



WORKSHOP

***ALTERNATIVAS PARA LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DEL
SECTOR VITIVINÍCOLA EN EL SUDOESTE EUROPEO***

17 julio de 2014

**PEQUEÑOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO
BIOLÓGICO PARA LA VALORIZACIÓN DE
BIORRESIDUOS AGROINDUSTRIALES.
POTENCIAL PARA EL SECTOR VITIVINÍCOLA**

Daniel Blanco Cobián

BIOENERGÍA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO, S.L



Contenido de la presentación

1. Actividad y líneas de investigación de BYDT
2. Tratamientos biológicos de residuos orgánicos
3. Planta piloto para tratamiento mixto aerobio-anaerobio
4. Sistema flexible de gestión de residuos para producción de bioenergía y valorización del digerido (digestión líquida)
5. Evaluación de proyectos de plantas de biogás agroindustrial
6. Otros proyectos

1. Actividad y líneas de investigación de BYDT

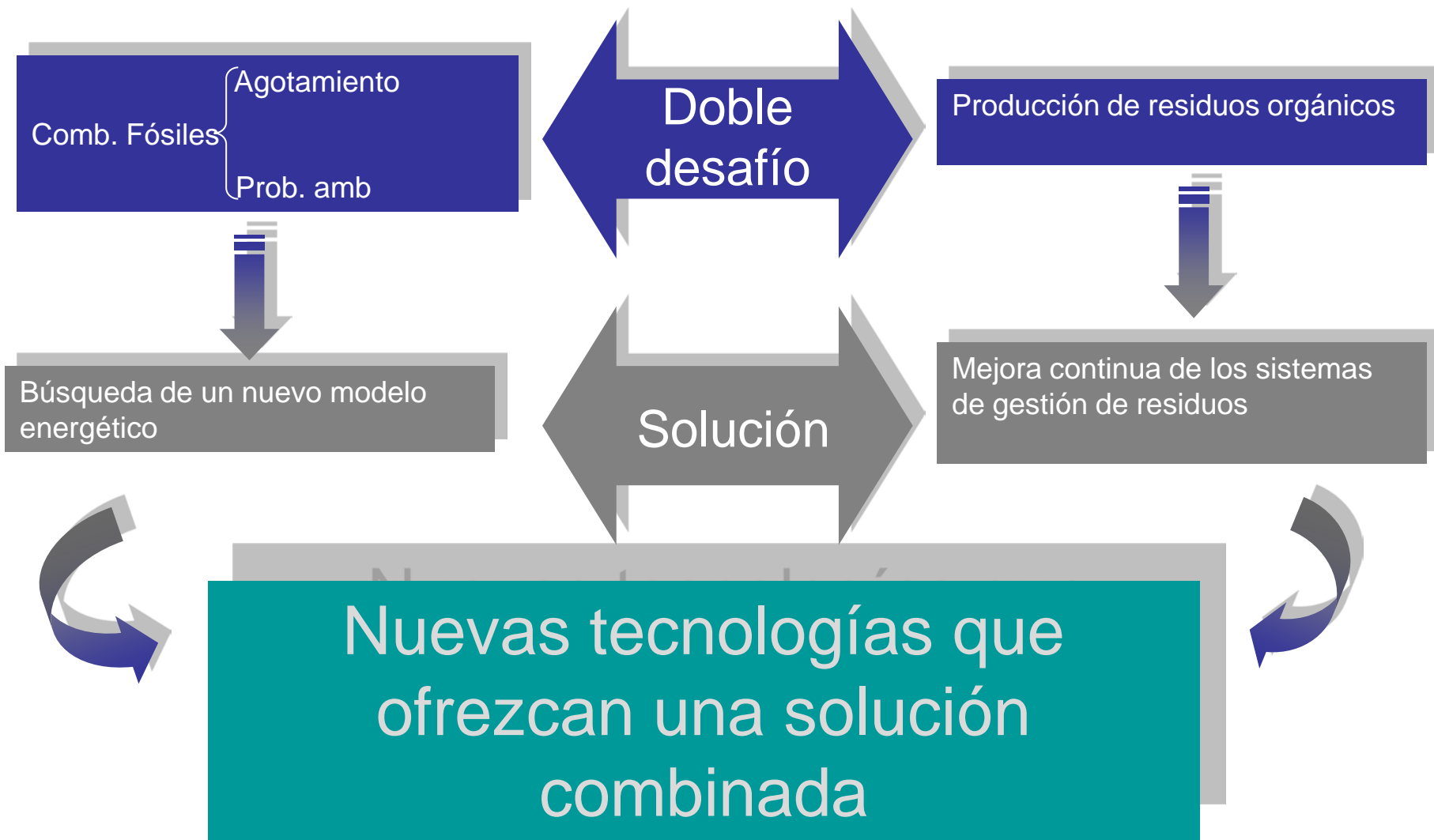


BIOENERGÍA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO es una *spin-off* surgida a partir del grupo de ingeniería química de la Universidad de León

- ✓ Producción de hidrógeno mediante fermentación de residuos
- ✓ Valorización energética y tratamiento de residuos mediante digestión anaerobia.
- ✓ Producción de té de compost y aplicación al suelo.
- ✓ Estudio de los efectos de la aplicación de compost al suelo.
- ✓ Aprovechamiento de los residuos como fertilizantes en cultivos energéticos.
- ✓ Métodos de reducción de CO₂ por bacterias en lechos de carbón
- ✓ Eliminación de CO₂ mediante microalgas.



Nuestra motivación



Líneas de negocio

i) Línea de productos y servicios:

Asesoría tecnológica a empresas en temas relacionados con el tratamiento de residuos y bioenergía.

Diseño básico de plantas de compostaje, biometanización y tratamiento de purines.

Diseño básico y de detalle de pequeñas plantas de tratamiento de residuos en el medio agroganadero.

Optimización de procesos.

ii) Línea de I+D

Desarrollar procesos de producción de bio-hidrógeno.

Participar en proyectos de I+D+i nacionales y europeos en colaboración con diversos centros de investigación.

Desarrollar nuevas líneas de trabajo enfocadas a la obtención de biocombustibles de segunda generación.

2. Tratamientos biológicos de residuos orgánicos

Tecnologías para el tratamiento biológico de los residuos orgánicos:

Digestión anaerobia

Valorización
energética

Biogás

Compostaje

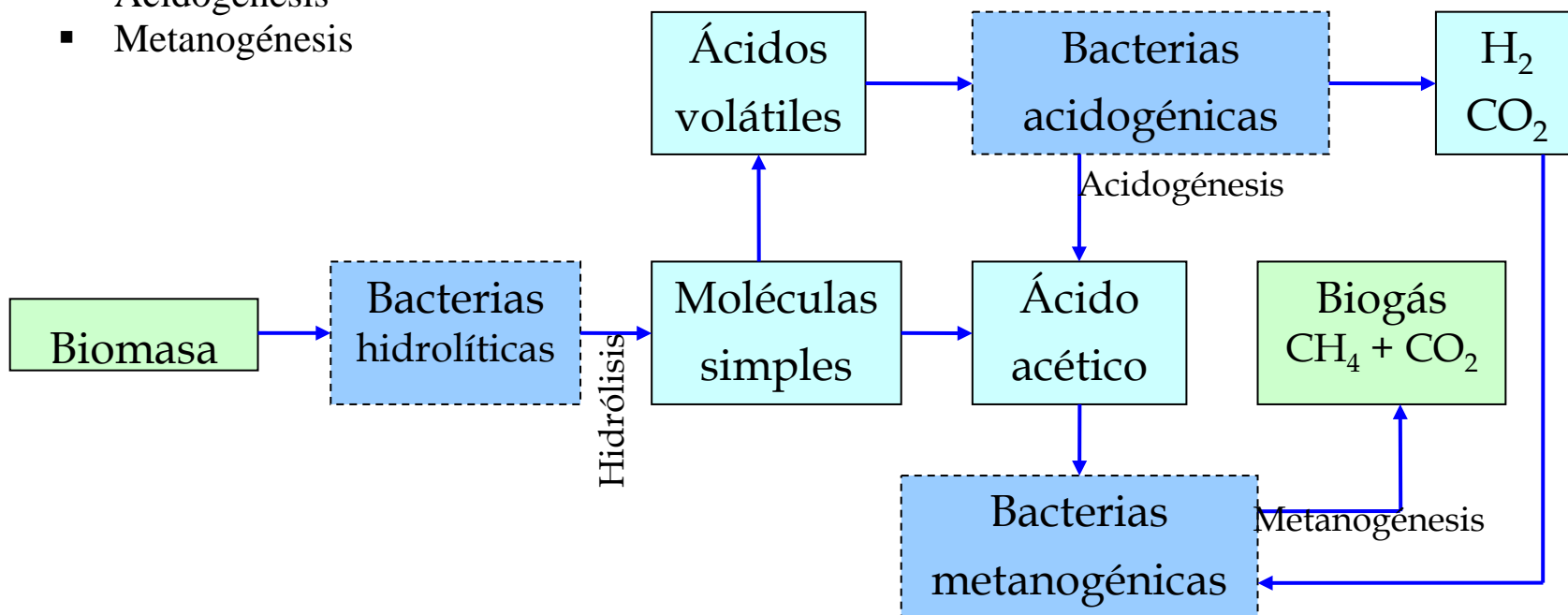
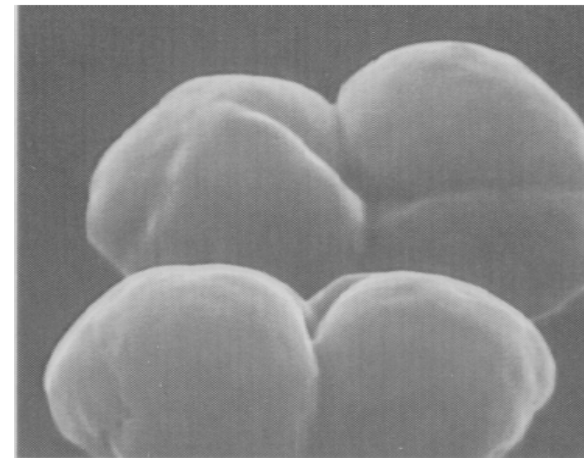
Valorización
agronómica

Compost

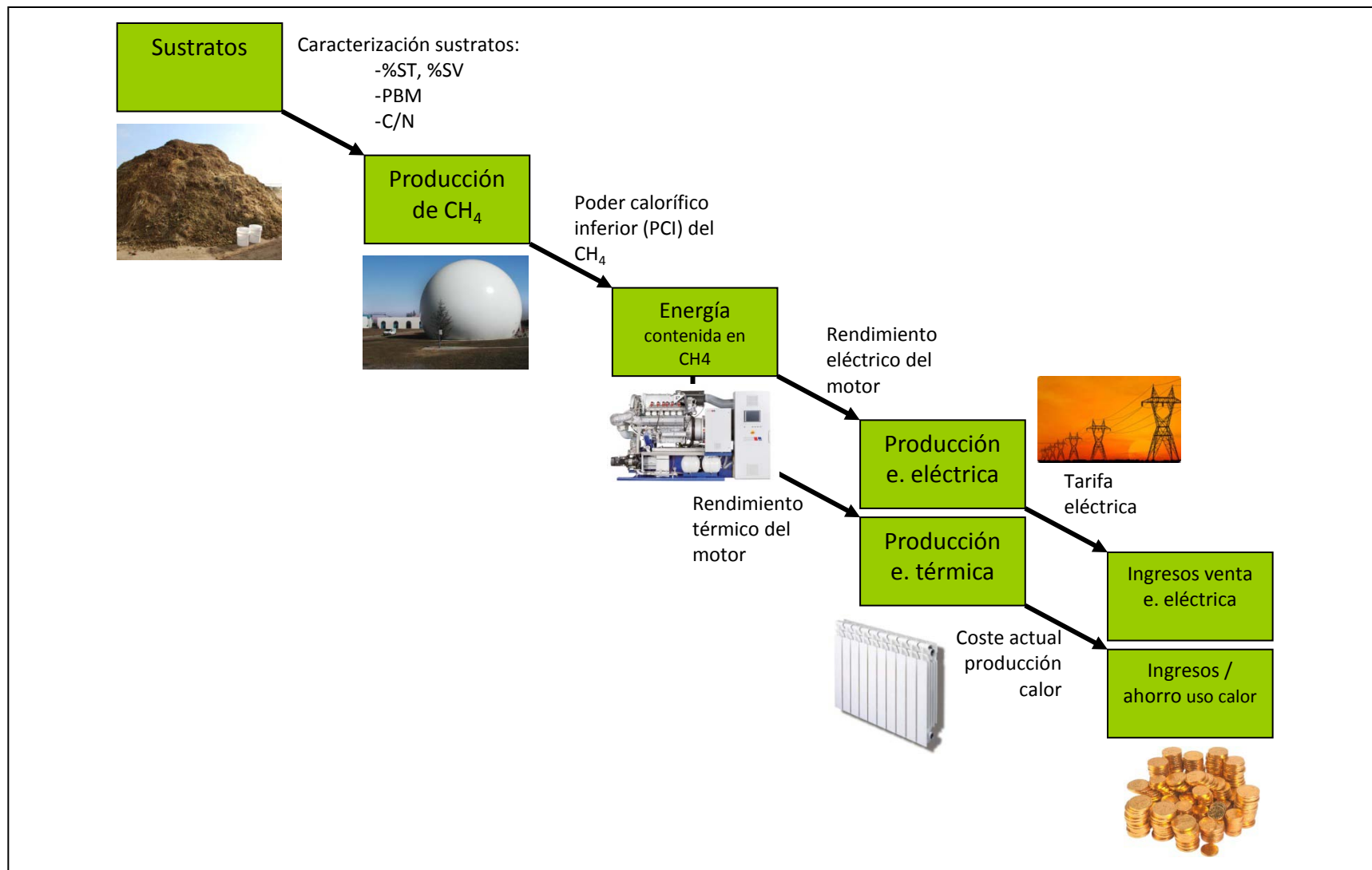
LA DIGESTIÓN ANAEROBIA

- Degradación microbiana de biomasa
- Moléculas orgánicas complejas \rightarrow $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$
- Interés inicial: escasez de combustibles en posguerra
- Desarrollo como tratamiento de aguas residuales (interés ambiental)
- Interés como fuente energética a partir de crisis del petróleo de 1973
- Fases:
 - Hidrólisis
 - Acidogénesis
 - Metanogénesis

