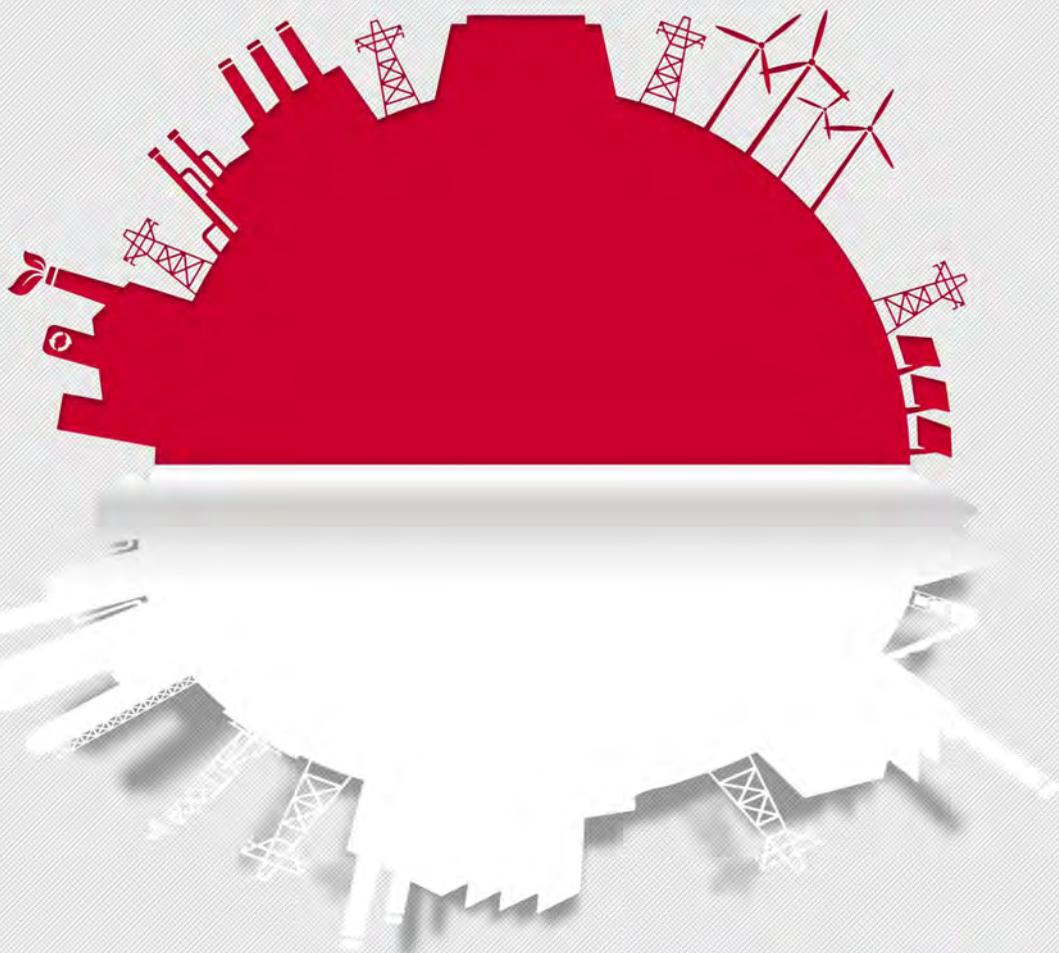


Aprovechamiento Energético del Residuo Ganadero

4

AGENCIA EXTREMEÑA DE LA ENERGÍA



Edita:

Agencia Extremeña de la Energía.

Elabora:

Agencia Extremeña de la Energía.

Dep. Legal:

Agencia Extremeña de la Energía.

Autores:

Fernando López Rodríguez.

Alejandro Lahoz Muñoz.

Francisco Cuadros Blázquez.

Jerónimo González Cortés.

Jesús Zamora Jiménez.

Alejandro Marí Hewitt.

Antonio Ruiz Celma.

José Calama Arias.

Juan Manuel Cosme Moñino.

Maquetación e impresión:

Agencia Extremeña de la Energía.

Año de Edición:

2014.

Presentación

El proyecto ALTERCEXA II, aprobado en el marco de la primera convocatoria del Programa Operativo de Cooperación Territorial Transfronteriza España-Portugal (2007- 2013), tiene como objetivo identificar, analizar, evaluar y aprovechar los recursos energéticos disponibles y mejorar su uso en las regiones de Centro, Alentejo y Extremadura, con el fin de abordar conjuntamente problemáticas comunes de forma adecuada a través de la propuesta de soluciones innovadoras y eficaces.

La presente guía es una de las nueve publicaciones del proyecto que la Agencia Extremeña de la Energía ha editado con el fin de fomentar mejores técnicas e investigación en energías alternativas, eficiencia energética y promover la movilidad y el transporte sostenible.

Otras de las acciones de la agencia en ALTERCEXA II, pasan por la propuesta de soluciones de diseño y construcción de edificios públicos energéticamente eficientes, la creación de un software de gestión energética de edificios y diversas jornadas de divulgación sobre eficiencia energética y energías renovables.

AGENCIA EXTREMEÑA DE LA ENERGÍA

Índice

1. INTRODUCCIÓN	
2. EL PROYECTO ALTERCEXA	6
3. QUÉ ES BIOGÁS Y TIPOLOGÍAS DE PLANTAS.....	9
4. VIABILIDAD DE PLANTAS DE BIOGÁS.....	10
5. POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS EN EXTREMADURA	12
6. USO DE RESIDUOS PARA LA GENERACIÓN DE BIOGÁS	14
7. EJEMPLO DE PLANTA DE BIOGÁS EN FUNCIONAMIENTO.	15
8. SECADO SOLAR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES.	16

1. Introducción

La industria ganadera predominante en las regiones de Centro, Alentejo y Extremadura, aunque generalmente de pequeño tamaño, consumen una importante cantidad de energía a la vez que, sobretodo, generan grandes volúmenes de un residuo, como es el estiércol o purines, que contamina el aire y el agua. Afortunadamente existe un procedimiento capaz de reducir en gran medida, o incluso de forma total, el impacto ambiental provocado por estos residuos, se trata de reutilizarlos sometiéndolos a la acción de bacterias en ausencia de oxígeno en un proceso llamado biodigestión en que se obtiene como productos principales un biogás combustible y una fase sólida muy útil como fertilizante natural.

Con el objetivo de difundir e informar sobre esta importante alternativa al sector ganadero, la Agencia Extremeña de la Energía, en colaboración con la Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energía, celebró dentro proyecto Altercexa II el primer congreso regional sobre Biogás dirigida al sector ganadero y agroindustrial. Con el título de “Biogás: Solución al Residuo Agroganadero y Agroindustrial” la jornada se enmarcó en el programa de la prestigiosa Feria Internacional Ganadera de Zafra en su edición 559 y contó como ponentes con destacados profesionales e investigadores de los sectores energético y medioambiental español para analizar las principales alternativas que dan una solución sostenible al problema de los residuos ganadero.

El presente documento se muestran las principales conclusiones señaladas por las entidades, investigadores y empresas participantes en este congreso.

2. El proyecto ALTERCEXA

Ponente: D. Fernando López Rodríguez

Entidad: Agencia Extremeña de la Energía.

Fernando López Rodríguez es Ingeniero Industrial por la Universidad de Sevilla, Doctor en Ingeniería Industrial, Profesor Titular de la Universidad de Extremadura, Máster de Programa en Dirección de Proyectos, de la International Project Management Association.

Posee amplio de la realidad empresarial de Extremadura, gracias a su experiencia como: Jefe de Servicio de Industria de la Diputación de Badajoz; Decano del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Extremadura; Miembro de la Comisión de Industria de la Cámara de Comercio e Industria de Badajoz; Presidente de la Fundación Centro Tecnológico Industrial de Extremadura; etc.

Desde 2001 es Director de la Agencia Extremeña de la Energía, supervisando la realización de proyectos energéticos tanto a nivel regional, como nacional e internacional (LIFE, 7°PM, LEONARDO, IEE, etc.).

Además compatibiliza con su labor investigadora y docente en la Universidad de Extremadura, donde imparte cursos y jornadas

nacionales, internacionales, así como coordina la ejecución del Master Oficial de Recursos Renovables e Ingeniería Energética de la UEX y del Programa Oficial de Postgrado de Ingeniería Industrial.

Resumen de la ponencia

El proyecto ALTERCEXA II, aprobado en el marco de la primera convocatoria del Programa Operativo de Cooperación Territorial Transfronteriza España-Portugal (2007- 2013) y desarrollado entre 2011 y 2013 es una continuación de ALTERCEXA I y nace de la necesidad de identificar, analizar, evaluar y aprovechar los recursos energéticos disponibles y mejorar su uso en las regiones de Centro, Alentejo y Extremadura, con el fin de abordar conjuntamente problemáticas comunes de forma adecuada a través de la propuesta de soluciones innovadoras y eficaces.

La Agencia Extremeña de la Energía (AGENEX) participa en el proyecto con las siguientes actuaciones:

- Guía de Aprovechamiento del Residuo Ganadero Para Generar Energía.
- Guía de Cultivos Energéticos en Extremadura.
- Guía de Eficiencia Energética en Empresas del Sector Agroalimentario.
- Guía de Servicios Energéticos en la Industria.
- Guía de Movilidad en la Ciudad de Badajoz.
- Guía de la Oferta Y Demanda de Energía en el Transporte.
- Guía de Formación de Energías Renovables en Extremadura
- Guía de Diseño y Construcción de Centros Sanitarios Energéticamente Eficientes.

