

TALLER INTERNACIONAL DE BIOGAS

“APORTES AL CONOCIMIENTO Y DESARROLLO DE SOLUCIONES”



Lanas Trinidad S.A.



***Transformación de laguna anaerobia en biodigestor
con recuperación de biogás y generación eléctrica***

Ing. Quím. (M.Sc.) Alberto Hernández

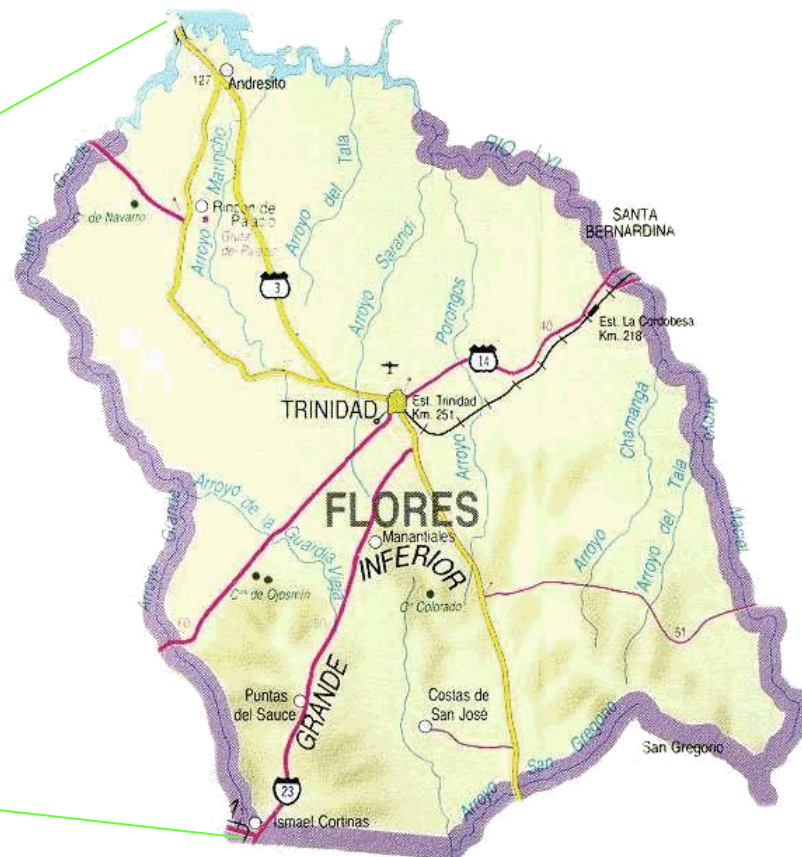
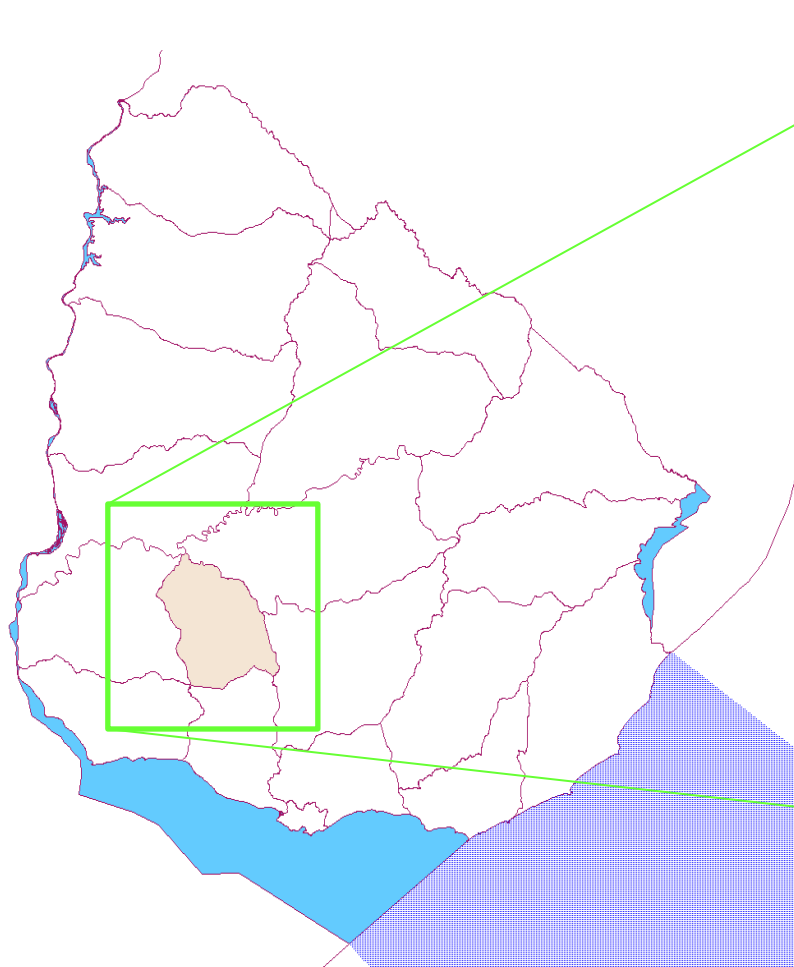
PRAXIS LAB S.R.L. Análisis y Consultoría

Montevideo, 14 de octubre de 2015



Lanas Trinidad S.A.

