

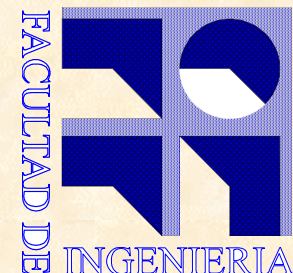
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA**

**OBTENCIÓN DE BIOGÁS A  
PARTIR DE RESIDUOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY**

**Contacto:**

[lilianab@fing.edu.uy](mailto:lilianab@fing.edu.uy)



**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.**

**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 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**

# SISTEMAS DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE RESIDUOS

## *Sistema Aerobio*

**Materia orgánica + O<sub>2</sub> (energía) → CO<sub>2</sub> + células**

### Ejemplos

Lodos activados (efluente líquido)  
Compostaje (residuos sólidos)

## *Sistema Anaerobio*

**Materia orgánica → CH<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub> + 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 fuente de energía
- Se producen menos lodos y más estabilizados que en los procesos aerobios
- 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

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

**Industria Láctea**

**Industria Frigorífica**

**Industria Pesquera**

**Tambos o Feed Lots**

**Producción de Etanol**

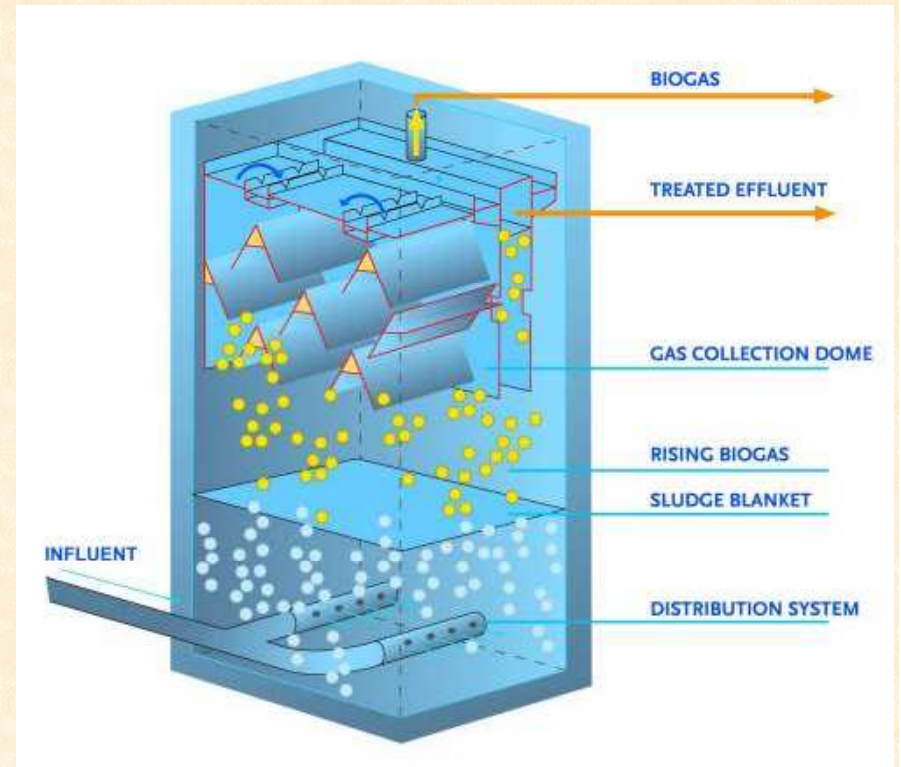
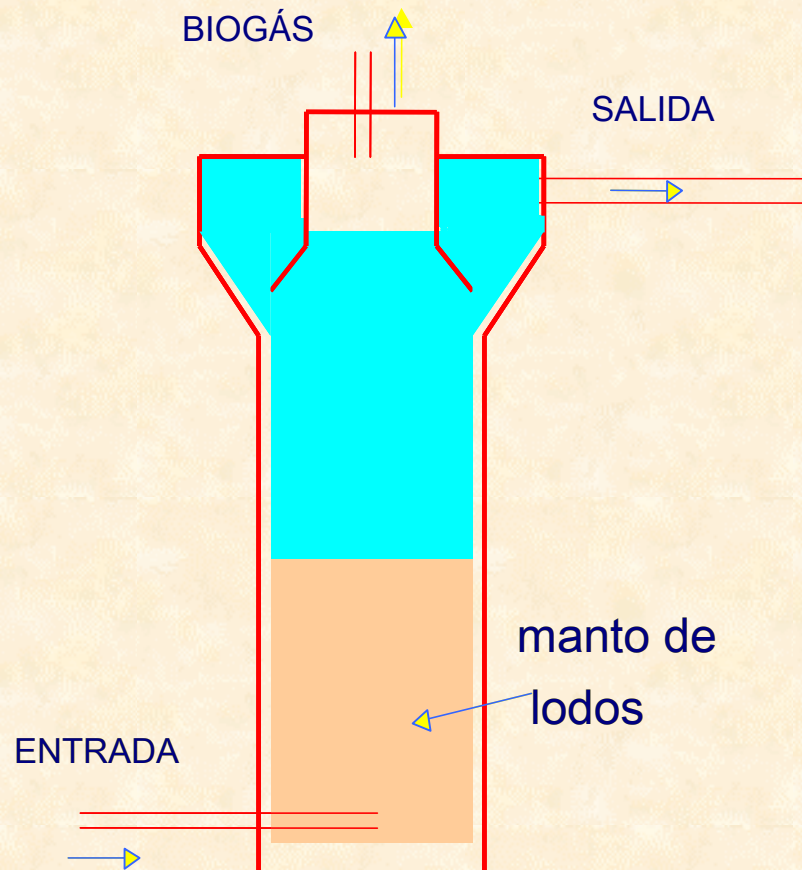
**Lodos de Plantas de Tratamiento**