- Guía de Mantenimiento para La Optimización Energética de Centros Sanitarios.
- Soluciones en Diseño y Construcción de Centros de Energéticamente Eficientes.
- Software Gestión Energética Integral de Edificios.
- Seminarios Sobre Generación de Biogás en Zonas Rurales.
- Acciones de Divulgación Eficiencia Energética en Edificación

I JORNADA SOBRE BIOGÁS: SOLUCIÓN AL RESIDUO AGROGANADERO Y AGROINDUSTRIAL

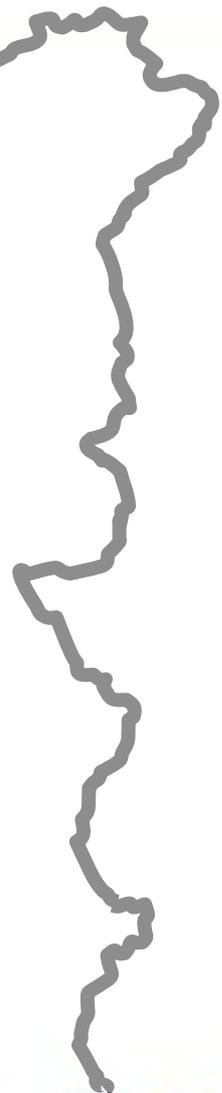
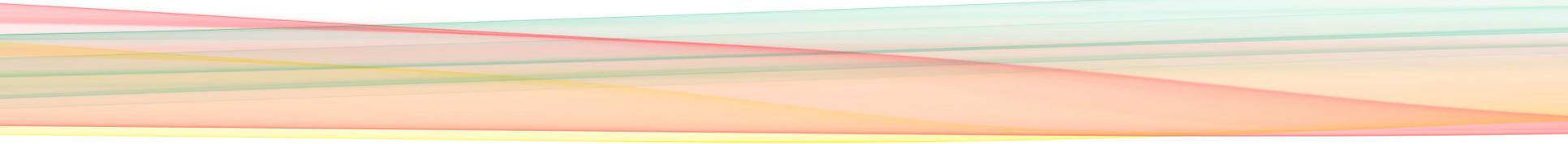


AGENEX EN EL PROYECTO ALTERCEXA II



Fernando López Rodríguez
Director de la Agencia Extremeña de la Energía

Feria Internacional Ganadera de ZAFRA, 5 Octubre de 2012



ALTERCEXA II:

El proyecto Altercexa II surge como continuación del proyecto Altercexa I para el fomento de actividades, basadas en la cooperación de regiones vecinas, en materia de energías renovables y eficiencia energética.

Las regiones participantes, tanto en Portugal como en España, presentan recursos comunes y necesidades parecidas, por lo que este proyecto hace de la necesidad de identificar, analizar, evaluar y aprovechar los recursos energéticos disponibles y mejorar su uso.

Objetivos:

9 publicaciones:

- Guía sobre **Estudios sobre cultivos energéticos en Extremadura.**
- Guía sobre **Aprovechamiento energético del residuo ganadero.**
- Guía sobre **Ahorro y eficiencia energética en la agroindustria.**
- Guía sobre **Servicios energéticos en empresas.**
- Guía sobre **Movilidad en la Ciudad de Badajoz.**
- Guía de diseño de instalaciones de centros de salud.
- Guía de gestión de instalaciones de centros de salud.
- Guía sobre **Análisis de Oferta Formativa.**
- Estudio de la **Oferta y la Demanda de Energía en el Transporte.**

1 Estudio:

Soluciones en diseño, construcción, materiales centros de salud para optimizar su eficiencia energética.

2 Seminarios:

Energías Renovables y edificación.

2 Congresos:

**Tecnología LED en Alumbrado publico
y Aprovechamiento al Residuo Ganadero y Agroindustrial**

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Fernando López Rodríguez
Director de la Agencia Extremeña de la Energía

3. Qué es Biogás y Tipologías de Plantas

Ponente: D. Alejandro Lahoz Muñoz.

Entidad: Ludan. Asociación Española de Biogás [AEBIG].

Alejandro Lahoz es Ingeniero industrial por el Centro Politécnico Superior de Zaragoza. Su andadura profesional se ha desarrollado en los campos de la calidad, la producción industrial y la construcción. Los últimos años ha estado inmerso exclusivamente en el desarrollo, diseño y construcción de plantas de biometanización de estiércoles ganaderos y subproductos de la industria agroalimentaria, en España, Holanda y Rumanía.

Resumen de la ponencia

En la ponencia se dieron unas nociones generales del biogás, en qué consiste la tecnología de las plantas de biogás así como los distintos tipos de digestores existentes, desde los sistemas más sencillos y que requieren menor inversión, a las plantas de biogás más complejas.

Por último, se hizo un pequeño recorrido por los proyectos de biogás centralizados y en granja en los que he participado personalmente como director de obra.

I JORNADA SOBRE BIOGÁS: SOLUCIÓN AL RESIDUO AGROGANADERO Y AGROINDUSTRIAL

Qué es Biogás y Tipología de Plantas de Biogás



Alejandro Lahoz Muñoz
Ingeniero Industrial

Feria Internacional Ganadera de ZAFRA, 5 Octubre de 2012

Ludan Renewable Energy España S.L. es una sociedad perteneciente a la multinacional israelí Ludan, que provee servicios en el desarrollo, diseño, construcción y participación de proyectos de biogás y biomasa.

El grupo Ludan opera en distintos campos de ingeniería, software, desarrollo, medio ambiente, energía y control de proceso. Ludan posee oficinas en Israel, Holanda, Bélgica, Rumania, Bulgaria, Serbia y España.

Ludan opera en España desde finales de 2009. Ha participado en la construcción de dos instalaciones de biometanización y está ejecutando en estos momentos otras cuatro plantas en el territorio nacional. La empresa desarrolla a su vez plantaciones de cultivos energéticos y actividades de gestión de subproductos.

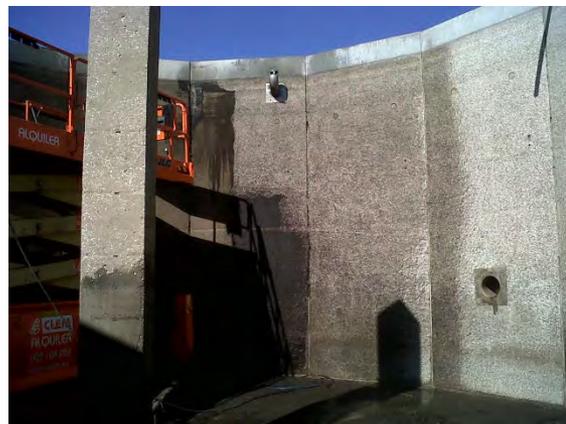


El grupo Ludan ha participado en el diseño, construcción y/o operación de más de 100 instalaciones de bioenergía, a través de las empresas del grupo o compañías participadas.





Planta de biogás Vall d'Uxó 500 Kwe. Multi-residuos : purines, sueros de leche, grasas residuales, gazpacho, lodos industria agroalimentaria, etc



