



Ing. Manuel J. Hernandez, P.E.

Introducción



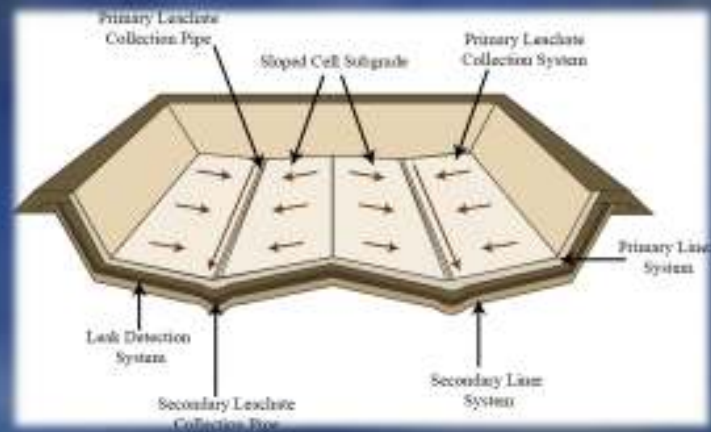
Definición y Características

- ◆ **Lixiviados** – el resultado de la percolación de agua a través de un relleno sanitario
- ◆ **Contiene materiales orgánicos solubles con altas concentraciones de constituyentes inorgánicos**

CARACTERÍSTICAS TÍPICAS - LIXIVIADOS

PARÁMETRO	RANGO (mg/L)	TÍPICO (mg/L)
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2,000 – 30,000	10,000
Carbono Orgánico Total	1,500 – 20,000	6,000
Demanda Química de Oxígeno	3,000 – 45,000	18,000
Sólidos Suspendedos Totales	200 – 1,000	500
Nitrógeno Orgánico	10 – 600	200
Nitrógeno Amoniacal	10 - 800	200
Nitrato	5 - 40	25
Fósforo Total	1 - 70	30
Orto Fósforo	1 - 50	20
Alcalinidad CaCO3	1,000 – 10,000	3,000
pH	5.3 – 8.5	6
Dureza Total CaCO3	300 – 10,000	3,500
Calcio	200 – 3,000	1,000
Magnesio	50 – 1,500	250
Potasio	200 – 2,000	300
Sodio	200 – 2,000	500
Cloruros	100 – 3,000	500
Sulfatos	100 – 1,500	300
Hierro Total	50 - 600	60

Tecnologías Tradicionales



Tecnologías Tradicionales

- ◆ **Tratamiento In Situ (dentro del Relleno Sanitario)**
 - ◆ Impulsado por las características del lixiviado, los requisitos del efluente, infraestructura disponible
 - ◆ Requiere un conjunto de procesos de tratamiento
- ◆ **Tratamiento fuera de las instalaciones**
 - ◆ Enviar el lixiviado a una planta de tratamiento aguas residuales (negras)
 - ◆ Se envía el lixiviado por tuberías o por camión

Tecnologías Tradicionales

- ◆ **Ventajas Tratamiento In-situ (dentro del Relleno Sanitario)**
 - ◆ Lixiviados manejados y dispuestos in-situ
 - ◆ Potencial para reciclar el efluente
 - ◆ Elimina necesidad de transportar los mismo por largas distancias
 - ◆ Elimina impacto al sistema de colección y tratamiento de aguas residuales

Tecnologías Tradicionales

- ◆ **Desventajas Tratamiento In-situ (dentro del Relleno Sanitario)**
 - ◆ Planta de tratamiento compleja que requiere personal técnico para su operación y mantenimiento
 - ◆ Costo capital alto
 - ◆ Puede requerir la adición de químicos como parte del proceso
 - ◆ Riesgos en cuanto a fallas en el equipo y tiempos en los cuales no este disponible

