

TRATAMIENTO DE RESIDUOS UTILIZANDO CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD Y CON PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Contacto:

lilianab@fing.edu.uy

INTRODUCCION

- **Todos los procesos productivos generan residuos sólidos, líquidos o gaseosos. Nos referiremos en adelante a los residuos líquidos o sólidos con contenido de materia orgánica.**
- **La disposición de residuos debe realizarse cumpliendo con las normas vigentes y atendiendo a la preservación del ambiente.**
- **Los residuos líquidos si son vertidos a cursos de agua con altas concentraciones de materia orgánica producen el deterioro de los mismos porque entre otras cosas consumen el oxígeno presente indispensable para el mantenimiento de las distintas formas de vida presentes.**

INTRODUCCION

- **Los residuos sólidos con alto contenido en materia orgánica si se vierten en los suelos sin una estabilización previa perjudican a los mismos y además podrían degradarse anaeróbicamente produciendo emisiones de gas metano.**
- **Sistemas de tratamiento de residuos: fisicoquímicos, biológicos (aerobios o anaerobios)**
- **Teniendo en cuenta la realidad productiva de nuestro país, la generación de residuos agroindustriales es importante por lo que los métodos biológicos de tratamiento tienen una importante aplicación.**

SISTEMAS DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE RESIDUOS

Sistema Aerobio:

Mat. org. + O₂(energía) → CO₂ + células

ejemplos: lodos activados (efluente líquido)
compostaje (residuos sólidos)

Sistema Anaerobio:

Mat. org. → CH₄ + CO₂ + células

ejemplos: UASB (efluente líquido)
digestor anaerobio (residuo sólido)

Balances de C y energía



VENTAJAS DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA

- **El metano generado tiene potencial como**
- **Se producen menos lodos y más estabilizados que en los procesos aerobios fuente de energía**
- **La producción de biosólidos tiene potenciales aplicaciones como mejorador de suelos**
- **Puede degradar algunos compuestos que son recalcitrantes en procesos aerobios**
- **Requiere menor volumen de reactor que otros procesos biológicos**
- **No requiere suministro extra de energía**

GENERACIÓN DE BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA

La crisis energética mundial incide de manera diferente según a la realidad, en cuanto a la matriz energética, de cada país o región. Sin embargo la urgencia de desarrollar fuentes alternativas de energía es aceptada por todos.

Entre las fuentes de energías que se han decidido desarrollar están los biocombustibles. Sin embargo, se ha generado una polémica en torno a la competencia entre áreas cultivadas para generación de alimentos o de biocombustibles.

En América Latina una región que es considerada como reserva para la producción de alimentos esta discusión muy pertinente. Sin embargo, lo cierto es que la fabricación de biocombustibles se está extendiendo y en particular en Brasil, desde hace décadas se ha desarrollado la producción de etanol.

Dentro de este contexto el biogás a partir de residuos que oportunidades tiene como fuente de energía alternativa en América Latina?

América Latina es una región marcadamente agroindustrial por lo que los residuos generados tienen importante contenido de materia orgánica

El tratamiento de los residuos trae aparejado un costo que no se puede evitar ya que se deben cumplir las normativas. Sin embargo, si el residuo se trata teniendo en cuenta criterios de minimización de consumo energético, producción de energía, utilización de nutrientes y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero los tratamientos anaerobios se tornan sumamente atractivos

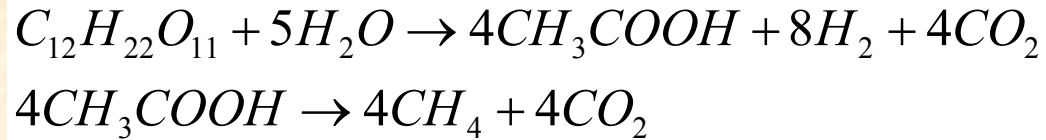
Por otra parte, al verse incentivada la producción de biocombustibles se generan residuos en estas actividades que resultan muy interesantes para la producción de biogás. Ejemplo: producción de etanol, con la consecuente necesidad de tratar las vinazas

La producción de biogás a partir de residuos debe verse en el contexto actual más allá de su uso como fuente energética. Si se realiza de forma adecuada es una forma de disponer el carbono de la materia orgánica para producir energía evitando las emisiones descontroladas de gases de efecto invernadero.