Gestrevins. 600 KWth planta de biogás para el tratamiento de vinazas

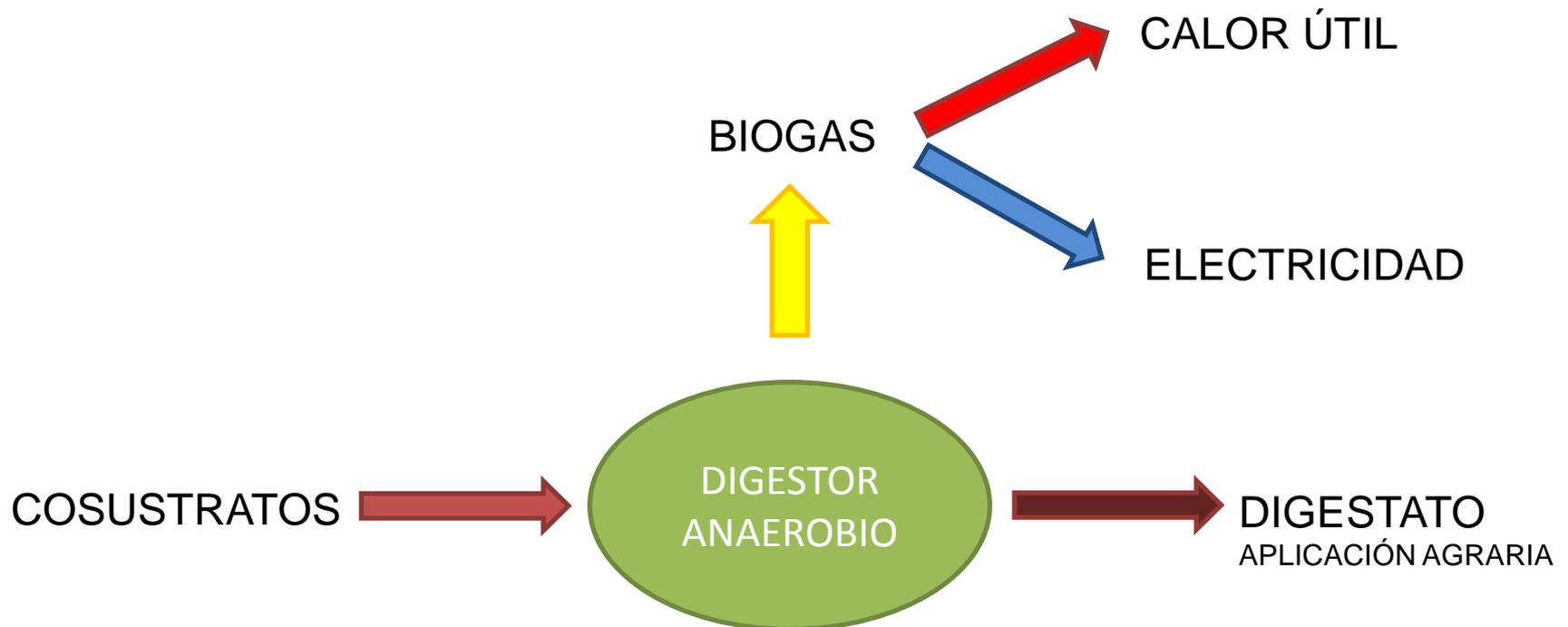


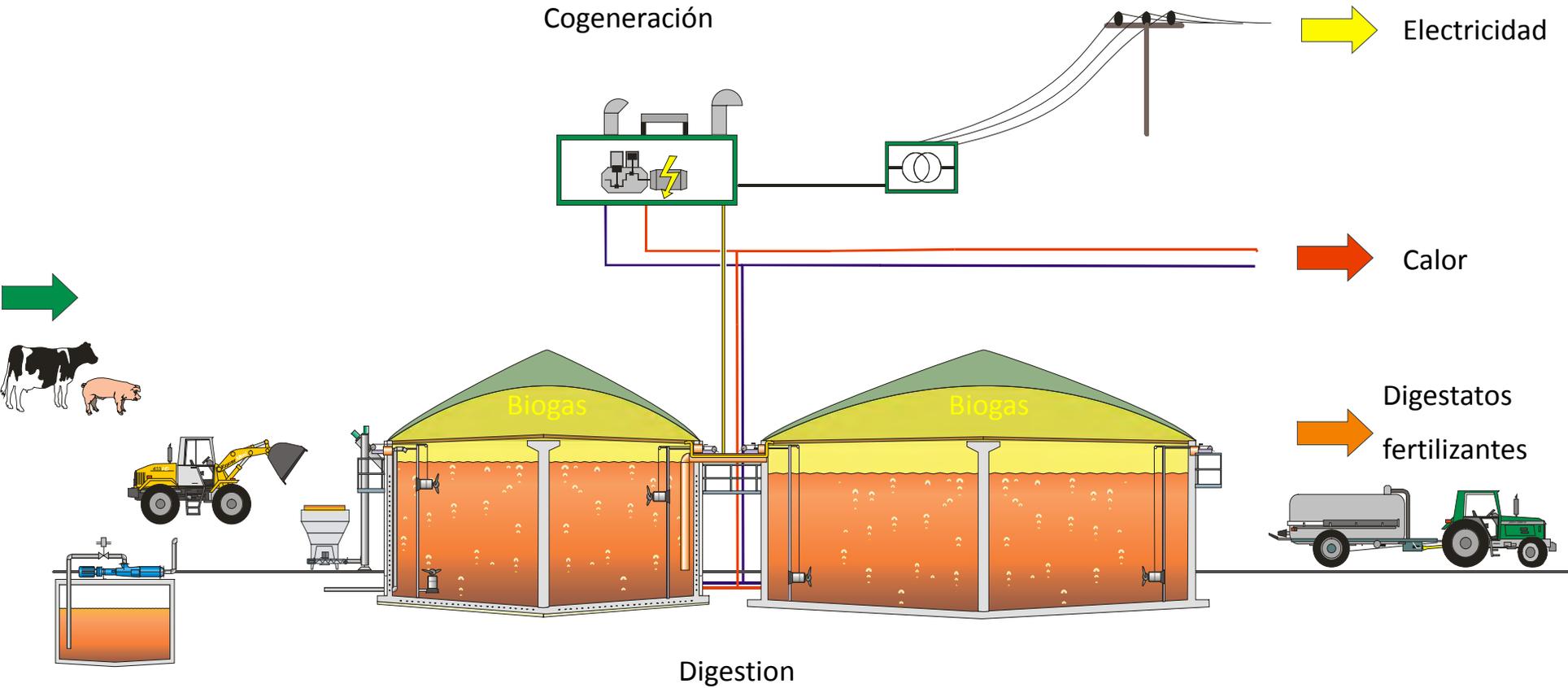


- 350 KW Chinchilla. Graja cerdas madres 3.500 plazas. Purines y residuos de la industria agroalimentaria
- 350 KW Bonete. Graja cerdas madres 3.500 plazas. Purines y residuos de la industria agroalimentaria
- 250 KW Balsa de Ves. Graja cerdas madres 3.200 plazas. Purines y residuos de la industria agroalimentaria
- 600 KWth Estrella Levante (Damm) para el tratamiento de los residuos de la industria cervecera



QUÉ ES EL BIOGAS





Cultivos energéticos,
estiércoles,
subproductos
agroalimentarios



TIPOS DE DIGESTORES Y TECNOLOGÍAS

PRINCIPALES TIPOS DE DIGESTORES:

- SISTEMAS PASIVOS
- SISTEMAS DE BAJA VELOCIDAD
- SISTEMAS DE ALTA VELOCIDAD



TIPOS DE DIGESTORES

- SISTEMAS PASIVOS: LAGUNAS CUBIERTAS



- SIN AGITACIÓN
- SIN CALEFACCIÓN

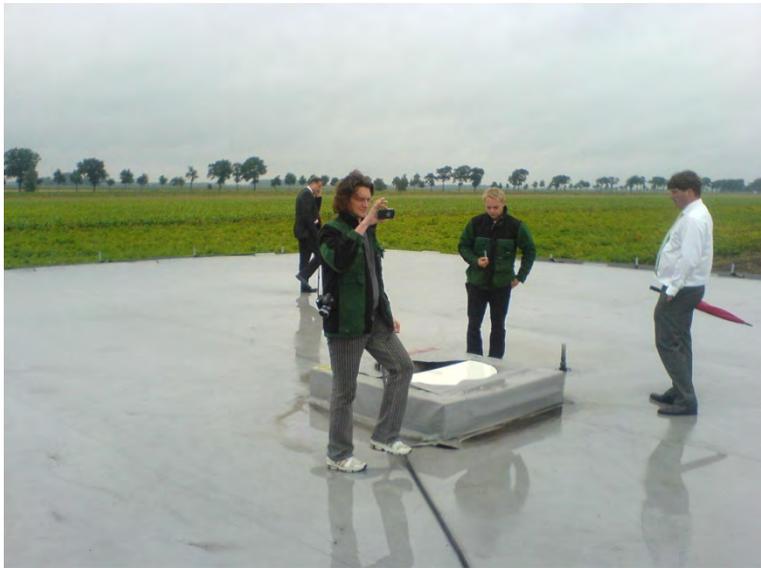


- BAJO COSTE
- PATRONES ESTACIONALES



TIPOS DE DIGESTORES

- SISTEMAS PASIVOS: BOLSAS DE PVC



- SIN AGITACIÓN
- SIN CALEFACCIÓN

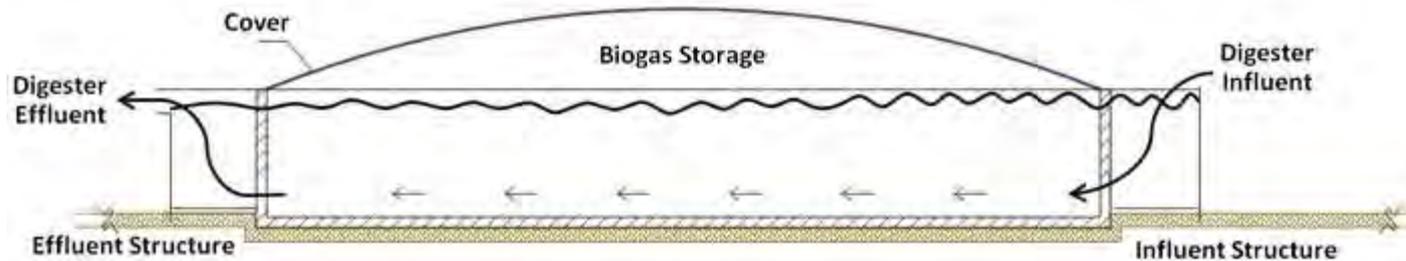


- BAJO COSTE
- PATRONES ESTACIONALES



TIPOS DE DIGESTORES

- SISTEMAS DE BAJA VELOCIDAD: PLUG FLOW DIGESTER



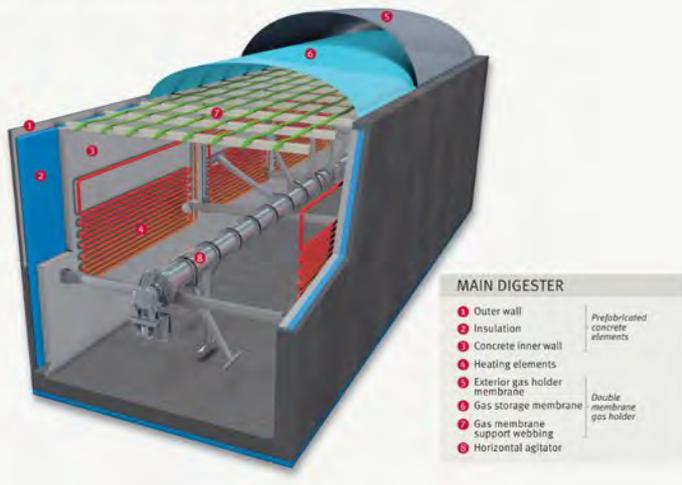
- SIN AGITACIÓN
 - CON O SIN CALEFACCIÓN
-
- COSTE MEDIO
 - MAYOR PRODUCCION BIOGAS