Methanogenic bacteria



PLANIFICACIÓN DE UN PROYECTO DE DIGESTIÓN ANAEROBIA



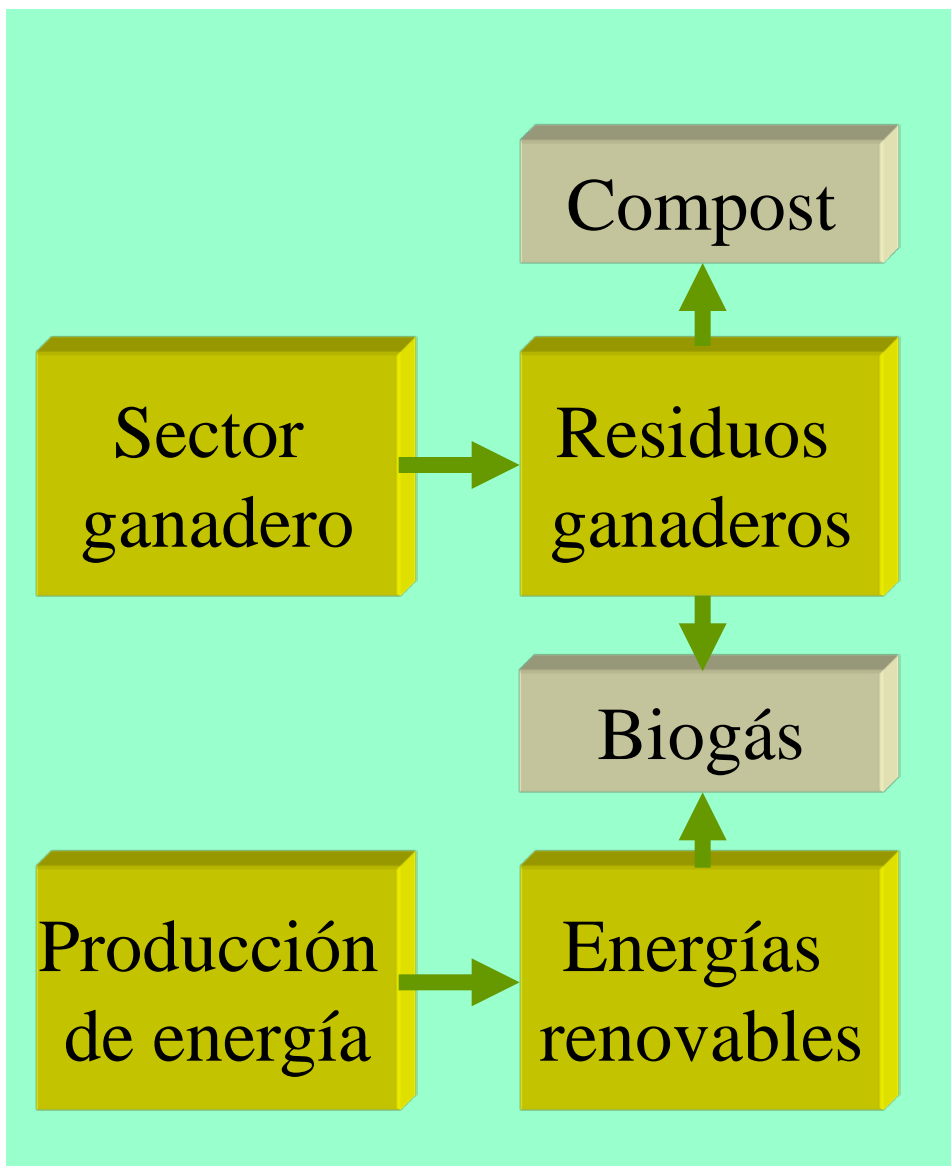
Digestión anaerobia

Tecnologías para la digestión de residuos en las explotaciones:

- **Digestores de mezcla completa**
- **Flujo pistón**
- **Lagunas cubiertas**



Digestión seca de residuos ganaderos

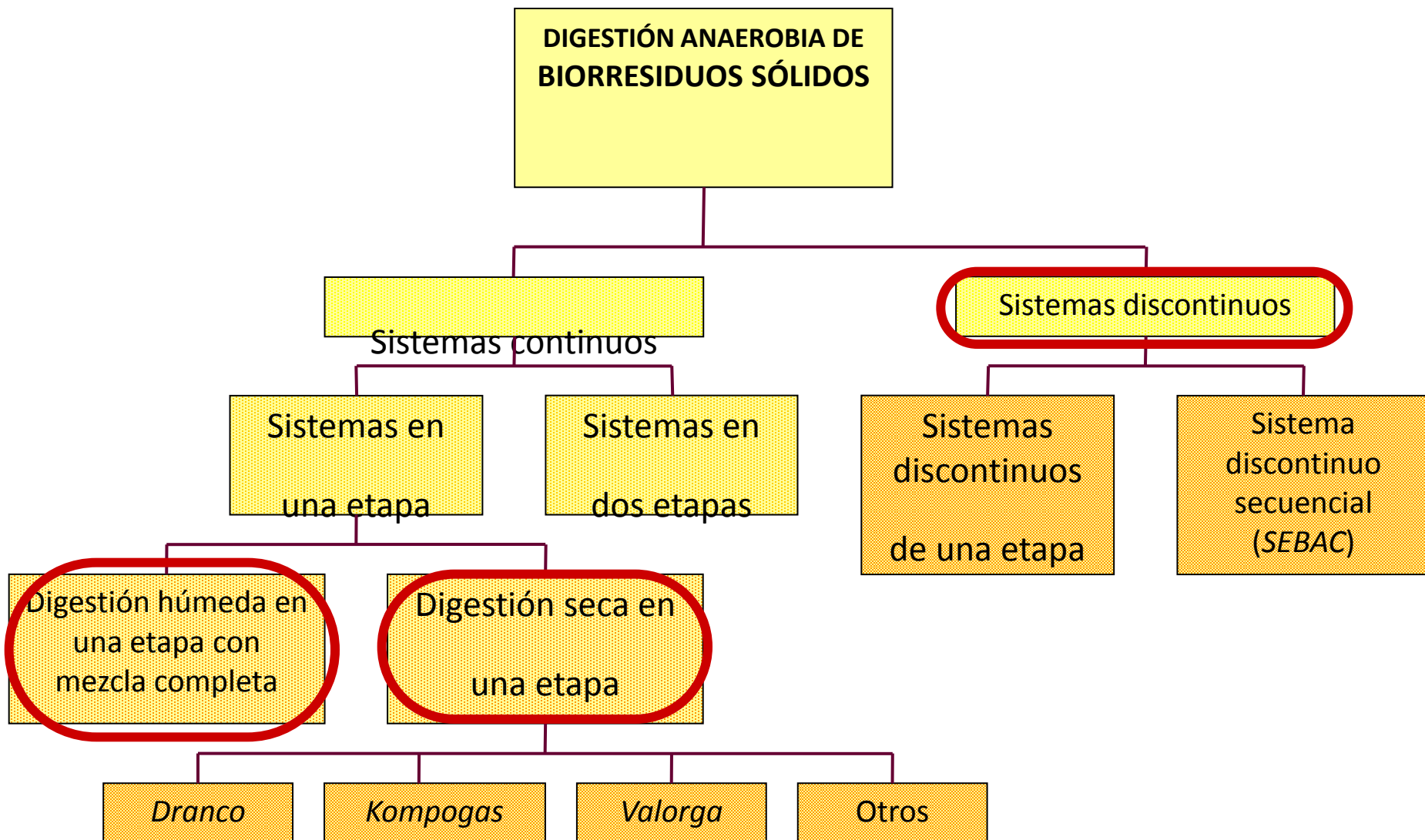


Propuesta de un sistema de tratamiento de deyecciones ganaderas

- Rango más bajo de capacidad de tratamiento
- Plantas descentralizadas
- Valorización energética y agronómica del residuo
- Bajos costes de inversión, operación y mantenimiento

Digestión anaerobia

DIGESTIÓN ANAEROBIA DE BIORRESIDUOS SÓLIDOS



3. Planta piloto para tratamiento mixto aerobio-anaerobio

Sistema propuesto

Digestión anaerobia

Digestión
seca

Digestión
húmeda

Sistemas
continuos

Sistemas
discontinuos

Compostaje

Sistema
estático discontinuo
con ventilación
forzada

Maduración:
Compostaje en pila

Sistema propuesto

Digestión anaerobia

Sistema
discontinuo
seco
en una etapa

Compostaje

Sistema
estático discontinuo
con ventilación
forzada

Maduración:
Compostaje en pila

Sistema propuesto

Digestión anaerobia

Compostaje

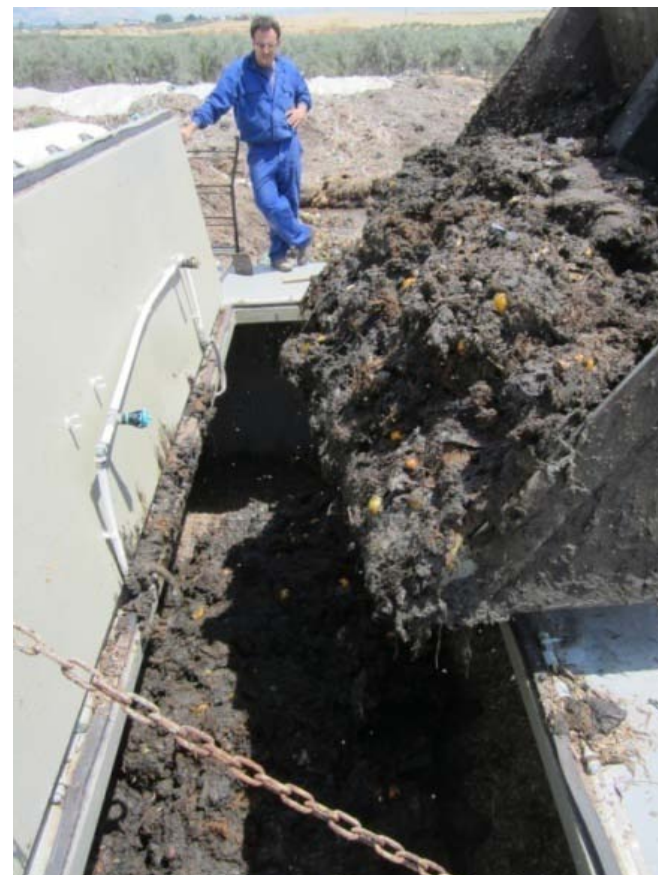
PROCESO MIXTO

aerobio – anaerobio – aerobio

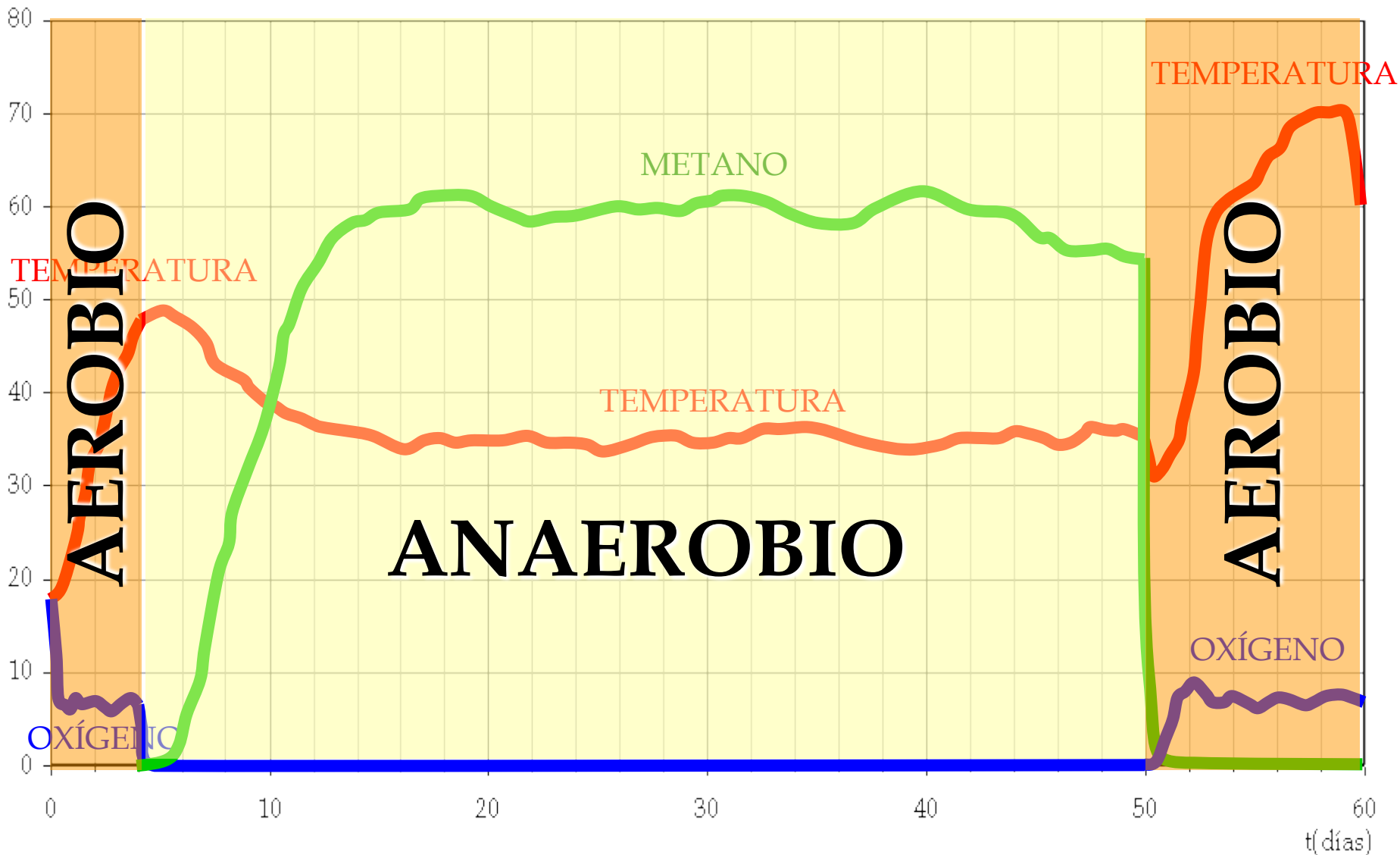


Inspección de la planta piloto del proyecto PLAMGÁS durante el ensayo de tratamiento de residuos de Mercgranada



