

Iniciativa Global de Metano

Fundamentos del Biogás y Sistemas de Captura de Biogás

Ing. Sandra Mazo-Nix, Profesional en Proyectos

SCS Engineers



Visión General

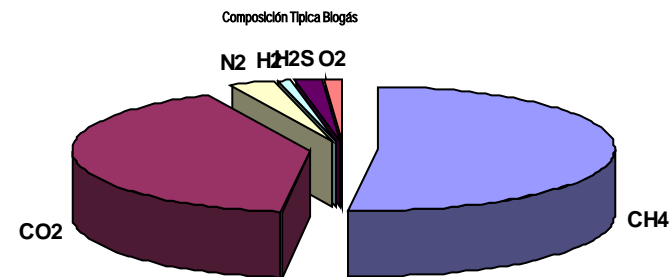
- Biogás de Rellenos Sanitarios
- Sistema de Captura y Control del Biogás

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
- La producción de biogás se acaba cuando se termina la descomposición.
- Puede utilizarse para generar energía

Biogás: Composición Típica

- Metano (CH_4)
 - 50% a 60%
- Dióxido de Carbono (CO_2)
 - 40% a 50%
- Compuestos Orgánicos No-Metánicos (NMOCs)
 - Trazas
- Valor Calorífico
 - 500 Btu/pies cúbico Standard (scf) = 4166 kCal/Nm³
- Contenido de Humedad
 - Saturado



Metano (CH₄)

- 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 (CH₄)

- ¿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 CO₂
- 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 Biogás - Modelos

- EPA EEUU
 - LandGEM (v.3.02)
 - Modelo Colombiano de Biogás, 1.0
 - Modelo Mexicano de Biogás, 2.0
 - Modelo Ecuatoriano
 - Modelo Centroamericano de Biogás
- Modelo del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC 2006).
- GasSim (UK)
- Modelo de Scholl Canyon.

Ecuación de Descomposición de Primer Orden para Estimar la Generación de Metano en los Vertederos

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0.1}^1 k \cdot L_0 \cdot \left[\frac{M_i}{10} \right] \cdot e^{-kt_{ij}}$$

- **Ecuación de generación de metano para rellenos sanitarios usada por la EPA LandGEM con las siguientes variables:**
 - Q_{CH_4} = Generación anual de metano en el año calculado ($m^3/año$)
 - M_i = Índice de disposición de residuos ($Mg/año$)
 - L_0 = Potencial de la generación de metano (m^3/Mg)
 - k = Constante del índice de generación de metano ($1/año$)
 - n = (año calculado) – (año inicial de aceptación de los residuos)
 - $i = 1$ incremento del año
 - $j = 0.1$ incremento del año
 - t_{ij} = Edad de la j sección de residuos aceptados en el año i

Variable L_0 del Modelo

- **Variable L_0 (m^3/Mg)**
 - Representa el volumen de metano que se puede producir por un Mg de residuos.
 - Esta en función del contenido orgánico de los residuos (no incluyendo el agua)
 - El estimado están basados en la composición de los residuos
 - Afecta directamente (linealmente) la generación de metano
 - Valor promedio de L_0 usado por la EPA para residuos en los EE.UU. = $100 m^3/Mg$



Variable k del Modelo

■ Variable k (1/año)

- Representa el índice de descomposición de los residuos o la fracción del potencial restante de metano emitido por año
- La variable k también puede ser expresado como el período según la ecuación siguiente:

$$\text{Periodo } (t_{1/2}) = \ln(2) / k$$

- La variable k esta en función de la humedad de los residuos, disponibilidad del nutriente, temperatura y pH
- La variable k es una constante y el exponente en la ecuación de primer orden
- El valor de la EPA para residuos en los EE.UU. en climas moderados a mojados es = 0.04/año