UBICACIÓN



Departamento de FLORES

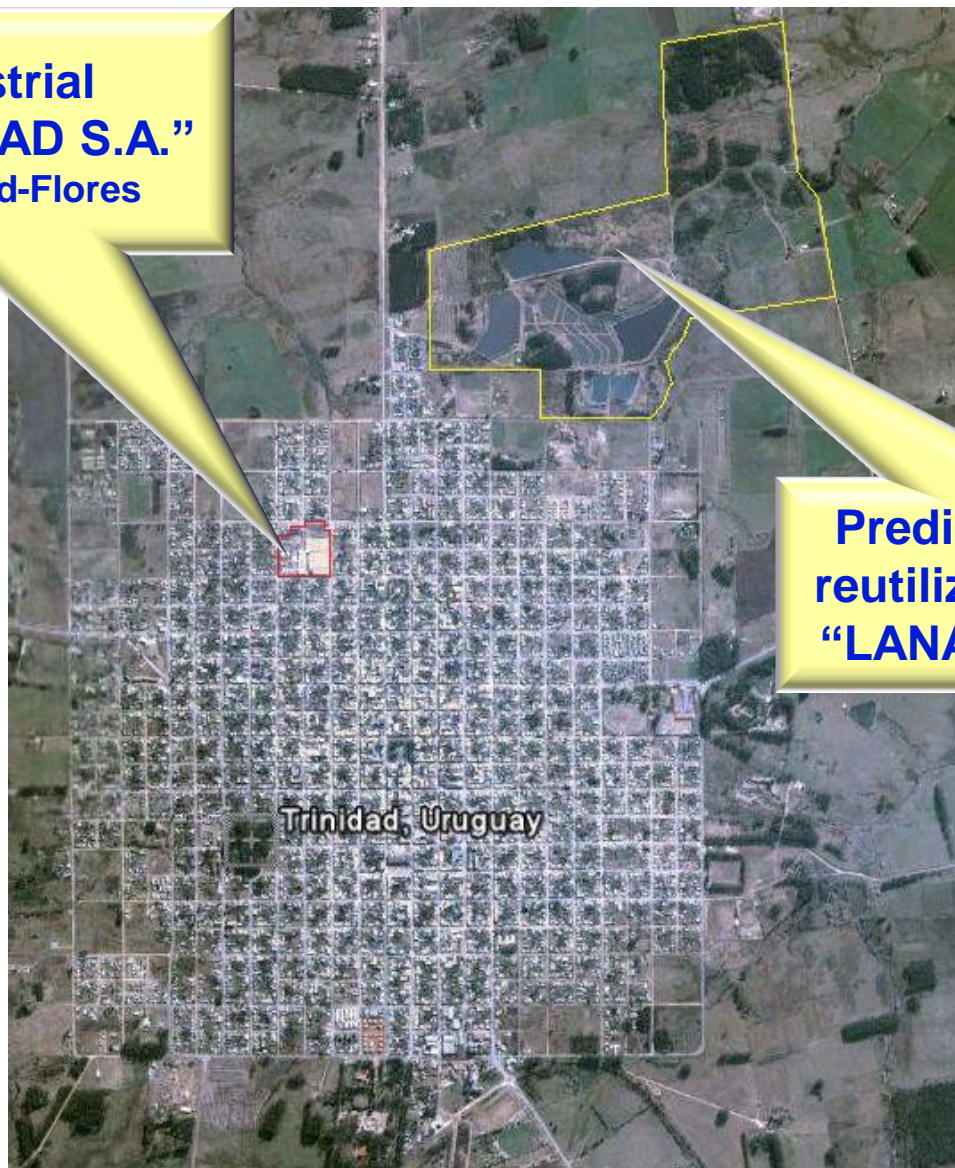
República Oriental del URUGUAY



Lanas Trinidad S.A.

UBICACIÓN

Planta Industrial
“LANAS TRINIDAD S.A.”
Rivera 292 Trinidad-Flores



**Predio de tratamiento y
reutilización de efluentes**
“LANAS TRINIDAD S.A.”

Ciudad de TRINIDAD

LANAS TRINIDAD S.A.



Lavadero y peinaduría de lanas; producción de grasa de lana

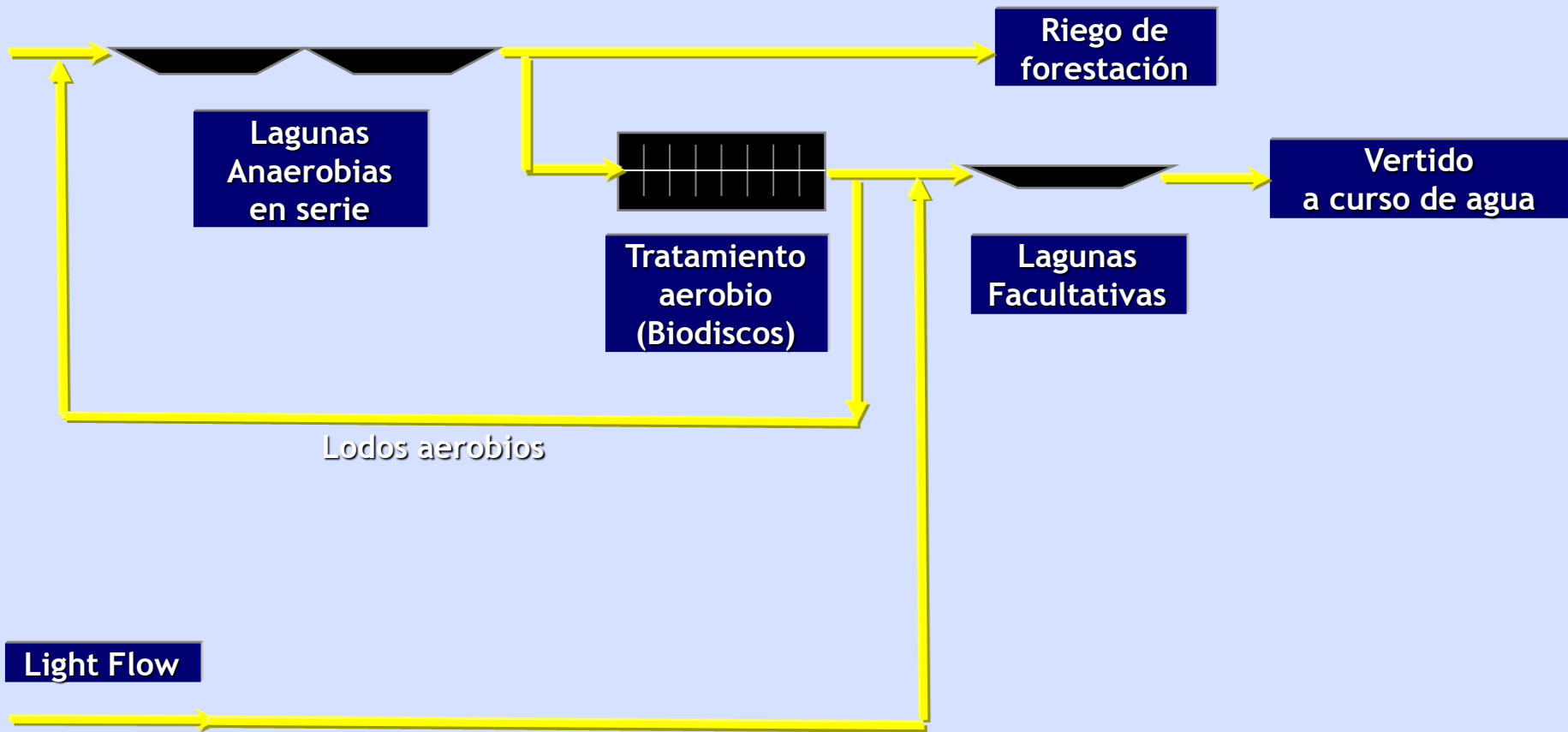
Producción anual: 10.000.000 kg de Tops de lana peinada

Principales mercados: China, Alemania, Italia

PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LTSA

SITUACIÓN INICIAL

Strong Flow





Lanas Trinidad S.A.

COMPOSICIÓN DEL “STRONG FLOW”

PARÁMETRO	UNIDAD	STRONG FLOW	
		Promedio	Máximo
pH	--	8,1	9,6
DBO ₅	mg/L	11700	28300
DQO	mg/L	50000	95000
Aceites y grasas	mg/L	10000	19000
Sólidos Totales	mg/L	12000	30000
Nitrógeno Total Kjeldhal	mg N/L	600	1400
Nitrógeno Amoniacal	mgN-NH ₄ /L	180	400
Nitrato	mgN-NO ₃ /L	90	250
Fósforo total	mg P/L	40	100