**Residuos Sólidos Urbanos**

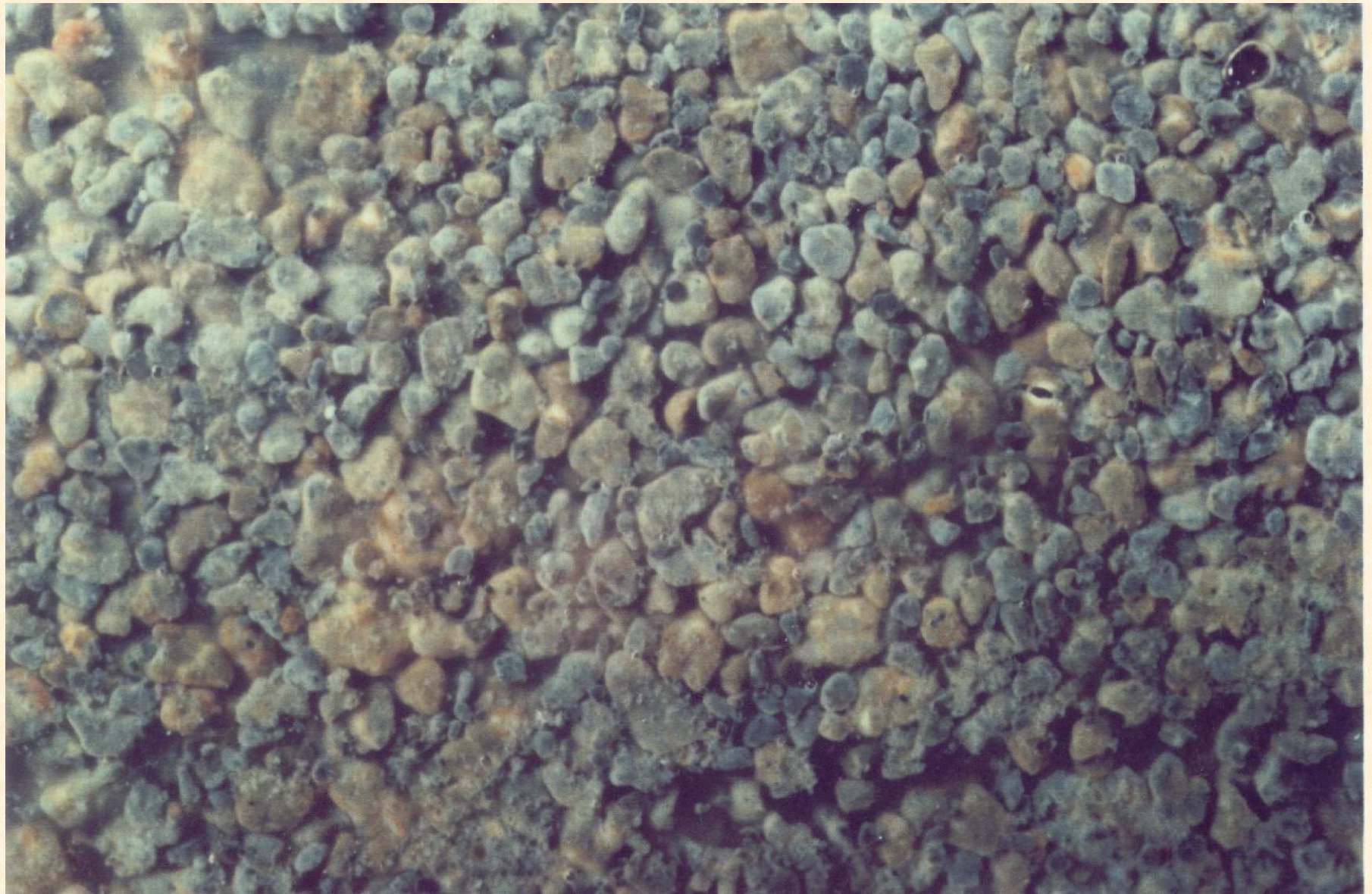
**Residuos Agrícolas**

# A PARTIR DE LOS 80

- **Reactor UASB (Up-Flow Anaerobic Sludge Bed)**

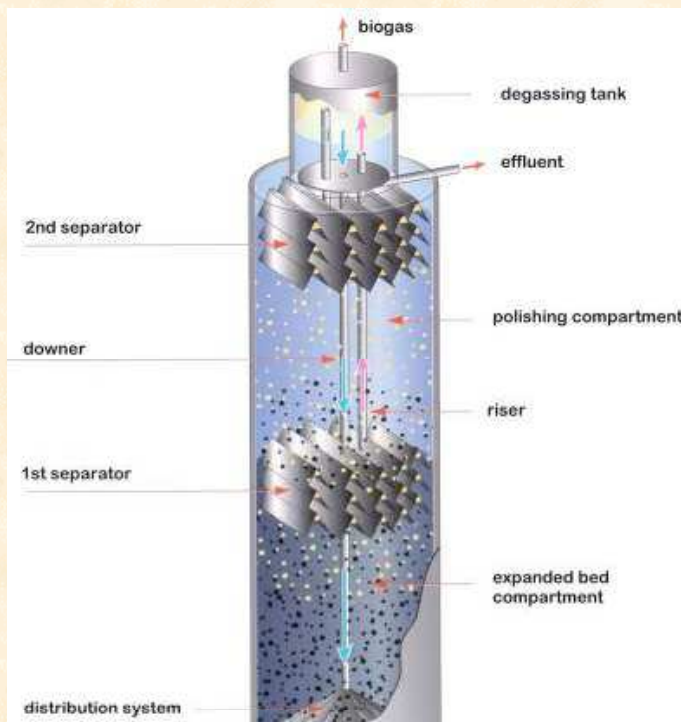






## A PARTIR DE LOS 80

- Reactor EGSB (Expanded Bed)
- Reactor IC (Internal Circulation)