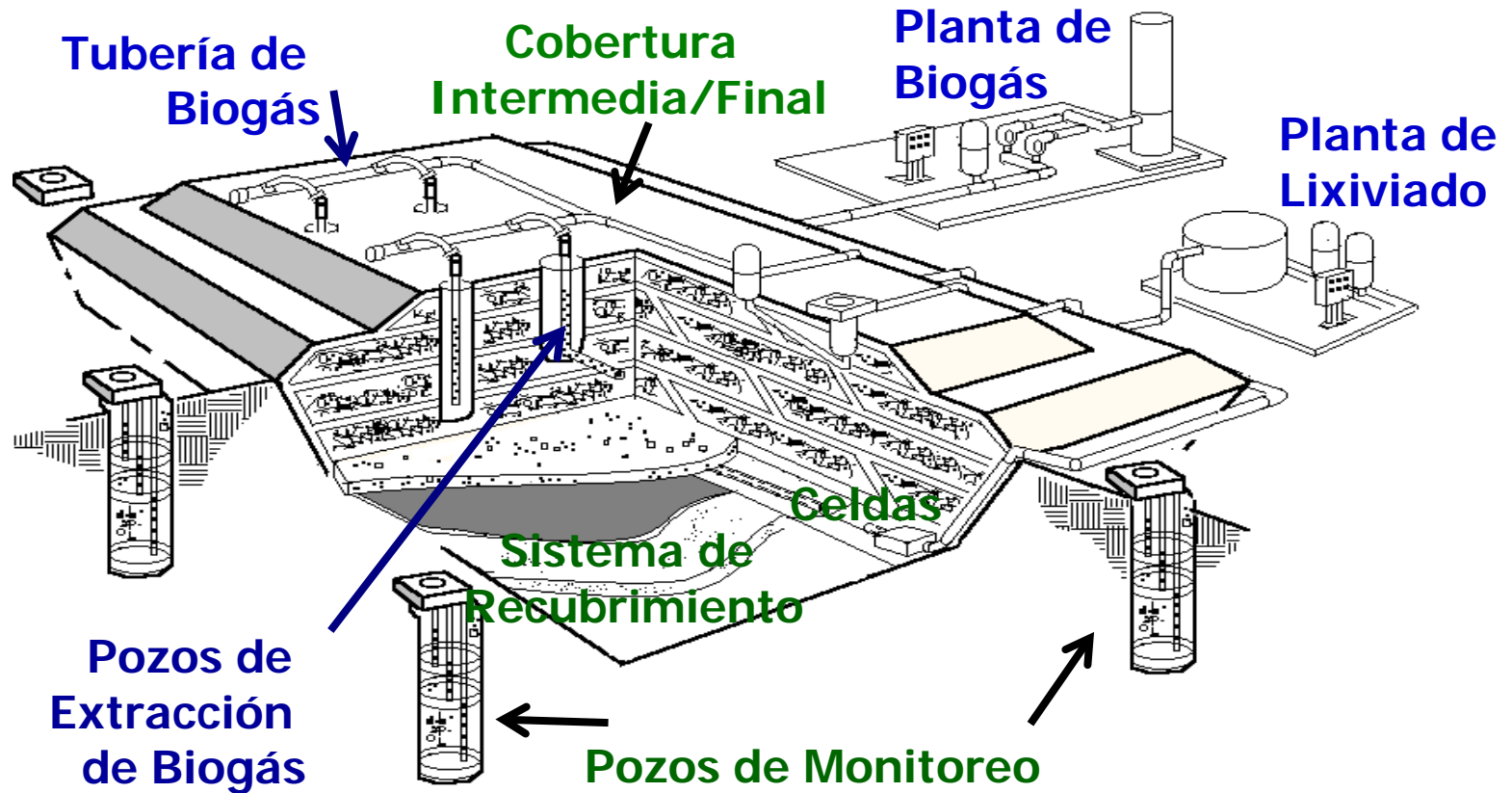
Uso de los Modelos de Generación de Biogás de Rellenos Sanitarios

- Evaluaciones y proyecciones sobre el uso del biogás.
- Estudios de pre-factibilidad.
- Diseño de sistemas de captura.
- Diseño de sistemas para la utilización.
- Propósitos regulatorios.

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.

Relleño Sanitario Moderno



Objetivos de los Sistemas de Captura de Biogás


- Control de la Migración
- Control de Olores
- Control de Emisiones (GEIs)
- Protección de las Aguas Subterráneas
- Mantener la estabilidad del relleno
- Recuperación de Energía
- Cumplir con la legislación