PLANTA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE EFLUENTES



LAGUNAS ANAEROBIAS



RESERVORIOS DE AGUA PARA RIEGO



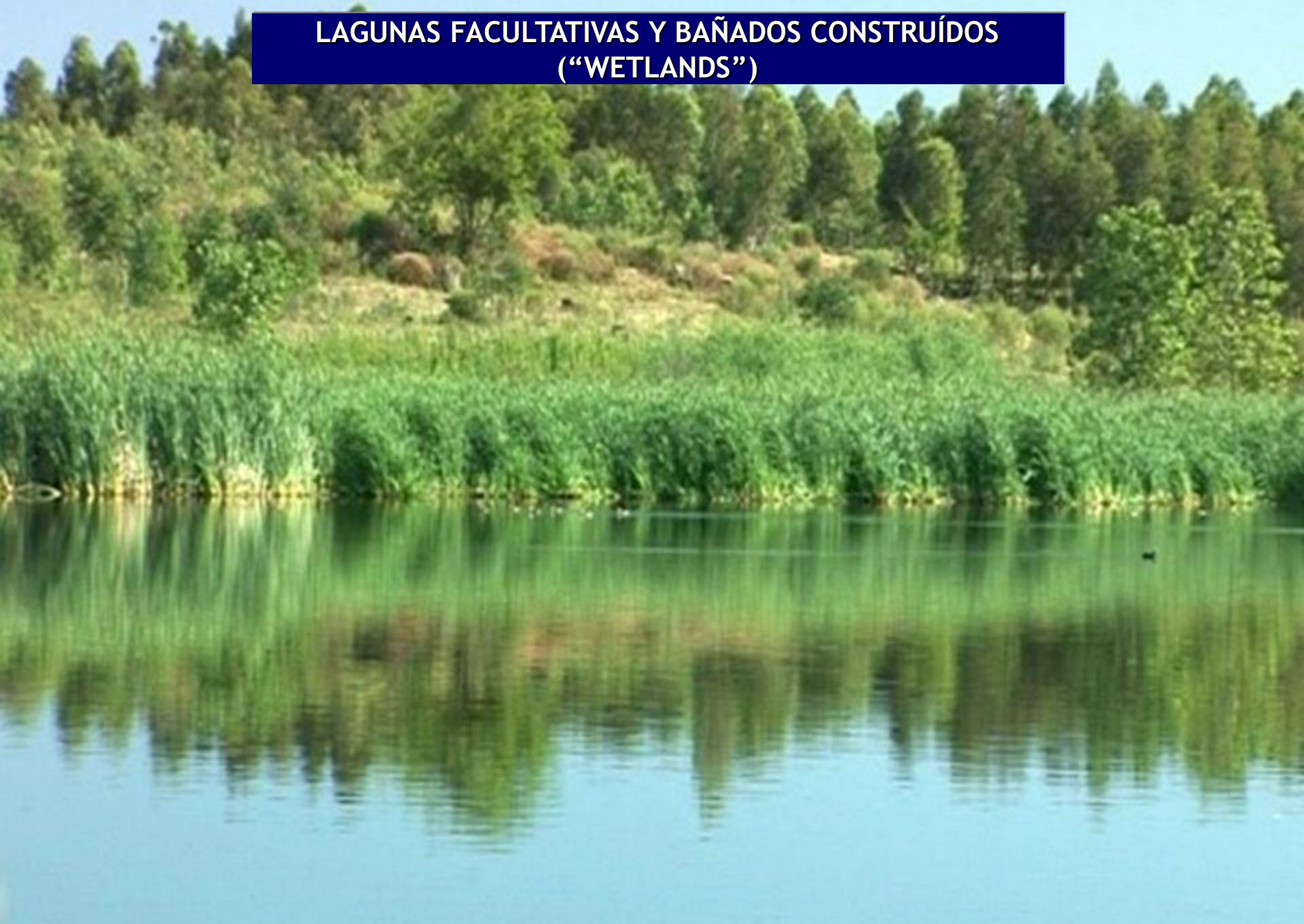
REUTILIZACIÓN DE EFLUENTE PARA RIEGO
45 Hás de forestación de eucaliptos, sauces y álamos.



TRATAMIENTO AEROBIO EN BIODISCOS



**LAGUNAS FACULTATIVAS Y BAÑADOS CONSTRUIDOS
("WETLANDS")**



LAGUNA FINAL
Refugio de fauna



OPORTUNIDAD DE PROYECTO

Gases de Efecto Invernadero

**Biogás de Lagunas Anaerobias
(metano + dióxido de carbono)**

BIOCOMBUSTIBLE

generado a partir de un residuo

CONCEPTO GENERAL:

“Las plantas de tratamiento de aguas residuales no son instalaciones de eliminación de residuos, sino **instalaciones de recuperación de recursos** que tienen el potencial de producir **agua limpia, recuperar nutrientes** (tales como fósforo y nitrógeno), y reducir la dependencia de los combustibles fósiles a través de la **producción de energía renovable**.”

“Wastewater treatment plants are not waste disposal facilities, but rather resource recovery facilities that have the potential to produce clean water, recover nutrients (such as phosphorus and nitrogen), and reduce the dependence on fossil fuels through the production of renewable energy.”

*Jeff Peeters, PE, Senior product manager, GE Water & Process Technologies
Water Online, May 27, 2015*

PROPUESTA DEL PROYECTO

- 1. TRANSFORMAR UNA LAGUNA ANAEROBIA EN UN BIODIGESTOR**
- 2. CAPTURAR EL BIOGÁS GENERADO EN EL BIODIGESTOR**
- 3. GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA CON EL BIOGÁS (Motogenerador) Y RECUPERAR ENERGÍA TÉRMICA (del agua de enfriamiento y de los gases de escape del motor) PARA CALENTAMIENTO DEL EFLUENTE**



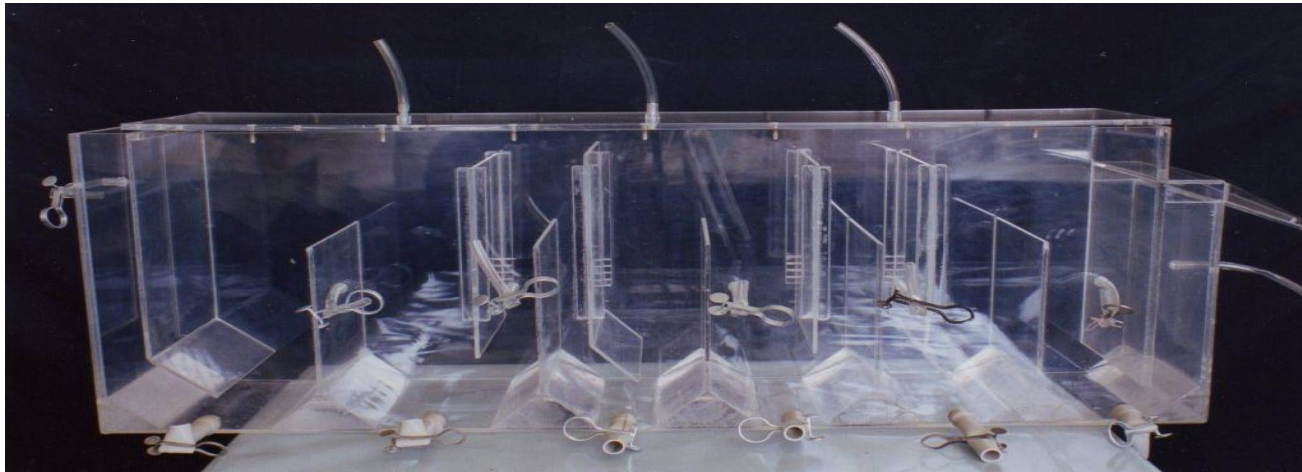
Lanas Trinidad S.A.