TIPOS DE DIGESTORES

- SISTEMAS DE BAJA VELOCIDAD: PLUG FLOW DIGESTER

PLUG-FLOW DIGESTER FOR BIOWASTE

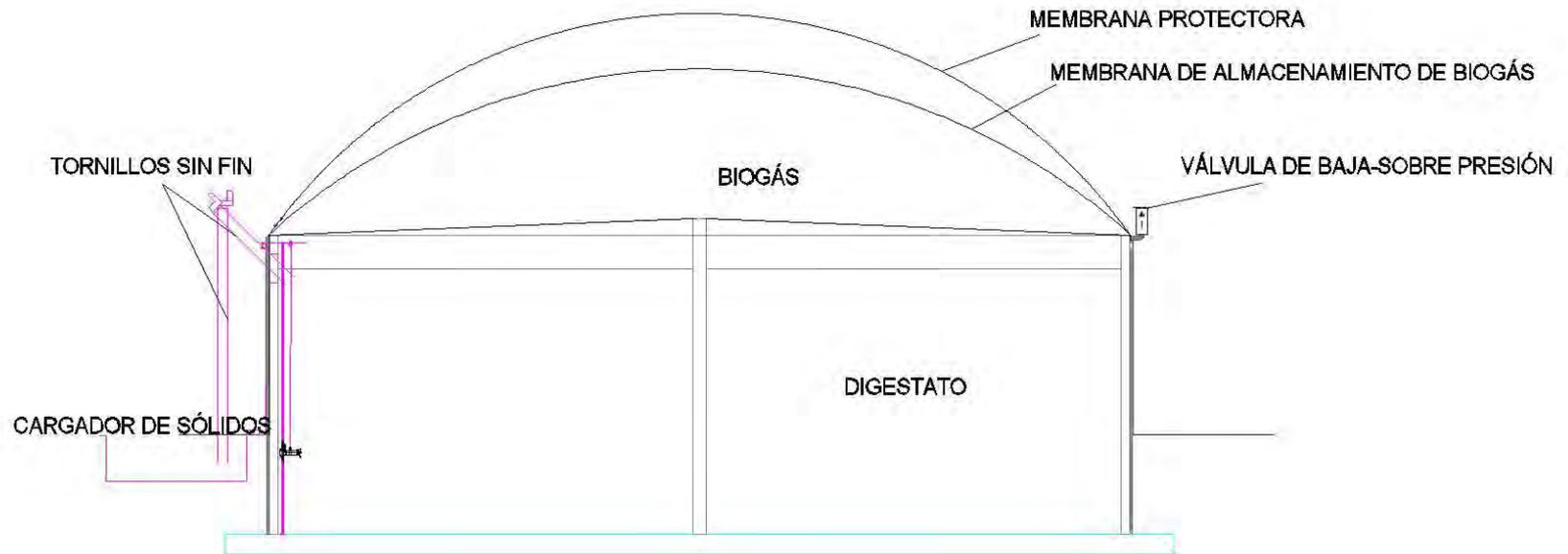


Plug-flow



TIPOS DE DIGESTORES

- SISTEMAS DE BAJA VELOCIDAD: DIGESTORES DE MEZCLA COMPLETA



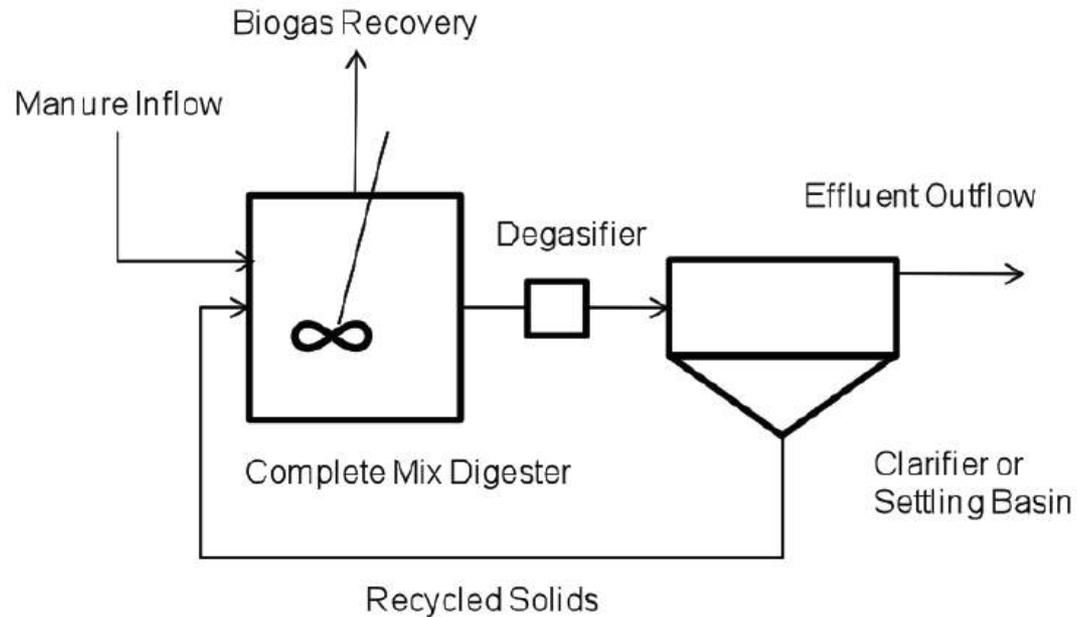
TIPOS DE DIGESTORES

- SISTEMAS DE BAJA VELOCIDAD:
DIGESTORES DE MEZCLA
COMPLETA



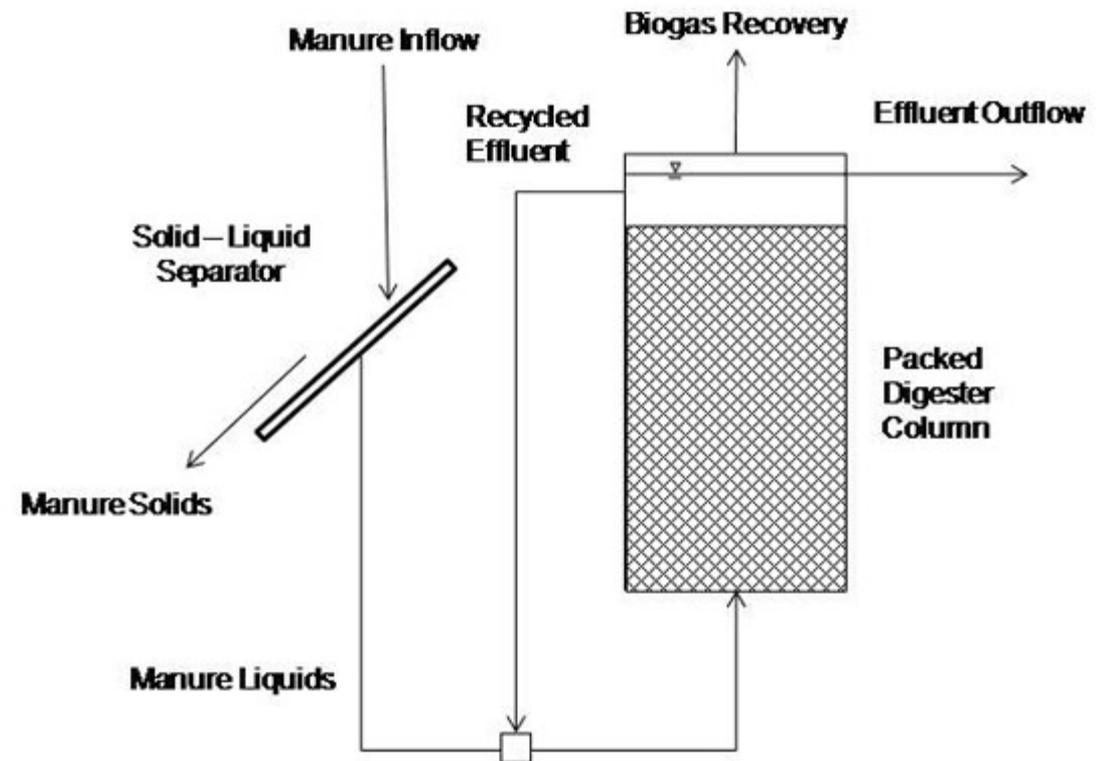
TIPOS DE DIGESTORES

- SISTEMAS DE ALTA VELOCIDAD: RECIRCULACIÓN DE DIGESTATO



TIPOS DE DIGESTORES

- SISTEMAS DE ALTA VELOCIDAD: FIXED FILM DIGESTERS



SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

- DIGESTORES DE HORMIGÓN IN SITU



Calefacción interior



Calefacción embebida en hormigón

- Calefacción en interior o embebida en muro
- Fácil construcción
- Buen precio
- Facilidad para la instalación de gasómetros
- Se pueden enterrar



SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

- DIGESTORES DE HORMIGÓN PREFABRICADO



Calefacción en interior de digesor
Buena calidad de acabado
Rápido montaje



SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

- DIGESTORES DE ACERO



galglass

- Calefacción en interior de digestor
- Fácil construcción incluso grandes alturas
- Buena calidad, flexibilidad y amplia gama accesorios
- Valor añadido en desmantelamiento
- Facilidad para la instalación de gasómetros
- No se pueden enterrar
- Coste dependiente del precio del acero



GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Alejandro Lahoz Muñoz
Ingeniero Industrial

4. Viabilidad Energética, Económica y Medioambiental de Plantas de Biogás

Ponente: D. Francisco Cuadros Blázquez.

Entidad: Universidad de Extremadura. Catedrático de Física Aplicada.

Francisco Cuadros es Doctor en Ciencias en la sección Físicas y Catedrático en la Universidad de Extremadura. Cuenta con más de 32 años en experiencia docente en las áreas Fuentes Alternativas de Energía, Energía Renovable, Solar y Energía de la Biomasa. Es investigador en aplicaciones de Energías Renovables, Modelación Termodinámica y Física No Lineal. Es miembro del Consejo Ejecutivo de la Agencia Extremeña de la Energía. En la actualidad es Investigador principal del Proyecto PETER.

Resumen de la ponencia

La industria agroalimentaria juega un papel relevante en el desarrollo económico de Extremadura, sin embargo es una industria que genera una gran cantidad de residuos altamente contaminantes, que, si no se gestionan adecuadamente, pueden producir una contaminación equivalente a 1.700.000 habitantes.

Por otra parte, este sector consume gran cantidad de energía en forma de electricidad y de calor, por lo que propiciar el autoconsumo energético de estas industrias a partir de sus propios residuos es una excelente estrategia, ya que, a la vez, se preserva el medio ambiente y se produce un ahorro económico que, en todos los casos, mejora los resultados de explotación de la actividad principal de la empresa.

Por las características de estos desechos, la técnica de Digestión Anaerobia (Biometanización) es la adecuada para reducir la contaminación ambiental de su vertido y la generación de una energía renovable (biogás), que puede utilizarse en equipos de cogeneración (o trigeneración).

Basados en ensayos a escala de laboratorio, en esta charla se presentan los balances energéticos, económicos y medioambientales de tres experiencias de biometanización de residuos de la industria cárnica y olivarera, así como acerca del tabaco usado como biocombustible.

I JORNADA SOBRE BIOGÁS: SOLUCIÓN AL RESIDUO AGROGANADERO Y AGROINDUSTRIAL



VIABILIDAD ENERGÉTICA, ECONÓMICA Y MEDIOAMBIENTAL DE PLANTAS DE BIOGÁS AGROINDUSTRIAL EN EXTREMADURA



Francisco Cuadros Blázquez
Catedrático Física Aplicada. Universidad de Extremadura

Feria Internacional Ganadera de ZAFRA, 5 Octubre de 2012

1.- RESULTADOS DE LABORATORIO

- **Se han tratado o se están tratando en la actualidad en nuestro laboratorio:**
- Residuos de matadero de cerdo ibérico (Matadero Jamón y Salud S.L. Llerena)
- Residuos de la industria de procesamiento de tomate
- Alpechín
- Co-digestión de residuos de matadero con residuos de la industria del tomate

- Estiércol de oveja. En proceso de optimización
- Alperujo deshuesado. En proceso de optimización
- Residuos de matadero de aves. En proceso de firma de convenio con empresas
- Tabaco como cultivo energético. En proceso de optimización

Resultados óptimos

Residuo	TRH (Días)	Producción (Nm ³ CH ₄ /m ³ sustrato)
Residuos de matadero de cerdo ibérico	23,5	17,84±3,75
80% Matadero/20% Tomate	33	17,71±2,42
60% Matadero/40% Tomate	11	18,72±3,81
40% Matadero/60% Tomate	10	13,74±1,63
20 % Matadero/ 80 % Tomate	8	8,35±1,41
Residuos de la industria del tomate	8	5,03±0,99
Alpechín en bruto	40	9,69±2,04 (no estable, se inhibe)
Alpechín aireado durante 5 días	40	31,73±4,39
Alpechín decantado	32,5	26,41±4,00
Estiércol 35% en peso	8	6,75±1,14
Sustrato	TRH (Días)	Producción (Nm ³ CH ₄ /t tabaco fresco)
Tabaco 15% en peso	16	53,84±15,48

2.- POTENCIAL ENERGÉTICO DEL BIOGÁS EN EXTREMADURA

	Nº empresas	MATERIA PRIMA	RESIDUOS ANUALES	BIOGAS m ³ /año	METANO m ³ /año	POTENCIA ELÉCTRICA kWe	POTENCIA TÉRMICA kWt
Mataderos cerdo ibérico Extremadura	36	576.815 porcinos	177.832 m ³	4.001.220		1.260	1.444
Mataderos Municipales Extremadura			173.740 m ³	4.864.720		1.430	1.638
Procesado tomate Extremadura	10	1.710.000	95.760 t residuos sólidos 957.600 m ³ residuos sólidos y líquidos	8.618.400		2.713	3.110
Almazaras Extremadura	78	217.200 aceituna	48.870 m ³ alpechín		1.551.134	651	746
Bodegas vino Extremadura	66	317.372 m ³ vino	1.047.327 m ³ vinazas		5.969.764	2.506	2.872
Tabaco Extremadura		9200 ha x 135 t/ha = 1.242.000 t	1.242.000 t		66.869.280	28.071	32.174
TOTAL						35.371	40.540

- Para determinar el potencial total de todos los residuos agroindustriales en Extremadura, habría que añadir otros tipos de residuos, tales como: los procedentes de las industrias queseras, aceituna de mesa, estiércoles, residuos de frutas y verduras, etc.
- Este será el principal objetivo de un futuro trabajo a realizar por el Grupo DTERMA de la UEx en colaboración con AGENEX.

