



BATTELLE

TALLER DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS

TALLER DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS

No.	Módulo	Presentador
1	La Importancia del Manejo Adecuado de Rellenos Sanitarios	P. Ruesch
2	Construcción de Rellenos Sanitarios Parte I	M. Elizondo
3	Construcción de Rellenos Sanitarios Parte II	J. Dávila
4	Operación de Rellenos Sanitarios Parte I	M. Elizondo
5	Operación de Rellenos Sanitarios Parte II	M. Elizondo
6	Fundamentos del Biogás y Sistemas de Captura de Biogás	J. Dávila
7	Tecnologías para Aprovechamiento de Biogás	J. Dávila
8	Cierre o Conversión de Vertederos a Cielo Abierto	P. Ruesch



BATTELLE

Módulo No. 7

Tecnologías para Aprovechamiento de Biogás de Rellenos Sanitarios

Ing. José Luis Dávila, Consultor

Agenda

- Generalidades
- Uso Directo – Poder Calorífico Mediano
- Uso Directo – Poder Calorífico Alto
- 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
- Remplaza 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 generado requiere 615 m³/h de Biogás que equivale anualmente a:
 - La plantación de 4,900 hectáreas de árboles o eliminación de las emisiones de CO₂ 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, GNL y etanol
- Fibra de vidrio y papel
- Mezclilla
- Electrónicos
- Químicos
- Chocolate
- Desecho 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 Poder Calorífico 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 Poder Calorífico 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.

Esquema De Proyectos

“Relleno Sanitario”



“Entrega de Energia”



“Usuario”



“Gaseoducto”

Proyecto BTU Mediano

- Menor inversión, menor conversión de tecnología.

Proyecto BTU Alto

- Proyectos requieren mayores inversión capital
- Requiere un biogás ~95% metano para vender 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

¿Quien Usa Biogás?



Owens Corning



Rolls-Royce



Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



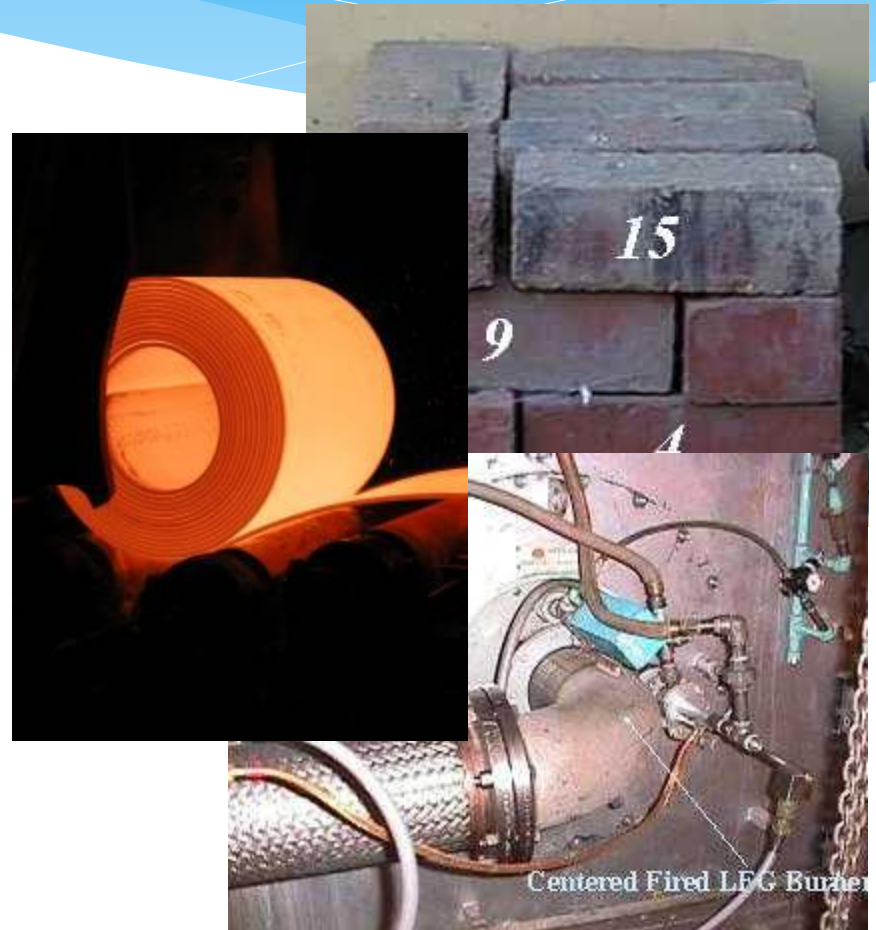
The Ultimate
Driving Machine

INTERNATIONAL  PAPER
From innovation to results.