Tecnologías Tradicionales

- ◆ **Ventajas Tratamiento fuera de la instalación**
 - ◆ Lixiviado es tratado en una facilidad existente en vez de añadir una planta de tratamiento nueva
 - ◆ Si el flujo de lixiviado es mínimo comparado con el flujo de aguas residuales, se requiere menos pre-tratamiento
 - ◆ No se requiere un alto nivel de tratamiento in-situ

Tecnologías Tradicionales

- ◆ Desventajas Tratamiento fuera de la instalación
 - ◆ Costos de transportación
 - ◆ La facilidad de tratamiento de aguas residuales tiene que evaluar si puede manejar / tratar el lixiviado y el impacto en sus procesos de tratamiento existente

Tecnologías Tradicionales

- ◆ Tratamiento In Situ (dentro del Relleno Sanitario)
 - ◆ Tratamiento Biológico
 - ◆ Lagunas
 - ◆ Lodo Activado
 - ◆ Bioreactor anaerobio
 - ◆ Humedales



Tecnologías Tradicionales

◆ Tratamiento In Situ (dentro del Relleno Sanitario)

◆ Tratamiento Físico - Químico

- ◆ Coagulación, floculación, precipitación química, sedimentación
- ◆ Proceso de adsorción
- ◆ Filtración
- ◆ Extracción con aire
- ◆ Oxidación química
- ◆ Membranas



Tecnologías Tradicionales

◆ Tratamiento In Situ (dentro del Relleno Sanitario)