# 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 M. AMBIENTALES

Terreno ocupado  
Lodo producido  
Emisiones de CO<sub>2</sub>  
Energía consumida  
Biogás producido

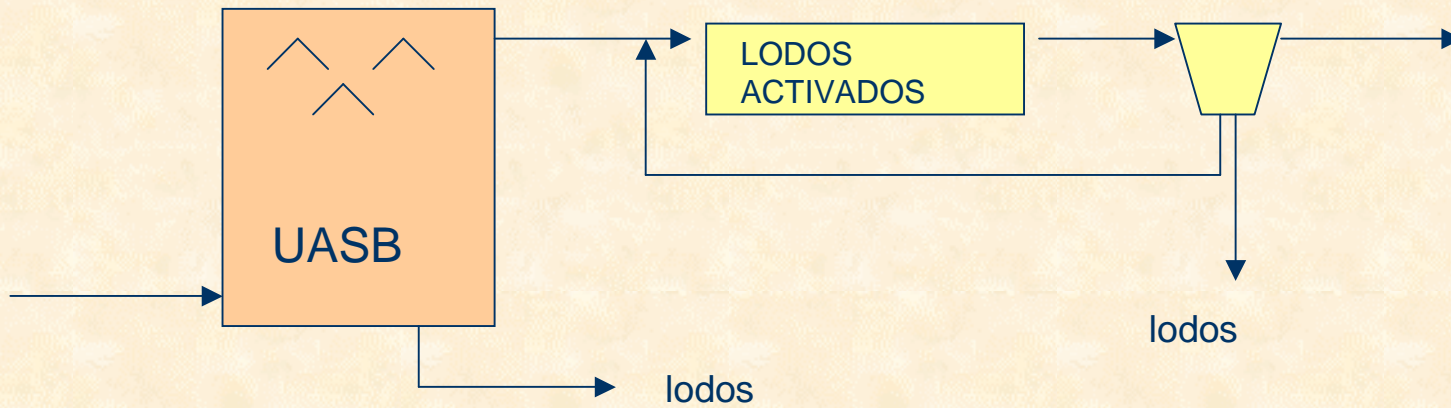
---

### INDICADORES ECONÓMICOS

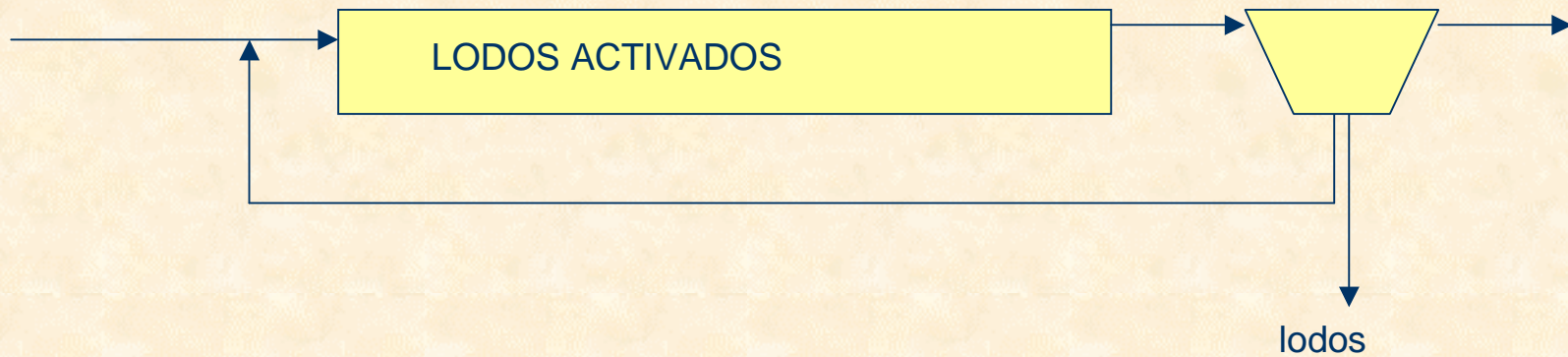
Costo total  
Costo fijo  
Costo de operación  
Valor añadido

