



# Methane to Markets

---

**TECNOLOGIAS PARA APROVECHAMIENTO DE BIOGAS**

**Ing. Jim Michelsen  
Director de Proyectos  
SCS Engineers**

Medellín, Colombia  
29 de abril de 2009

# Agenda

---

- Aprovechamiento de Biogas – General
- Uso Directo – Btu Mediano
- Uso Directo – Btu Alta
- Generación de Electricidad
- Calor y Energía Combinados

# ¿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

# Relleño Sanitario Moderno



# 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

# Beneficios de un Proyecto de Aprovechamiento

---

- Cada megavatio de generación o utilización media de 615 m<sup>3</sup>/hora. de Biogas en un año es equivalente a:
  - La plantación de 4,900 hectáreas de árboles o eliminación de las emisiones de CO<sub>2</sub> de 9,000 autos
  - 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 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

# Opciones de Utilización del Biogás

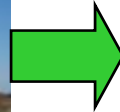
---

- **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.
  - **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.



# Biogas 101 (Tipo de Proyectos)

“Relleno Sanitario”



“Entrega de Energia”



“Gaseoducto”

“Usuario” (MBTU)



Proyecto BTU Alto

- Proyectos son mayor con mayores requerimientos de capital
- Requiere un Btu de 950 btu/scf para venta a la compañía de gas natural

Generación de Energía Eléctrica

- Requiere interconexión a la red de distribución local
- Económicamente dependiente del precio del kWh a largo plazo

# Uso Directo

---

Combustible de BTU Mediano

# Uso Directo

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



## Uso Directo

---

- +100 proyectos en EEUU
- Longitud de gaseoducto varia entre 0.6 a 15 kilómetros
  - < 5 kilómetros es mas viable
- El biogás es utilizado por un usuario fuera del relleno sanitario
- Conducción del biogás hasta un usuario cercano para el uso en una caldera, horno o algún otro proceso

# ¿Quien Usa Biogás?

The Solae<sup>®</sup>  
Company™



MLGW

Hometown Energy Working for You

MALLINCKRODT

AJINOMOTO



Owens Corning



Rolls-Royce



Lucent Technologies  
Bell Labs Innovations



INTERNATIONAL  PAPER

From innovation to results.

DAIMLERCHRYSLER

The Ultimate  
Driving Machine

# Three Rivers Solid Waste Authority Kimberly Clark/Siemens - Aiken, Carolina del Sur

## Planta de Compresión y Deshidratación

- Flujo de 3390 M<sup>3</sup>/hra.
- 25.6 km
- Compresión a 40 lb/pulg<sup>2</sup>
- Comunicaciones Remotas
- Integración con el Quemador Automatizado
- Cumplimiento con Estándares Específicos de Diseño

## Costos Capital

- ~\$2.0 Millones de dólares

## Plazos

- 8 meses Diseño y Instalación



## Jenkins Brick Moody, Alabama

- 11 km gasoducto
- Comienzo operaciones en 2006
- Relleno suministra 1015 m<sup>3</sup>/hra a horno de ladrilla
  - Equivalente a 18 MMBtu/Hra.
- Biogas representa 45% de necesidades de energía
- Beneficios
  - Ahorros mas de \$600,000 en 7 años
  - Relaciones publicas
  - Desarrollo económico local



# SOLAE - Relleno Sanitario South Shelby Memphis, Tennessee

- El proyecto mas grande de energía renovable en el Estado de Tennessee
- Instalación con capacidad de 8475 m<sup>3</sup>/hora.
- Construida en 150 días
- Modificación del sistema de combustión e integración de sistemas automatizados para optimización del uso de biogás
- Diseño y construcción de quemadores y sistemas de automatización.
- Reducción de mas del 65% de emisiones de GN
- Gaseoducto de 5 millas
- Reducción de Emisión de NOx mayor al 75%





# Invernaderos

- Utilizado como fuente de energía y calor
- El CO<sub>2</sub> puede ser utilizado para mejorar el crecimiento de las plantas
- 6 proyectos de invernaderos en EEUU



# Evaporación de Lixiviado

- Usa el biogás para tratamiento de lixiviado
- Existe tecnología disponible
- Existen 20 proyectos operando en EEUU e internacionalmente