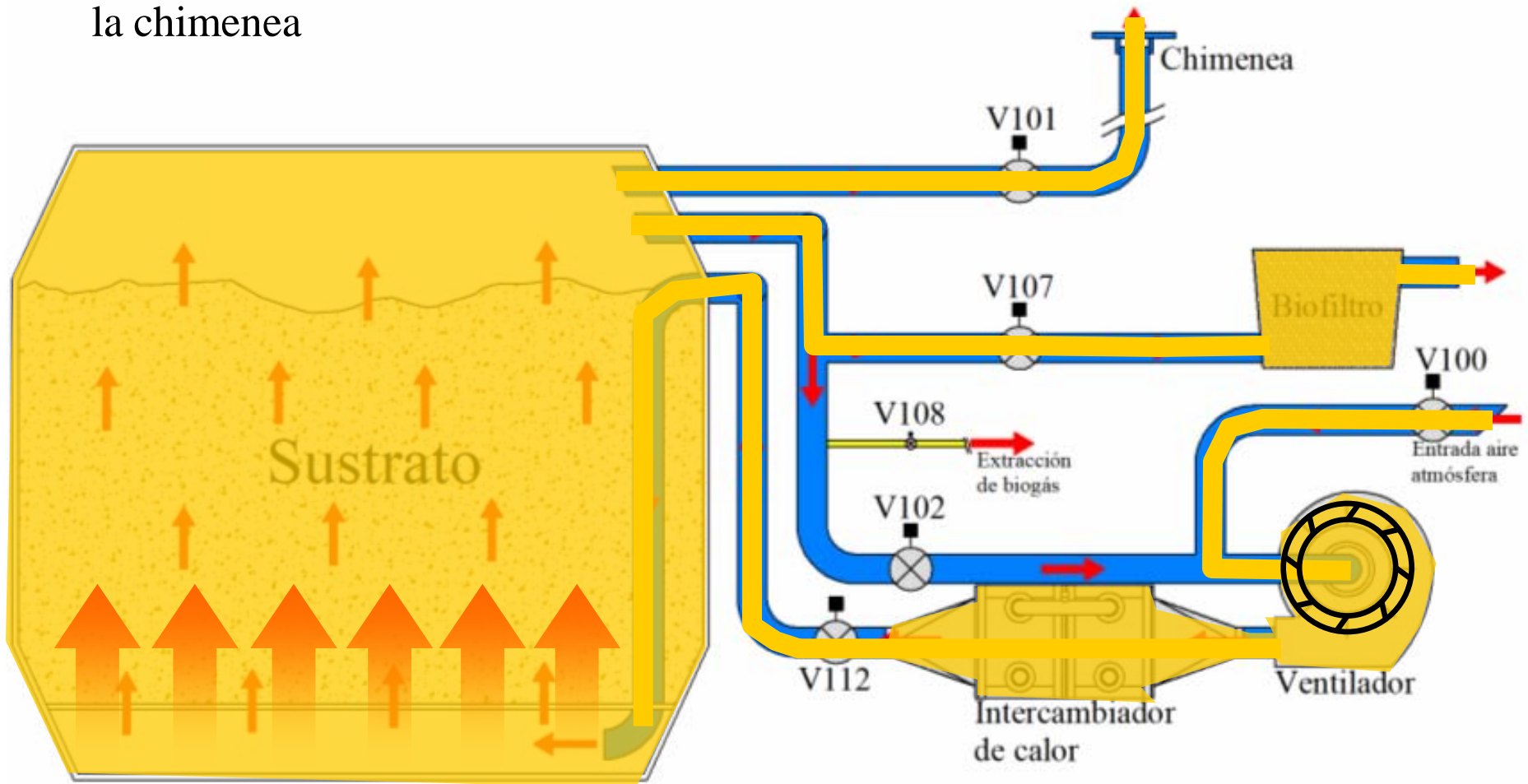


DESCRIPCIÓN DEL PROCESO



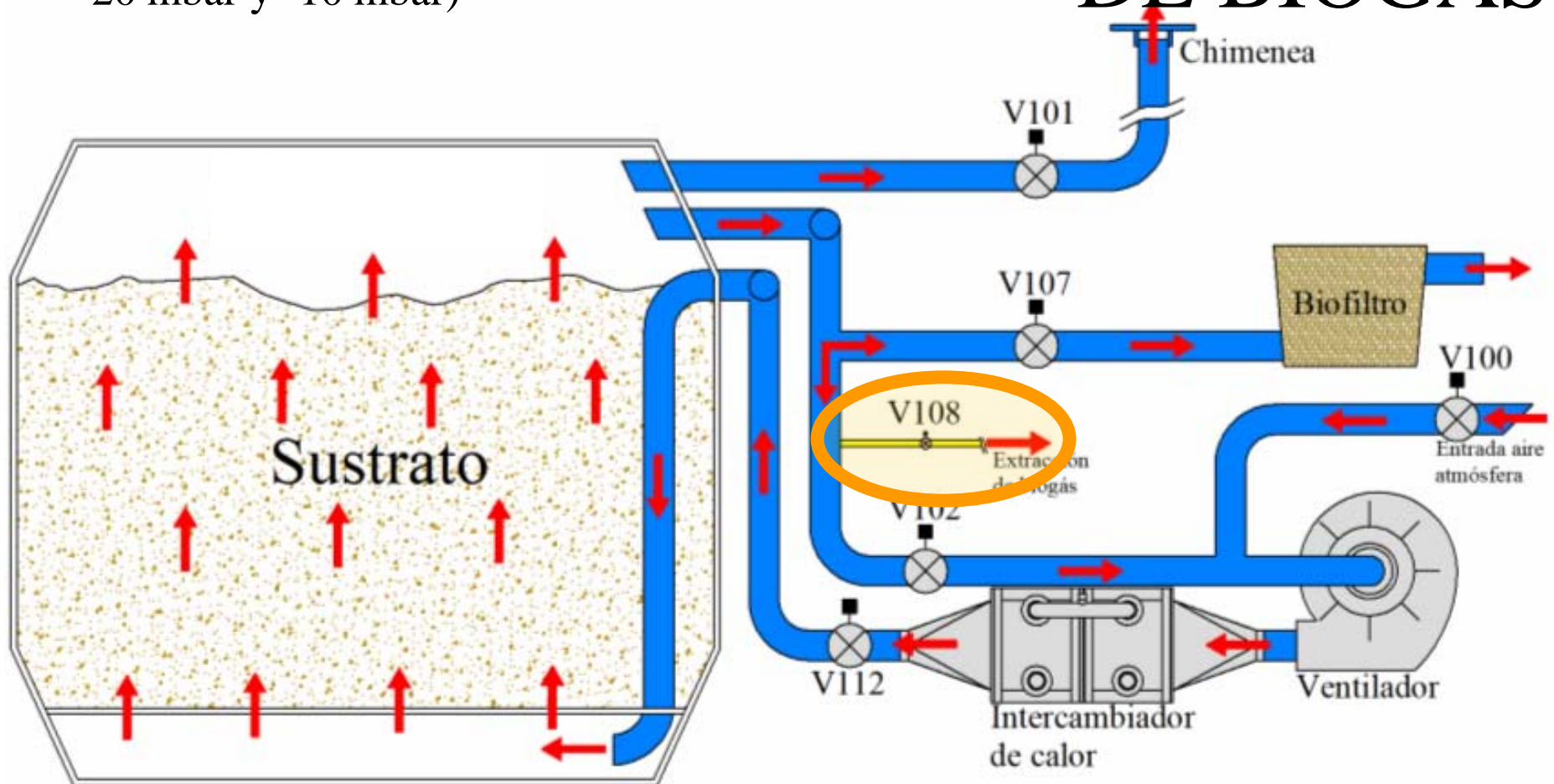
- Recirculación (calefacción-refrigeración)
- Aportación de O_2 atmosférico (fases aerobias)
- Expulsión de aire agotado por el biofiltro
- Expulsión de gas con poco contenido en CH_4 por la chimenea

CIRCUITO DE AIRE / GAS



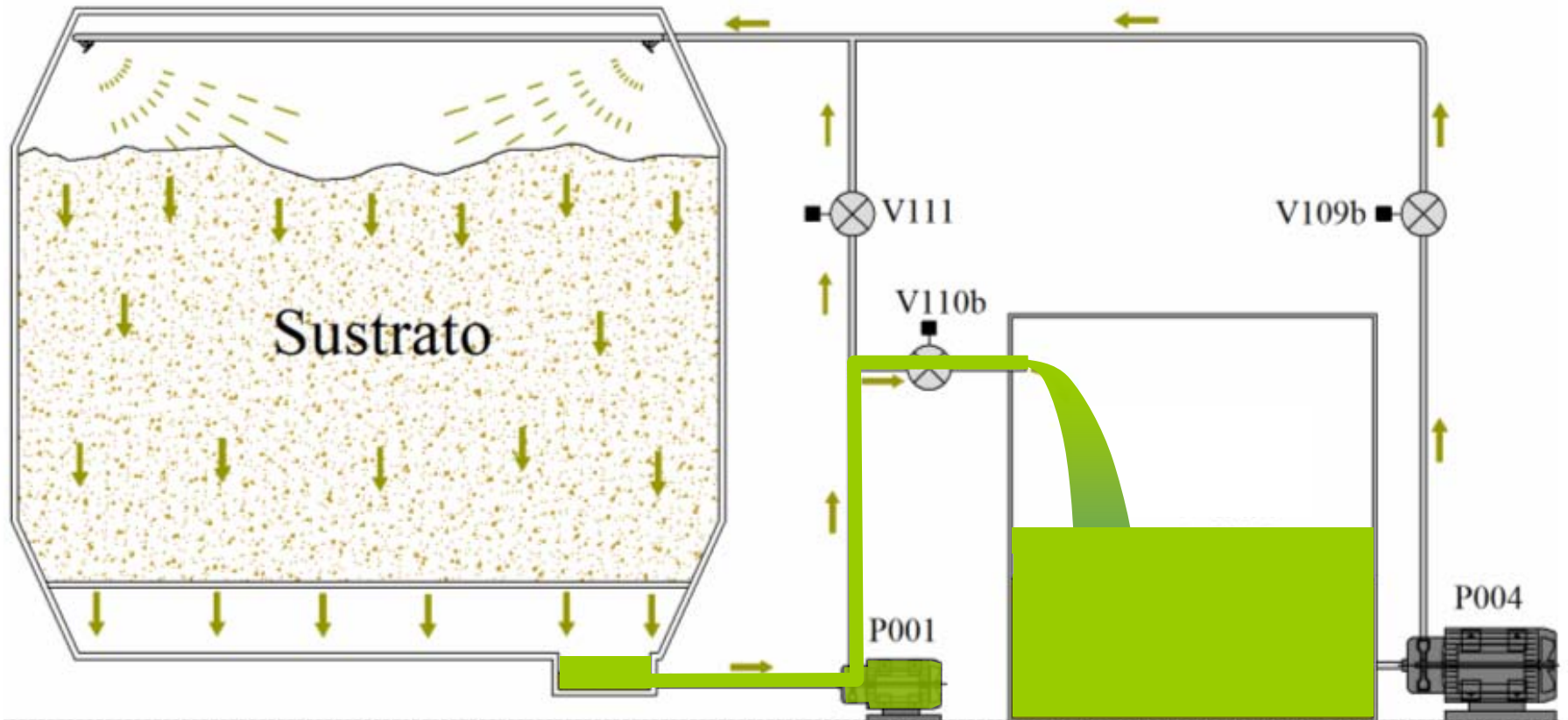
- Extracción de biogás cuando $\text{CH}_4 >$ concentración deseada
- Control de la extracción por presión en el reactor (entre -20 mbar y -10 mbar)

CIRCUITO DE EXTRACCIÓN DE BIOGÁS



- Línea tanque-reactor: bombeo cada hora del volumen especificado
- Línea reactor-tanque: bombeo controlado por nivel en reactor

CIRCUITO DE LIXIVIADO



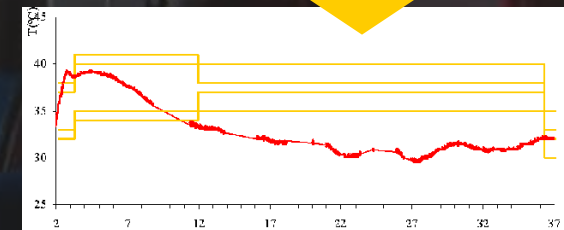
SISTEMA DE CONTROL

Sensores y dispositivos de medición

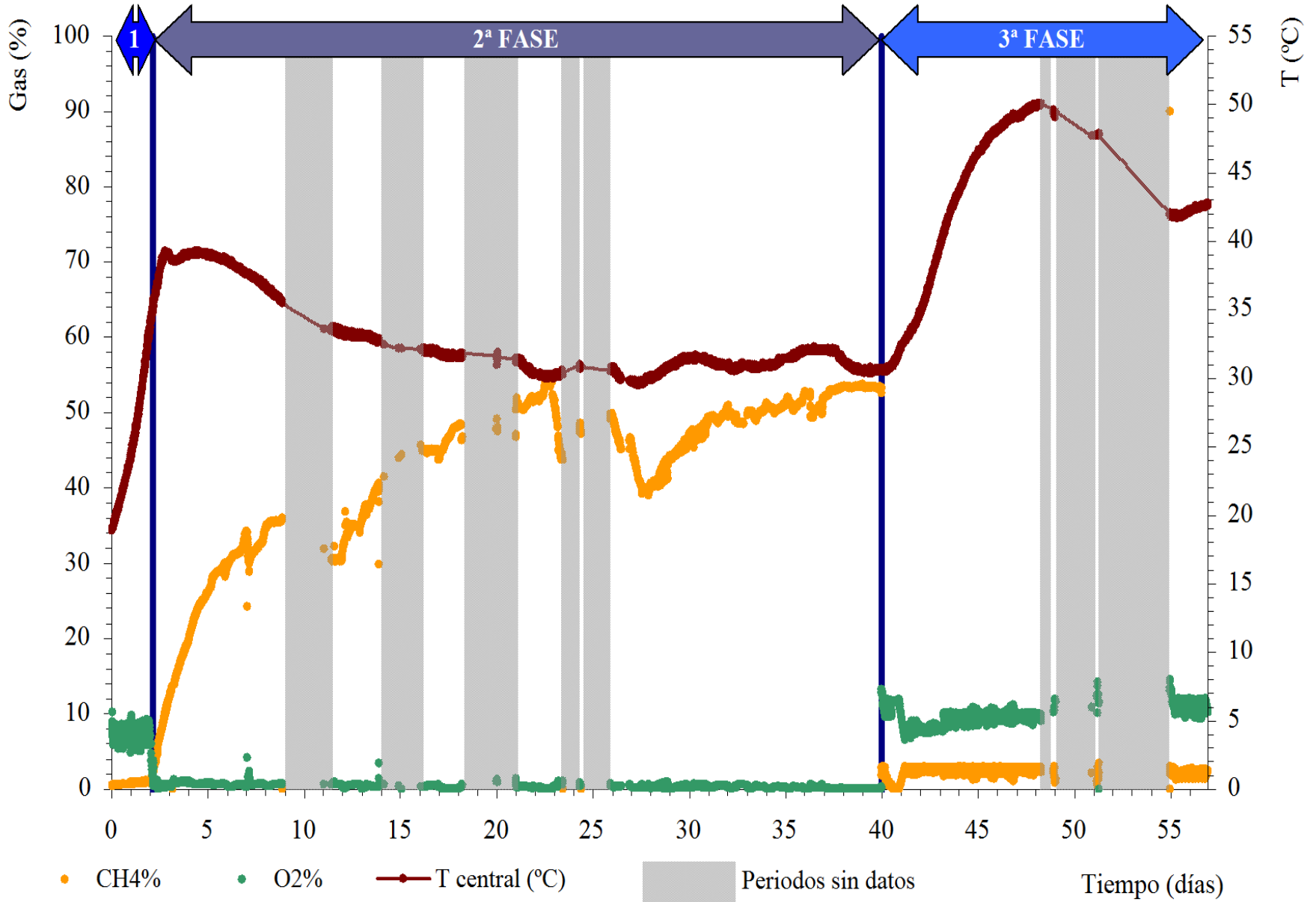
- Temperatura en reactor
- Presión en reactor
- Composición de biogás
- Volumen de biogás
- pH de lixiviado
- Caudal de lixiviado
- Niveles de lixiviado