3.- VIABILIDAD ECONÓMICA DE LOS PROYECTOS DE BIOMETANIZACIÓN

3.1. VIABILIDAD ECONÓMICA PROYECTOS DE BIOMETANIZACIÓN PARA INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS

- **Residuos de matadero de cerdo ibérico:**

Caso práctico 1. Matadero privado. Alrededor de 36.000 cabezas de porcino sacrificadas al año.

- **Alpechín aireado:**

Caso práctico 2. Se trata el alpechín generado en varias cooperativas de la provincia de Badajoz, las cuales molturan alrededor de 100.000 t de aceituna al año.

HIPÓTESIS DE PARTIDA: COGENERACIÓN

○ CÁLCULO DE LA POTENCIA ELÉCTRICA

- La planta opera 8.000 horas anuales
- El rendimiento eléctrico es del 39%
- El rendimiento térmico es del 44,7%
- Poder calorífico del metano considerado: 31 MJ/Nm³ (El valor máximo según bibliografía es de 38 MJ/Nm³)

◉ CÁLCULO COSTES DE LA INSTALACIÓN

■ Coste de construcción:

- 4.000 €/kWe instalado para la planta de matadero.
- 400.000 € para la planta de alpechín porque no son necesarios ni tanques de almacenamiento ni de trituración (comunicación privada ESETA)

■ Coste estudios previos (diagnóstico y estudios de viabilidad): 10.000 €

■ Costes administrativos y autorizaciones: 20.000 €

● BENEFICIOS ANUALES

- Autoconsumo de energía eléctrica en la planta de matadero, ya que se conoce el precio al que ésta compra la electricidad (0,12 €/kWh). Se consume en el matadero el 90 % de la electricidad producida, el otro 10 % de la energía generada se utiliza en la propia planta de biometanización.
- Venta de metano a la red de gas natural para la planta de alpechín, ya que el consumo eléctrico no es homogéneo a lo largo del año en estas empresas. Sólo se venderá el metano sobrante que queda después de calentar el reactor de la planta de biometanización. Precio de venta del metano: 26,30 €/MWh.

● BENEFICIOS ANUALES

- En el caso del MATADERO se consideran beneficios los costes evitados de:
 - Tratamiento de los residuos sólidos, que suponen 12 c€/kg retirado. Se generan de media 16 kg de residuos sólidos por cada porcino sacrificado.

- **Requerimientos de energía térmica.**
- Pasteurización de los residuos sólidos y de la sangre del matadero, hay que mantenerlos a 70 °C durante 60 minutos. (Calor necesario para elevar temperatura de 20 a 70°C más 20% de pérdidas)
- Calentamiento de parte del agua para limpieza, que suponen 6,49 €/m³ de agua a 70°C. Dicho matadero consume unos 4.200 m³/año. No será posible calentar todo el agua necesaria, ya que no hay bastante después de los dos procesos anteriores.

☀ Requerimientos de energía térmica.

- En ambos casos (matadero y alpechín) es necesario mantener el digestor a 38 °C. (Calor necesario para elevar la temperatura desde 15 a 38 °C más un 62% de pérdidas más un 5% adicional de seguridad).

● COSTES ANUALES

- Mantenimiento del motor (sólo en la planta de matadero): 12,5 €/MWh de electricidad
- Operación y mantenimiento de la planta: 2% del coste de construcción.
- Mano de obra: 12.000 €/año

● COSTES ANUALES

- Pago del préstamo bancario: Se considera un préstamo a 15 años con un 6% de interés.
- La planta de alpechín no tiene motor eléctrico. Pero sí es necesario un autoconsumo de electricidad en moto-bombas, recirculaciones, etc. Se ha estimado que, para esta planta, el coste anual de esta factura eléctrica sería de unos 32.000 €.

ANÁLISIS VIABILIDAD PLANTA DE DIGESTIÓN ANEROBIA PARA MATADERO DE CERDO CON AUTOCONSUMO DE ELECTRICIDAD Y CALOR	
Sustrato a tratar (m ³ /año)	11 127
Potencia eléctrica (kWe)	78,93
Potencia térmica (kWt)	90,47
Producción de electricidad (MWh/año)	631,46
Producción de calor (GJ/año)	2.605,48
CALOR REQUERIDO EN LA PLANTA DE DIGESTION ANAEROBIA	
Pasteurización (residuos sólidos y sangre) (GJ/año)	140,37
Demanda de calor del digestor (GJ/año)	1.828,43
TOTAL	1.968,80
EXCESO DE CALOR	
Calor sobrante (GJ/año)	636,68
Volumen de agua que se puede calentar (m ³ /año)	2.756,21
COSTES DE INSTALACIÓN	
Planta de digestión anaerobia (€)	315.720
Estudios previos (€)	10.000
Costes administrativos, autorizaciones (€)	20.000
TOTAL	345.720
BENEFICIOS	
Electricidad auto consumida (€)	68.197
Ahorro en el tratamiento de residuos sólidos (€)	69.299
Ahorro en el calentamiento de agua (€)	17.881
TOTAL	155.376
COSTES	
Mantenimiento del motor (€)	7.893
Operación y mantenimiento (€)	6.314
Pago de l préstamo (€)	35.004
Mano de obra (€)	12.000
Tratamiento residuos de pulmón (€)	4.331
TOTAL	65.542
BENEFICIOS ANUALES (€)	89.834
RATIOS ECONÓMICOS	
Periodo de retorno de la inversión, PRI (años)	3,85
VAN (M€)	0,53
TIR (%)	25

ANÁLISIS VIABILIDAD PLANTA DE DIGESTIÓN ANEROBIA PARA ALPECHÍN CON VENTA DEL METANO PRODUCIDO

Sustrato a tratar (m ³ /año)	25.000
Potencia eléctrica (kWe)	333 NO SE INSTALA
Producción de metano (Nm ³ /año)	793.250
VOLUMEN DE METANO A VENDER	
Demanda de calor del digestor (GJ/año)	4.108
Autoconsumo de metano (m ³ /año)	142.187
Volumen de metano para vender (m ³ /año)	651.063
COSTES DE INSTALACIÓN	
Planta de digestión anaerobia (€)	400.000
Estudios previos (€)	10.000
Costes administrativos, autorizaciones (€)	20.000
TOTAL	430.000
BENEFICIOS	
Inyección de metano en la red de gas natural (€)	147.437
COSTES	
Consumo de electricidad de la planta de digestión (€)	31.968
Operación y mantenimiento (€)	8.000
Pago del préstamo (€)	43.548
Mano de obra (€)	12.000
TOTAL	95,516
BENEFICIOS ANUALES (€)	51,921
RATIOS ECONÓMICOS	
Periodo de retorno de la inversión, PRI (años).	8,28
VAN (M€)	0,07
TIR (%)	8,5

3.2 VIABILIDAD ECONÓMICA PROYECTOS DE BIOMETANIZACIÓN TABACO

HIPÓTESIS DE PARTIDA

- Se tendrán en cuenta, en general, las mismas hipótesis que en caso de los estudios de viabilidad para las plantas de digestión anaerobia de residuos de matadero y de alpechín, por lo que sólo se indicarán aquéllas que sufran cambios y las adicionales específicas de este sustrato.
- Se analizarán dos escenarios:
 - La producción de energía eléctrica y calor para autoconsumo mediante motor de cogeneración.
 - Autoconsumo de calor generado por una caldera de biogás.

- ☀ Productividad anual del cultivo de tabaco fresco: 135 t/ha. Se realizarán 4-5 cortes al año. Tiempo de cosecha 5 meses, de Junio a Octubre. Hay un pequeño desfase con el periodo de secado que va desde finales de Julio a principios de Noviembre.
- ☀ La planta de biometanización tratará anualmente 35.100 t de tabaco, lo que corresponden a **260 ha de cultivo.**
- ☀ Para este estudio se ha considerado que la producción de la metanización es de 75 Nm³ metano/t tabaco fresco. En el laboratorio, se obtienen producciones próximas a ese valor. Esperamos incrementarlas. INNOVACIONES.

◉ CÁLCULO DE LA POTENCIA ELÉCTRICA

- La planta de cogeneración de calor y electricidad opera 7.500 horas anuales.
- En este caso hay que emplear 130 ha de tabaco (cultivo de verano) y otras 130 ha de acelgas o pataca (cultivo de invierno). Productividad de las acelgas como forraje 135 t/ha (igual que la del tabaco). Rendimiento medio de la biometanización de las acelgas se supone igual que la del tabaco.

◉ CÁLCULO DE LOS COSTES DE LA INSTALACIÓN

☀ Coste de construcción:

■ 2.000 €/kWe instalado para la de producción de electricidad y calor (cogeneración).

■ 2.004.000 € para la de producción del calor necesario para obtener 1.300.000 kg de tabaco seco.

● BENEFICIOS ANUALES PRIMER ESCENARIO: AUTOCONSUMO ELECTRICIDAD

- Los beneficios obtenidos derivarán del autoconsumo o venta a otras industrias de la energía eléctrica generada por un motor de biogás, considerando un precio de la electricidad de (0,12 €/kWh).
- Se vende el 93 % de la electricidad producida, ya que el 7% de la energía generada se utiliza en la propia planta de biometanización.
- Se consideran beneficios indirectos el ahorro debido al uso del calor sobrante de la planta de cogeneración. Se considera un poder calorífico del gasoil de 9,98 kWh/L y un precio de 1,009 €/L.