# Tratamiento de efluentes de maltería

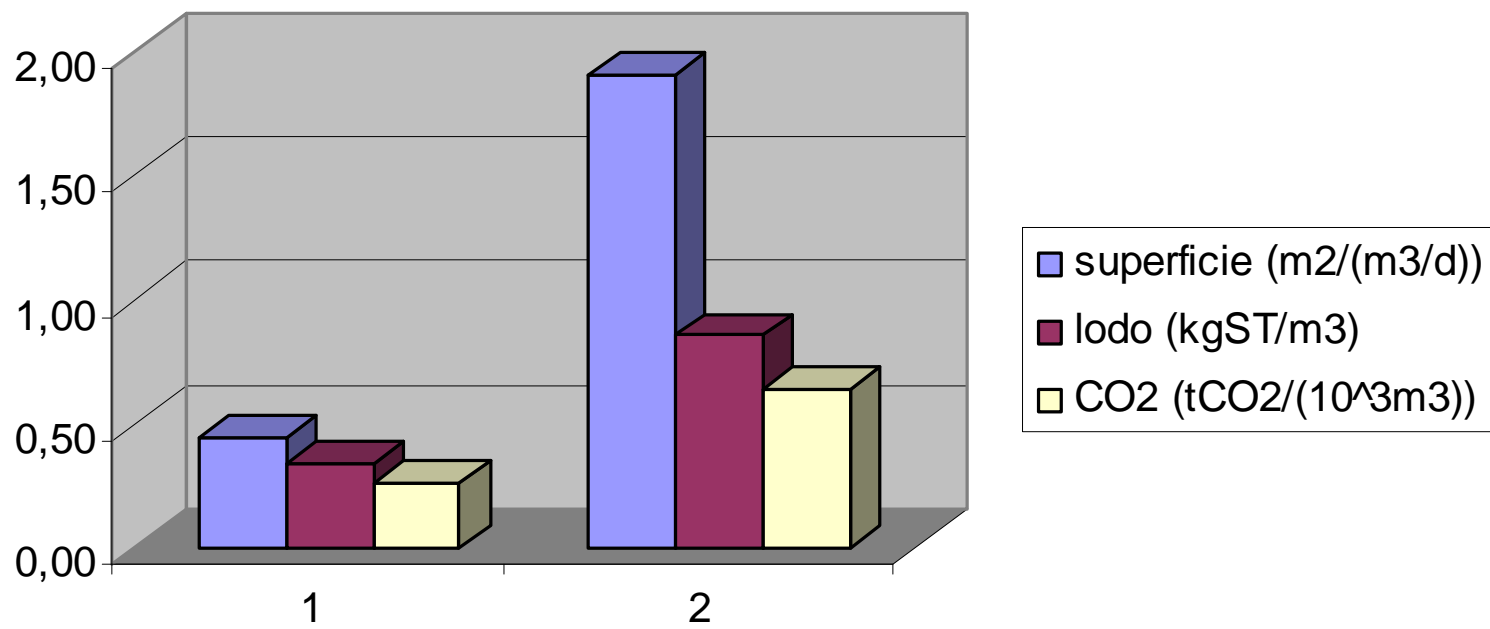
## OPCIÓN 1



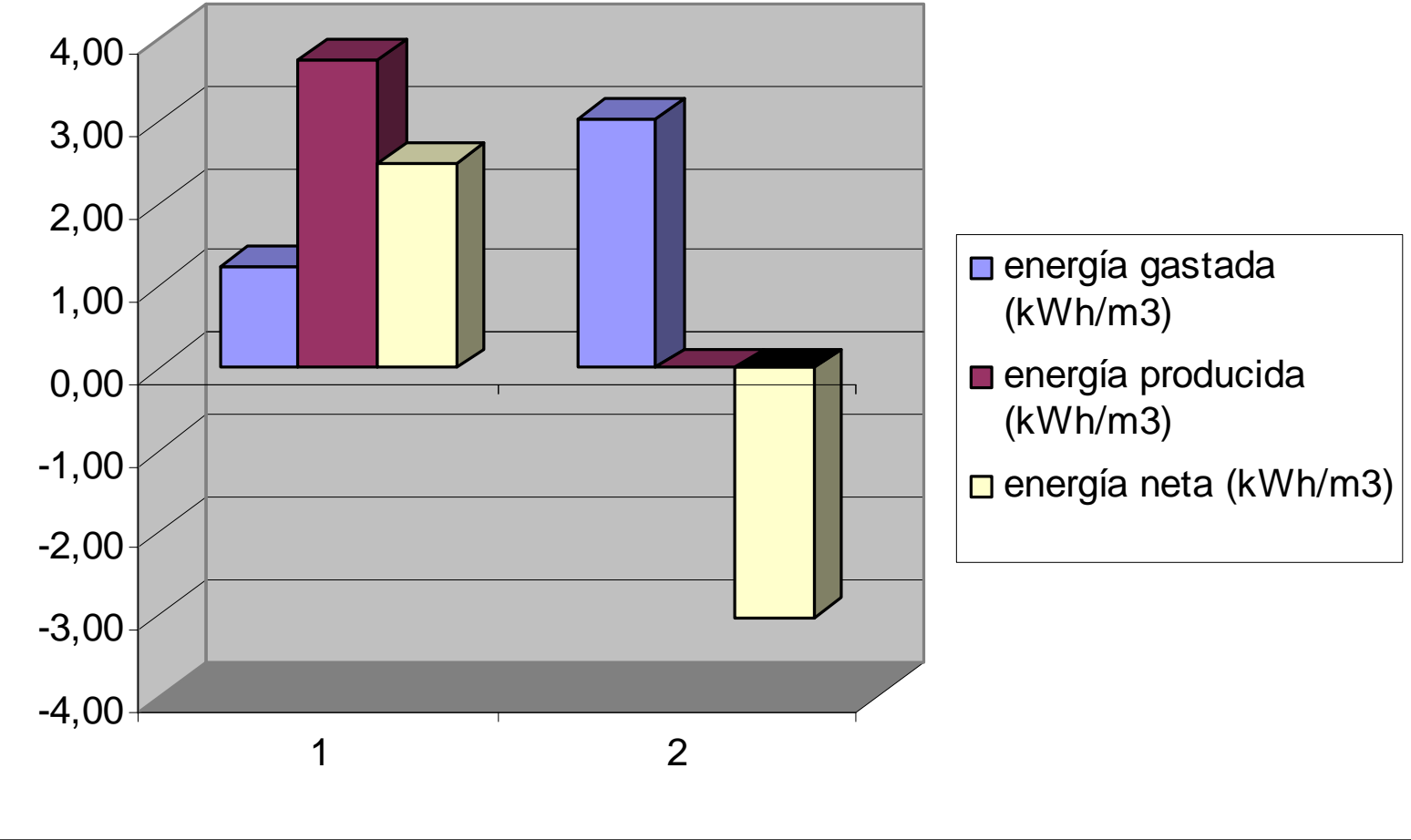
## OPCIÓN 2



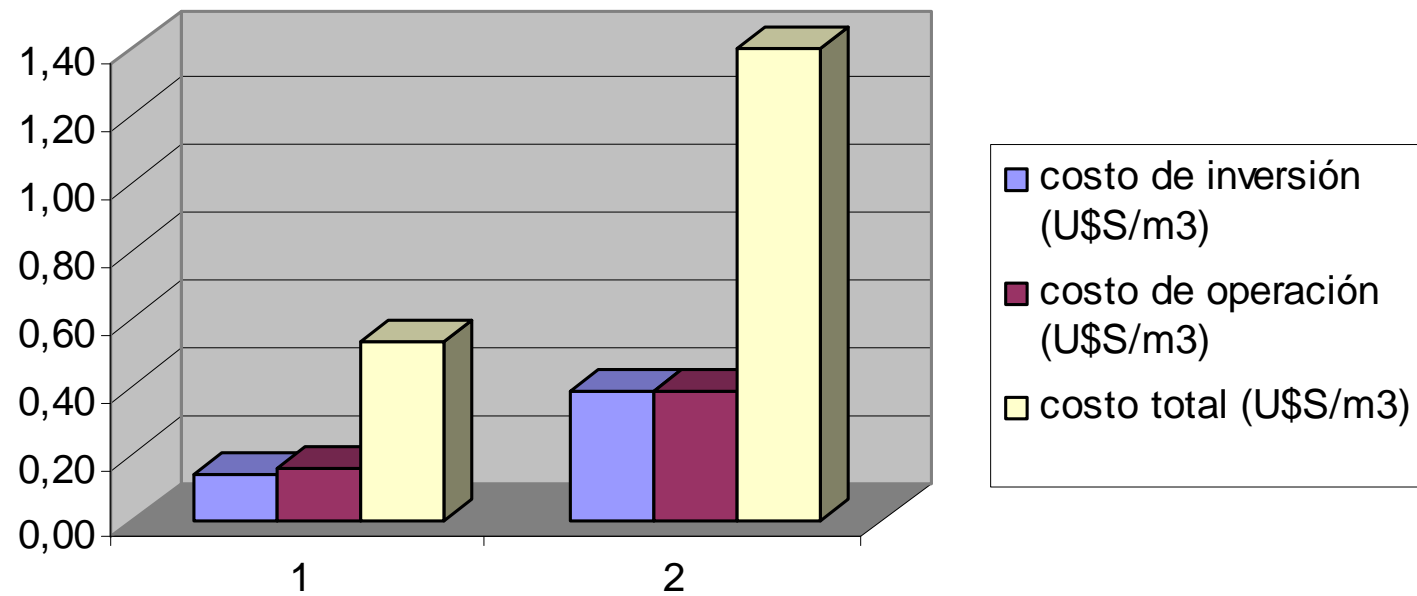
### indicadores ambientales



# indicadores energéticos



### indicadores económicos

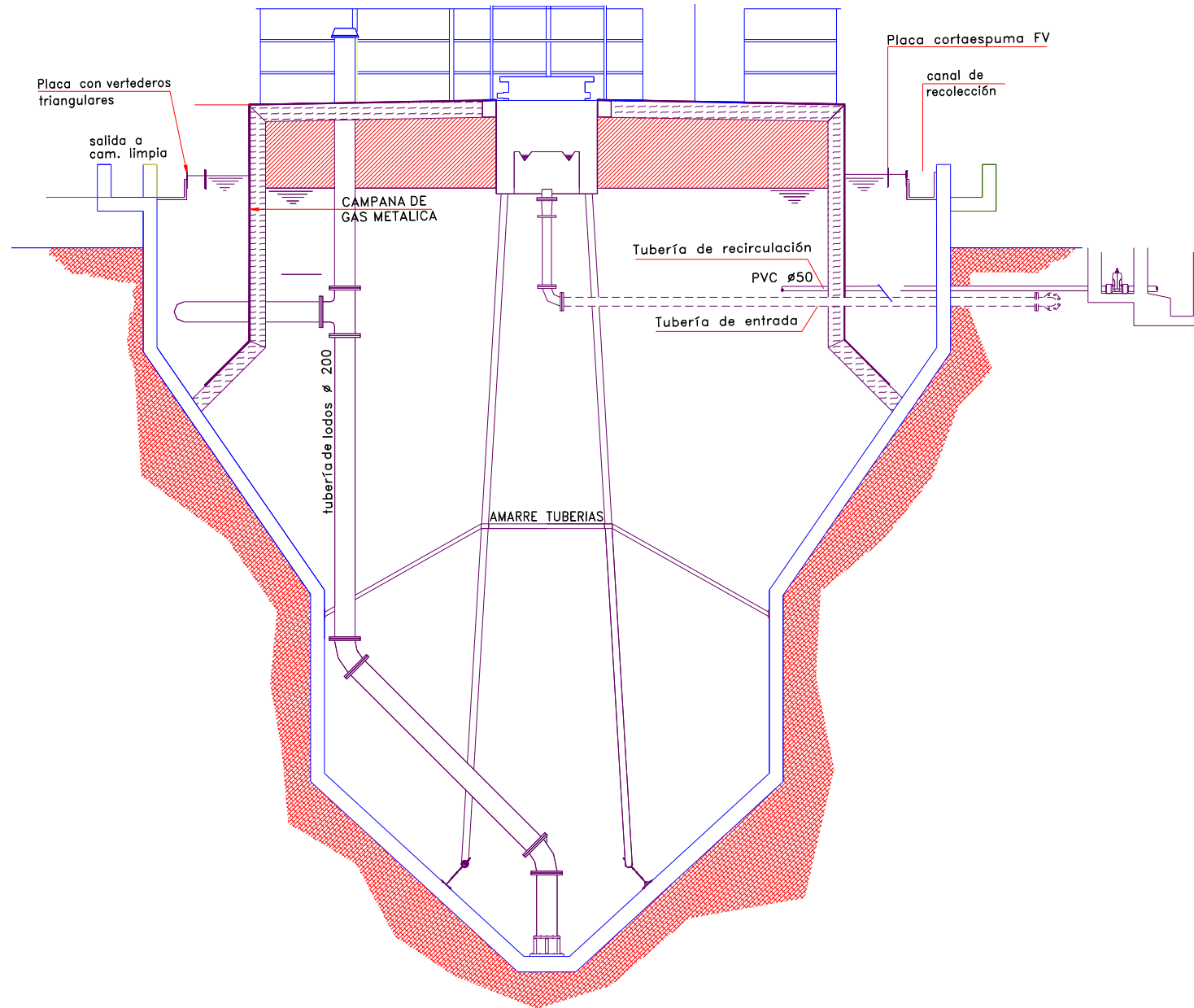


# **CASOS DE APLICACIÓN EN URUGUAY**



# Tratamiento de efluente de maltería: