de agregados, incineradores de basura y generadores de electricidad convencionales. Típicamente contiene 50% metano.
  - **Evaporación de Lixiviado.** Biogás es utilizado como combustible en la evaporación de lixiviado, reduciendo costos de tratamiento.
- **Combustible de BTU Alto.** El biogás es purificado a niveles del 92 a 99 por ciento de metano, removiendo el dióxido de carbono. Uso final como Gas Natural o Gas Natural Comprimido.
- **Energía Eléctrica.** Utilizado como combustible para generadores de combustión interna y turbinas para la generación de energía para después ser suministrada a la red.



# ¿Quien Usa Biogás?



The miracles of science™



The Ultimate Driving Machine



# Uso Directo - Btu Mediano

- **Calderas**
- **Aplicaciones Térmicas Directas**
  - Hornos
  - Calentadores
- **Aplicaciones Innovadoras**
  - Invernaderos
  - Calentadores Infrarrojos
  - Hornos de Cerámica
  - Evaporación de Lixiviado



# Uso Directo – Btu Alto

---

- **Inyección a Gasoducto**
- **Biogás como Combustible Vehicular**
  - Gas natural comprimido (GNC)
  - Biodiesel
  - Etanol



# Generación de Electricidad

---

- **Tipo de proyecto mas común en EE.UU.**
  - En EE.UU., existen cerca de 1100 MW de capacidad en mas de 250 proyectos
- **Venta de la electricidad**
  - Vendida a la red
  - A cooperativas o industrias calificadas para comprar directamente
  - Algún consumidor cercano grande
  - Autogeneración o “net metering”
- **Tamaño promedio de proyecto: 4 MW (500 kW - 50 MW)**

# Generación de Electricidad



**Motor de  
Combustión Interna**  
(rango de 100 kW a 3 MW)



**Turbina de Gas**  
(rango de 800 kW a 10.5 MW)



**Microturbina**  
(rango de 30 kW a 250 kW)

# Calor y Energía Combinados

---

- **Grandes Industrias**
- **Aplicación en Turbinas y Microturbinas**



# PREGUNTAS

---

Ing. Sandra Mazo-Nix

[smazonix@scsengineers.com](mailto:smazonix@scsengineers.com)