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



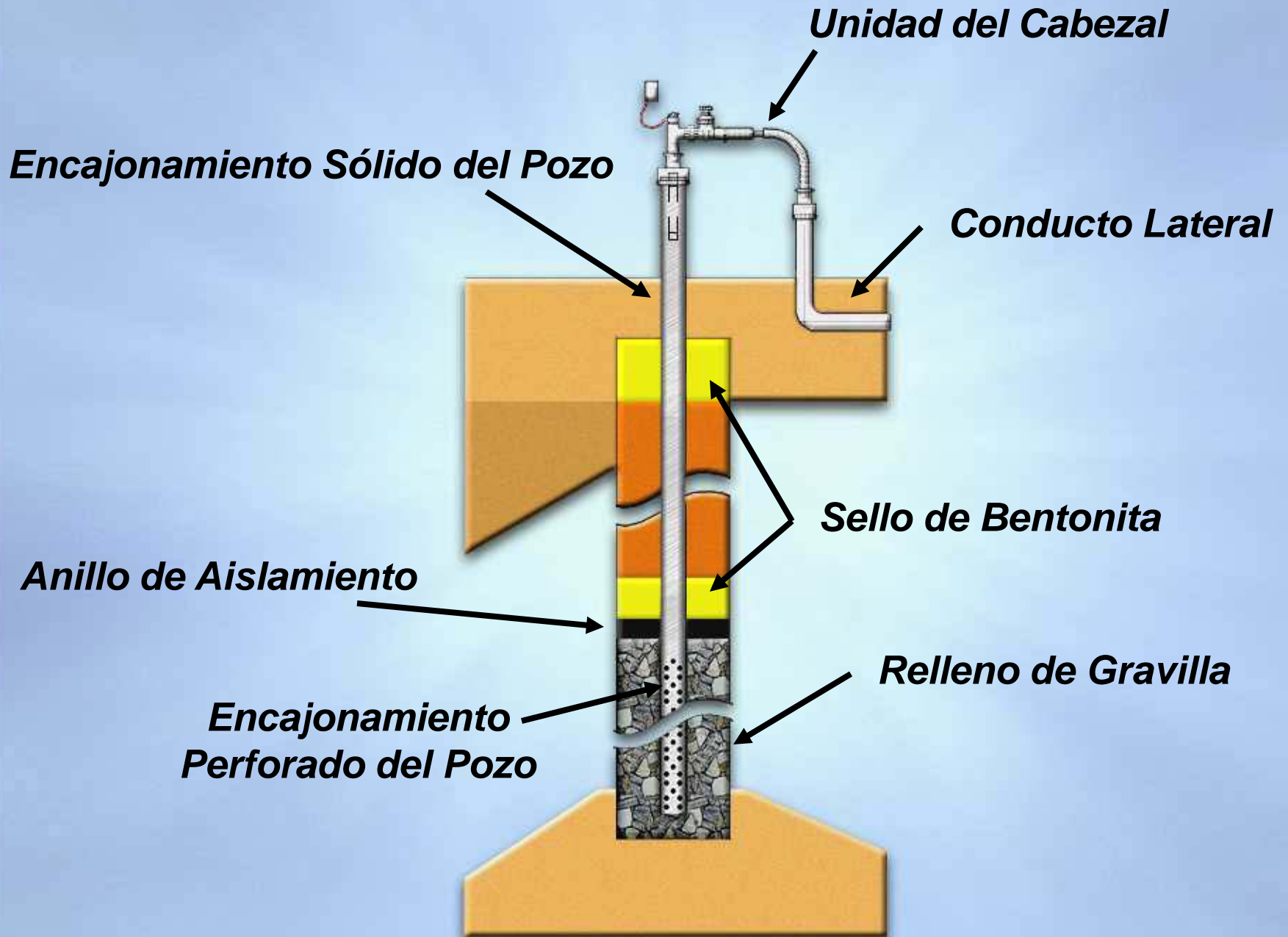
Componentes del Sistema de Captación de Biogás