reactor a escala real



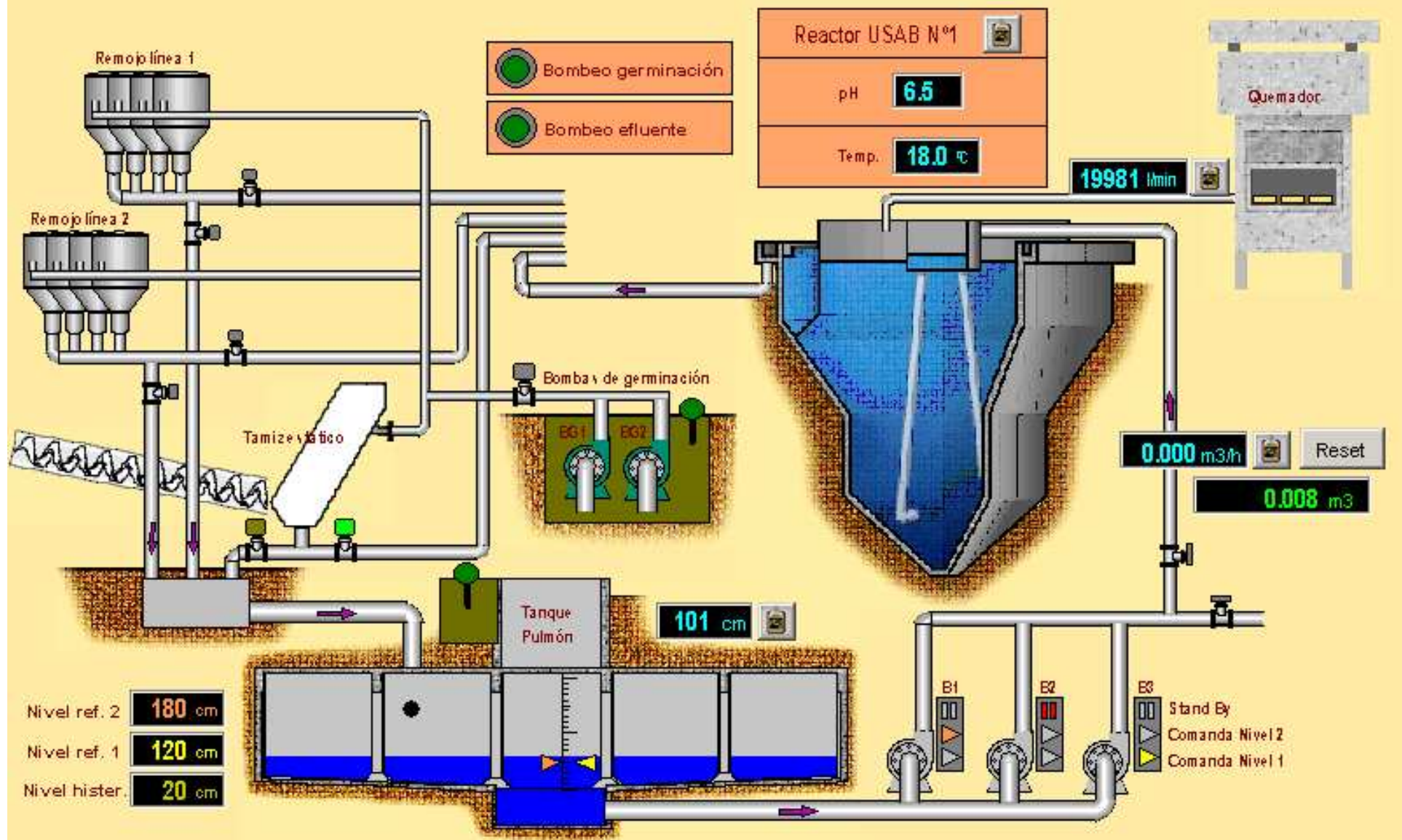




# Planta de tratamiento de efluentes

Fecha: 05/08/2004

Hora: 12:18:08



Preremojo

Remojo

Germinación

Secado

Caldera

VISTA GENERAL

# Resultados MOSA

- **Caudal= 360m<sup>3</sup>/d**
- **TRH= 16hs**
- **DQO entrada = 2500 a 3300 mg/L**
- **Carga= 4 a 5 kgDQO/m<sup>3</sup>.d**
- **Eficiencia en DQO = 70%**
- **Producción de Biogás= 300m<sup>3</sup>/d (75%CH<sub>4</sub>)**

# Industria láctea; caso COLEME



# Planta de tratamiento de efluente de industria láctea



# Resultados COLEME

- Caudal= 100 m<sup>3</sup>/d
- TRH= 19 hs
- DQO entrada = 2000 a 3500mg/L (40%grasa)
- Carga prom 4 kgDQO/m<sup>3</sup>/d hasta 7kgDQO/m<sup>3</sup>/d
- Eficiencia en DQO = 90%
- Producción de Biogás= 80m<sup>3</sup>/d (78%CH<sub>4</sub>)