**ANÁLISIS VIABILIDAD PLANTA DE DIGESTIÓN ANEROBIA PARA TABACO Y ACELGAS CON
AUTOCONSUMO DE ELECTRICIDAD**

Potencia eléctrica (MWe)	1,18
Potencia térmica (MWt)	1,35
Producción de electricidad (MWh/año)	8.841
Producción de calor en cogeneración (GJ/año)	36.479
Demanda de calor del digestor (GJ/año)	29.668
Calor sobrante (GJ/año)	6.810
COSTES DE INSTALACIÓN	
Planta de digestión anaerobia (€)	2.357.550
Estudios previos (€)	10.000
Costes administrativos, autorizaciones (€)	20.000
TOTAL	2.387.550
BENEFICIOS	
Electricidad auto consumida (€)	986.635
Ahorro en gasoil debido al aprovechamiento del calor residual (€)	191.259
TOTAL	1.177.894
COSTES	
Recogida y transporte (€)	32.808
Costes de cultivo (€)	390.000
Mantenimiento del motor (€)	61.886
Operación y mantenimiento (€)	47.151
Pago del préstamo (€)	241.776
Mano de obra (€)	12.000
TOTAL	785.621
BENEFICIOS ANUALES (€)	392.273
RATIOS ECONÓMICOS	
Periodo de retorno de la inversión, PRI (años)	6,09
VAN (M€)	1,42
TIR (%)	14,2

● BENEFICIOS ANUALES DEL SEGUNDO ESCENARIO: AUTOCONSUMO DE CALOR PARA OBTENER 1.300 t DE TABACO SECO.

- Los beneficios obtenidos se deben al ahorro en el combustible necesario para generar el calor que se requiere para secar el tabaco.
- Se considera un poder calorífico del gasoil de 9,98 kWh/L y un precio de 1,009 €/L.
- Así como un rendimiento de la caldera de biogás de un 80%.

● COSTES ANUALES

- Además de los costes derivados de la operación y mantenimiento del resto de la planta, la mano de obra y el pago del préstamo hay que considerar en el caso del tabaco:
- Costes derivados de la recogida y transporte: 32.808 €/año
- Costes de cultivo (siembra, arado, riego, fertilizante): 1.500 €/ha
- En el segundo escenario de autoconsumo de calor será necesario considerar el consumo energético de la planta de metanización, estimado en unos 74.200 €.

**ANÁLISIS VIABILIDAD PLANTA DE DIGESTIÓN ANEROBIA PARA TABACO CON
AUTOCONSUMO DE CALOR GENERADO EN CALDERA BIOGÁS**

Producción de calor al quemar el metano (GJ/año)	65.286
Demanda de calor del digestor (GJ/año)	29.668
Calor sobrante (GJ/año)	35.618
COSTES DE INSTALACIÓN	
Planta de digestión anaerobia (€)	2.003.918
Estudios previos (€)	10.000
Costes administrativos, autorizaciones (€)	20.000
TOTAL	2.033.918
BENEFICIOS	
Ahorro en gasoil para calentar(€)	1.000.286
TOTAL	1.000.286
COSTES	
Recogida y transporte (€)	32.808
Costes de cultivo (€)	390.000
Consumo electricidad planta biometanización (€)	74.263
Operación y mantenimiento (€)	40.078
Pago del préstamo (€)	205.956
Mano de obra (€)	12.000
TOTAL	755.105
BENEFICIOS ANUALES (€)	245.181
RATIOS ECONÓMICOS	
Periodo de retorno de la inversión, PRI (años)	8,30
VAN (M€)	0,35
TIR (%)	8,5

4.- CONCLUSIONES

1.- El potencial de producción de biogás a partir de los residuos de las cuatro industrias consideradas y del uso de la planta del tabaco como biocombustible asciende a unos 35.600 kWe y 40.500 kWt.

2.- Los resultados, tanto de descontaminación como de potencial energético, aumentarían considerablemente si se considerase la cantidad total de residuos generados en Extremadura.

3. -En los casos estudiados, los retornos de la inversión de las plantas de biometanización alimentadas por este tipo de residuos son las siguientes:

-Matadero: 3,85 años

-Alpechín: 8,28 años

-Tabaco para autoconsumo de electricidad: 6,09 años

-Tabaco para autoconsumo de calor: 8,30 años

-Tomate: No es rentable por la estacionalidad del residuo.

4.- La cantidad de agua recuperada en cada una de estas plantas de metanización es:

- Matadero: 9.124 m³ (82%)

- Alpechín: 7.500 m³ (30%)

- Tabaco: 152.100 m³ (65%)

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Francisco Cuadros Blázquez
Catedrático Física Aplicada. Universidad de Extremadura

www.agenex.org

© Agencia Extremeña de la Energía - www.agenex.org – Nombre de la presentación

5. Potencial de Producción de Biogás en Extremadura

Ponente: D. Jerónimo González Cortés.

Entidad: Centro de Investigación Agraria La Orden - Valdealsequera.

Jerónimo González es Doctor Ingeniero Agrónomo por la ETSI Agrónomos de Madrid. En la actualidad es investigador en el Centro La Orden Valdealsequera dentro del Departamento de Cultivos Extensivos, es autor de varias publicaciones científicas; se destaca su participación en el Estudio de las Biomásas procedentes de Residuos Agrícolas y Cultivos Energéticos para la Obtención de Biocombustible Sólido en Forma de Pelets o el proyecto Desarrollo, Demostración y Evaluación de la Viabilidad de la Producción de Energía en España a partir de la Biomasa de Cultivos Energéticos. Recientemente ha formado parte en el proyecto de Investigación y Mejora de Cultivos Herbáceos para producción de Biomasa y su transformación en Energía Eléctrica.

Resumen de la ponencia

La ponencia trató de la biomasa: Energía renovable, Sustitución de combustibles fósiles, Desarrollo sostenible, Generación de riqueza y empleo en zonas rurales y Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

También se habló del biogás y el Plan de Energías Renovables 2011-2020. Aprovechamiento energético de residuos agrarios. Purines, residuos ganaderos, residuos agroindustriales, biomasa húmeda. Generación de calor, electricidad y combustible para transporte. Codigestión, uso de sustratos. Digestato, uso como biofertilizante. Finalmente se expuso un ejemplo de planta de biogás a partir de estiércol de vacuno.

I JORNADA SOBRE BIOGÁS: SOLUCIÓN AL RESIDUO AGROGANADERO Y AGROINDUSTRIAL



POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS EN EXTREMADURA



GOBIERNO DE EXTREMADURA



Jerónimo González Cortés
Centro de Investigación La Orden Valdesequera
Consejería de Empleo, Empresa e Innovación

Feria Internacional Ganadera de ZAFRA, 5 Octubre de 2012

Unión Europea
FEDER



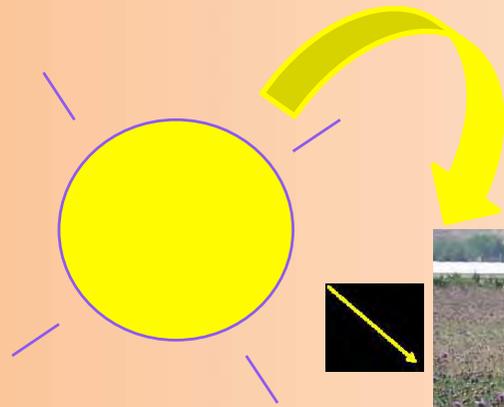
Invertimos en su futuro

CENTRO DE INVESTIGACIÓN LA ORDEN-VALDESEQUERA



- **Consejería de Empleo, Empresa e Innovación.
Departamento de Cultivos Extensivos.**
- **Línea de investigación: Bioenergía y biomateriales.**
- **Cultivos no alimentarios:**
 - **Cultivos energéticos.**
 - **Cultivos ricos en fibras.**
 - **Aprovechamiento energético biomasa.**

BIOMASA



Energía solar

CO₂

A blue arrow pointing downwards from the CO₂ text to the biomass field, indicating the absorption of carbon dioxide by the plants.

CO₂

A purple arrow pointing upwards from the biomass processing area towards the CO₂ text, indicating the release of carbon dioxide during the process.

Energía
térmica



BIOMASA

- **Combustible renovable de origen animal o vegetal.**
- **Residuos forestales, ganaderos o agrícolas.**
- **Cultivos energéticos especializados que no interfieren con la cadena alimentaria.**



CONSUMO MUNDIAL ENERGÍA PRIMARIA

- **Combustibles Fósiles → Alto porcentaje del Consumo total.**

Petróleo.

- **Desequilibrio Producción-Consumo.**
- **Demanda futura en crecimiento.**
- **Biomasa. Energía renovable gestionable de las que más puestos de trabajo genera.**

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS. CULTIVOS ENERGÉTICOS. BIOCOMBUSTIBLES

- **Desarrollo Sostenible**
- **Energía Renovable**
- **Generación de riqueza y empleo en zonas rurales**
- **Balance neutro en el ciclo de CO₂**

LA BIOMASA COMO FUENTE DE ENERGÍA (I)

- **España: Importante crecimiento en energías renovables. Aproximadamente 11,3% en 2010 del consumo de energía primaria.**
- **Unión Europea. 20% de energía renovable en 2020.**
- ***Biocombustibles:***
 - ***Sólidos***
 - ***Líquidos***
 - ***Biogás***

LA BIOMASA COMO FUENTE DE ENERGÍA (II)

- Los recursos de España en biomasa son considerables, siendo la biomasa agrícola su principal fuente. (Oportunidades en el Sector de la biomasa y el Biogás. Ministerio de Economía y competitividad).
- La potencia eléctrica instalada en 2010 es de 825 MW (533 MW de biomasa sólida, 115 de residuos y 177 de biogás).
- Los usos térmicos alcanzaron un consumo de 3.729 ktep en 2010 (3.655 ktep de biomasa sólida y 34 ktep de biogás).

LA BIOMASA COMO FUENTE DE ENERGÍA (III)

- El Plan de Energías Renovables 2011-2020 prevé una potencia total instalada de 1950 MW (1350 MW biomasa sólida, 200 MW de residuos y 400 MW de biogás).
- Para usos térmicos: 4.653 ktep en 2020, fundamentalmente biomasa.
- Biogás. Tecnología respetuosa con el medio ambiente: gran disponibilidad de materiales agroganaderos y orgánicos. Se cierra el ciclo de nutrientes y se reducen emisiones de gases de efecto invernadero.

LA BIOMASA COMO FUENTE DE ENERGÍA EL SECTOR AGRARIO

- **Uso de la biomasa como fuente de energía:**
Gran oportunidad para el sector agrario en el siglo XXI.
- **Producción de biomasa sostenible:**
 - **Viabilidad** económica
 - Sin generación de **excedentes**
 - Respeto al **Medio Ambiente**
- **Plan de Bioenergía en Extremadura**

BIOCOMBUSTIBLES

- **Sólidos:**

Biomasa lignocelulósica procedente de residuos agrícolas, forestales y agroindustriales.

→ **Calor y electricidad.**

- **Líquidos:**

Bioetanol, biodiesel, biolíquidos.

→ **Calor y electricidad.**

- **Biogás:**

Purines. Residuos ganaderos, de la industria agroalimentaria, biomasa húmeda.