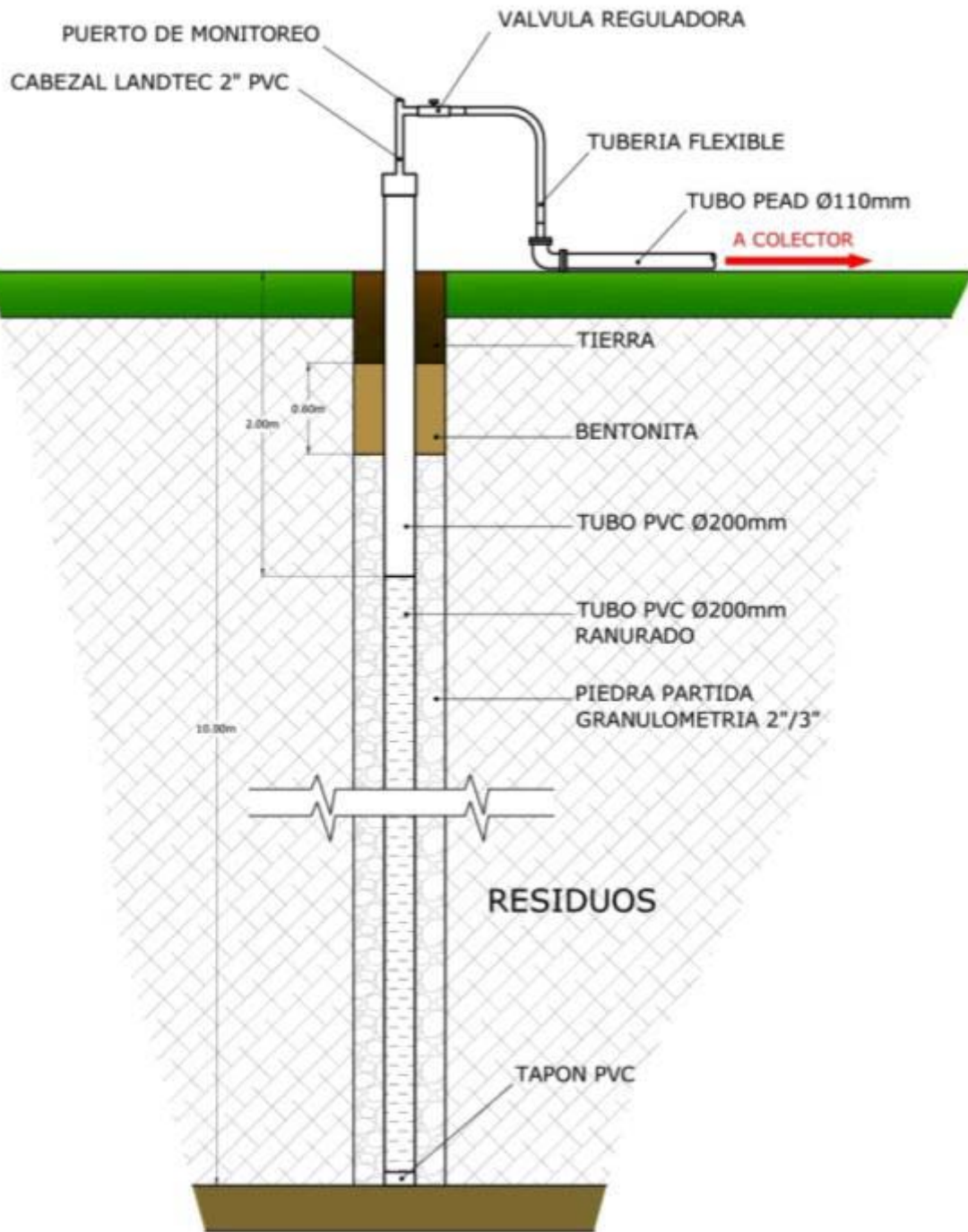
- Pozo de Extracción 
 - Verticales
 - Colectores Horizontales
- Cabezal del Pozo de Extracción
- Colector Lateral
- Trampas de Condensado
- Colector Principal
- Cárcamo de Condensado
- Estación de Quemado