**Digestor de grasa**

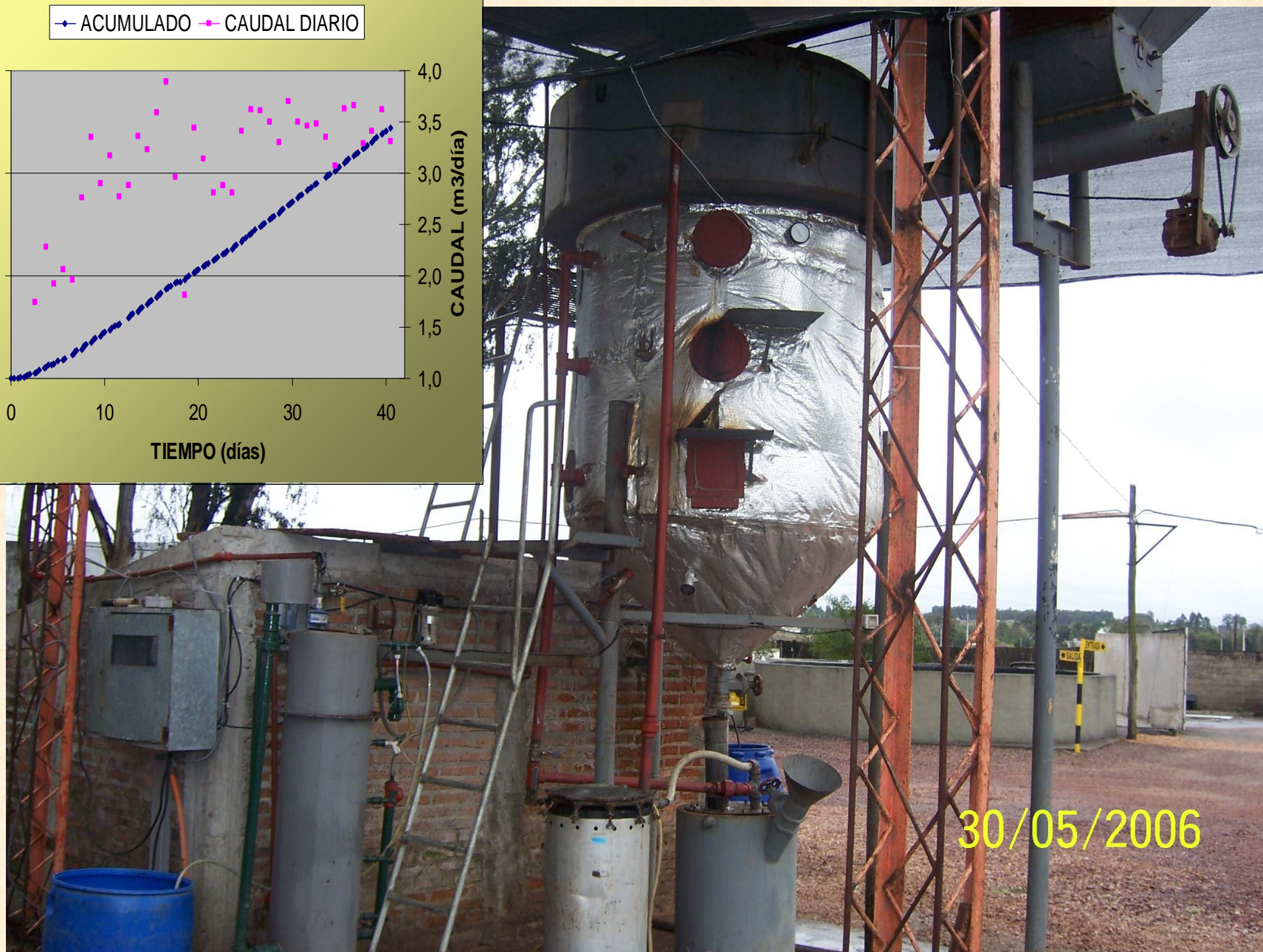
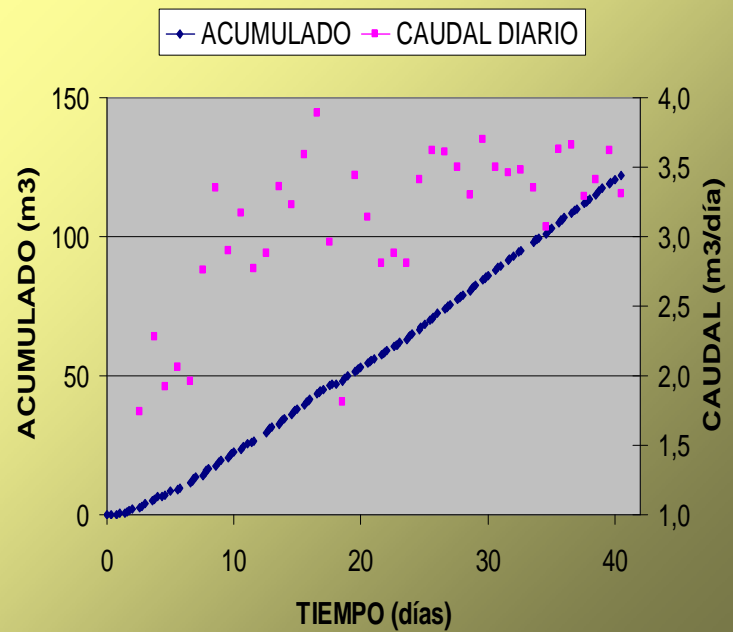
**70% de remoción de Sólidos**