También se recuperan los nutrientes presentes en la materia orgánica que sirven para sustituir los fertilizantes químicos, ahorrando dinero y permitiendo disponer esos nutrientes en sitios donde se necesitan en lugar de ponerlos donde producen daños ambientales. En este sentido siempre que sea posible, resulta interesante cerrar ciclos dentro de una misma actividad productiva. Ej: sorgo, caña

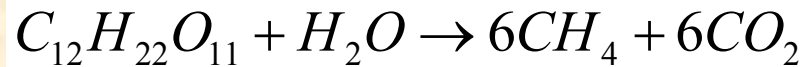
Por otra parte la producción de biogás es una producción descentralizada de energía que puede llegar a lugares donde la energía de red eléctrica no llega

Otro biocombustible que puede producirse a partir de residuos es el hidrógeno, si se compara para un mol de sacarosa la energía teórica que podría obtenerse si la materia orgánica se pasa a H₂ y CH₄ con la que podría obtenerse si se pasara solamente a CH₄, se tiene:



La energía producida si se queman el hidrógeno y el metano generados por mol de sacarosa es de 1398 Kcal

Si en cambio la materia orgánica pasa a metano, se tiene:



La energía producida es de 1277 Kcal

Por lo tanto la producción de energía neta no es muy diferente.

Qué podría hacer la diferencia para que en un futuro se produjera hidrógeno y metano en lugar de sólo metano?

El hidrógeno cuando se utiliza como combustible produce agua

En el futuro se producirá hidrógeno a partir de otras fuentes diferentes a los residuos y el producido a partir de éstos será un aporte que le dará flexibilidad a la matriz de producción de energía a partir de hidrógeno

La producción de metano o hidrógeno a partir de residuos hace camino hacia la biorefinería. Son tecnologías que ya se pueden concretar y sirven como base para aplicaciones biotecnológicas futuras

Algunos ejemplos de residuos líquidos y sólidos con potencial de producción de biogás

Industria Láctea

Industria Frigorífica

Industria Pesquera

Tambos

Producción de Etanol

Lodos de Plantas de Tratamiento

Residuos Sólidos Urbanos

Residuos Agrícolas

APLICACIÓN DE CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD PARA LA SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS

SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO EN BASE A INDICADORES ECONÓMICOS, ENERGÉTICOS Y AMBIENTALES

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

*(Unidades seleccionadas para la
expresión de los indicadores)*

INDICADORES AMBIENTALES

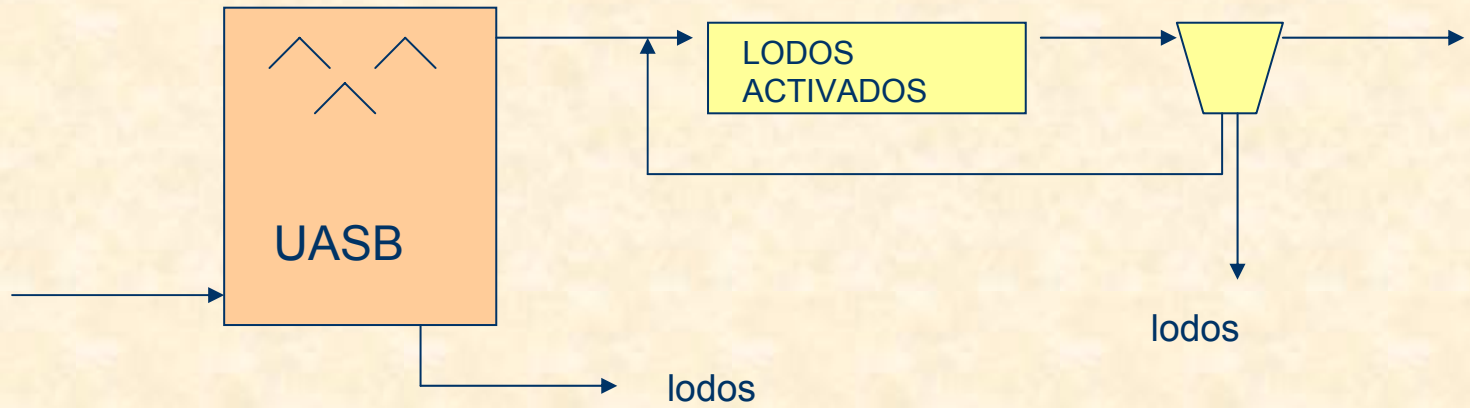
Terreno ocupado
Lodo producido
Emisiones de CO₂
Energía consumida
Biogás producido