# Aprovechamiento de Biogas

---

Combustible de BTU Alta

# Conversion a Btu-Alto

---

- **Tecnología**
  - El gas es purificado de 50% a 97%- 99% de metano
  - Remoción del dióxido de carbono es el primer paso
- **Ventajas**
  - Inyección del producto tratado a un gaseoducto
  - El metano puede usarse como equivalente de gas natural
  - Reducción del uso de combustibles fósiles
- **Desventajas**
  - Debe cumplir con los estándares estrictos de gas en el gaseoducto
  - La tecnología es costosa
  - Es económicamente viable solo a gran escala

# Combustible de BTU Alto – Montauk Energy - Valley & Monroeville, PA

- Comenzó operaciones en 2006
- Biogas a Btu alto, calidad de gasoducto (dos plantas)
  - Tecnología membrana
- Entregar el biogas a:
  - Baja presión gasoducto de distribución local
  - Alta presión a gasoducto de nivel transmisión



Photos courtesy of Montauk Energy



# *Biogás como Combustible Vehicular*

- Hace gas natural comprimido (GNC) utilizando biogas para:
  - Combustible para el equipo del relleno y de recolección
  - GNC para autobuses y otros vehículos públicos
- Utiliza biogas para producir biodiesel
- Metanol a biodiesel
- Producción de Etanol



# Aprovechamiento de Biogas

---

Generación de Electricidad

# Generación de Electricidad

---

- **Tipo de proyecto mas común en EEUU**
  - En EEUU, 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

---

- **Generadores de Combustión Interna**
- **Turbinas**
- **Microturbinas**
- **Nuevas Tecnologías**
  - Fuel Cell

# Generadores de Combustión Interna

- **Capacidad: 350 kW- 3 MWs**
- **Ventajas**
  - Comprobado y confiable
  - Eficientes
  - Alta disponibilidad >92%
  - No requiere pre-tratamiento de biogas
- **Desventajas**
  - Mayor costos de O&M
  - Mayor emisiones de NOx y CO



# Generación Combustión Interna con Invernaderos - Model City, New York

- Proyecto desarrollado por Innovative Energy Systems (IES)
- Inicio en Junio 2001
- Capacidad de 5.6 MW con 7 moto generadores Caterpillar G3516
- Provee todos los requerimientos de electricidad y calor a los invernaderos
- El exceso de la electricidad es vendido a la red
- 7½ acres que producen 10,000 lb/día o 3.5 millones lb/año de tomates



# Turbinas: Biogas, Vapor, y Ciclo Combinado

- **Capacidad:** 1-6 MWs
- **Ventajas**
  - Resistentes a la corrosión
  - Bajo costos de O&M
  - Tamaño físico pequeño
  - Bajas emisiones de NOx
- **Desventajas**
  - Ineficientes en carga parcial
  - Cargas parasitas altas, debido a los requerimientos de alta compresión del gas
  - Requiere pre-tratamiento de biogas



# Microturbinas

- **Capacidad:** 30-200 kW
- **Ventajas**
  - Emisiones bajas
  - Mas aplicable por autogeneración
  - Capacidad múltiple en combustibles
  - Tamaño pequeño
  - Costos de mantenimiento bajos
- **Desventajas**
  - Ineficientes
  - Alta costo de capital \$/kW instalado



# Aprovechamiento de Biogas

---

Calor y Energía Combinados

# Calor y Energía Combinados

---

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

# Calor y Energía Combinados

---

## ■ Ventajas

- Mayor eficiencia de recuperación de energía a través de la recuperación del calor residual – hasta un 80%
- Sistemas especializados CHP disponibles
- Flexible – agua caliente o generación de vapor a través de la recuperación de calor

## ■ Desventajas

- Mayor costos de capital para las sistemas de recuperación



# Calor y Energía Combinados BMW - Carolina del Sur, EEUU

- Gaseoducto de 15 km
- 4 turbinas reacondicionadas para quemar biogás
- 4.8 MW = 25% de las necesidades de la planta
- 72 MMBtu/hr = 80% de las necesidades térmicas de la planta (agua caliente, calor, enfriamiento)
- Ahorros de \$1 millón/año para BMW



# Calor y Energía Combinados Antioch, Illinois

---

- Primer proyecto de cogeneración con biogás en una escuela
- 12 microturbinas con capacidad de 360 kW
- La energía del escape produce 290,000 BTUs/hora a 550°
- La escuela espera ahorros de \$100,000/año



# PREGUNTAS

---

Ing. Jim Michelsen  
[Jmichelsen@scsengineers.com](mailto:Jmichelsen@scsengineers.com)

# Retroalimentación de Biogás Corporación Ocean Spray

- Diseño e integración de sistemas para llevar biogás hasta dos calderas nuevas
- Controles diseñados para operar sin personal
- Optimización para usar el combustible con menor costo operacional
- Sistema de monitoreo y diagnóstico a distancia



# Instalacion MS TIO2 de Dupont Delisle, Mississippi

## Planta de Compresión y Deshidratación

- Flujo de 5424 m<sup>3</sup>/hra.
- Remoción de H<sub>2</sub>S
- Modificación de los quemadores de una caldera de Alta Presión con Capacidad de 160,000 lb/hr
- Cambio de Gas Natural a Biogás Sin Ningún Problema.
- Integración de Controles para medición de O<sub>2</sub> y Poder Calorífico.