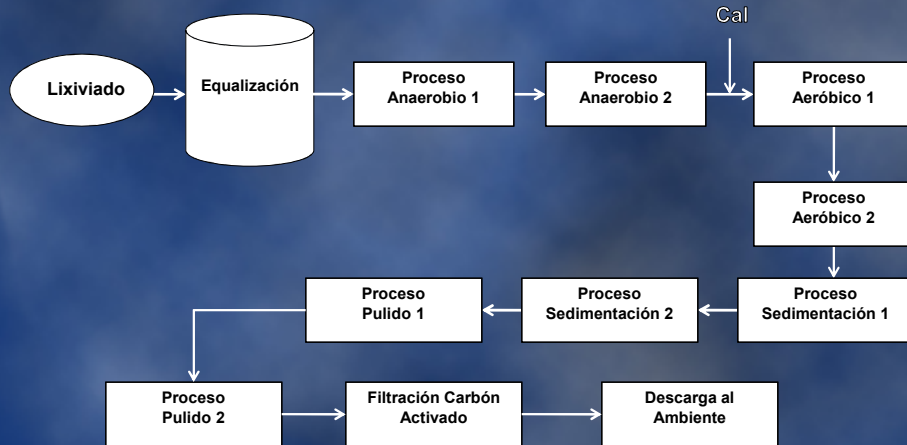
◆ Otros

- ◆ Evaporación
- ◆ Irrigación
- ◆ Recirculación
- ◆ Inyección



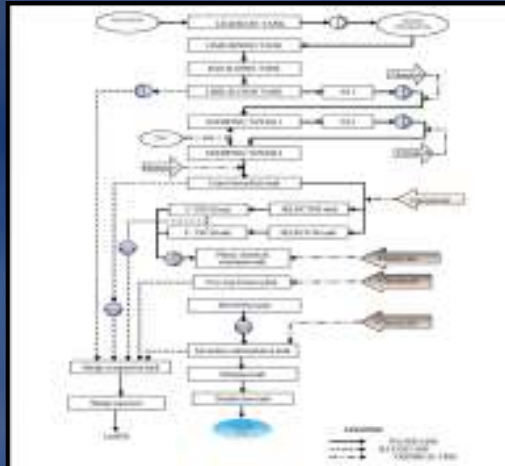
Tecnologías Tradicionales

◆ Ejemplo Proceso Biológico - Físico



Tecnologías Tradicionales

◆ Ejemplo Proceso Biológico - Físico - Químico



Tecnologías Tradicionales

◆ Tratamiento fuera de la instalación



Tecnologías Tradicionales

◆ Tratamiento fuera de la instalación



Tecnologías Emergentes / Innovadoras

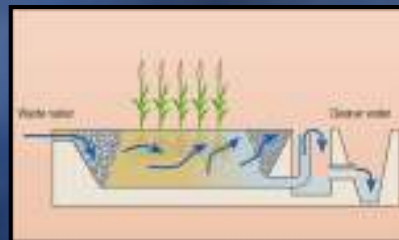
◆ Fitoremediación



Tecnologías Emergentes / Innovadoras

◆ Humedales

- ◆ Han demostrado remoción efectiva de DBO, nitrógeno, y metales
- ◆ Utilizados como un proceso secundario para lixiviado que ha sido pre-tratado (proceso biológico aeróbico)



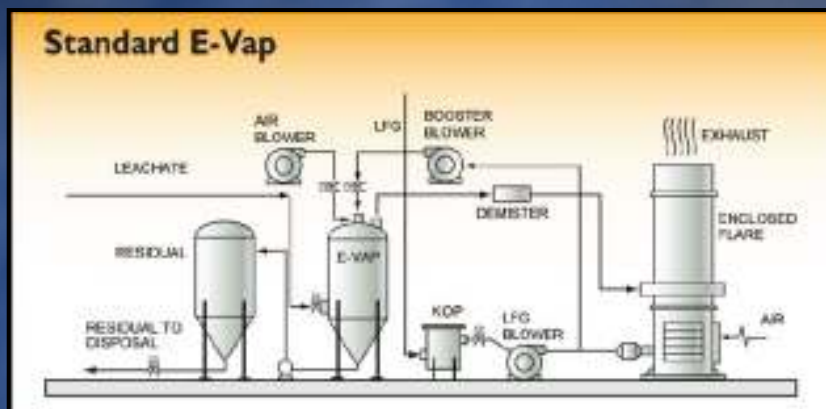
Tecnologías Emergentes / Innovadoras

◆ Evaporadores



Tecnologías Emergentes / Innovadoras

◆ Evaporadores



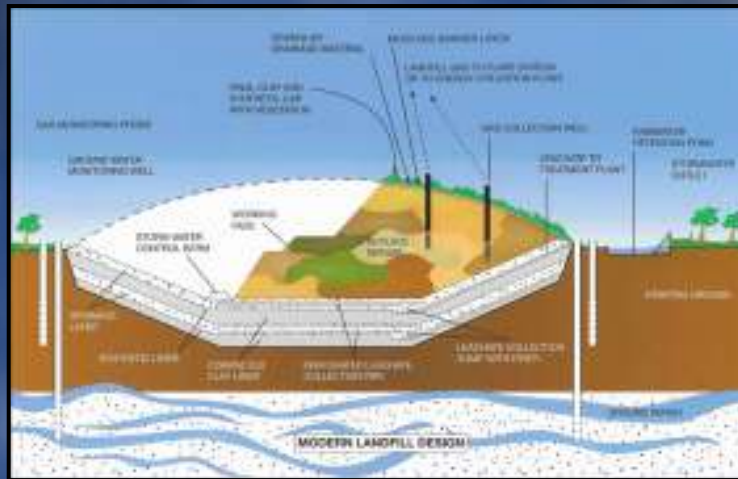
Tecnologías Emergentes / Innovadoras

- ◆ “Bioreactor” – Relleno Sanitario Bioreactor
 - ◆ Un relleno sanitario el cual es operado con el propósito de alcanzar la estabilización acelerada del material orgánico degradable por medio del control intencional de los procesos biológicos.