Bombas, ventiladores y válvulas

Ud. de control



CARGA 1



Resultados

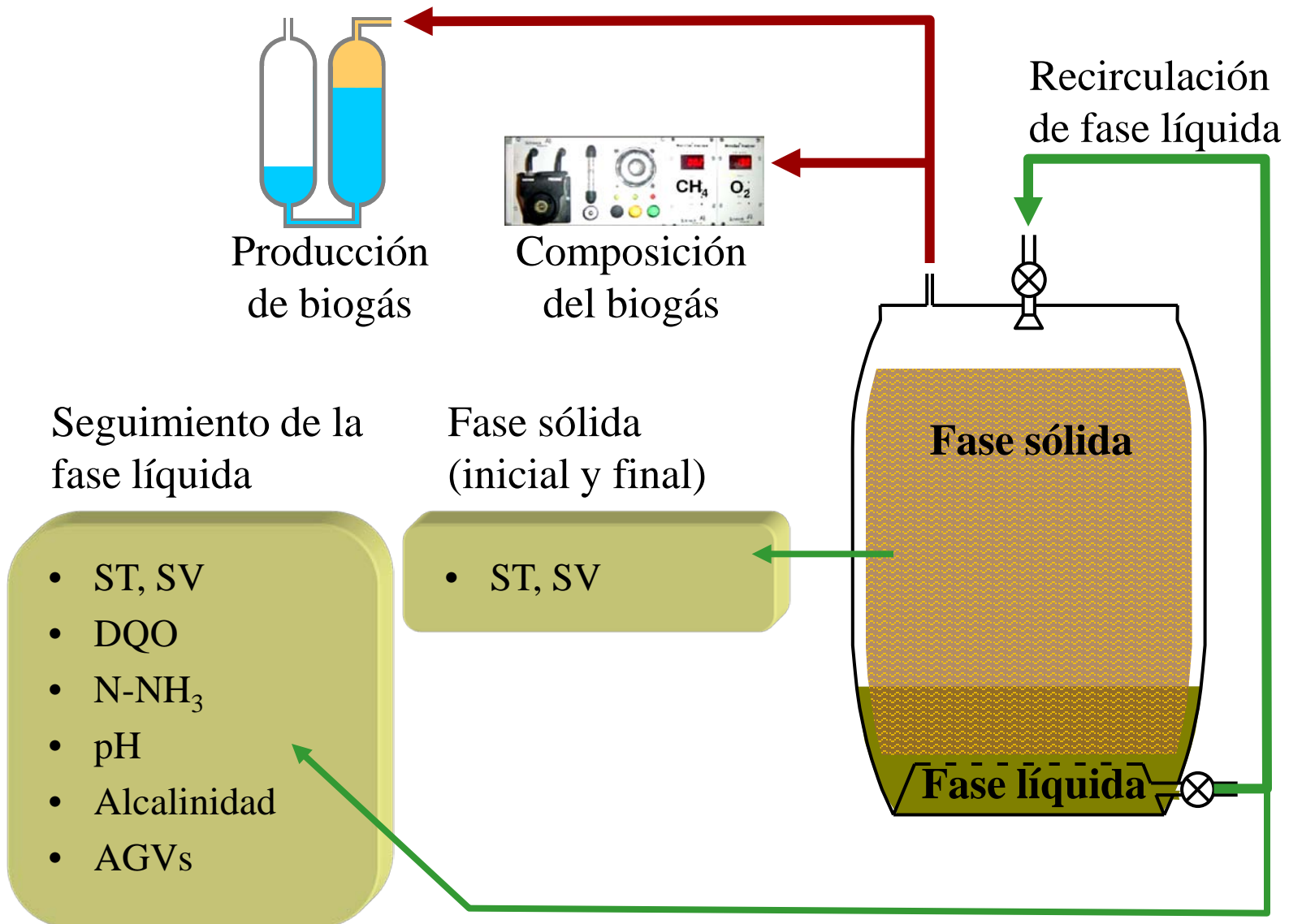
- Eficacia biológica (CARGA 1)

Denominación del ensayo	Producción acumulada de CH ₄ (NI·kgSV ⁻¹)	Carga orgánica (kgVS·m ⁻³ ·d ⁻¹)	Producción específica de CH ₄ (NI·m ⁻³ ·d ⁻¹)
Semi-piloto	142,9	1,16	165,2
Piloto (CARGA 1)	137,1	3,55	487,2

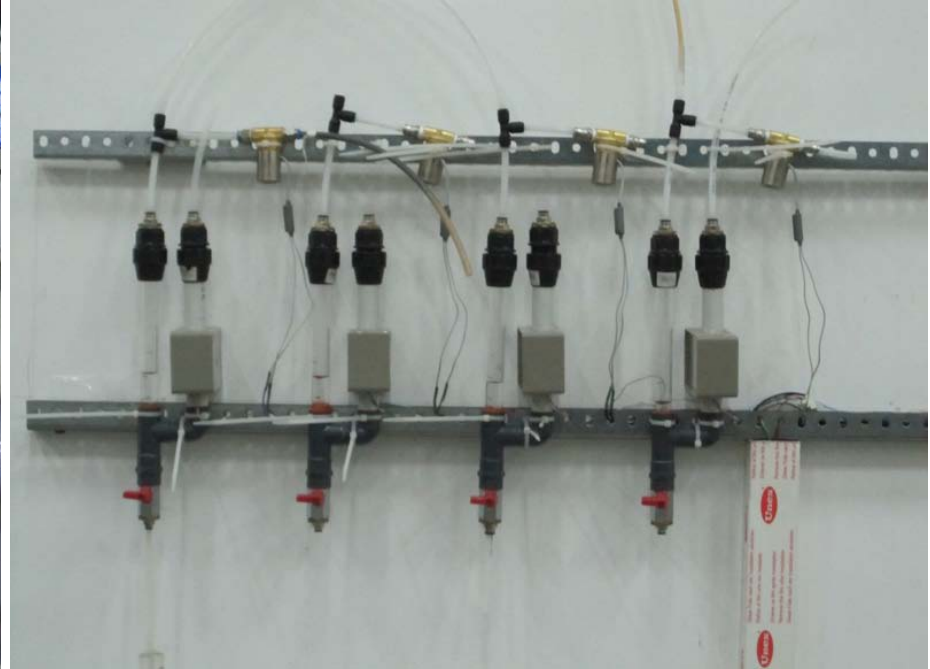
Producción acumulada:
96% respecto a escala
semi-piloto

Producción específica:
256% respecto a escala
semi-piloto

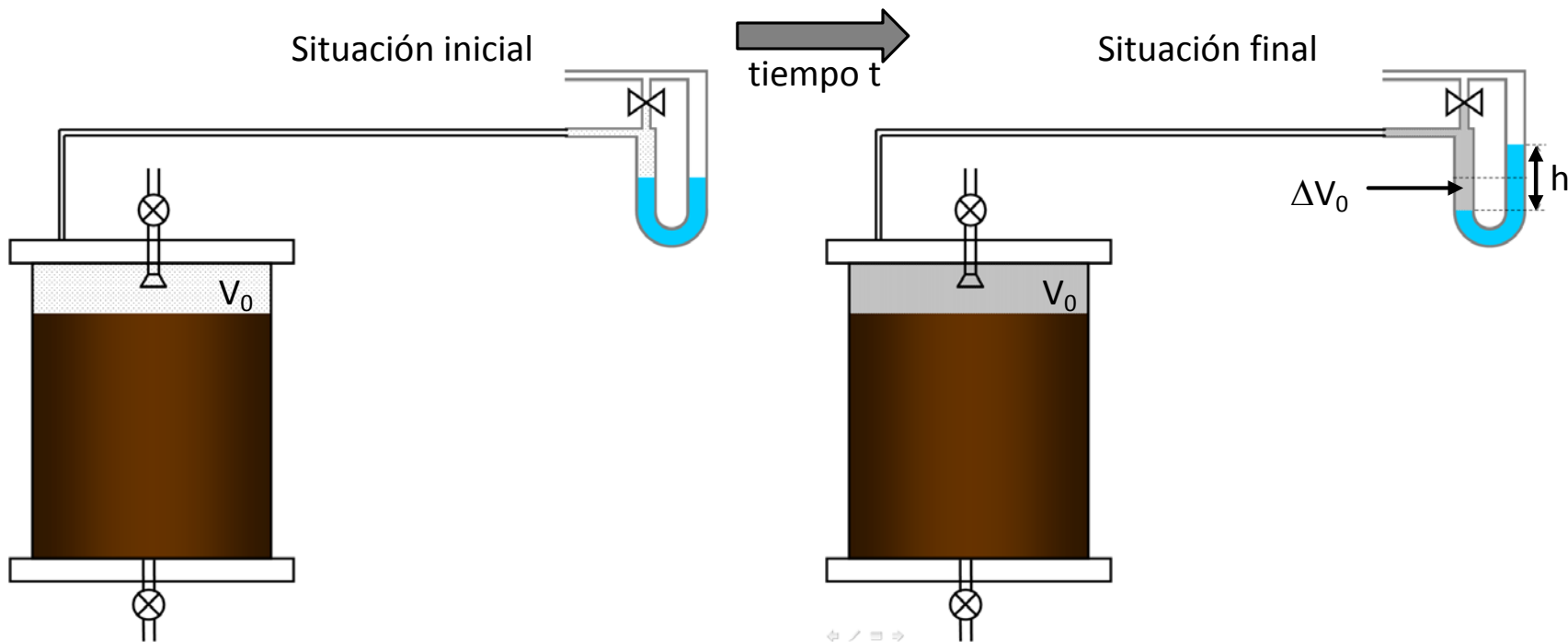
Planta semi-piloto



Planta semi-piloto



DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GAS EN PLANTA SEMIPILOTO



Esquema de las variaciones de presión y volumen en el sistema de digestión anaerobia para una cuenta

La tasa de producción de gas para una cuenta es:

$$Q = \frac{\Delta V_{cn}}{\Delta t} = \frac{22,4 \cdot 86400}{R \cdot (273,15 + T) \cdot t} \left[\left(P_{at} + \frac{h}{1033} \right) \left(V_0 + \frac{\pi}{8000} \cdot h \cdot \phi^2 \right) - (P_{at} \cdot V_0) \right]$$



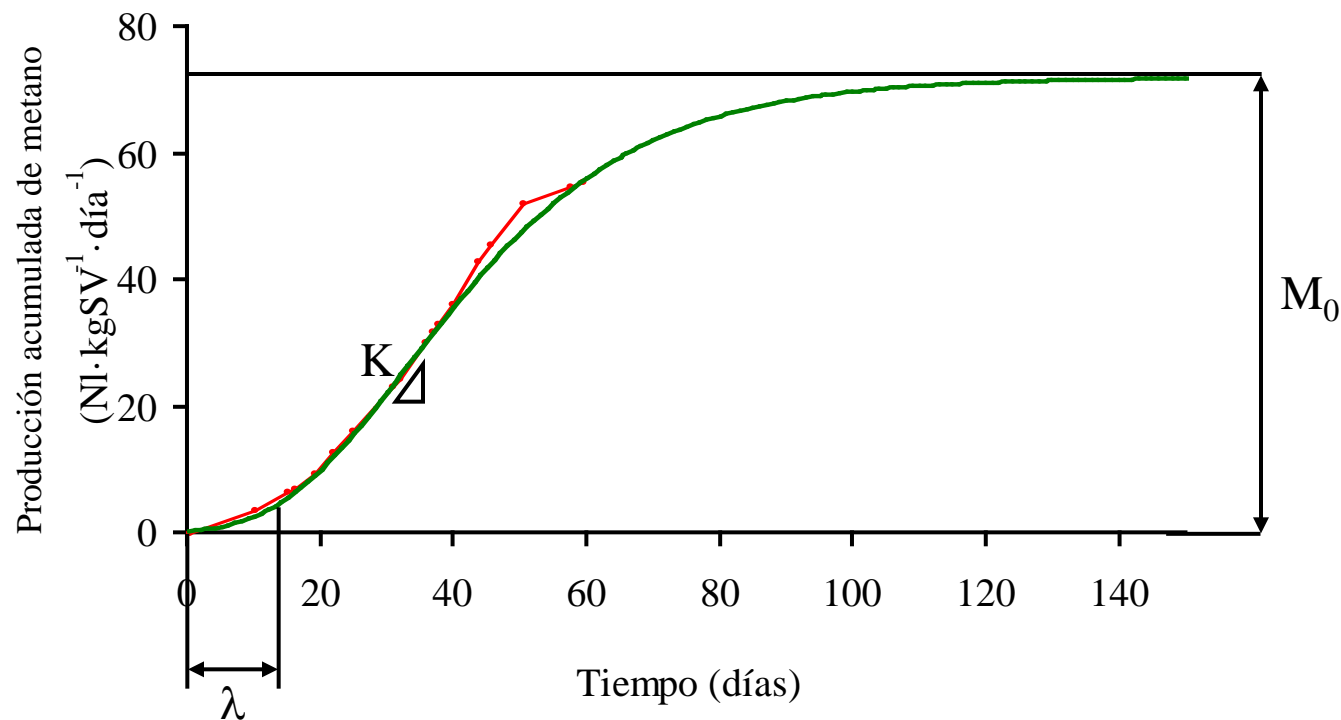
Eficacia biológica de la digestión

- Parámetros de eficacia biológica
 - Producción de CH₄ por unidad de SV alimentado (l·kgSV⁻¹)
 - Producción de CH₄ por unidad de volumen de reactor utilizado (l·m⁻³·d⁻¹)
 - Riqueza media en CH₄ (%)
 - Carga orgánica (kgSV·m⁻³·d⁻¹)
- Determinación paramétrica de la producción de CH₄:

Ecuación modificada de Gompertz

$$M = M_0 \cdot \exp \left\{ - \exp \left[\frac{K \cdot e}{M_0} (\lambda - t) + 1 \right] \right\}$$

Eficacia biológica de la digestión



Ecuación modificada de Gompertz

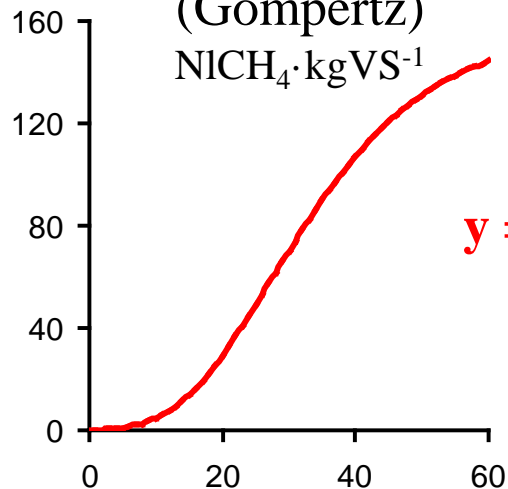
$$M = M_0 \cdot \exp \left\{ - \exp \left[\frac{K \cdot e}{M_0} (\lambda - t) + 1 \right] \right\}$$

Optimización del tiempo de digestión

Producción de CH₄

(Gompertz)