ANTECEDENTES

Convenios de investigación entre Lanás Trinidad S.A./ Lanera Santa María S.A. y Facultad de Ingeniería (IIQ - FING - UDELAR), en el marco de:

Proyecto CSIC - Programa de apoyo y vinculación con el sector productivo

Proyecto CONICYT – BID No. 119 – Contraparte productiva LTSA



Reactor anaerobio con chicanas, escala de laboratorio



Lanas Trinidad S.A.

ANTECEDENTES

Como resultados:

5 Proyectos de final de carrera de Ingeniería Química

2 Tesis de Doctorado

6 Artículos científicos en revistas arbitradas

8 Presentaciones en congresos internacionales

1 Patente de invención registrada

Aislamiento y descripción de una nueva especie de microorganismo: *Anaerobaculum mobile* (Menes & Muxi)

Construcción de reactores anaerobios de chicanas (LSM)



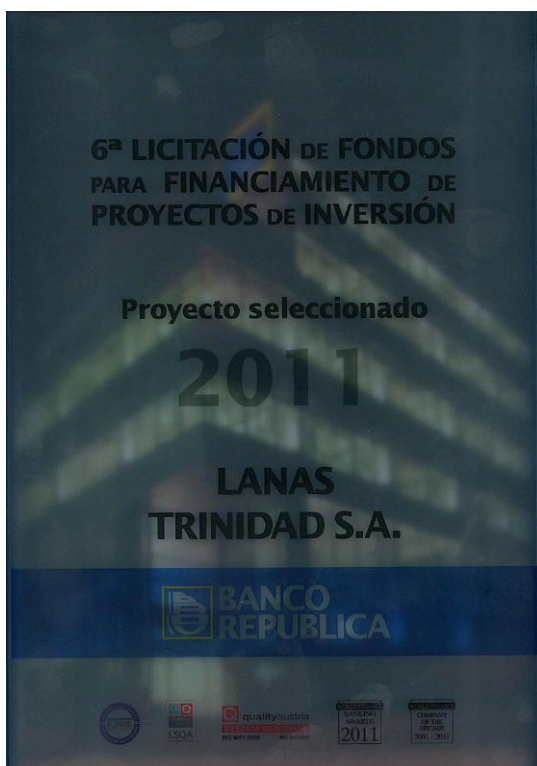


Lanas Trinidad S.A.

APOYOS RECIBIDOS

- Proyecto presentado y aprobado para financiamiento parcial por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII).

Proyecto PE_ACM_2009_1494 “Transformación de lagunas anaerobias para incremento de eficiencia”



ETAPAS DEL PROYECTO

- **Ensayos a escala de laboratorio para dimensionamiento final**
- **Transformación de laguna anaerobia en un biodigestor (canalizaciones internas, calentamiento, coberturas, captación de biogás)**
- **Recolección, medición y quemado del biogás**
- **Generación de energía eléctrica y recuperación de calor**



Lanas Trinidad S.A.

ETAPAS DEL PROYECTO

■ Ensayos a escala de laboratorio

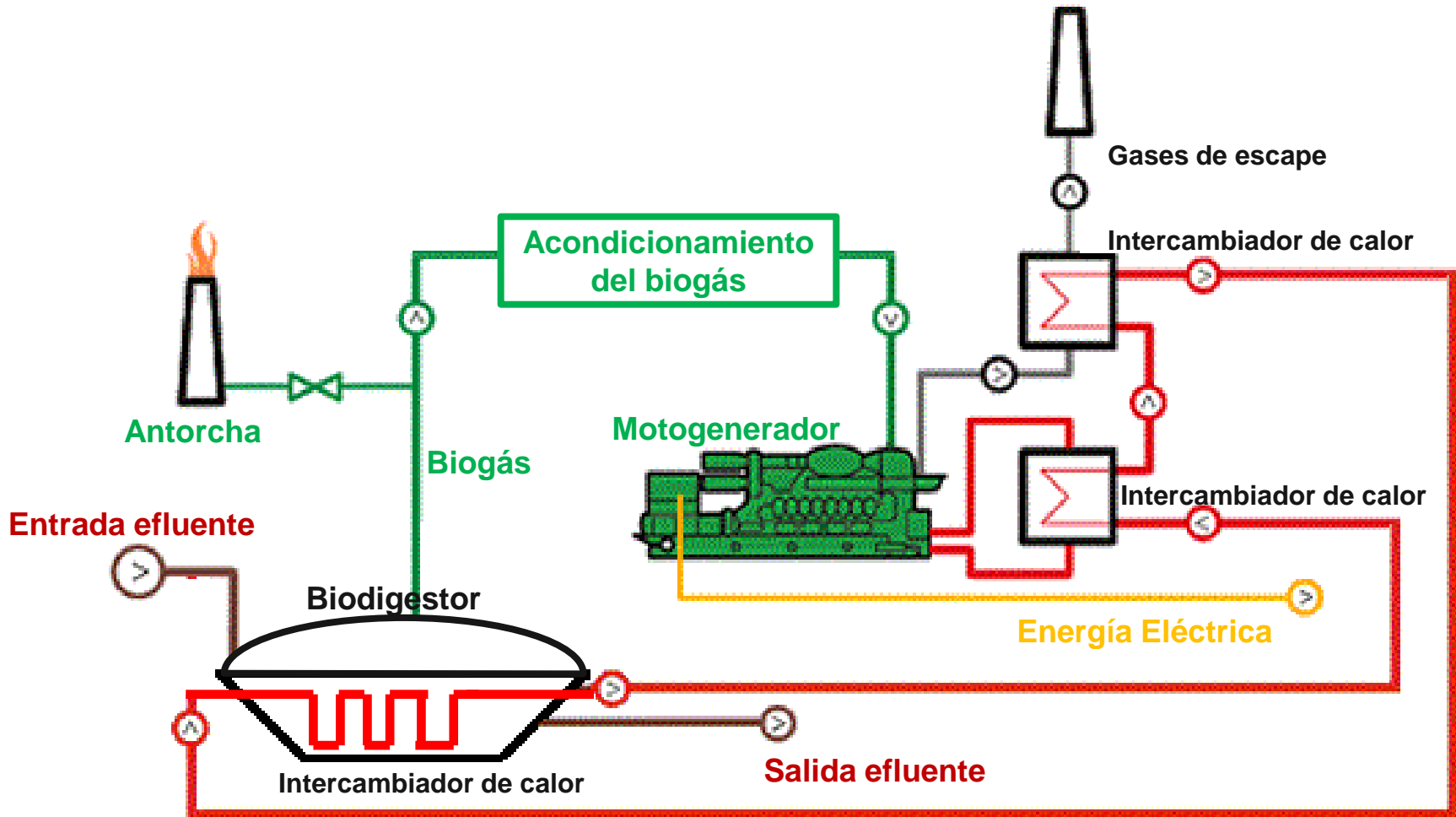
PRAXIS LAB S.R.L. Análisis y Consultoría





Lanas Trinidad S.A.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS INSTALACIONES





Lanas Trinidad S.A.

ETAPAS DEL PROYECTO

■ Transformación de laguna anaerobia a biodigestor





Lanas Trinidad S.A.

ETAPAS DEL PROYECTO

■ Transformación de laguna anaerobia a biodigestor





Lanas Trinidad S.A.

ETAPAS DEL PROYECTO

■ Transformación de laguna anaerobia a biodigestor





Lanas Trinidad S.A.