→ **Calor, electricidad y transporte.**

BIOGÁS

- **Biogás de vertedero ha sido el principal contribuyente a la generación de biogás en España.**
- **Altos potenciales de biogás agroindustrial.**
- **Desarrollo de la tecnología de digestión anaerobia aplicada a residuos ganaderos y agroindustriales.**
- **El potencial de generación de biogás en España se evalúa en unos 1,8 Mtep, destacando el biogás agroindustrial que aporta el 78% de este potencial (Plan de Energías Renovables 2011-2020).**

PLANTAS DE BIOGÁS

- Energía renovable (metano) a partir de purines y residuo digerido (digestato) que puede ser usado como biofertilizante.
- Años ochenta, primeras plantas de biogás para digestión de estiércol en Alemania. Grandes plantas centralizadas y pequeñas plantas a escala de granja.
- Incremento del nº de plantas vía ayudas:
- Año 2001: 1600 plantas (Asociación Alemana Biogás 2011)
- Año 2011: >7000 plantas. 2780 MW instalados.

PLANTAS DE BIOGÁS(II)

- **Sustratos: purines, estiércol, residuos agroindustriales y cultivos energéticos.**
- **Granjas con 100 vacas y/o 500 cerdos. Purines entre 1000 m³ y 70.000 m³.**
- **Importante incremento en Europa de plantas asociadas al sector agrario (Euroserver 2010).**

PLANTAS DE BIOGÁS(III)

- **Proceso de biogás.** Ocurre naturalmente en estómago de rumiantes, vertederos, campos de arroz, etc.
- **Digestión anaerobia en plantas de biogás:** optimizan la producción de metano. Se obtiene metano y digestato (biofertilizante).
- **Codigestión de estiércol animal con materiales orgánicos** produce más biogás que el estiércol.
- **Codigestión.** Puede mejorar el beneficio económico de las plantas de biogás.

PLANTAS DE BIOGÁS(IV)

- **Codigestión. Se utilizan grandes cantidades de residuos orgánicos de la agroindustria.**
- **Residuos orgánicos. Aportan valor energético y fertilizante (Quality management of digestate from biogas plants used as fertilizant. IEA 2012).**

1.TECNOLOGÍA BIOGÁS: SITUACIÓN ACTUAL



2.TECNOLOGÍA: NUEVAS TENDENCIAS



3.TECNOLOGÍA:DIGESTORES EXPERIMENTALES



4. TECNOLOGÍA: DIGESTORES EXPERIMENTALES

Analizador de gases manual.
 CH_4 , CO_2 , O_2 , H_2S



5. TECNOLOGÍA: DIGESTORES EXPERIMENTALES

ICP VARIAN- 715 ES



Analizador elemental

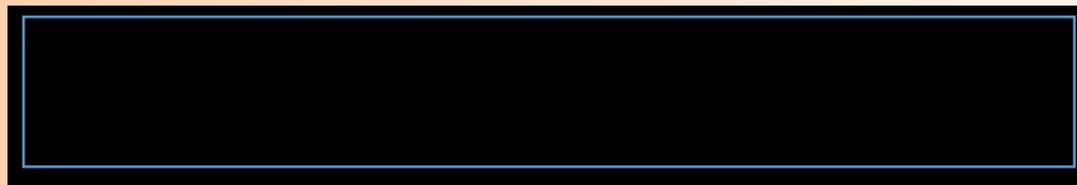


6. TECNOLOGÍA: DIGESTORES EXPERIMENTALES



CODIGESTIÓN DE PURÍN DE CERDO Y RESIDUOS DE CEBOLLA

- ✓ **Residuos de cebolla: Empresa VEGENAT.**
- ✓ **Purín de cerdo: Granja LOS BALDIOS ESPADA Y BONILLA.**



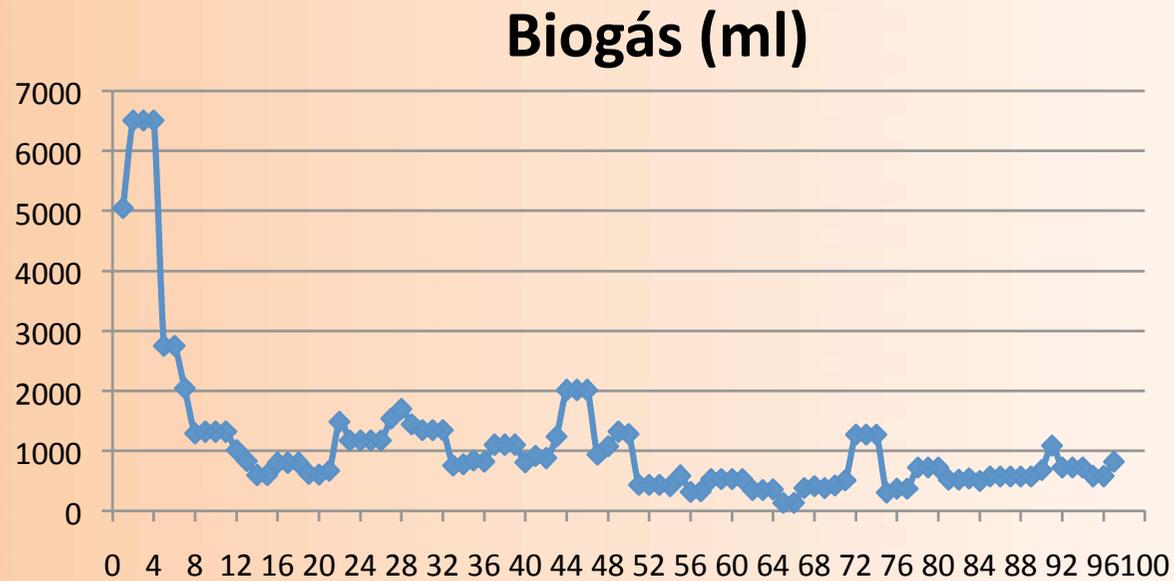
CODIGESTIÓN DE PURÍN DE CERDO Y RESIDUOS DE CEBOLLA

CARACTERIZACIÓN INICIAL:

PARÁMETROS	VALORES
DQO (mg O ₂ /L)	69.600
Sólidos Totales (%)	10,4
Sólidos Volátiles (%)	67,9
Potencial Redox (mV)	-362
pH	7,6
Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	244
Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	6600
C/N	15,1

CODIGESTIÓN DE PURÍN DE CERDO Y RESIDUOS DE CEBOLLA

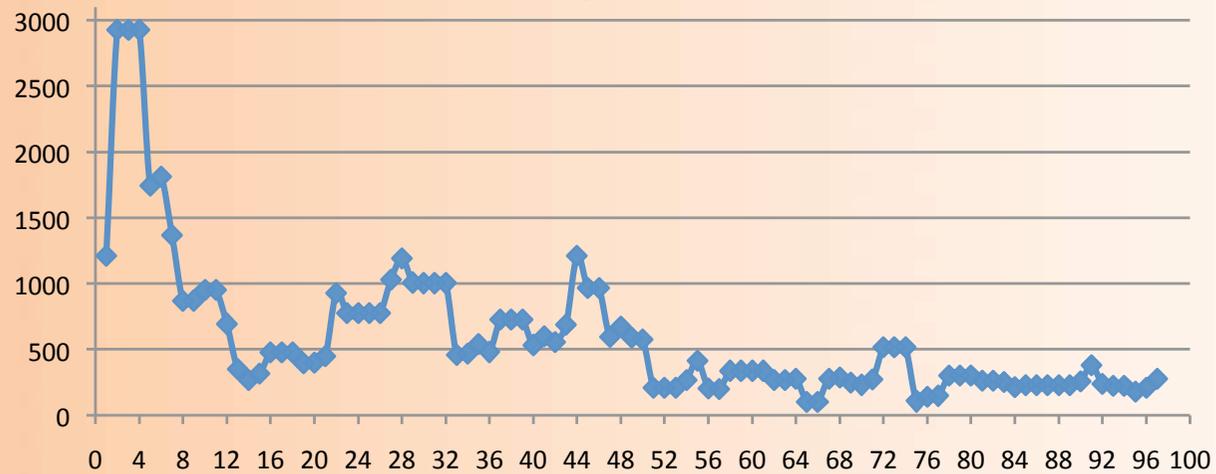
PRODUCCIÓN:



CODIGESTIÓN DE PURÍN DE CERDO Y RESIDUOS DE CEBOLLA

PRODUCCIÓN:

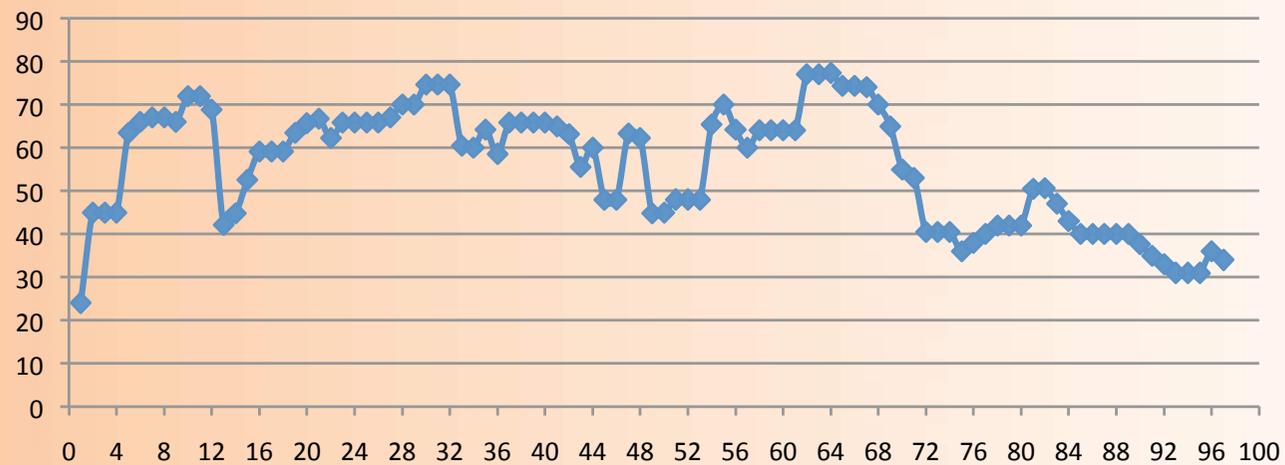
CH₄ (ml)



CODIGESTIÓN DE PURÍN DE CERDO Y RESIDUOS DE CEBOLLA

PRODUCCIÓN:

CH₄ (%)