INDICADORES ECONÓMICOS

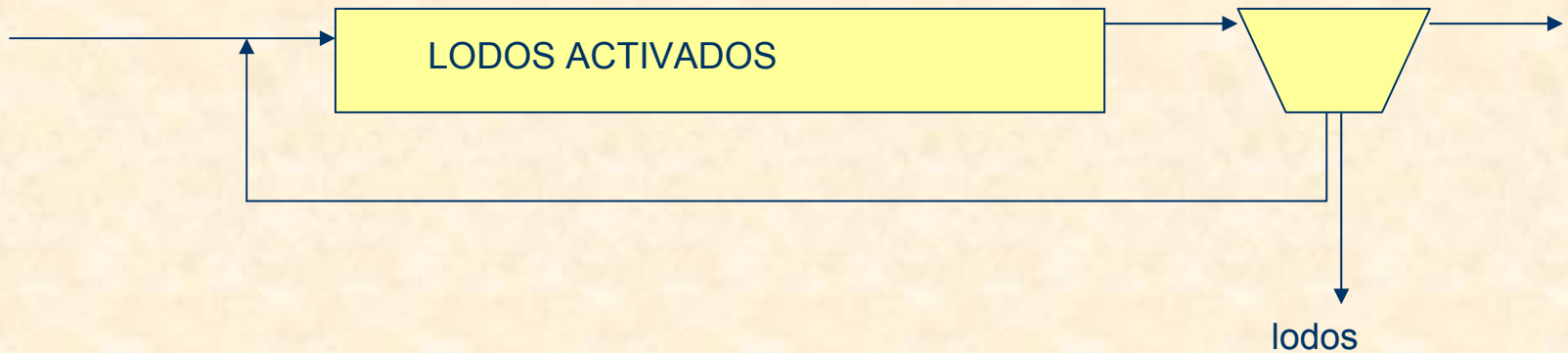
Costo total
Costo fijo
Costo de operación
Valor añadido