ETAPAS DEL PROYECTO

■ Montaje de antorcha y motogeneradores





Lanas Trinidad S.A.

ETAPAS DEL PROYECTO

■ Montaje de antorcha y motogeneradores





Lanas Trinidad S.A.

ETAPAS DEL PROYECTO

■ Montaje de antorcha y motogeneradores





Lanas Trinidad S.A.

COMPONENTES

■ Biodigestor (diseño propio)

Flujo pistón (cortinas flotantes), con posibilidad de inversión de flujo y/o recirculación de líquido.

Intercambiador de calor interno

Cubierta inflable (almacenamiento de biogás)

Válvulas de seguridad

Bocas de inspección y purga

Tubería de captación y conducción de biogás (con vacuómetro, manómetro, omega, purga de agua)





Lanas Trinidad S.A.

COMPONENTES

■ Biodigestor





Lanas Trinidad S.A.

COMPONENTES

■ Acondicionamiento del biogás

Planta desulfurizadora tipo scrubber con NaOH (PROGECO)

Enfriamiento / condensación / purga (DREYER & BOSSE)

Sopladores centrífugos (D&B)

Filtros de carbón activado (D&B)

Analizador de biogás (UNION Instruments Modelo INCA3011)

Filtro de partículas, válvula reguladora de presión, arrestallama

■ Antorcha

Flare NTV 1,6 (C-nox; D&B)

Capacidad de quema 1,6 MW

Caudalímetro

Arrestallama

Presóstato

Sensor de llama

Piloto de encendido

PLC de control de ciclo de encendido y apagado



Lanas Trinidad S.A.

COMPONENTES

■ Acondicionamiento del biogás y antorcha





Lanas Trinidad S.A.

COMPONENTES

■ **Motogeneradores (CHP 1 y CHP 2)** **Modelo GSV12 366 TLWK (Dreyer&Bosse)**

Motor ciclo Otto modelo MAN E 2842 LE 322, de 12 cilindros en V, de 21.900 cm³

Alternador “Leroy-Sommer”, modelo LSA 47.2 M7, del tipo generador sincrónico trifásico, de 4 polos, con potencia eléctrica de salida de 366 kW cada uno, voltaje 400 V/ 230 V, 50 Hz

PARÁMETRO		
Potencia eléctrica	kW	366
Potencia térmica (con intercambiador de calor de gases de escape)	kW	408
Consumo de biogás (a 6kWh/Nm ³)	Nm ³ /h	158
Eficiencia eléctrica a 100% de carga	%	39,3
Eficiencia eléctrica a 75% de carga	%	37,4
Eficiencia térmica	%	43,8
Eficiencia total	%	83,0



Lanas Trinidad S.A.

COMPONENTES

■ CHP (“Combined Heat & Power)





Lanast Trinidad S.A.

COMPONENTES

■ CHP ("Combined Heat & Power")

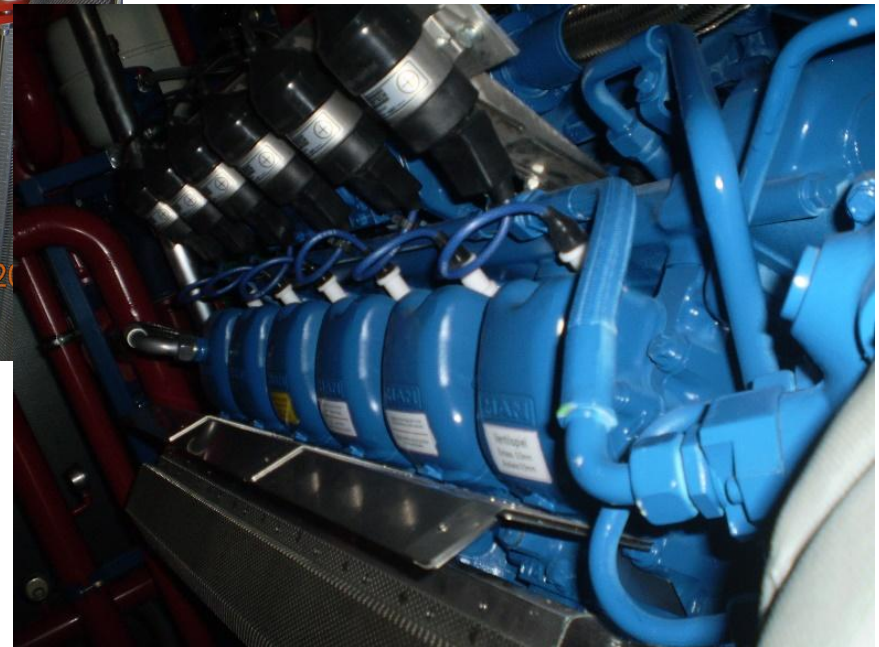
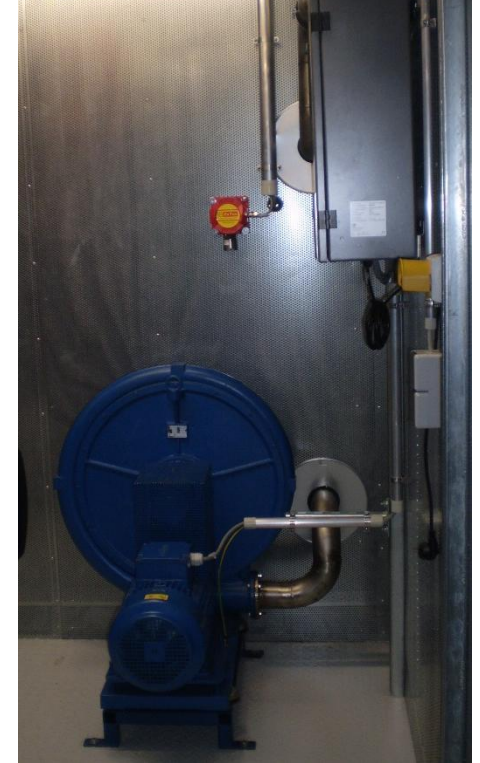




Lanas Trinidad S.A.

COMPONENTES

■ CHP ("Combined Heat & Power")



PARÁMETROS DE DISEÑO DEL PROYECTO

- Caudal de alimentación: 310 m³/día
- DQO alimentación: 50.000 a 60.000 mg/L
- Volumen de líquido en el biodigestor: 18.500 m³
- Dimensiones: 100m x 58m x 4,3 m
- Tiempo de residencia: 60 días
- Temperatura de operación: 35 a 37°C
- Carga: 0,8 a 1,0 KgDQO/(m³.d)



Lanas Trinidad S.A.