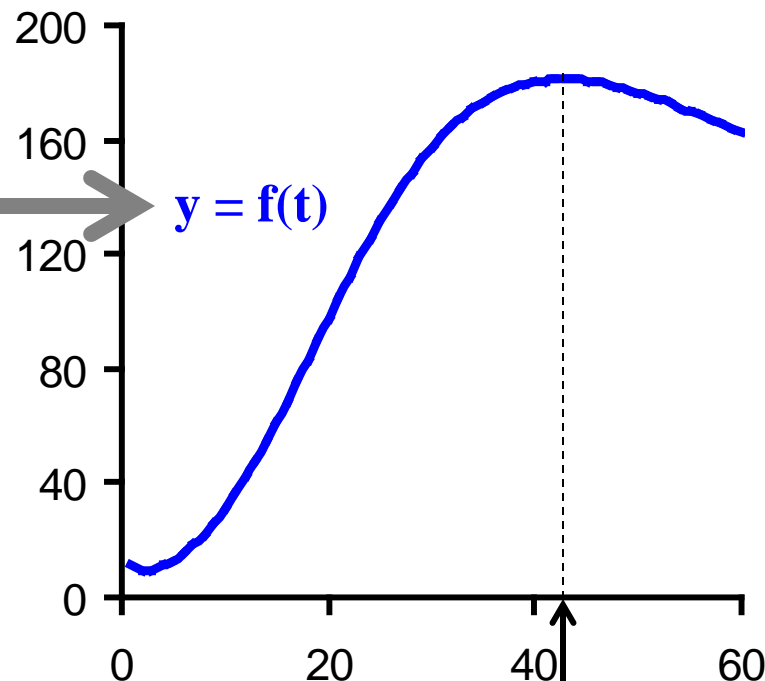
NICH₄·kgVS⁻¹



$y = f(t)$

Producción volumétrica

NICH₄·m⁻³·d⁻¹



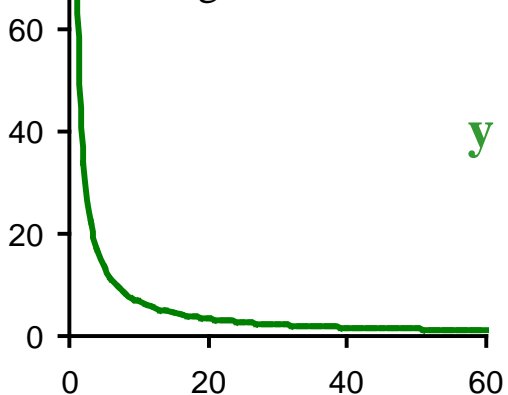
$y = f(t)$

x

Tiempo óptimo de digestión

V. De carga orgánica

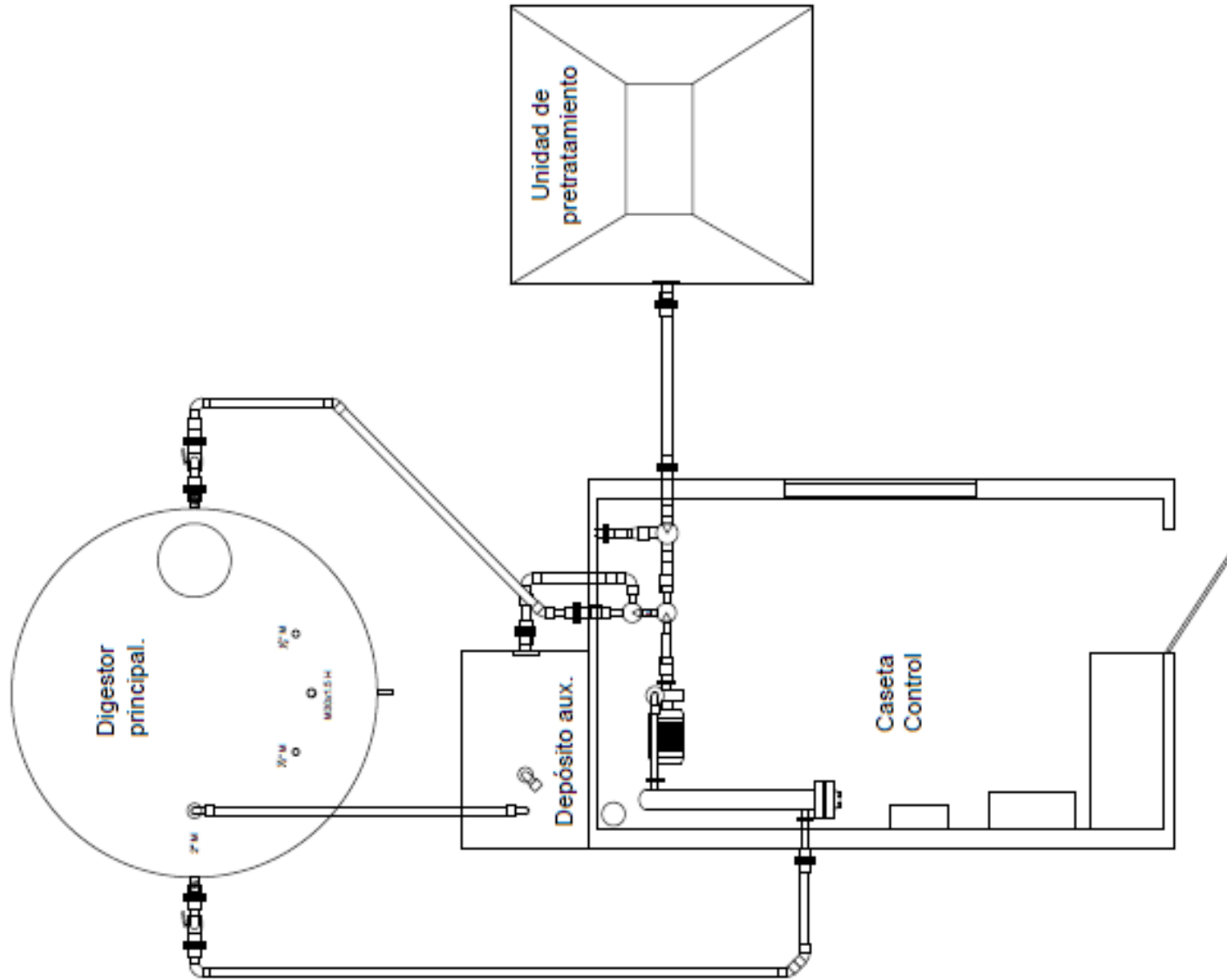
kgVS·m⁻³·d⁻¹

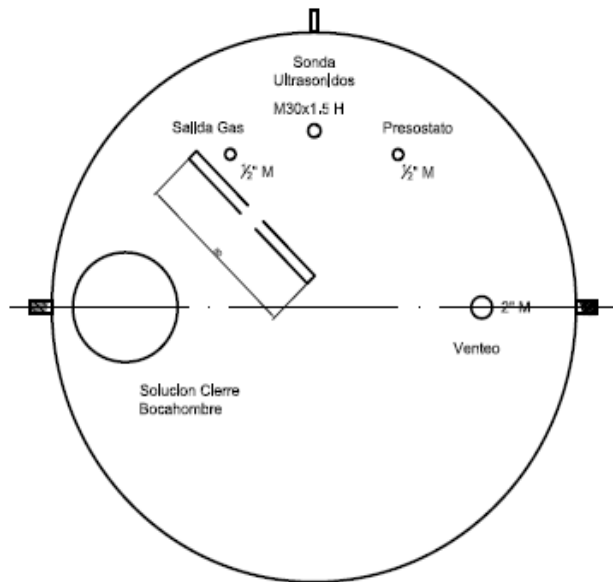
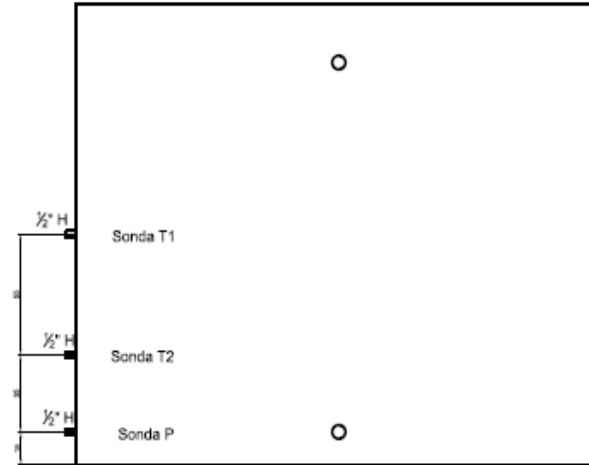
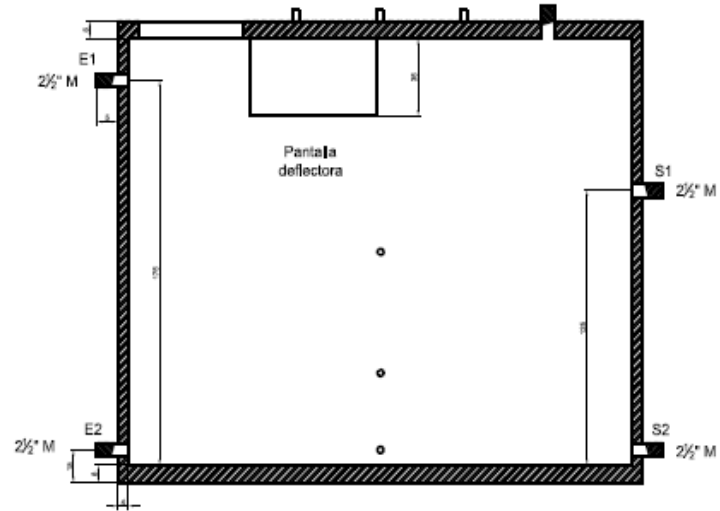


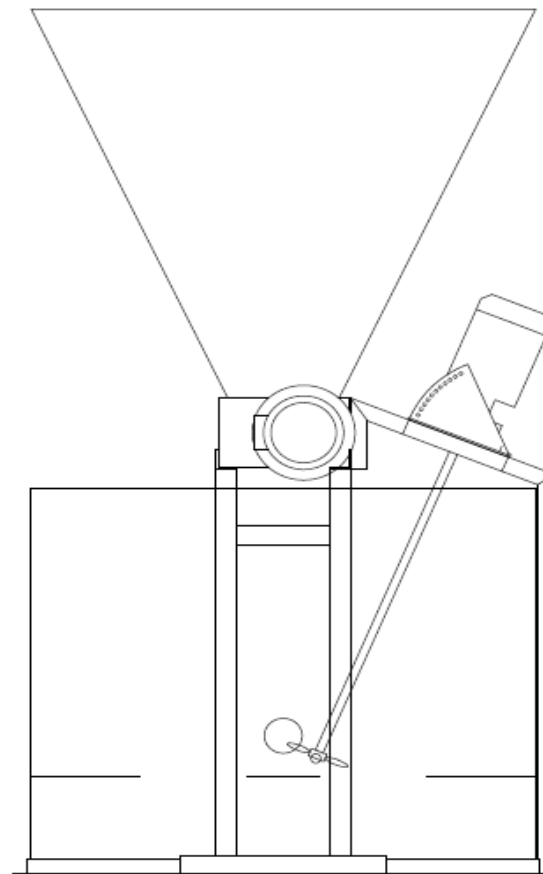
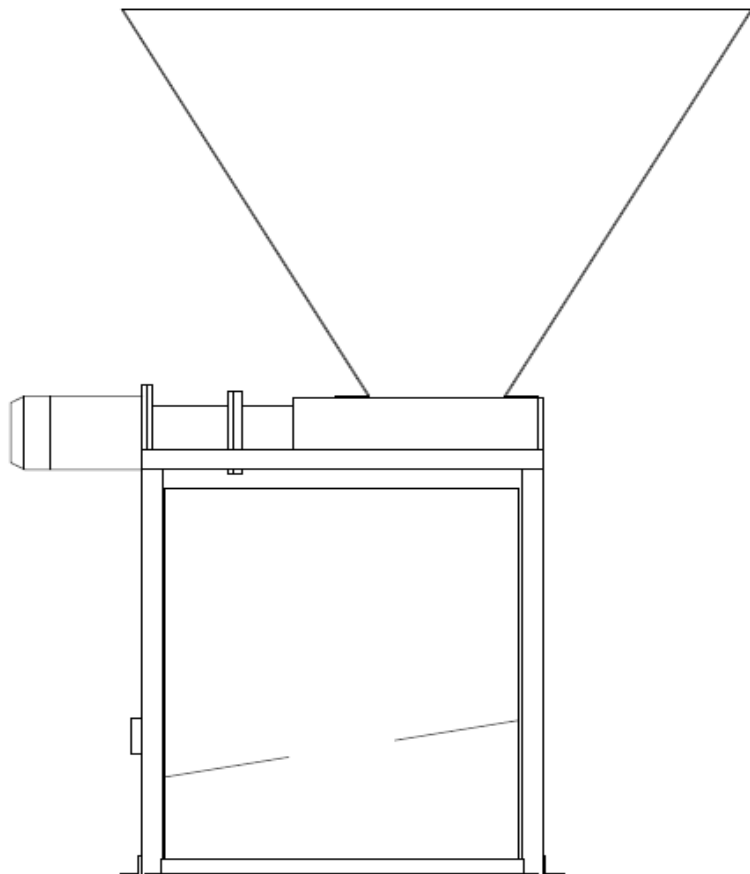
$y = f(t)$