Tratamiento de efluentes de maltería

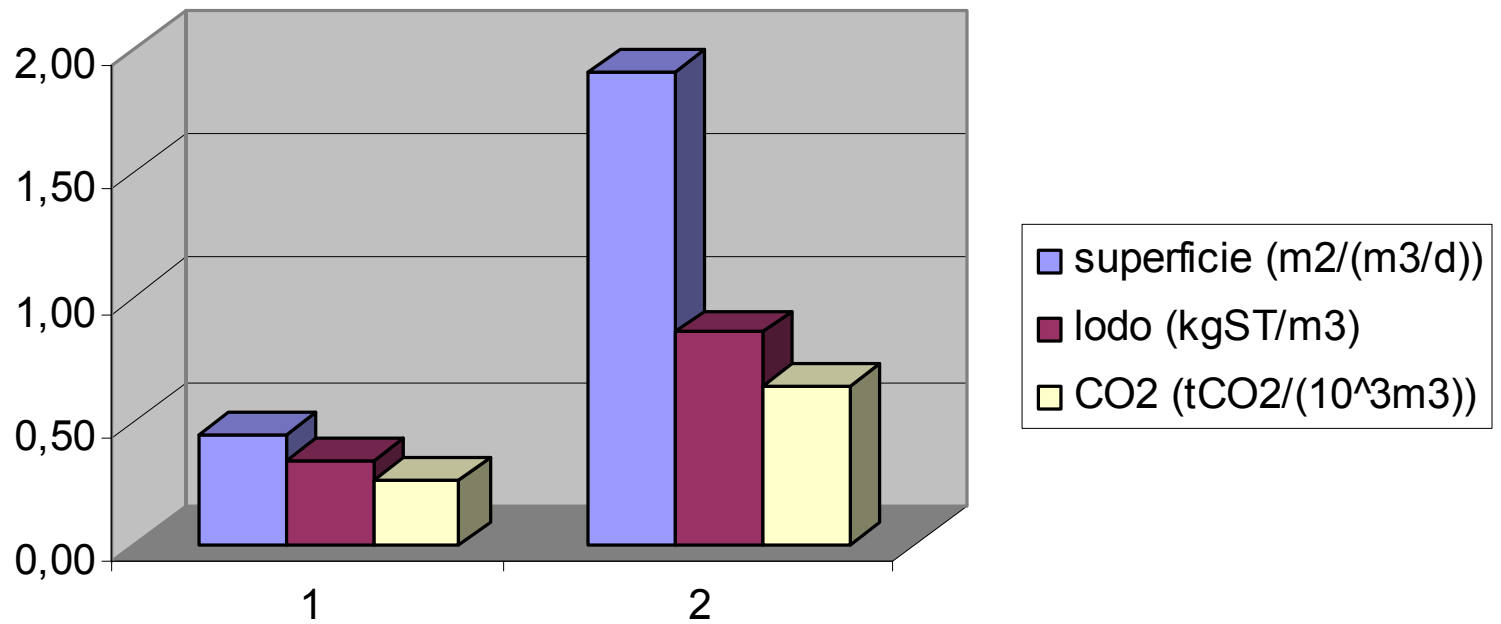
OPCIÓN 1



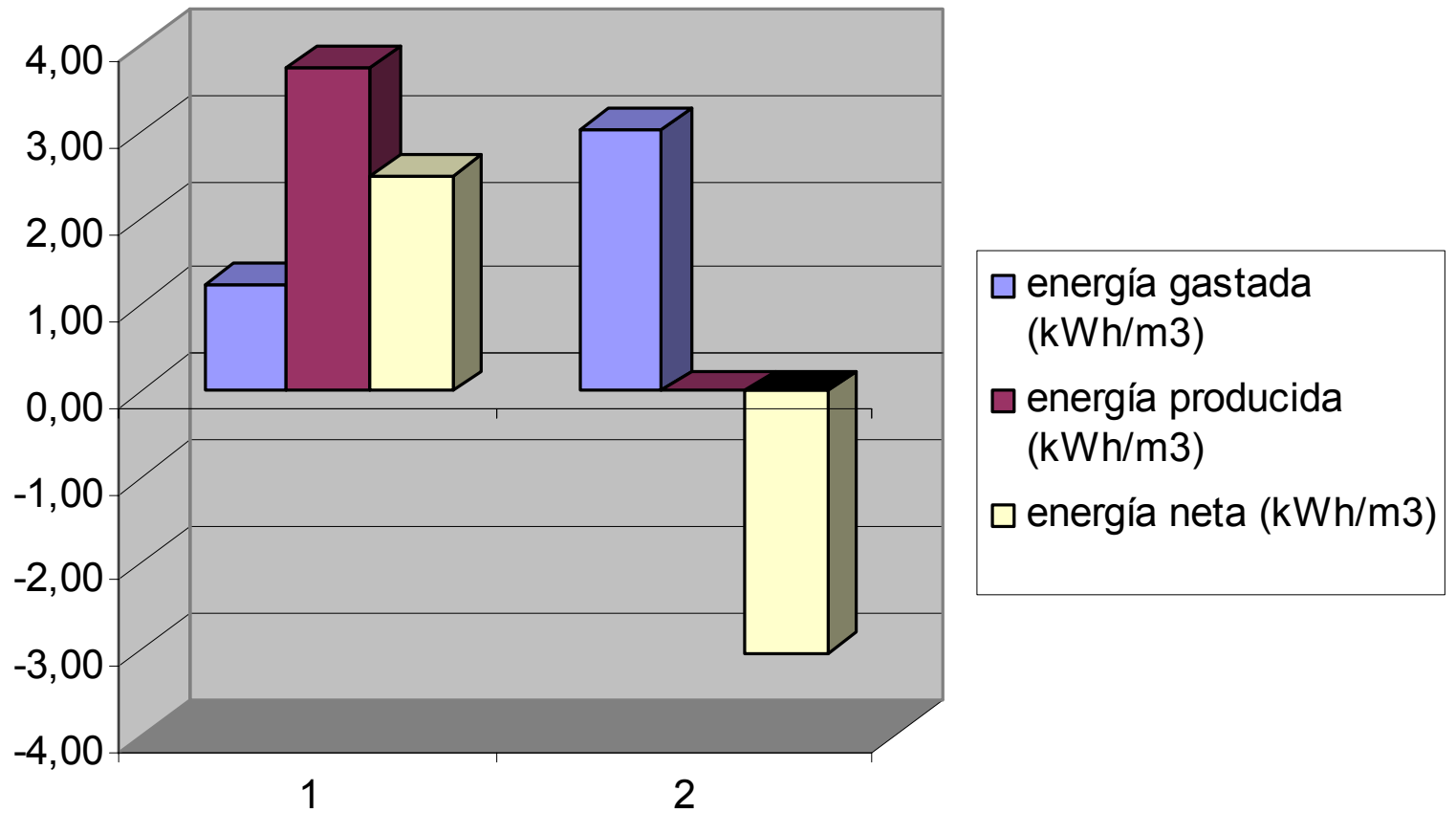
OPCIÓN 2



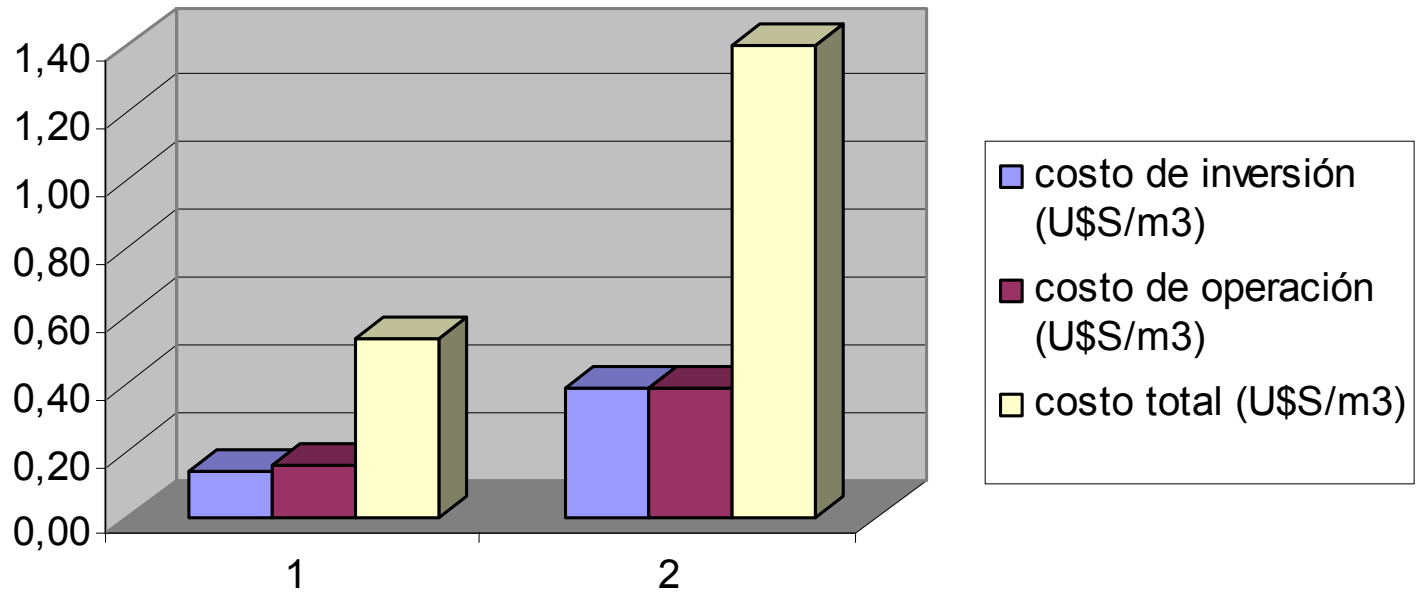
indicadores ambientales



indicadores energéticos