INVERSIONES

•Modificación y cobertura laguna :	KUS\$ 1.200
•Equipos generadores e instalación:	KUS\$ 1.300
•Conexión UTE:	KUS\$ 500
•Investigación & Desarrollo, asesoramientos:	KUS\$ 250
INVERSION TOTAL:	KUS\$ 3.250
(De los cuales, APOORTE ANII:	KUS\$ 250)

RESULTADOS ESPERADOS

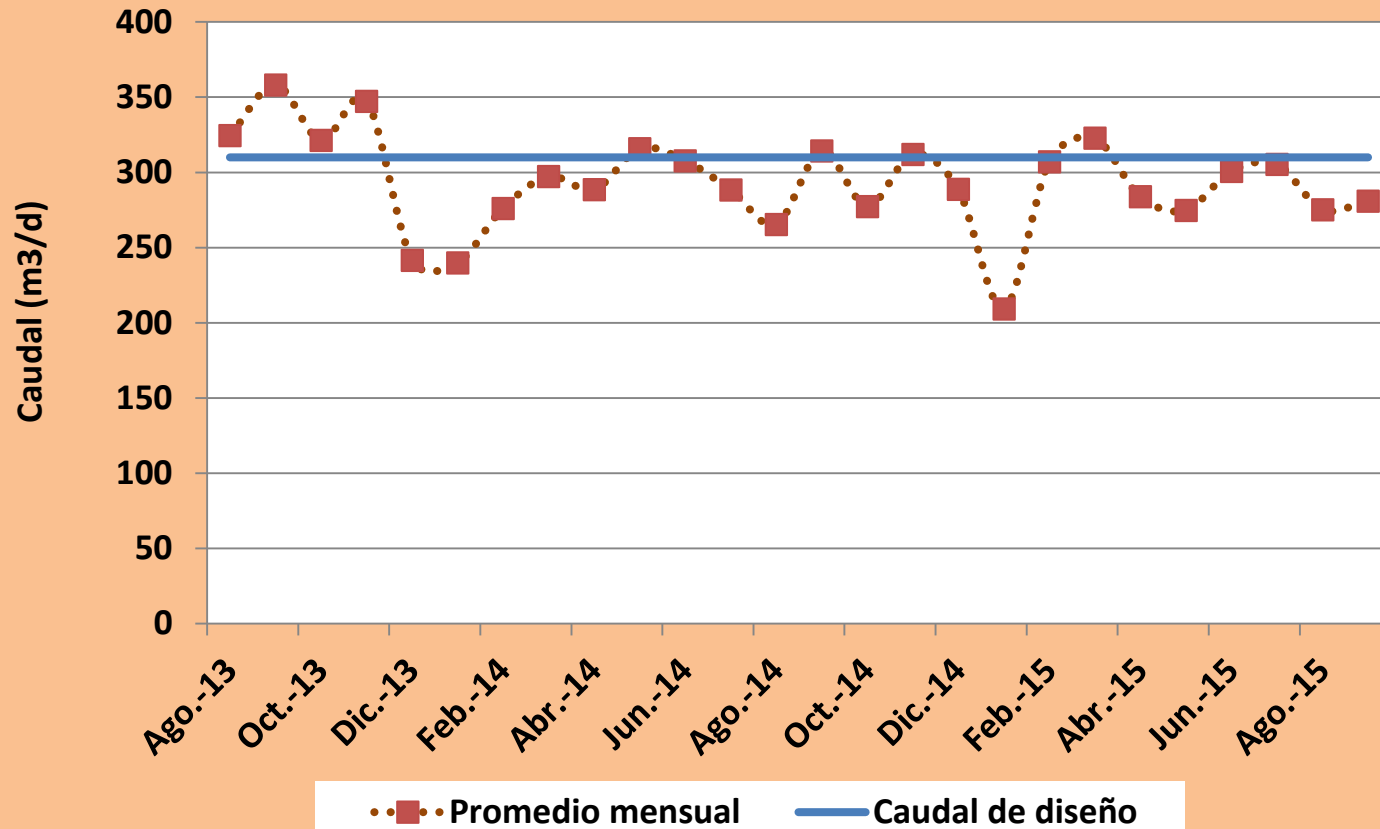
- Eficiencia de remoción de DQO: 70%
- Biogás capturado: 3.070 m³/día
- Metano capturado: 2.150 m³/día
- Energía eléctrica esperada: 8,6 MWh/d
3100 MWh/año
- Reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero:
 - Por captura de metano:
18200 TON CO₂ equivalente por año
 - Por sustitución de Energía Eléctrica:
1800 TON CO₂ equivalente por año



Lanas Trinidad S.A.

RESULTADOS OBTENIDOS

Caudal alimentación - Biodigestor Lanas Trinidad S.A.

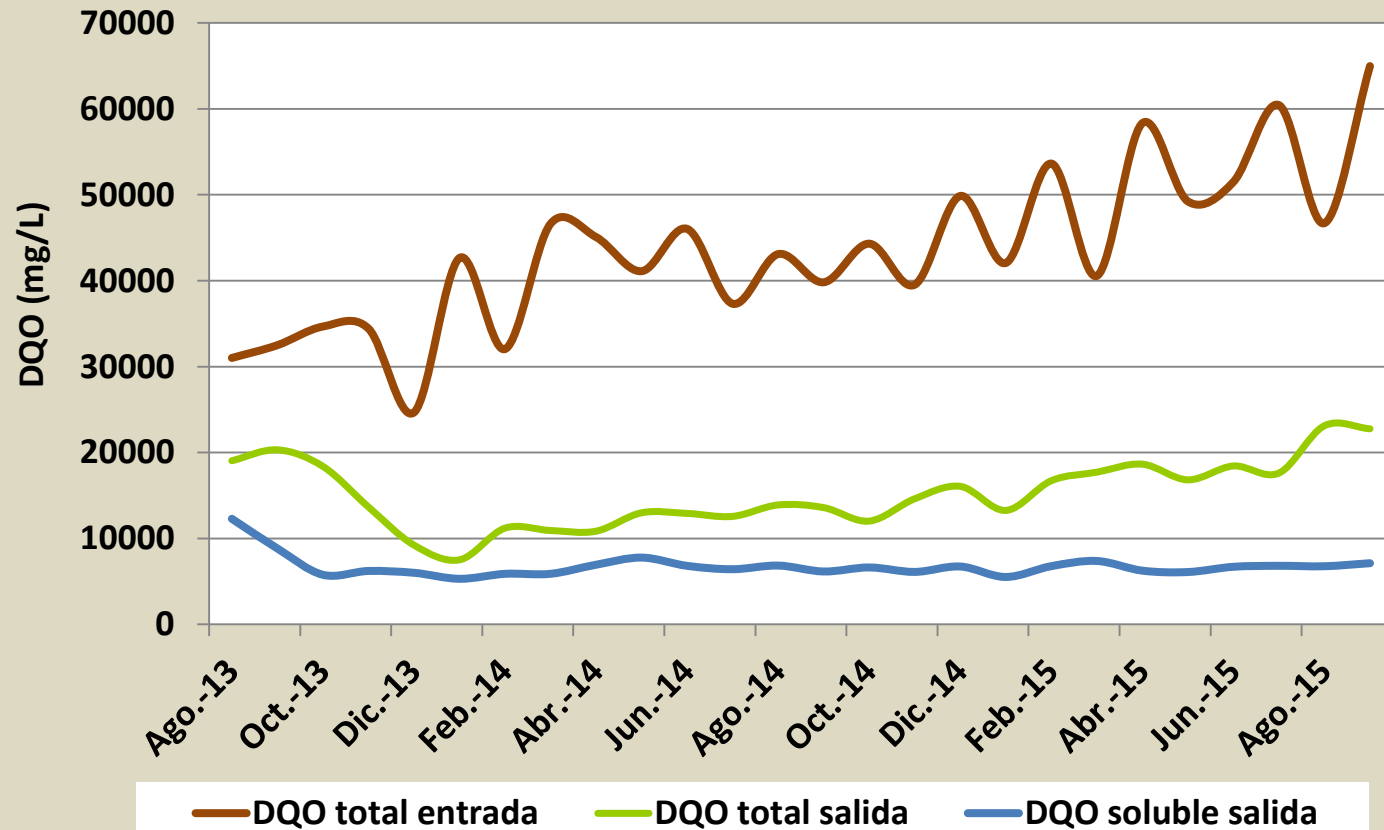




Lanas Trinidad S.A.