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







Ejemplos de Pozos de Captación Vertical

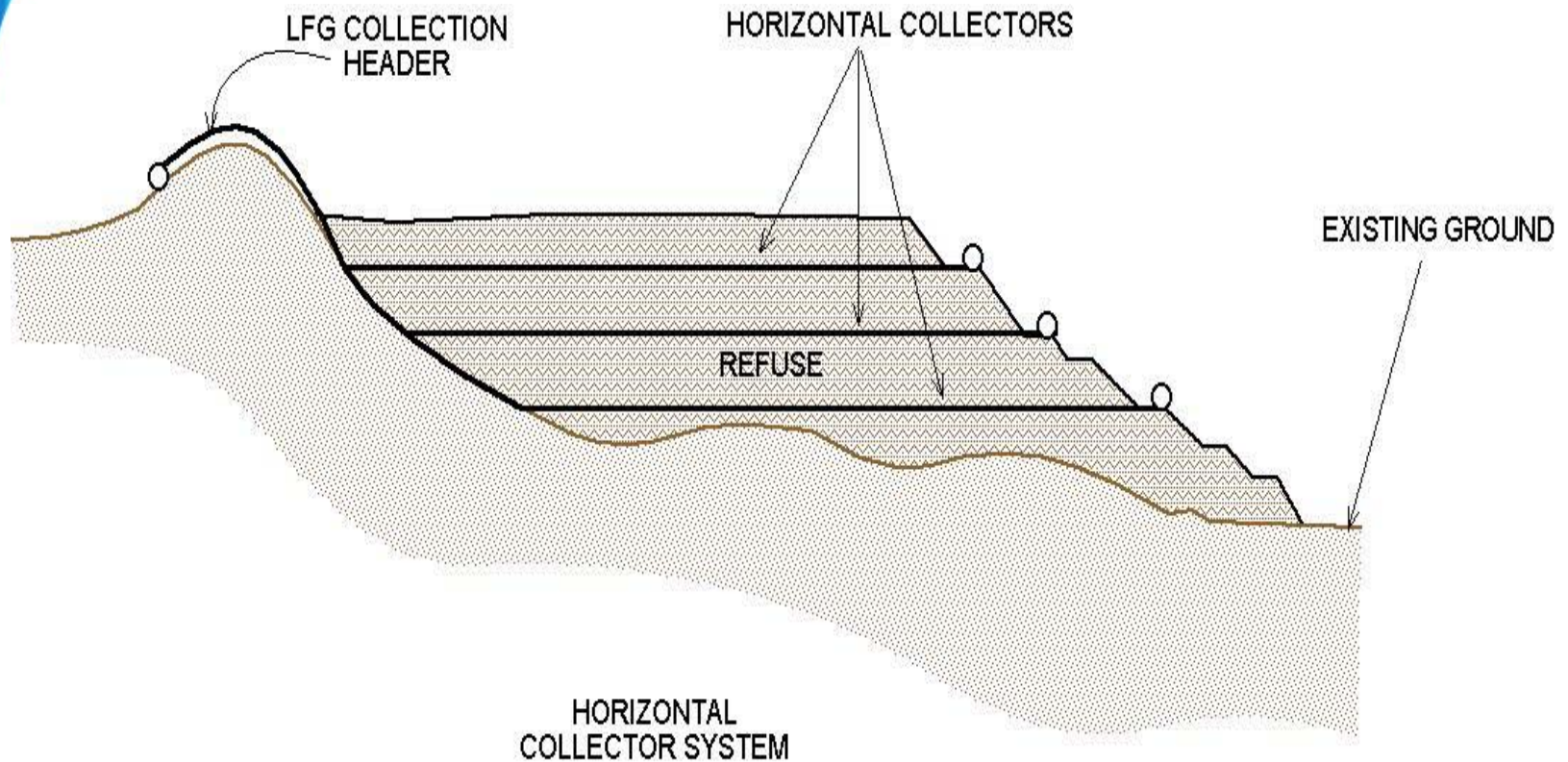


Colectores Horizontales

- Un método alternativo para la captura de biogás.
- Se instala en áreas con residuos poco profundos.
- Se instala en áreas de disposición existentes o en operación.
- Puede ser utilizados en rellenos sanitarios con altos niveles de lixiviados.
- Pueden ser una alternativa cuando se instalan a conforme el relleno sanitarios va avanzando en profundidad.



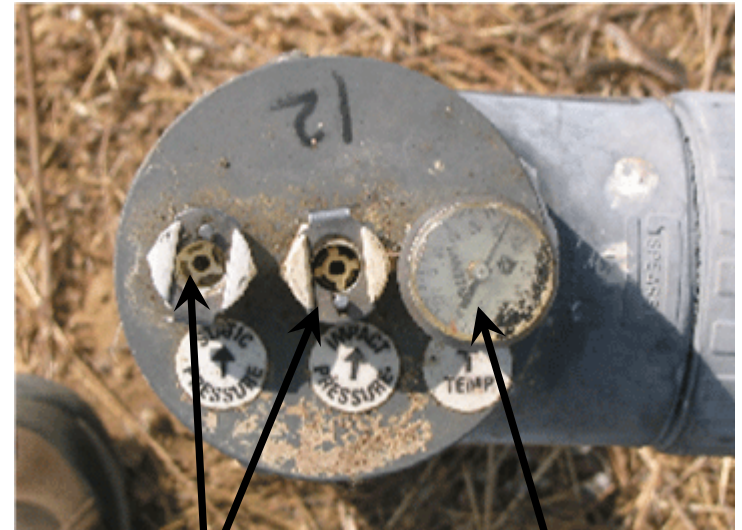
Arreglo Típico de los Colectores Horizontales