indicadores económicos



CASOS DE APLICACIÓN EN URUGUAY

Tratamiento de efluente de maltería: reactor a escala real

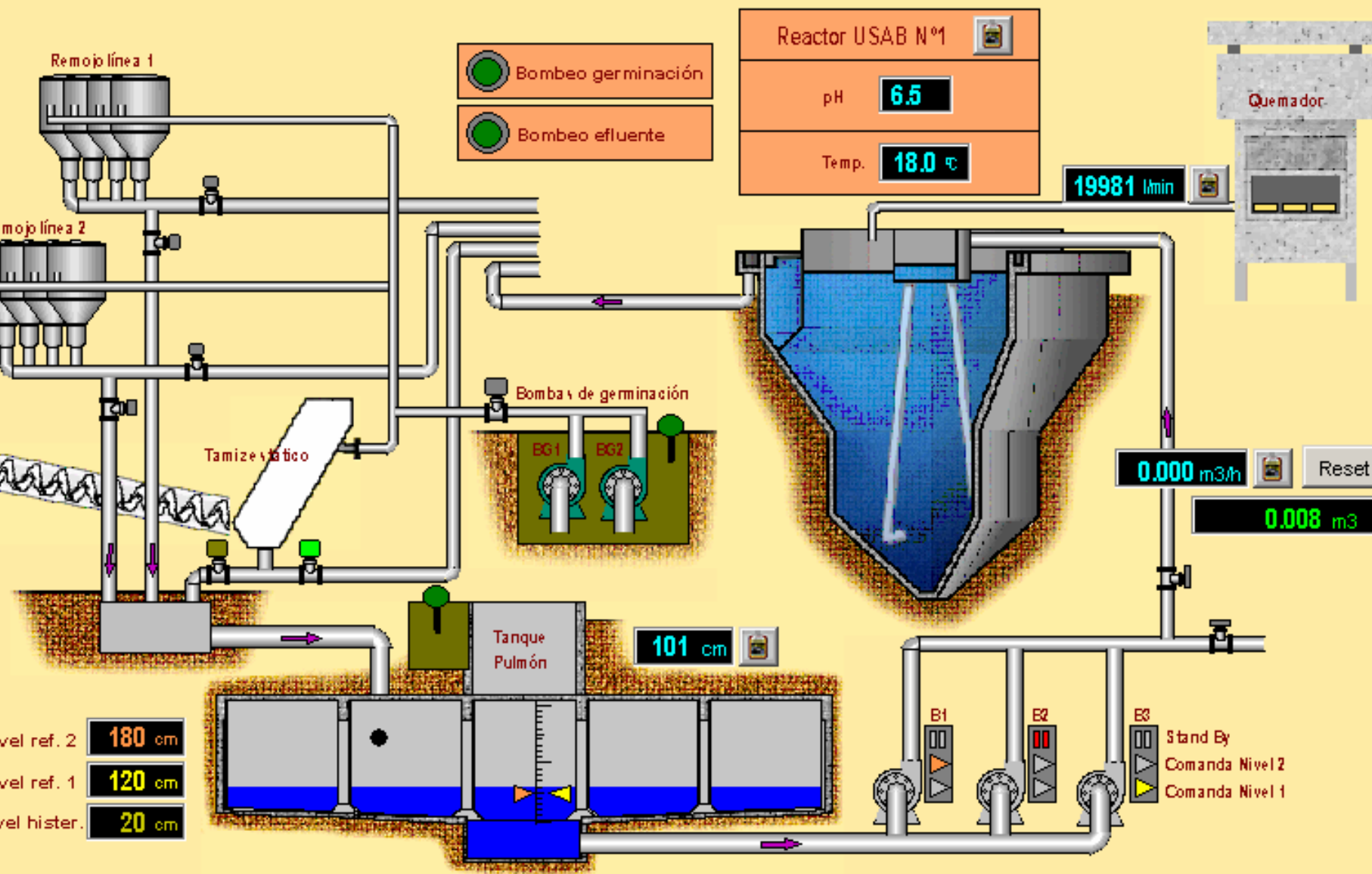




Planta de tratamiento de efluentes

Fecha: 05/08/2004

Hora: 12:18:00