RESULTADOS OBTENIDOS

DQO - Biodigestor Lanas Trinidad S.A.

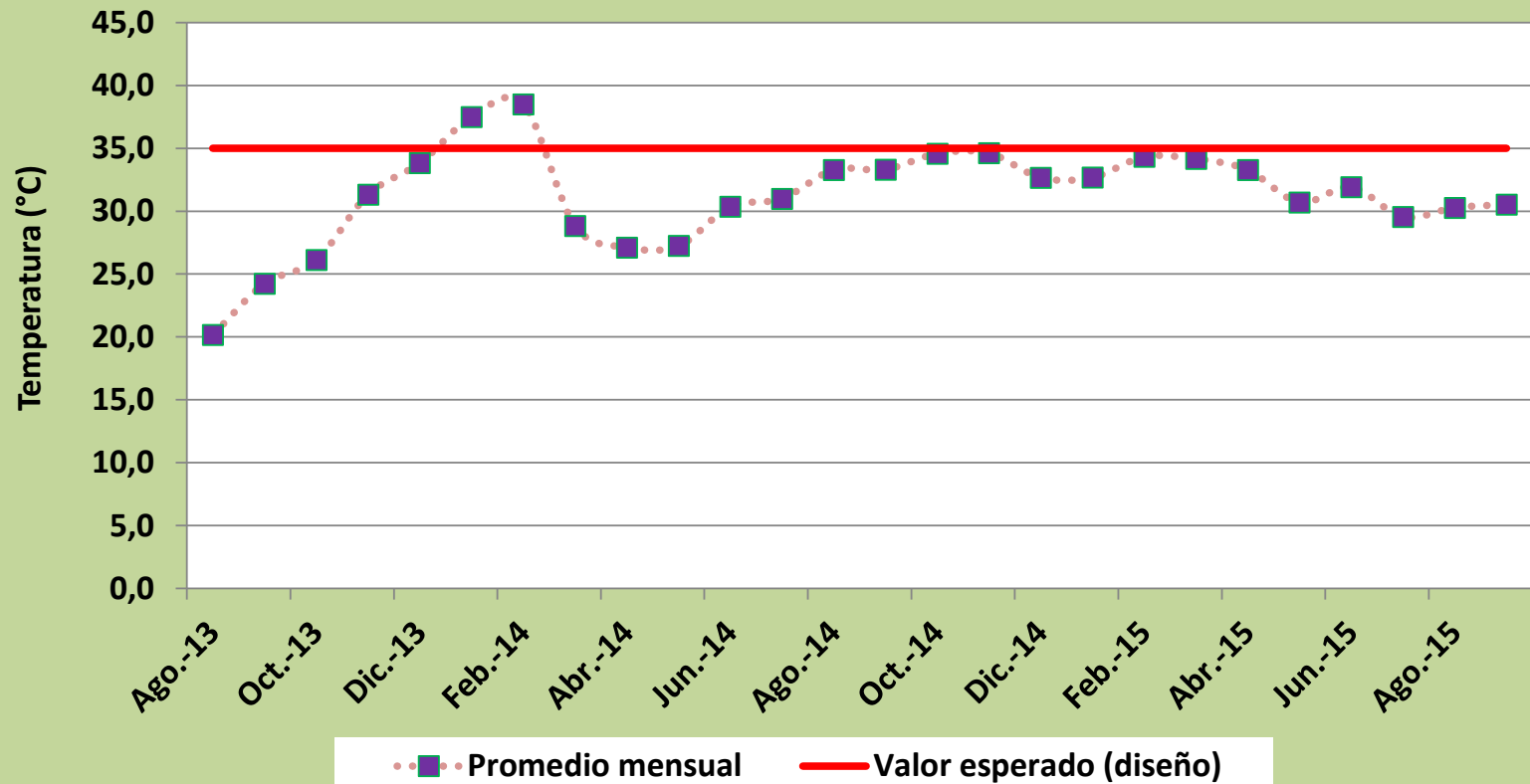




Lanas Trinidad S.A.

RESULTADOS OBTENIDOS

Temperatura promedio - Biodigestor Lanas Trinidad S.A.