4. Sistema flexible de gestión de residuos para producción de bioenergía y valorización del digerido (digestión líquida)





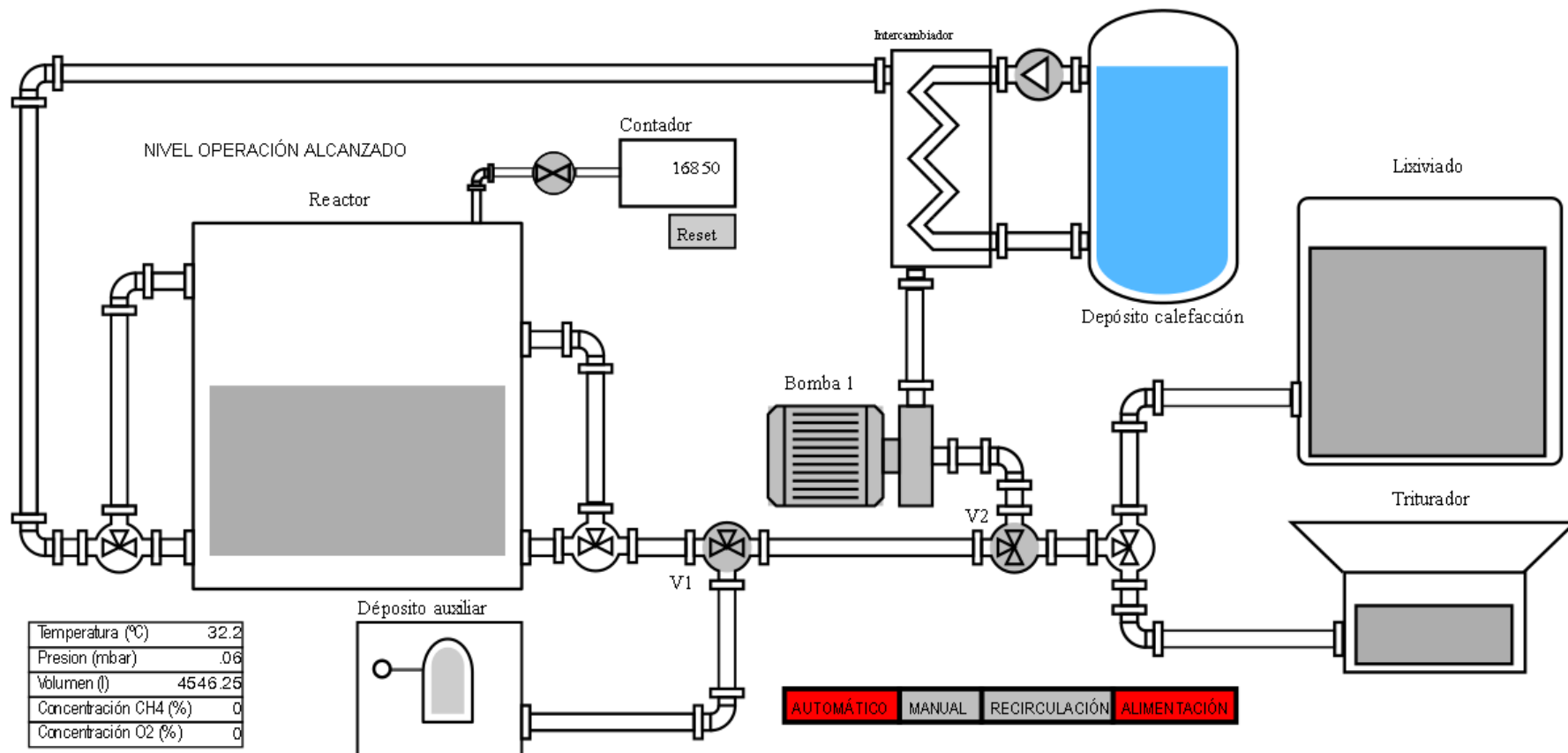




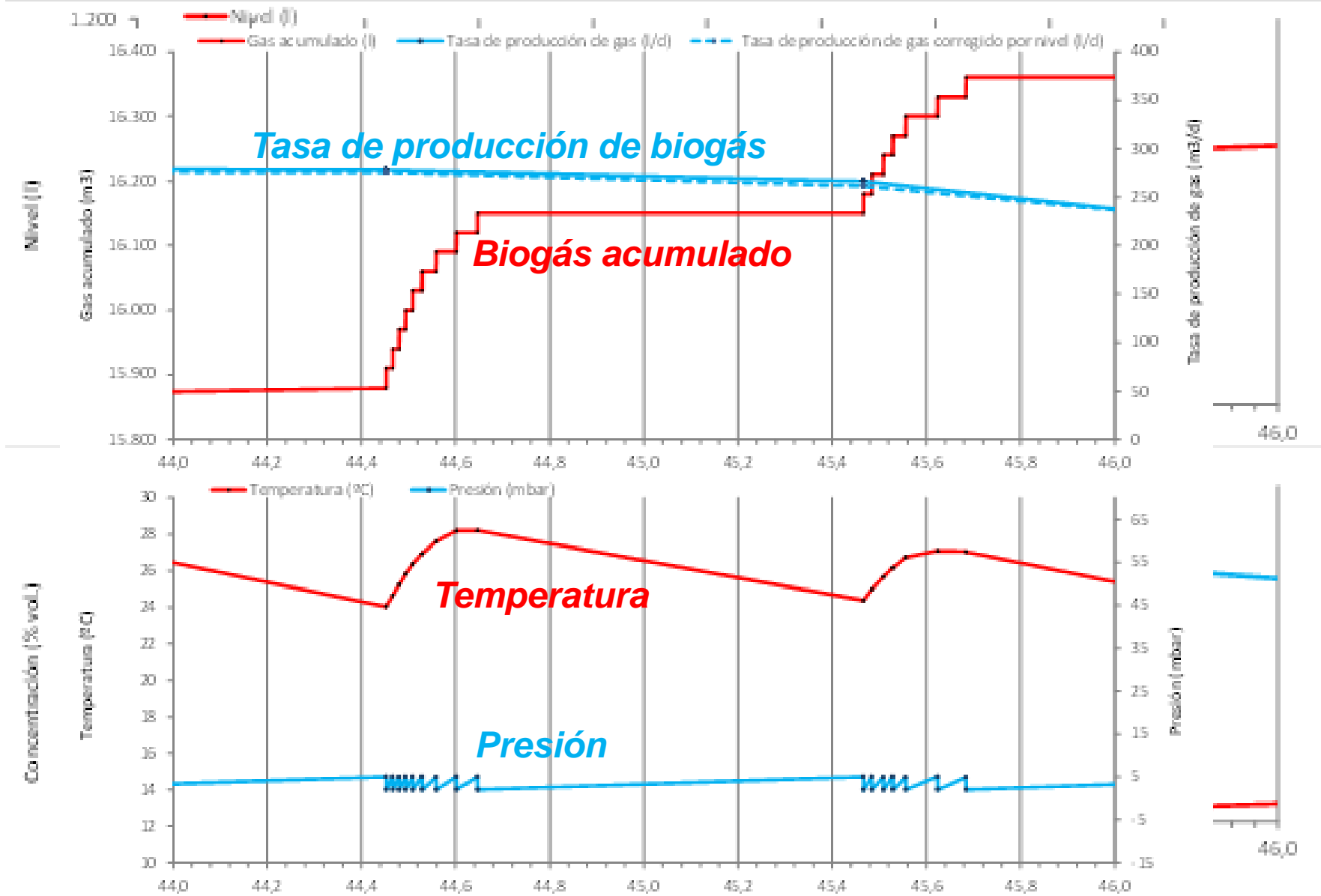
Unidad de pretratamiento

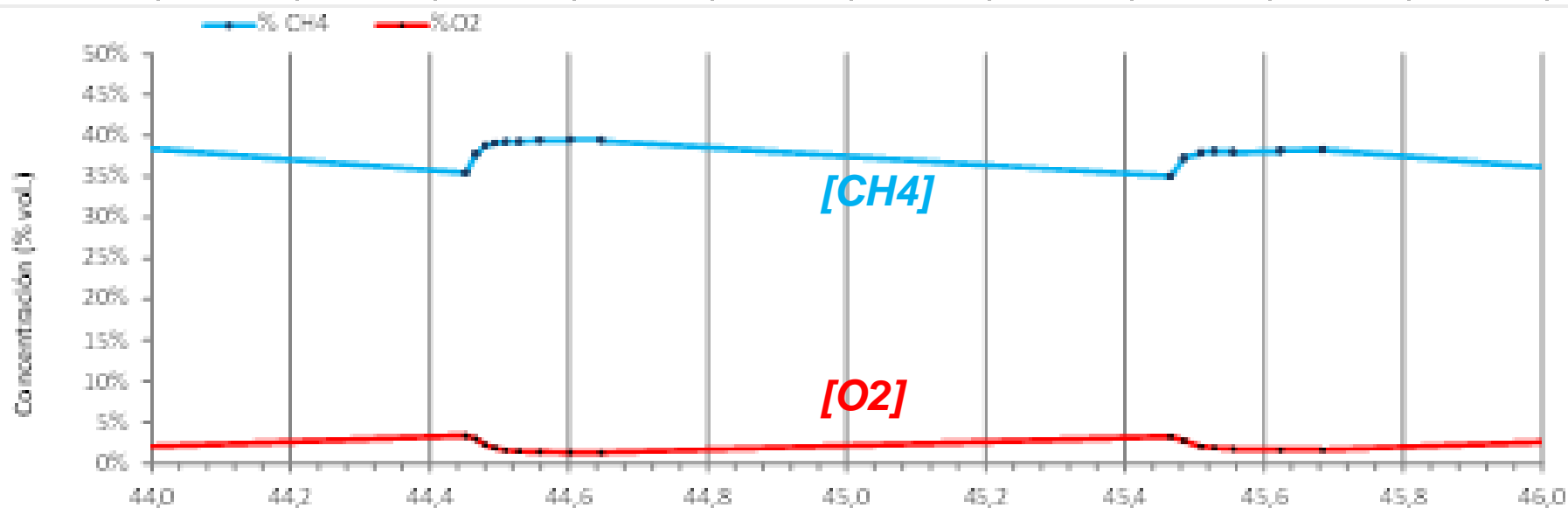
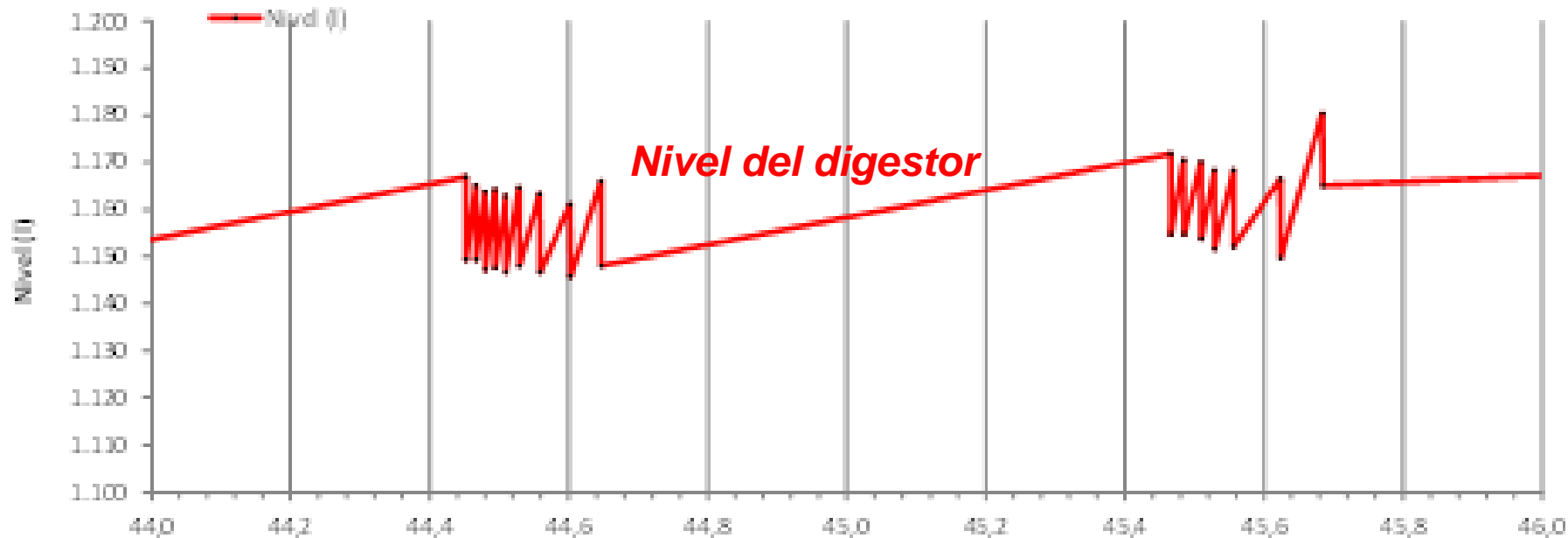


Diseño de proceso



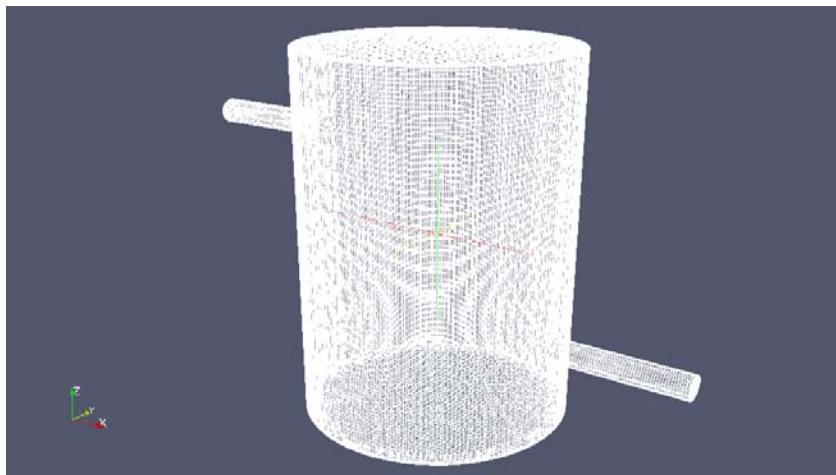




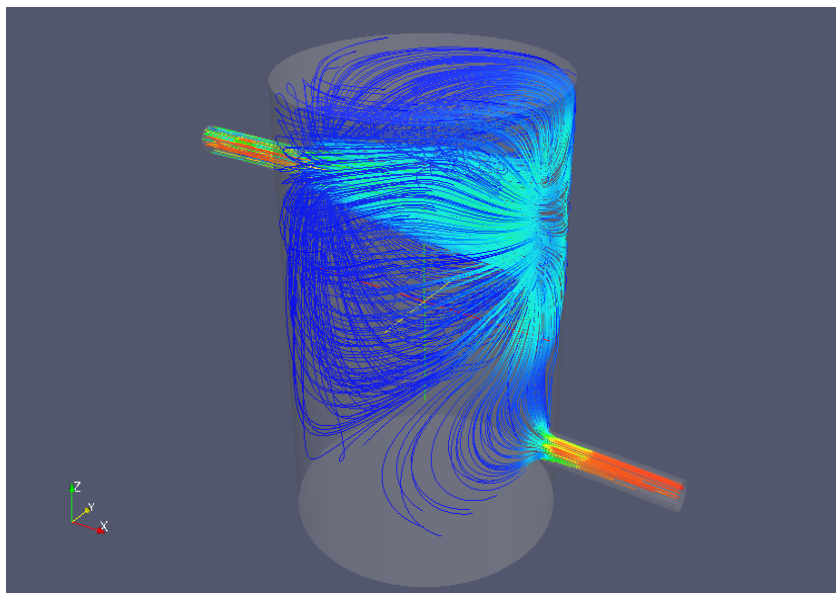
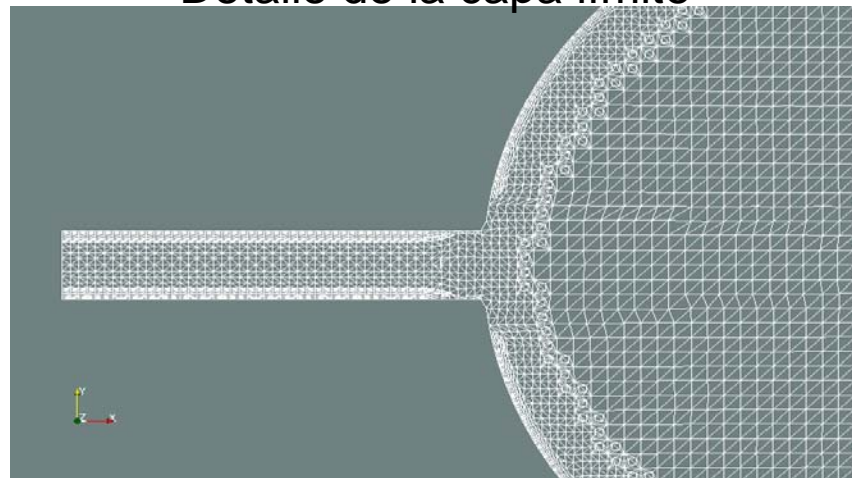