Resultados MOSA

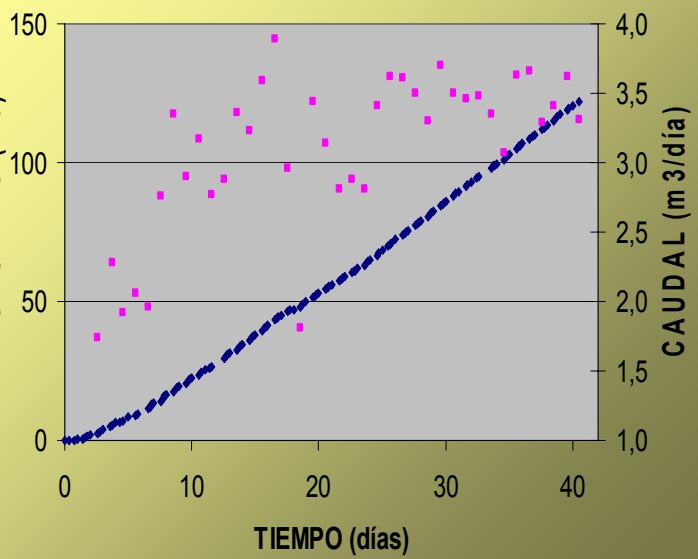
- **Caudal= 360m³/d**
- **TRH= 16hs**
- **DQO entrada = 2500 a 3300 mg/L**
- **Carga= 4 a 5 kgDQO/m³.d**
- **Eficiencia en DQO = 70%**
- **Producción de Biogás= 300m³/d (75%CH₄)**