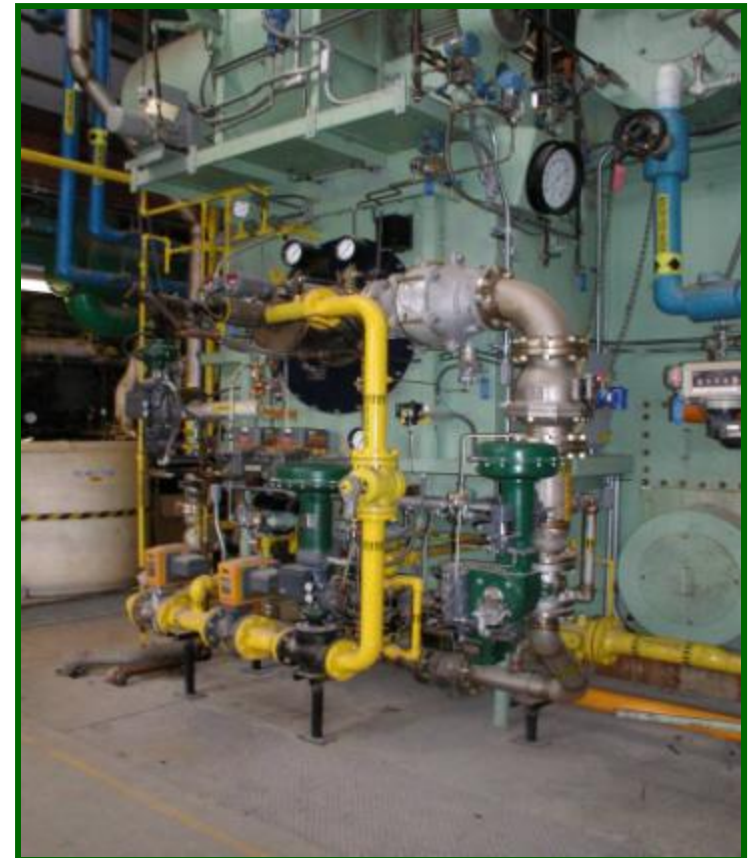
## General Motors, Ft Wayne & Lake Orion, IN

- Sustitución de gas natural por biogás en calderas
- Tercer proyecto de GM que usa biogás
- Modificación de los quemadores de las calderas
- Ahorros anuales de ~\$400,000



# Centro Espacial Goddard – NASA Greenbelt, Maryland

- Diseño y construcción de modificaciones de la planta de electricidad
- Modificación de los sistemas de compresión y combustión en el relleno sanitario Sandy Hills
- Integración de controles para utilizar hasta 3 combustibles maximizando el uso de biogás
- Diseño de quemadores para reducir emisiones mas de 90% que las de GN
- NASA puede operara hasta 9 Meses con biogás y complementarlo con GN y aceite el resto del tiempo
- Primer instalación federal en Estados Unidos usando biogás
- Ahorros Anuales ~ \$500,000



# Granger Energy/Tyson Foods New Holland, PA

## Diseño y Construcción:

Conversión de Equipo de Combustión  
de Gas Natural a Combinación Gas  
Natural-Biogás

## Costos Capital

~\$2.2 Millones de Dólares

## Ahorros Esperados

Eliminar el uso de ~110 MMBtu/hr de  
GN:

- ~14.2 MMBtu/hr por caldera por 6 calderas
- ~6 MMBtu/hr por Calentador por 5 Calentadores





# Calor y Energía Combinados Wisconsin, EEUU

- Gaseoducto de 3 millas
- Turbina que produce 3.2 MW de electricidad y recupera calor residual produciendo 17,000 lb/hr de vapor
- Reduce el uso de combustible fósil en un 50%, reduciendo los gases invernadero en un 47%
- Los ahorros de energía proyectados son de \$2.4 millones/año (net = \$1 millones/año)
- La segunda turbina de 3.2 MW esta en construcción