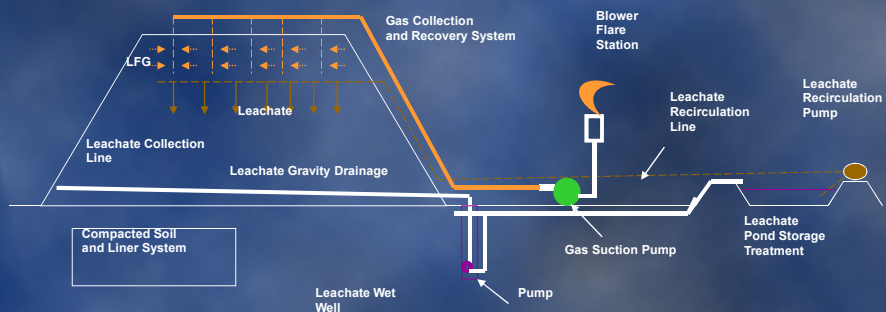
Tecnologías Emergentes / Innovadoras

- ◆ Métodos:
 - ◆ Crear condiciones ideales para que los organismos que descomponen la materia orgánica prosperen
 - ◆ Típicamente se realiza mediante la adición de líquido
 - Recirculación de lixiviados
 - Añadir agua

Tecnologías Emergentes / Innovadoras



Tecnologías Emergentes / Innovadoras



Tecnologías Emergentes / Innovadoras

◆ Beneficios Potenciales:

- ◆ Aumento en la capacidad o vida útil del relleno
- ◆ Proveer flexibilidad en el manejo de lixiviados
- ◆ Aumenta el potencial para el desarrollo de proyectos relacionados a la utilización de los gases generados
- ◆ Puede reducir el mantenimiento a largo plazo del relleno, debido a la estabilización acelerada

Tecnologías Emergentes / Innovadoras

◆ Retos:

- ◆ Control de lixiviados en el relleno
- ◆ Recolección del gas generado
- ◆ Estabilidad de las pendientes
- ◆ Construcción de infraestructura requerida en coordinación con la operación
- ◆ Diseño adecuado del sistema

Tecnologías Emergentes / Innovadoras

- ◆ **Recirculación de lixiviados en la superficie**
 - ◆ Sistema de irrigación superficial
 - ◆ Charca de lixiviados en la superficie

- ◆ **Recirculación dentro del relleno**
 - ◆ Sistema de tubería horizontal
 - ◆ Sistema de tubería vertical

Tecnologías Emergentes / Innovadoras

- ◆ **Sistema de irrigación superficial**



Tecnologías Emergentes / Innovadoras

- ◆ Charca de lixiviados en la superficie



Tecnologías Emergentes / Innovadoras

- ◆ Charca de lixiviados en la superficie



Tecnologías Emergentes / Innovadoras

- ◆ Charca de lixiviados en la superficie



Tecnologías Emergentes / Innovadoras

- ◆ Charca de lixiviados en la superficie



Tecnologías Emergentes / Innovadoras

◆ Sistema de tubería horizontal



Tecnologías Emergentes / Innovadoras

◆ Sistema de tubería horizontal



Tecnologías Emergentes / Innovadoras

- ◆ **Beneficios - Sistema de tubería horizontal**
 - ◆ Posibilidad de añadir lixiviado en grandes cantidades
 - ◆ Continuidad de operación del relleno sin tener que desmantelar el sistema de recirculación
- ◆ **Desventajas – Sistema de tubería horizontal**
 - ◆ Posibilidad de conflicto con actividades de operación
 - ◆ Potencial de escape del lixiviado por las pendientes del relleno

Tecnologías Emergentes / Innovadoras

- ◆ **Sistema de tubería vertical**



Tecnologías Emergentes / Innovadoras

- ◆ Sistema de tubería vertical



Conclusiones

- ◆ Cada relleno sanitario es diferente en cuanto a cantidad y calidad de lixiviado
- ◆ No existe un solo sistema para el tratamiento efectivo de lixiviados
- ◆ Se requiere una combinación de las tecnologías antes mencionadas para el manejo y tratamiento adecuado

PREGUNTAS???

hernandezmj@cdm.com