Digestión anaerobia de residuos agroindustriales



PRODUCCION DE BIOGAS

ACUMULADO CAUDAL DIARIO





RESULTADOS

**Estabilización del residuo
42% de reducción de SV**

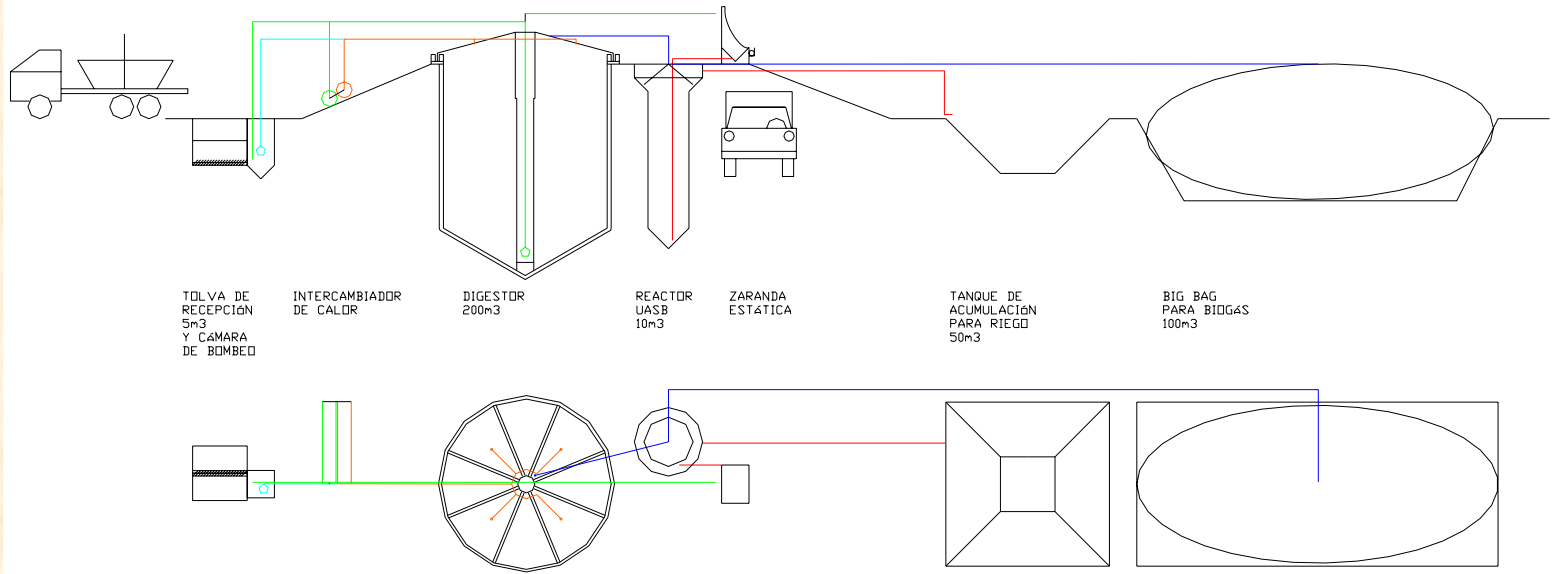
**Producción de biogás:
1.0m³/m³ de digester y por
día con 70% de CH₄**