Cabezal del Pozo de Extracción



Válvula para regular succión



Presión

Temperatura

Puertos de Monitoreo

Tubería Lateral



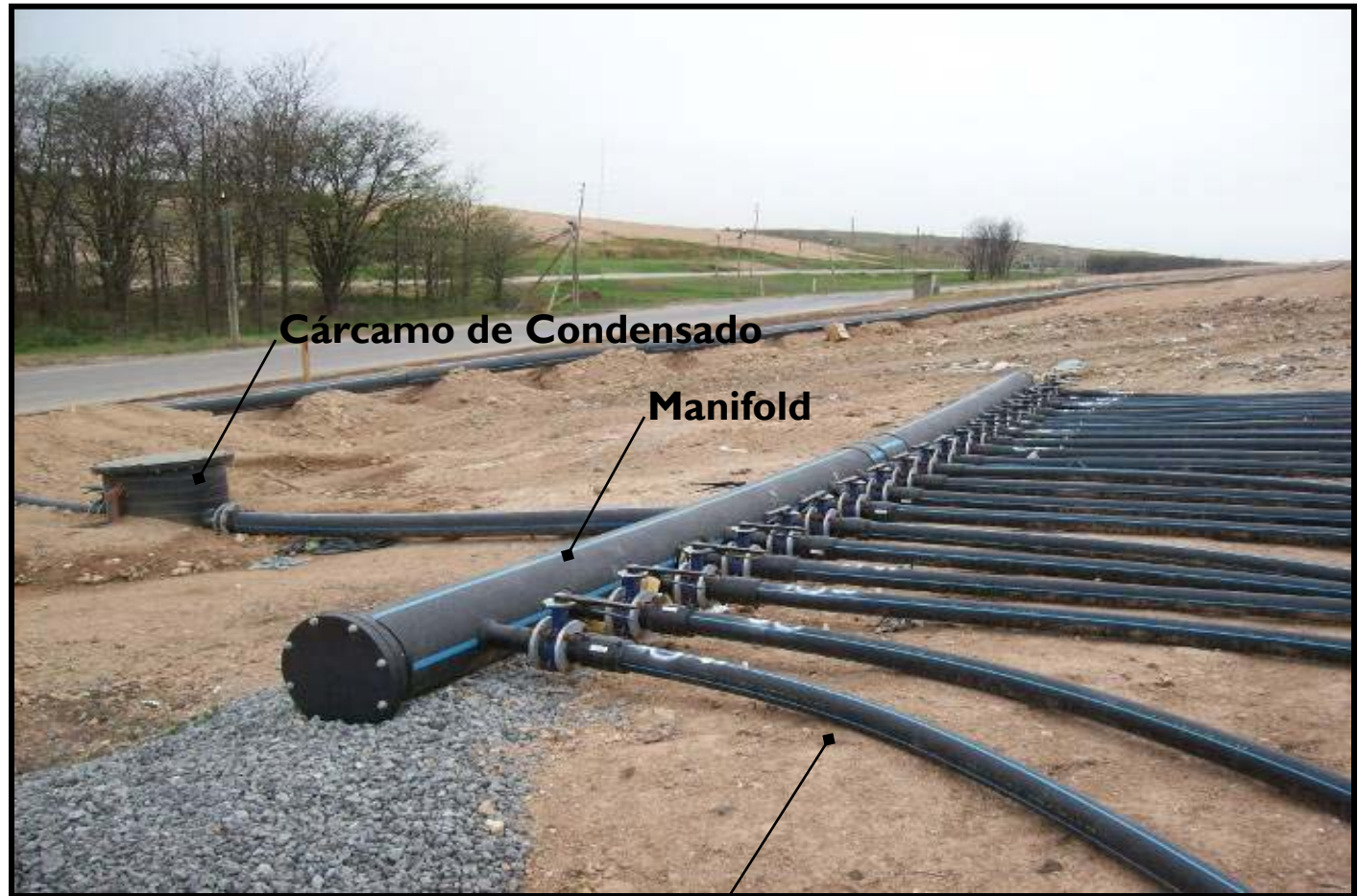
Tubería Principal



Condensado

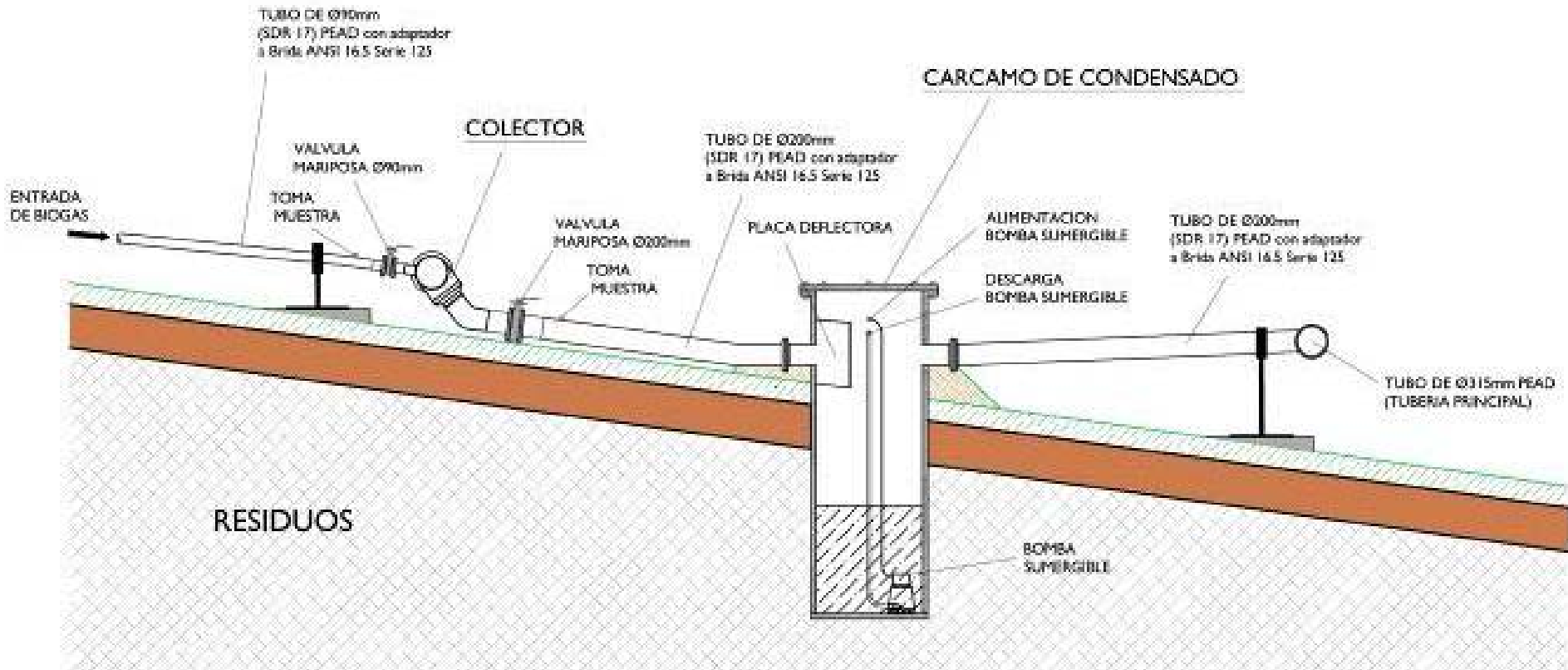
- ¿Que es el condensado?
 - Líquido producto del enfriamiento del vapor de agua contenido en la corriente de biogás.
- Consecuencias de manejos inadecuados de líquidos condensados
 - Pozos inundados.
 - Poco vacío en los pozos.
 - Obstrucción de la red de tubería de captación.
 - Se incrementan los costos operativos.

Cárcamo de Condensado



**Tuberías laterales provenientes
de los pozos de extracción**

Cárcamo de Condensado



Estación de Quemado

- Eliminador de Humedad
- Bomba de Succión e Impulsión
- Antorchas de Quemado
- Controles
- Sistema de Monitoreo (flujo y calidad de biogás)