Análisis CFD del digestor anaerobio

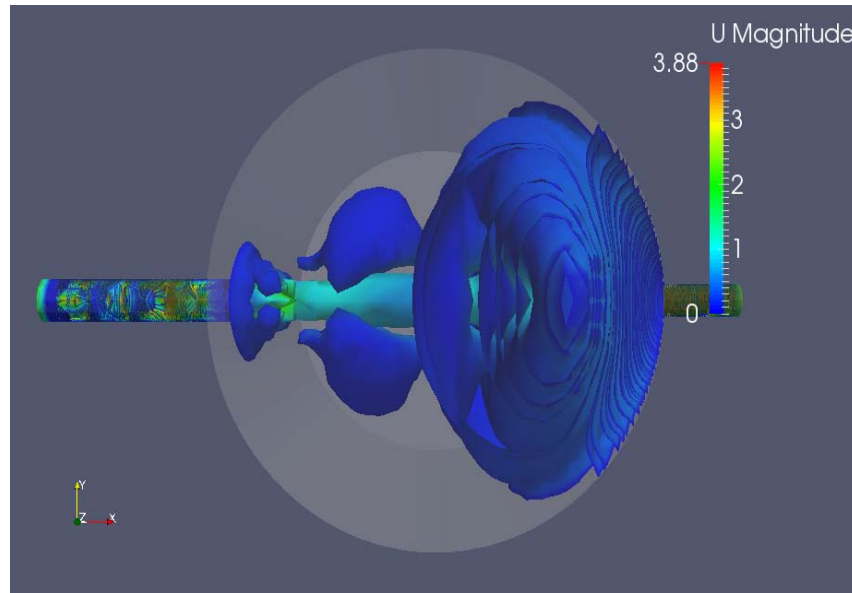
Malla 3D del digestor



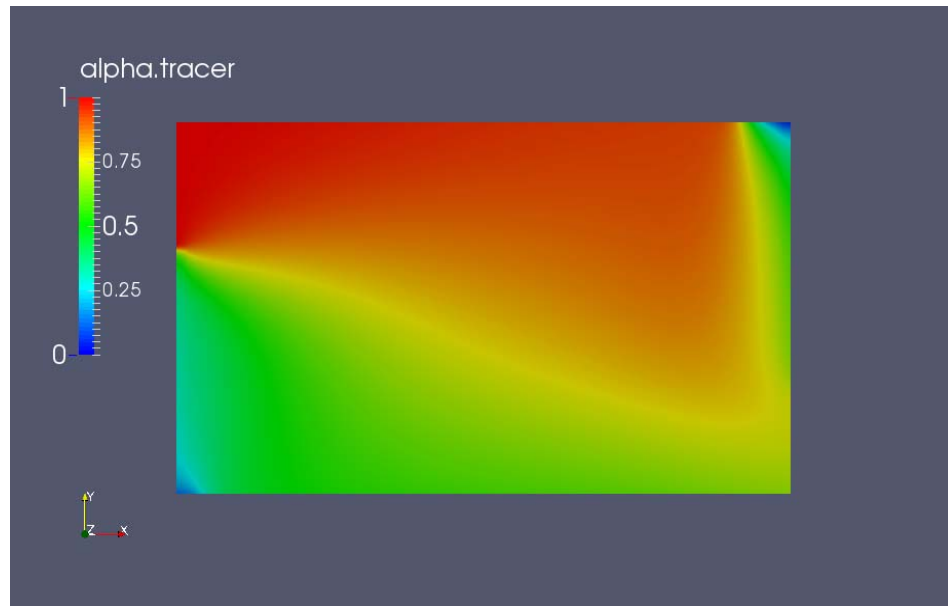
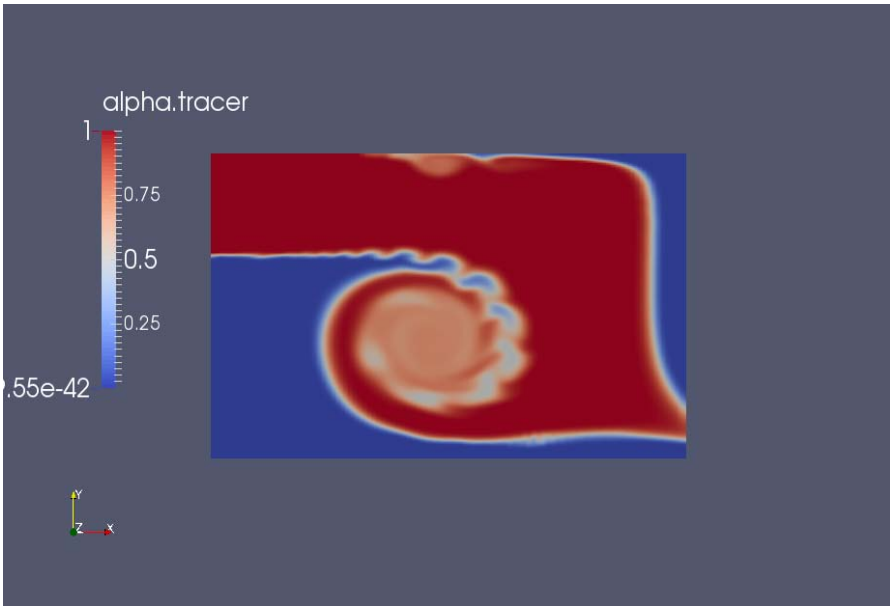
Detalle de la capa límite



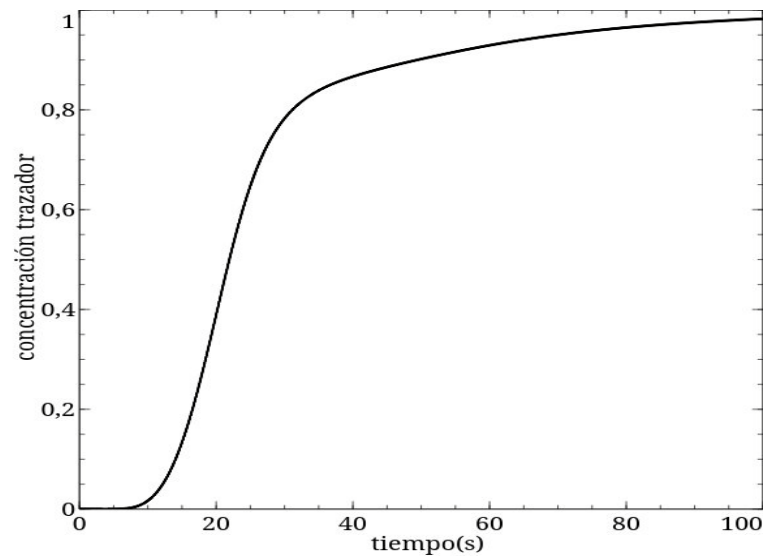
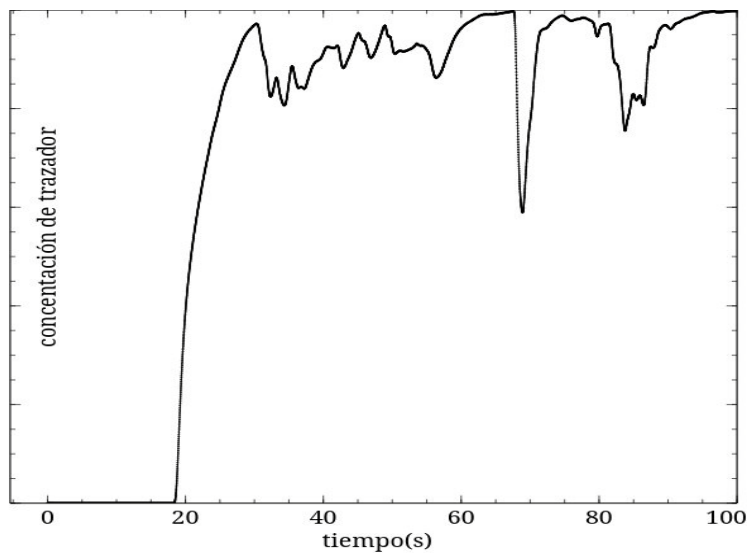
Seguimiento de partículas para evaluar el mezclado y los tiempos de residencia



Isosuperficies de presión del digestor

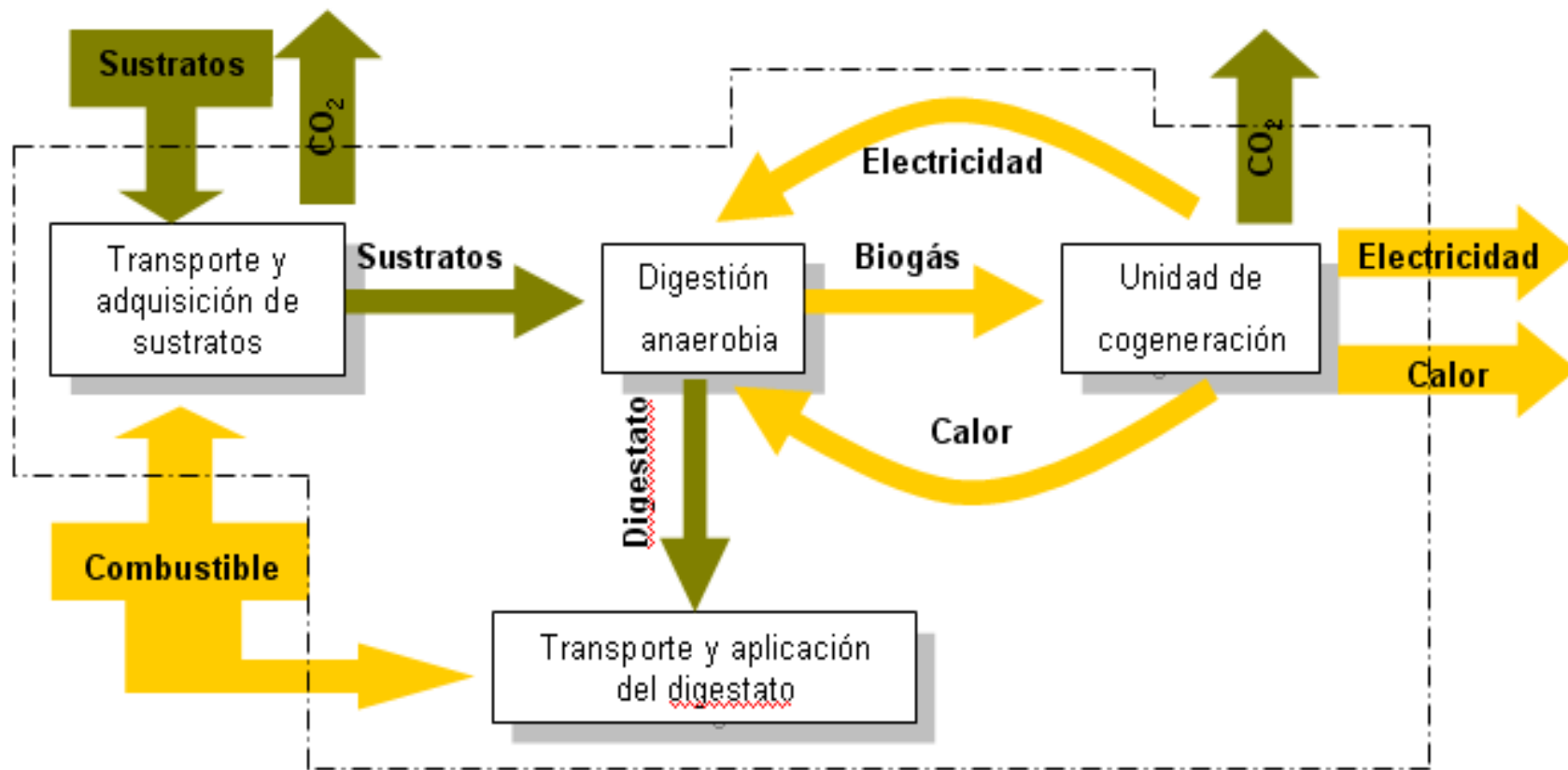


Determinación de las curvas DTR para reactores en régimen turbulento y laminar.



5. Evaluación de proyectos de plantas de biogás agroindustrial

- Evaluación del proceso (DA y cogeneración)
- Evaluación económica
- Evaluación energética
- Evaluación emisiones CO2
- Evaluación nutrientes (N,P,K)



Esquema representativo de las diferentes fases del proceso de digestión anaerobia. Las fases se muestran en recuadros, los flujos de energía mediante flechas amarillas, y los flujos de materia/CO₂ mediante flechas verdes. La línea de puntos y rayas marca los límites del sistema considerado

METANIZA - Beta 2
_ □ ×

Archivo Fuentes

Datos Generales
Fuente 1
Fuente 2
Fuente 3
Fuente 4
Fuente 5

Dimensionamiento

Potencia deseada KW(el)

Capacidad de tratamiento deseada t/año

Volumen de digester deseado m3

Localización de la planta

Provincia

Municipio


Aplicación agrícola del digerido

Necesidades de fertilización nitrogenada del cultivo kgN/ha [Más info](#)

Distancia media a la zona de aplicación km

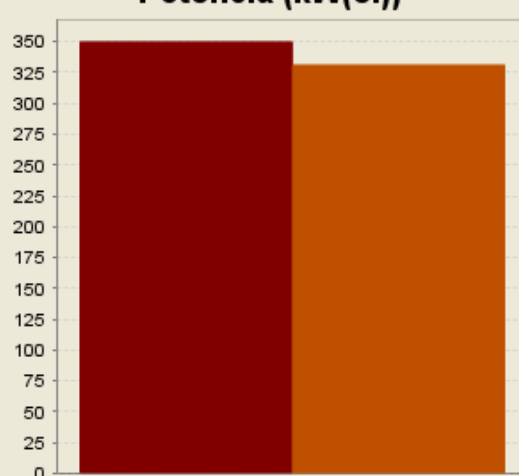
Ajuste de escala % ▲

[Editar Propiedades](#)



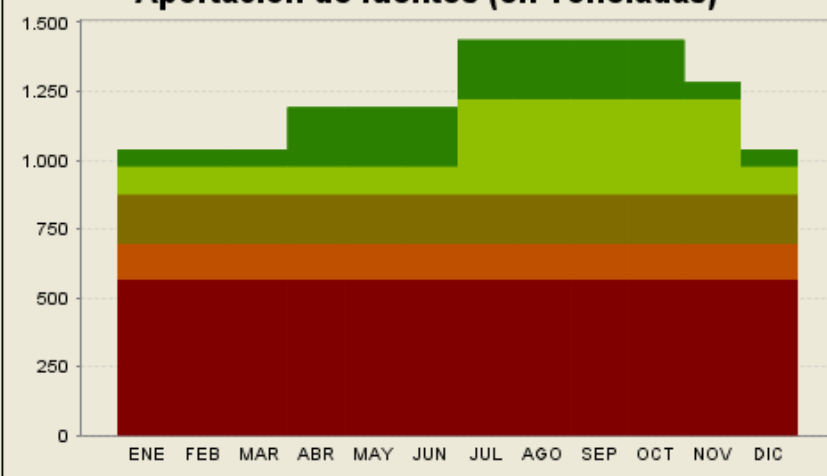
General
Proceso
Evaluación económica
Energía y materia

Potencia (kW(el))



Categoría	Potencia (kW(el))
Deseado	350
Calculado	335

Aportación de fuentes (en Toneladas)



ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC

■ Fuente 1 ■ Fuente 2 ■ Fuente 3 ■ Fuente 4 ■ Fuente 5 ■ Fuente 6 ■ Fuente 7
■ Fuente 8 ■ Fuente 9 ■ Fuente 10

Propiedades

Iniciales (sí/no)

- Se aprovecha calor residual de la cogeneración
- Se aplica el digerido en zonas vulnerables
- Hay venta del digerido
- Hay ingresos por gestión de los residuos
- Hay comercialización de bonos de carbono de CERs
- Hay subvención a la inversión

Proceso

Rto. eléctrico ud. cogeneración %

Rto. térmico ud. cogeneración %

Grado aprovechamiento calor residual %

Avanzadas...