**Proyección sobre los
volúmenes del Frigorífico
Pul (700 cabezas/d):**

•Volumen del reactor: 800m³

**•Producción de metano:
560m³/día**

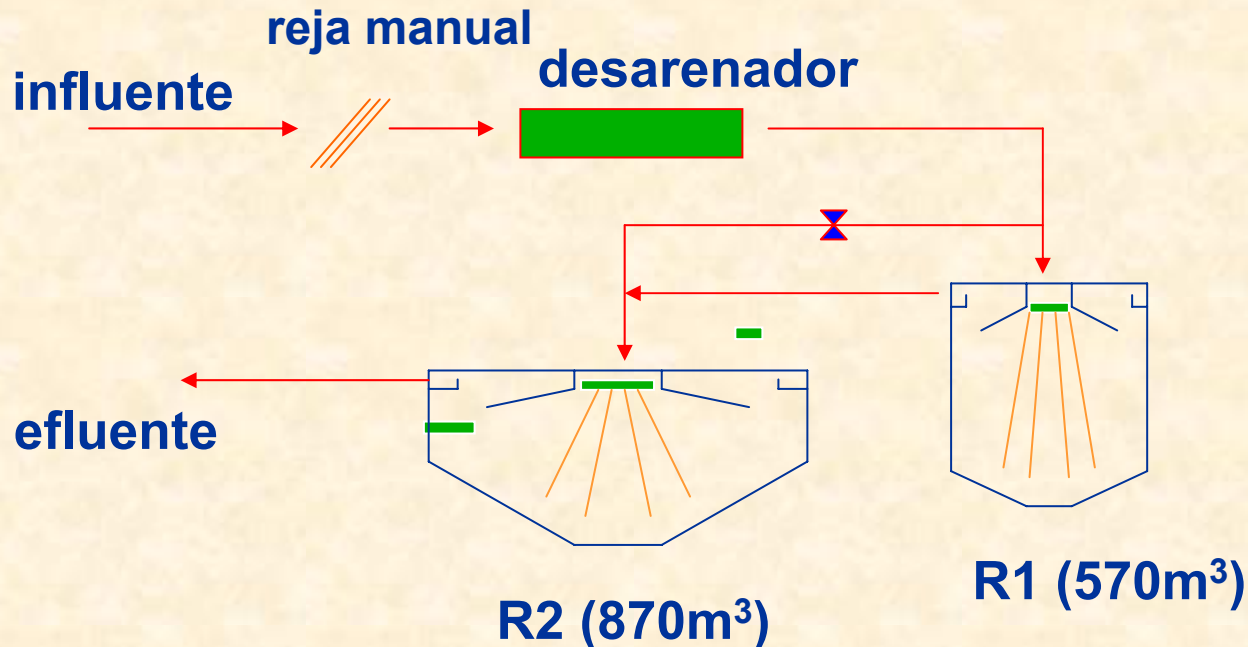
Proyecto de planta a escala real



Tratamiento de aguas cloacales

Planta de OSE

- La planta cuenta con un tanque Imhoff modificado e para ser operado como un reactor del tipo UASB y otro reactor construido nuevo del mismo tipo



R1 (Tanque Imhoff modificado): 570 m³

R2: 853 m³

Ambos reactores se encuentran enterrados

Remoción de DQO: >50%
(total y soluble)

**Referencia para
Ciudad de la Costa.**



8. 3. 2000

Tratamiento Anaerobio de Residuos Sólidos Urbanos





Planta de tratamiento de efluente de industria láctea





Digestor de grasa

70% de remoción de Sólidos



Resultados COLEME

- **Caudal= 100 m³/d**
- **TRH= 19 hs**
- **DQO entrada = 2000 a 3500mg/L (40%grasa)**
- **Carga prom 4 kgDQO/m³/d hasta 7kgDQO/m³/d**
- **Eficiencia en DQO = 90%**
- **Producción de Biogás= 80m³/d (78%CH₄)**

Los sistemas de tratamiento de residuos deben analizarse en forma integrada tomando en cuenta criterios de sostenibilidad.

Así, en el caso de los sistemas de tratamiento anaerobio se destaca: el tratamiento de un residuo, el uso del residuo tratado como un bioabono que sustituye agroquímicos, el biogás como fuente de energía y disminución del efecto invernadero.

El tratamiento de los residuos trae aparejado un costo que no se puede evitar ya que se deben cumplir las normativas, preservando los recursos naturales. Sin embargo, si el residuo se trata teniendo en cuenta criterios de minimización de consumo energético, producción de energía, utilización de nutrientes y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero los tratamientos anaerobios se tornan sumamente atractivos

La producción de metano o hidrógeno a partir de residuos hace camino hacia la biorefinería. Son tecnologías que ya se pueden concretar y sirven como base para aplicaciones biotecnológicas futuras

Potenciales efectos del desarrollo y transferencia de tecnología anaerobia en Uruguay

Los múltiples beneficios de la tecnología anaerobia la constituyen en una alternativa atractiva. Esto posibilita su implementación por parte de las empresas impactando positivamente sobre los recursos naturales y la calidad de vida de la población.

Impulsa el desarrollo de empresas con base tecnológica, en muchos casos promueve la asociación de empresas de este tipo para resolver problemas concretos. Desarrolla mano de obra local calificada

MUCHAS GRACIAS