DAIMLERCHRYSLER

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
 - < 10 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

Uso Directo Del Biogás

- Es la opción mas viable en la mayoría de los casos
- El usuario final debe estar localizado cerca (~10 km), dependiendo de la complejidad de la ruta del gaseoducto
- Se puede vender el biogás con un descuento de las tarifas de distribución del gas natural
- Punto clave – Los proyectos nos eran posibles si las agencias reguladoras requieren que los gaseoductos de biogás cumplan con las normas de gas natural

Autoridad de Residuos Solidos de Three Rivers

Kimberly Clark/Siemens - Aiken, Carolina Del Sur

Planta de Compresión y Deshidratación

- Desarrollado por SIEMENS
- Inicio en Abril de 2008
- Flujo de 3,390 M³/h.
- Gaseoducto de 25.4 km
- Compresión a 40 lb/pulg²
- Biogás es utilizado por calderas en la Planta Kimberly Clark

Costos Capital

- ~\$2.0 Millones de dólares

Plazos

- 8 meses Diseño y
Instalación

<https://trswa.org/landfillgas.shtml>



Estación de
Compresión

Ladrillera Jenkins Brick

Moody, Alabama

- Planta fue ubicada cerca del Relleno Sanitario
- Gaseoducto de 11 km gasoducto
- Comenzó operaciones en 2006
- 1,015 m³/h suministrado a horno (Equivalente a 18 MMBtu/h)
- Biogás representa 45% de necesidades de energía
- Beneficios
 - Ahorros mas de \$600,000 en 7 años
 - Relaciones publicas
 - Desarrollo económico local



<https://www.brasfieldgorrie.com/expertise/project/jenkins-brick-company/>

SOLAE - Relleno Sanitario South Shelby Memphis, Tennessee

- El proyecto mas grande de energía renovable en el Estado de Tennessee
 - Instalación de 8,475 m³/h
 - 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 ~8 km
 - Reducción de Emisión de NOx mayor al 75%
- http://arizonaenergy.org/News04/News%20June04/bfi_landfill_gas_to_power_the_so.htm



Relleno Sanitario Cranberry Creek

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



Invernaderos

- El biogás es utilizado como fuente de energía y calor
- El CO₂ puede ser utilizado para mejorar el crecimiento de las plantas en el invernadero
- Existen 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



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
- Biogás a Btu alto, calidad de gasoducto (dos plantas)
 - Tecnología membrana
- Entregar el biogás 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 biogás para:
- equipo pesado y de recolección
- Autobuses y otros vehículos públicos
- Se utiliza para producir biodiesel
- Se utiliza para convertir metanol a biodiesel
- En la producción de Etanol



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**
 - Vendita a la red
 - A cooperativas o industrias calificadas para comprar directamente
 - Algún consumidor cercano grande
 - Autogeneración
- **Tamaño promedio de proyecto:**
 - 4 MW (500 kW - 50 MW)

Generación de Electricidad

- Generadores de Combustión Interna
- Turbinas
- Microturbinas
- Nuevas Tecnologías
 - Celdas de Combustible

Generadores de Combustión Interna

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



Turbinas: Biogás, 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 biogás



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



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

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
- <http://www.moderncorporation.com/awards/>



Calor Y Energía Combinados BMW

Carolina Del Sur

- 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
- <http://www.epa.gov/lmop/proj/profile/bmwmanufacturinglandfillg.htm>



Calor Y Energía Combinados

Escuela Secundaria Antioch, Illinois

- Primer proyecto de cogeneración con biogás en una escuela
- 12 microturbinas con capacidad de 360 kW
- La energía del escape produce 306,000 kJ/hour de agua caliente
- La escuela espera ahorros de \$100,000/año



Gracias por su Atención

Módulo No. 7

Tecnologías para Aprovechamiento de Biogás de
Relenos Sanitarios

Ing. José Luis Dávila,
Consultor Independiente
pepedavila@yahoo.com
+1 (602) 820-2972

TALLER DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE
RELLENOS SANITARIOS



BATTELLE