Evaluación del proyecto de inversión

Subvención a la inversión %

Vida útil del proyecto años

Tasa de interés (coste de oportunidad) %

Precio y costes

Coste base de la planta de biogás €/t/año

Coste base de planta acondicionamiento biogás €/m3biogas*h

Coste base unidad de cogeneración €/kW(el)

Coste base de transporte €/m3*km

Venta de energía (primeros 15 años) c€/kWh

Venta de energía (15 años en adelante) c€/kWh

Ingresos sustitución de calor a partir de gas natural c€/kWh

Ingresos por gestión de residuos €/t

Venta de bonos de CERs €/tCO2

Avanzadas...

Otros

Sustrato/Digerido

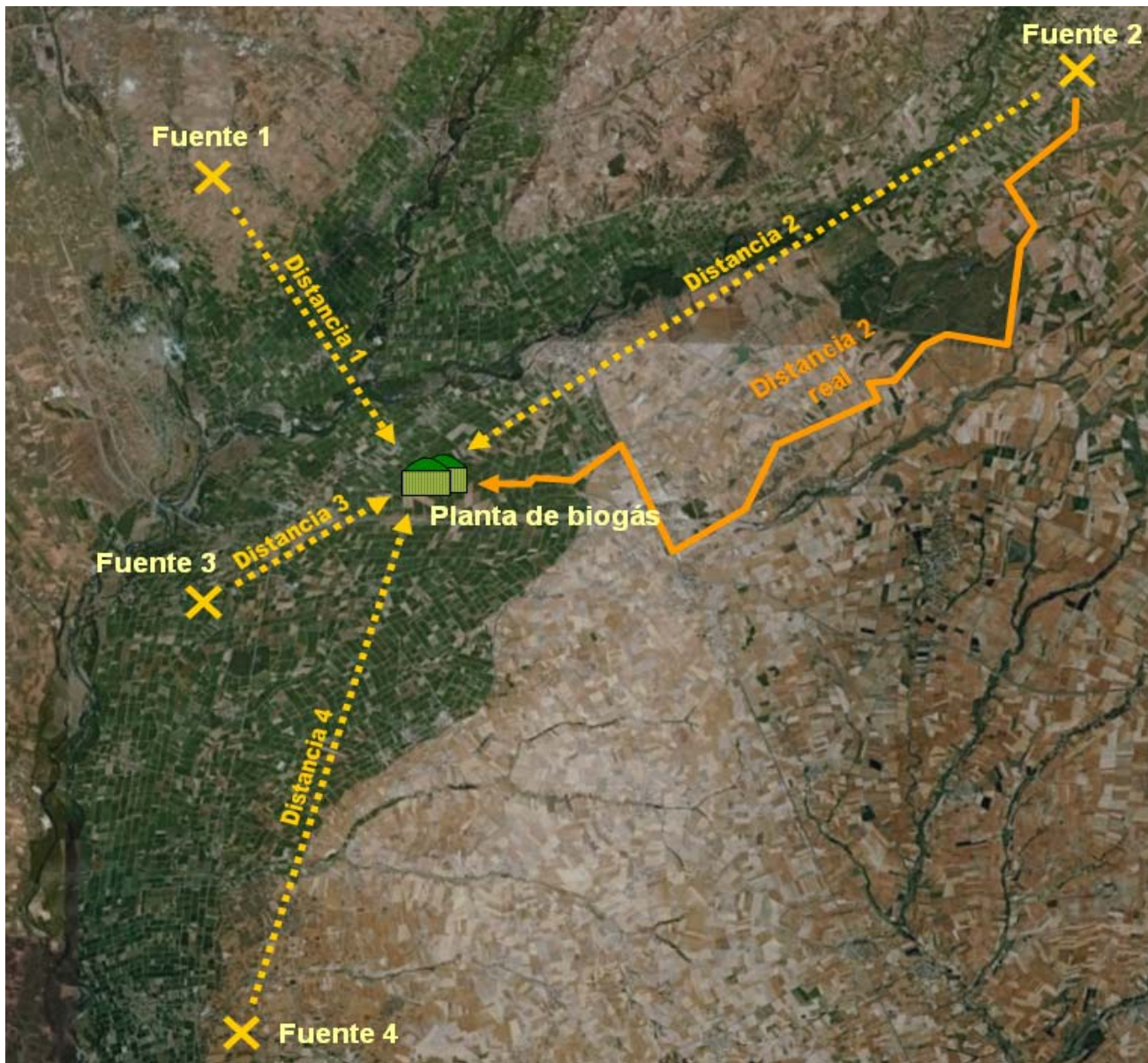
Transporte

Consumo energético

Emisiones CO2

Aceptar

Tiempo de retención hidráulica deseado	<input type="text" value="30"/>	días
Carga orgánica de diseño	<input type="text" value="3,5"/>	kgSV/m3-d
Constante cinética de producción de metano	<input type="text" value="0,07"/>	d-1
Riqueza media del biogás en CH4	<input type="text" value="60"/>	%
Temperatura de digestión	<input type="text" value="35"/>	°C
Pérdidas de calor en digestión respecto a necesidad de calentamiento	<input type="text" value="30"/>	%
Límite C/N superior recomendado	<input type="text" value="40"/>	
Límite C/N inferior recomendado	<input type="text" value="20"/>	
Tiempo de máximo de funcionamiento ud. cogeneración	<input type="text" value="7.500"/>	h/año



Fuente 5

Localización

Provincia

Municipio

Más Información

Distancia a la planta Km

Distancia estimada Km

Sustrato

Categoría

Subcategoría

Cantidad x t/año

Disponible t/año



Estacionalidad

Habilitar Intensidad %

Propiedades del sustrato

Sólidos totales %

Sólidos volátiles %

Potencial CH4 l/kgSV

Relación C/N

FUENTES DE SUSTRATOS Y CARACTERIZACIÓN

	Descripción	Cantidad (t/año)	Proporción	Localización	Distancia a planta (km)	Disponibilidad según DB	Estacionalidad	Avisos	Sólidos totales (%)	Sólidos volátiles (%bs)	Potencial CH4 (l/kgSV)	C/N	NKT (mg/kg)
Fuente 1	Estiércol de vaca (Reposición hembra)	6.800	46%	Calahorra ()	1,0	100%			13%	83%	174	18	25.000
Fuente 2	Purin de cerdo (Lechones)	1.550	11%	Andosilla ()	10,0	100%			6%	85%	240	19	25.000
Fuente 3	Subp de transform. hortofrut (Lías - Ind. vino)	2.150	15%	Calahorra ()	1,0	100%			14%	88%	270	35	25.000
Fuente 4	Otros RR aliment. origen veg (Maiz (paja))	2.450	17%	Alfaro ()	35,9	62%	50%		40%	90%	249	35	25.000
Fuente 5	Subp de transform. hortofrut (Pimiento (subpr de transformación))	1.800	12%	Peralta ()	15,0	25%	60%		20%	96%	385	35	25.000
Fuente 6													
Fuente 7													
Fuente 8													
Fuente 9													
Fuente 10													
Totales / promedios		14.750	100%		9,5				17,7%	88%	233	26	25.000

METANIZA

DATOS GENERALES

Localización de la planta:			
Calahorra ()			
Dimensionamiento:			
Parámetro:	Potencia (kW(el))	Deseado:	350 kW
		Calculado:	331 kW (95%)

PROCESO DE DIGESTIÓN ANAEROBIA

Volumen activo del digestor		2.404 m ³
Aprovechamiento del espacio del digestor		75%
Capacidad de tratamiento	Masa total	14.750 t/año
	Materia seca	2.618 t/año
	Volátiles	2.305 t/año
Producción de digerido		12.499 t/año
Tiempo de retención hidráulica	Medio	53,5 días
	Punta	63,4 días
Carga orgánica	Media	2,63 kgSV/m ³ ·d
	Punta	3,50 kgSV/m ³ ·d
Relación C/N de la mezcla		
Proporción de mezcla tratada con C/N demasiado alta		0% (C/N>40)
Proporción de mezcla tratada con C/N demasiado baja		0% (C/N<20)
Producción de metano	Absoluta	554.565 m ³ /año
	Específica	241 l/kgSV
	Volumétrica	632 l/m ³ ·d

METANIZA



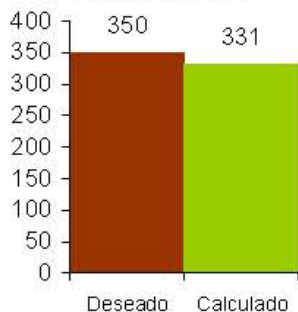
EVALUACIÓN ECONÓMICA

Costes de inversión	
Planta de biogás y anexos	1.112.107 €
Sistema de acondicionamiento del biogás	60.275 €
Unidad cogeneración	205.141 €
Costes de operación	
Transporte y aplicación de sustrato-digerido	17.376 €/año
Operación de la planta y manejo sustrato-digerido	115.961 €/año
Acondicionamiento del biogás	18.485 €/año
Operación ud. cogeneración	18.369 €/año
Beneficios	
Subvención a la inversión	413.257 €
Venta de energía eléctrica	271.861 €/año
Aprovechamiento/venta de energía térmica	57.895 €/año
Gestión de los residuos	0 €/año
Venta del digerido	0 €/año
Comercialización de bonos de carbono CERs	0 €/año
Flujo de caja año medio	159.564 €/año
Evaluación del proyecto de inversión	
Coste de oportunidad	5,61%
Vida útil del proyecto	20 años
VAN (Valor actual neto)	627.658 €
TIR (Tasa interna de rendimiento)	14,25%
PR (Plazo de recuperación)	7,6 años
IR (Índice de rentabilidad)	65,09%

Representaciones gráficas

Dimensión

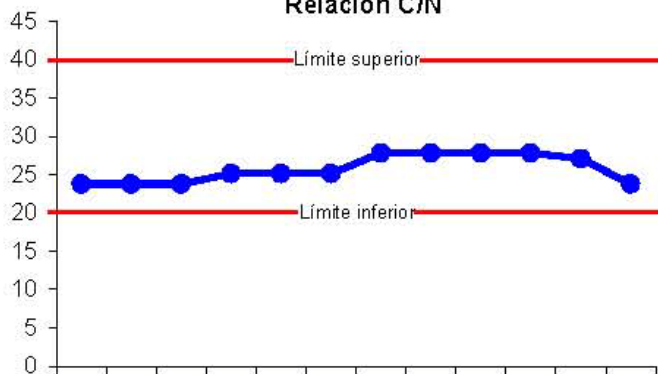
Potencia (kW(e))



Localización

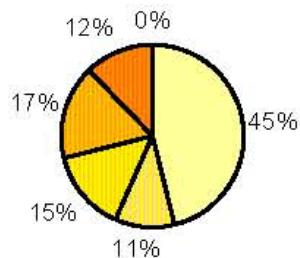


Relación C/N

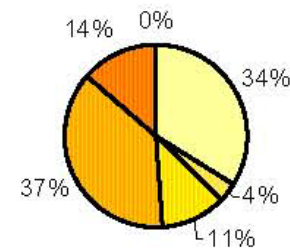


Contribución de los sustratos

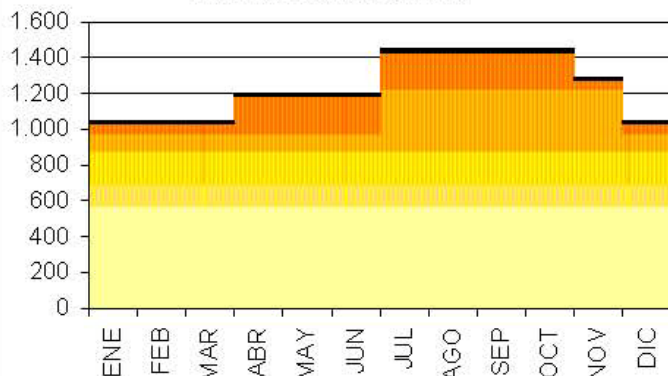
Masa sustratos



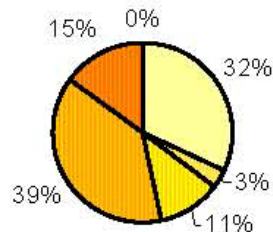
Materia seca



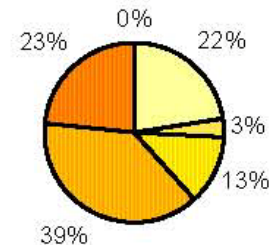
Sustrato tratado (t/mes)



Sólidos volátiles



Metano y energía





Agro gas

Software AGROGAS

Software de análisis de viabilidad de plantas de biogás
Logiciel d'analyse de faisabilité des installations de biogaz
Software de análise da viabilidade de plantas de biogás



Logos at the bottom: eade (agencia extremeña de la energía), FUNDAGRO UAGN (Instituto de Agricultura y Ganadería de Extremadura), Fundación General (Universidad de Extremadura), ESTIA RECHERCHE (ICI BASTONNE, FATE, BALSQUÉ), GOBIERNO DE EXTREMADURA (Comisión de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca, Industria y Energía), LCA (LABORATOIRE DE CHIMIE AGRO-INDUSTRIELLE), INP ENSIACET, and EVR (CENTRO PARA A VALORACIÓN DE RESIDUOS).

AGROGAS

Datos de entrada 1: Datos generales

División administrativa: Andalucía | Cádiz

Coordenadas Lat: 36,53 Long: -6,3




Temperatura media anual: 17,1 °C

Tecnología de digestión: Húmeda Seca

Formas de valorización del biogás y usos de los productos (elegir 3 escenarios):

	Electricidad	Calor	Biometano
<input checked="" type="checkbox"/> Caldera	--	Autoconsumo	--
<input type="checkbox"/>	--	Venta	--
<input checked="" type="checkbox"/> Cogeneración	Autoconsumo	Autoconsumo	--
<input type="checkbox"/>	Autoconsumo	Venta	--
<input type="checkbox"/>	Venta	Autoconsumo	--
<input type="checkbox"/>	Venta	Venta	--
<input checked="" type="checkbox"/> Biometano	--	--	Inyección
<input type="checkbox"/>	--	--	Fuel

Necesidades de calor cerca de la instalación: 0 MWh/año

Ayuda    Atras Siguiete

6. Otros proyectos

Producción de biochar para su aplicación en la reducción de la huella de carbono en el sector vitivinícola

El personal de BYDT ha colaborado con la Universidad de León en un proyecto de pirólisis de residuos de la viticultura implementando el sistema de automatización y control de una planta de pirólisis portátil



Desarrollo de inoculantes bacterianos

BYDT es socio en un proyecto para producir en vivero plantas de micorrizadas. Participa construyendo y validando un reactor para producción de inoculante



**GRACIAS POR
VUESTRA ATENCIÓN**

Daniel Blanco Cobián

info@bioenergiaydt.com