# Digestión anaerobia de residuos agroindustriales



## PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

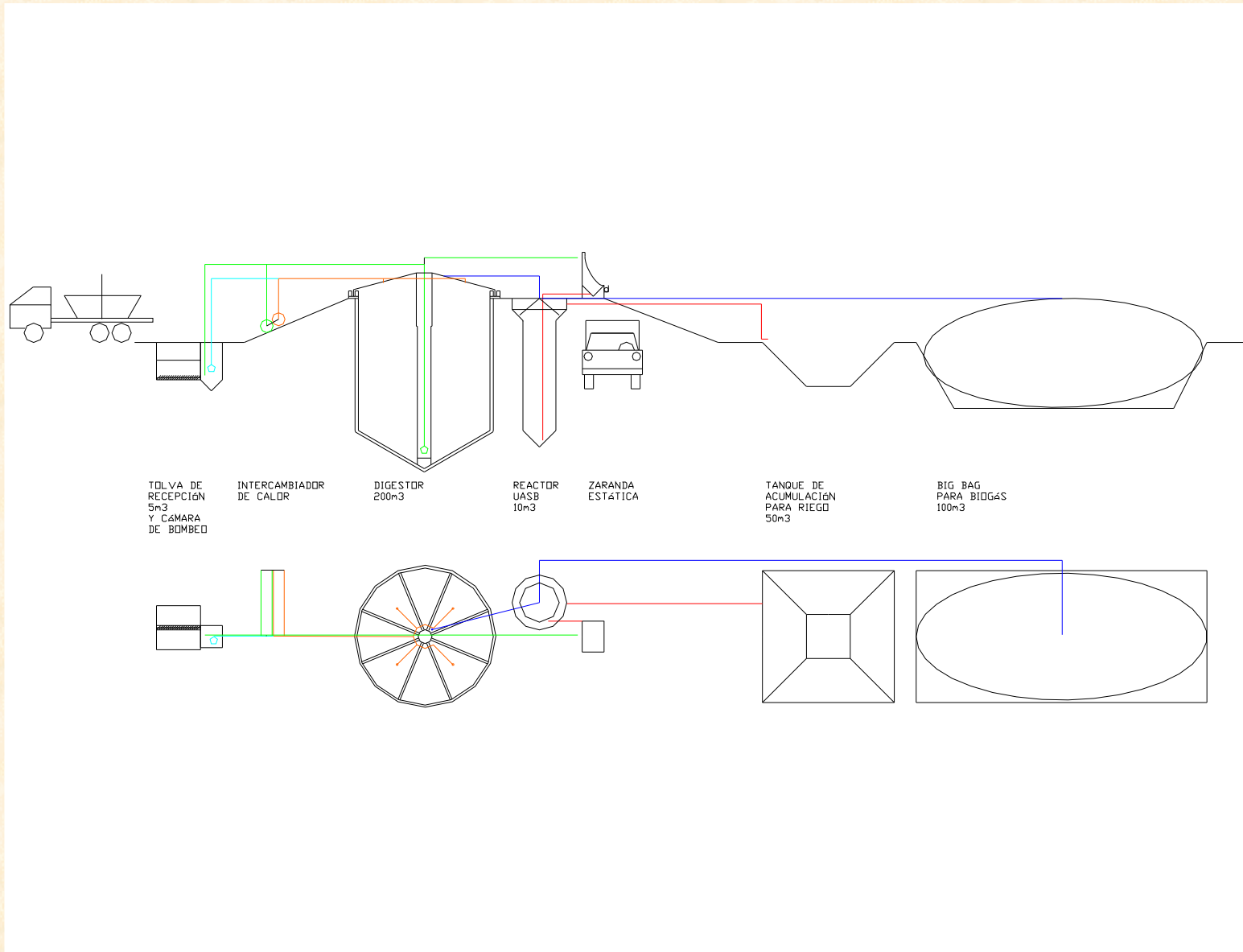


# RESULTADOS



- ❑ **Estabilización del residuo:  
42% de reducción de SV**
- ❑ **Producción de  
biogás: 1.0m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de digester  
y por día con 70% de CH<sub>4</sub>**
- ❑ **Proyección sobre los  
volúmenes del Frigorífico  
Pul:**
  - **Volumen del reactor: 800m<sup>3</sup>**
  - **Producción de metano:  
560m<sup>3</sup>/día**

# Proyecto de planta a escala real



# Codigestión de residuos agroindustriales



**Primera etapa:**

**Codigestión de grasa de trinchado, lodo de aceitera y contenido ruminal.**

**Resultados a escala de laboratorio:**

**60% de reducción de SV**

**1.5L de biogás por día y por litro de reactor.**

**Escala piloto en proceso.**

# FEED LOT

**10 000 vacas**

**1 m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>/d vaca**

**Potencia 1.25 MW**

# ALUR

**Producción: 18 000 m<sup>3</sup> de bioetanol/año**

**Vinaza: 234 000m<sup>3</sup> /zafra, 60 gDQO/L**

**Biogás: 2.75 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/año**

**Potencia: 2.3 MW**

**Energía: 8 300 MWh**

# Reactor EGSB tratamiento del efluente de ALUR






# Reactores UASB - Tratamiento del efluente de ALUR



# HIDRÓGENO

## OBJETIVOS DEL TRABAJO REALIZADO

Evaluar la factibilidad de producir hidrógeno a partir de suero de queso por fermentación anaerobia utilizando un reactor del tipo UASB.

Por que un reactor tipo UASB?  Tecnología probada para el tratamiento de aguas residuales industriales

## CONDICIONES EXPERIMENTALES

- ✓ Reactor UASB: 4,6 litros
- ✓ Ambiente termostatzado a 30°C
- ✓ Sin control de pH





**MUCHAS GRACIAS**