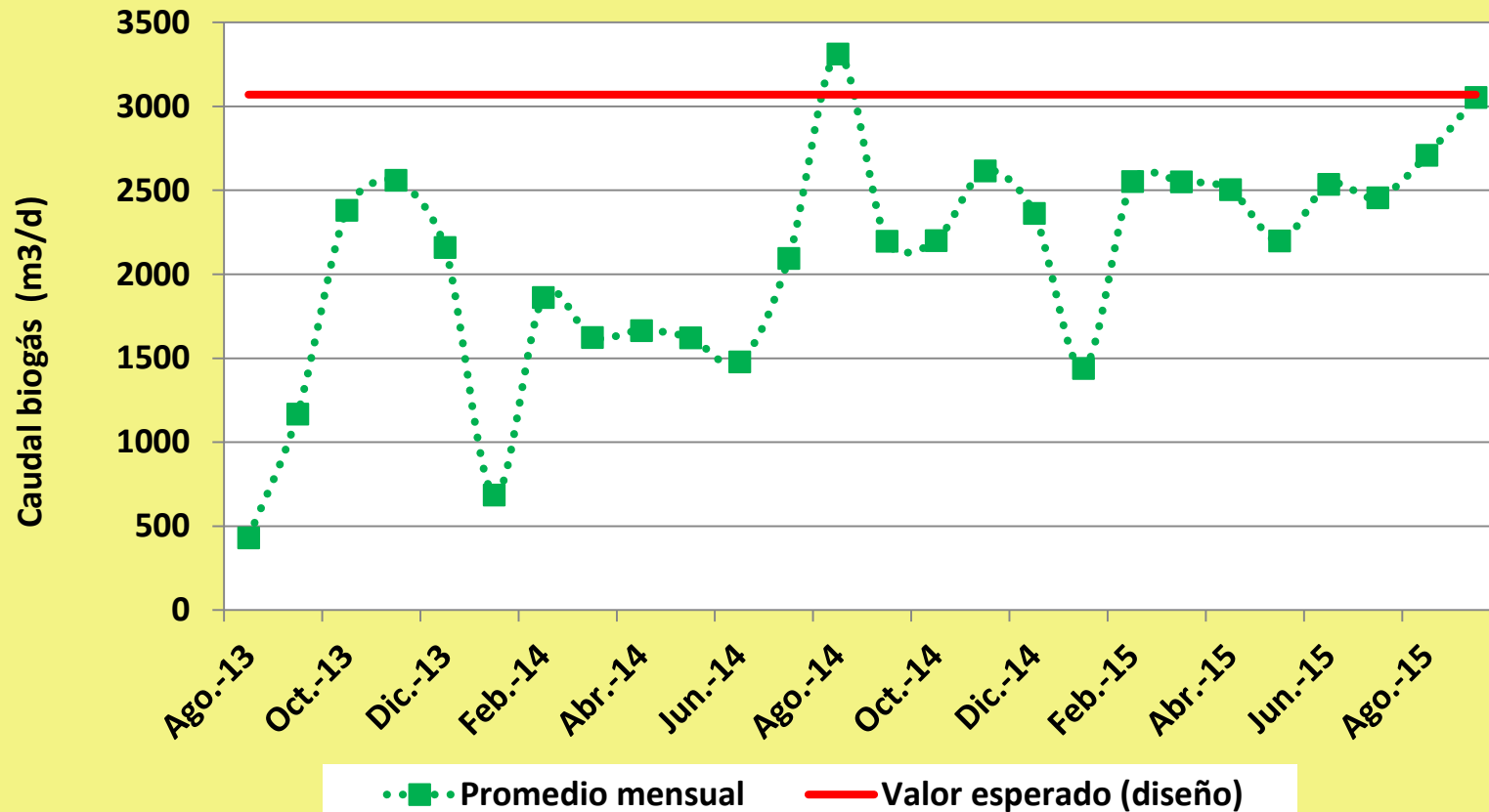




Lanas Trinidad S.A.

RESULTADOS OBTENIDOS

Biogás extraído - Biodigestor Lanas Trinidad S.A.



RESULTADOS OBTENIDOS

COMPOSICIÓN DEL BIOGÁS

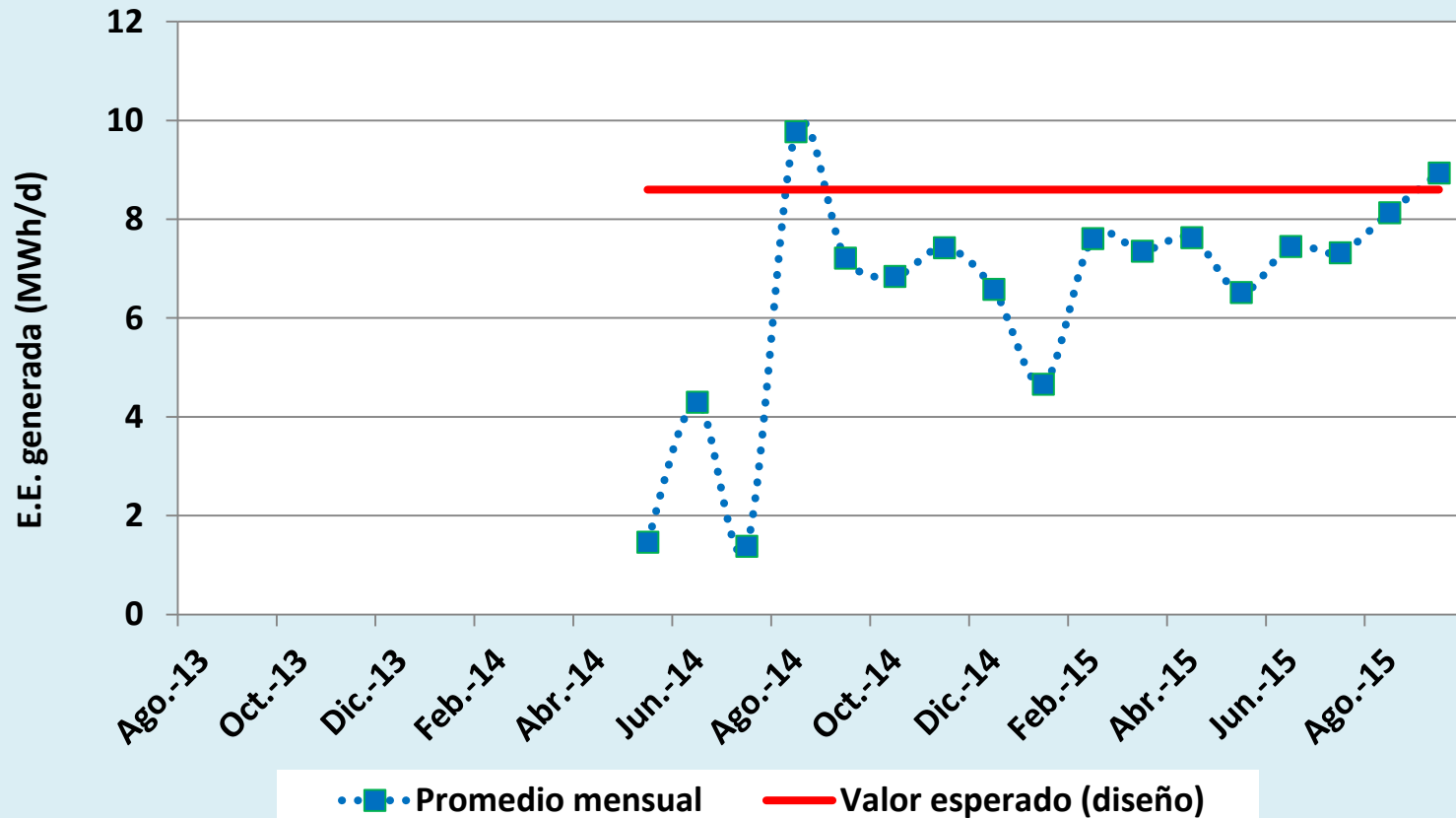
	Salida del biodigestor	Entrada al motor
CH ₄	71%	75%
CO ₂	23%	24%
O ₂	0%	0,3%
H ₂ S	650 ppm	7 ppm



Lanas Trinidad S.A.

RESULTADOS OBTENIDOS

Energía eléctrica generada - Biodigestor Lanas Trinidad S.A.





Lanas Trinidad S.A.

PROBLEMAS ENCONTRADOS

- **Costo de acondicionamiento de laguna existente, mayor a lo esperado**
- **Trámites de aprobación eléctrica lentos y engorrosos (multiplicidad de actores involucrados)**
- **Inversión eléctrica mayor a lo proyectado**
- **Los datos de temperatura indican que existe limitación en la capacidad de intercambio de calor dentro del biodigestor**
- **Tendencia incipiente a arrastre de lodo anaerobio (en evaluación)**



Lanas Trinidad S.A.

ASPECTOS FAVORABLES

- **Generación de biogás y E.E. de acuerdo a lo esperado, a pesar de temperatura de operación inferior a la proyectada (→ existe potencial de mejora)**
- **Flexibilidad operativa del biodigestor (posibilidad de invertir flujos y/o de regular el grado de mezcla a voluntad)**
- **Buena capacidad de almacenamiento de biogás, permite modular el funcionamiento de los motogeneradores en forma simple y confiable**
- **Existe capacidad disponible para incrementar la carga aplicada al biodigestor**



Lanas Trinidad S.A.

PROXIMOS PASOS

- Maximizar el aprovechamiento y transferencia de la energía térmica recuperada
- Evaluar la separación y reciclado de lodos en la descarga (purgas, regulación del contenido de biomasa)
- Co-digestión de sustratos compatibles con el efluente actual y con el tipo de biodigestor (servicio ambiental a terceros)
- Avanzar en el modelado matemático del sistema (hidrodinámica + cinética microbiana + balance térmico) para predecir comportamiento en función del efluente alimentado



Lanas Trinidad S.A.

**¡MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCIÓN!**