Componentes

Bomba de
Succión e
Impulsión



Eliminador de
Humedad

Tubería
Principal

Componentes Principales



Componentes Principales



Cámara de condensado



Panel de control



Panel de monitoreo

Tipos de Antorchas de Quemado

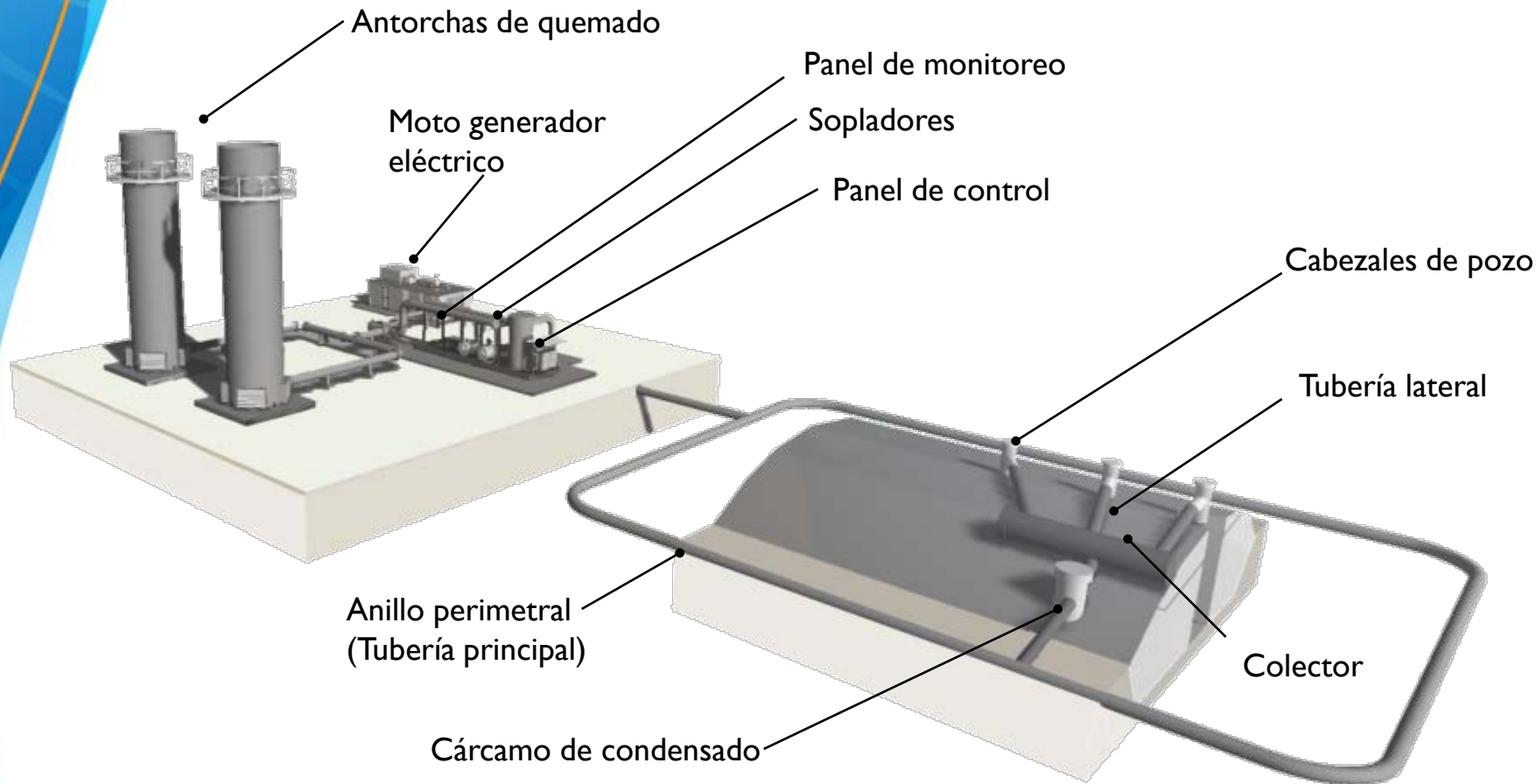


Antorcha tipo “Cerrado”



Antorcha tipo “Elevado”

Sistema Integral de Captación, Tratamiento y Aprovechamiento de Biogás



PREGUNTAS

Ing. Sandra Mazo-Nix
smazo@scsengineers.com
(703) 471-6150 x240

Información en la Web sobre el Biogas

- www.epa.gov/lmop
- www.iswa.org
- www.bancomundial.org.ar/lfg/

Estimación de la Generación del Biogas – Modelos

- LandGEM (v.3.02) – EPA, <http://www.epa.gov/ttn/catc/products.html#software>
- Modelo Colombiano de Biogas 1.0 – EPA, <http://www.epa.gov/lmop/international/tools.html#a08>
- Modelo Ecuatoriano – EPA, <http://www.epa.gov/lmop/international/tools.html#a03>
- Modelo Centroamericano de Biogás –EPA, <http://www.epa.gov/lmop/international/tools.html#a01>
- Modelo Mexicano de Biogás, 2.0 – EPA, <http://www.epa.gov/lmop/international/tools.html#a04>
- Modelo del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC 2006), <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html>
- GasSim(UK), <http://www.gassim.co.uk/>
- Modelo de Scholl Canyon.