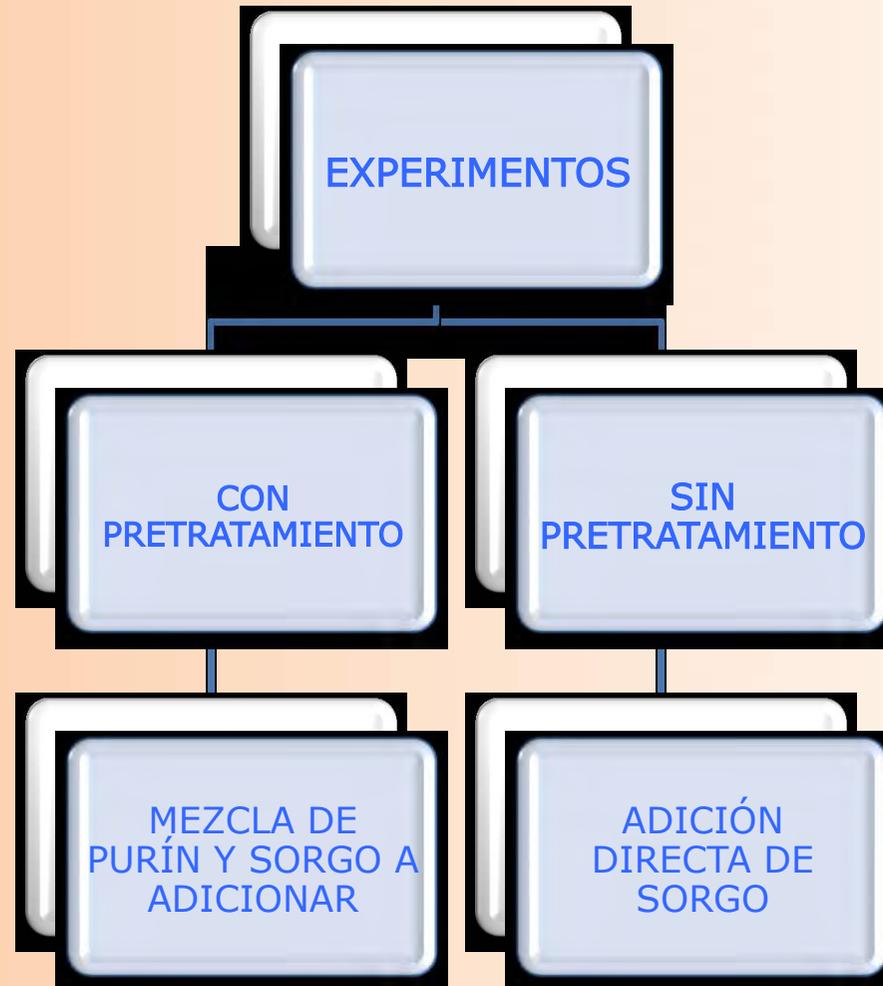


CODIGESTIÓN DE PURÍN DE CERDO Y RESIDUOS DE CEBOLLA

ANÁLISIS COMPARATIVO:

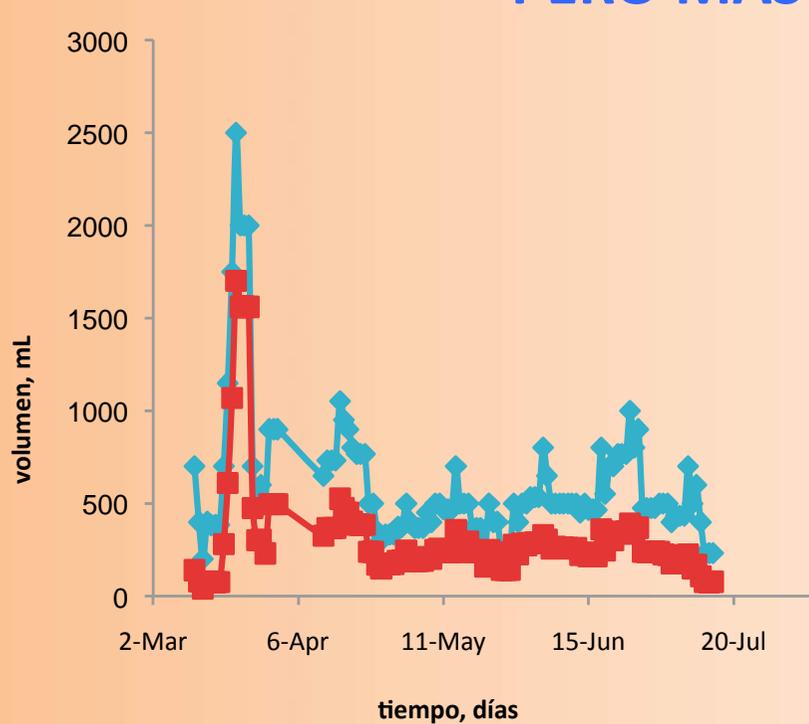
DIGESTIONES	Purín (90%) + Cebolla (10%)	Purín (100%)	DIFERENCIA
<i>Volumen Biogás (L)</i>	107	67	+ 37%
<i>Volumen Metano (L)</i>	58	45	+ 22%
<i>Tiempo (Días)</i>	97	95	-

EXPERIMENTOS DE DIGESTIÓN ANAEROBIA DE PURÍN DE CERDO Y SORGO EN RÉGIMEN SEMICONTINUO

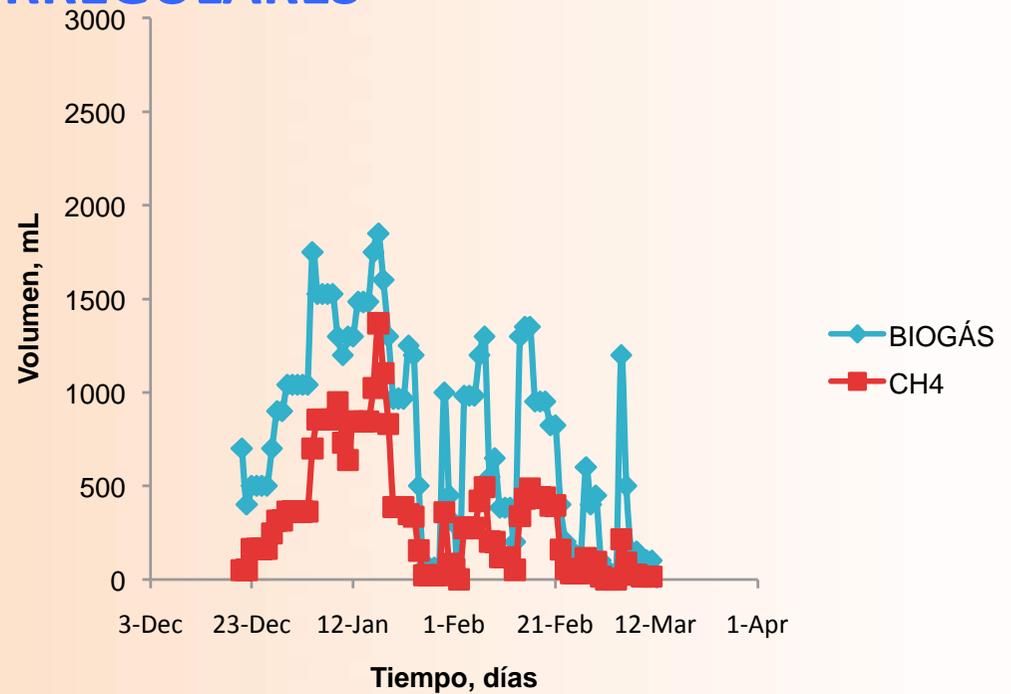


1. ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE BIOGÁS/METANO

PRODUCCIONES MAYORES SIN PRETRATAMIENTO PERO MÁS IRREGULARES



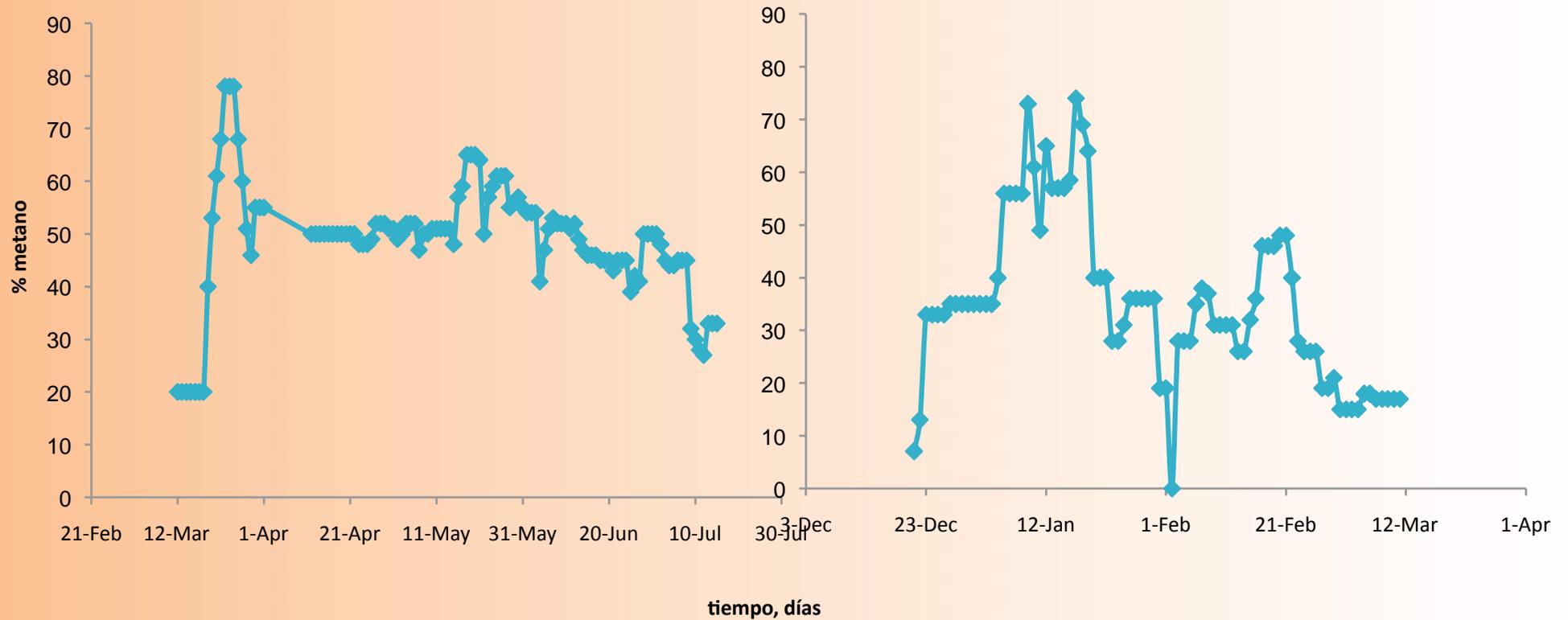
Experimento con pretratamiento



Experimento sin pretratamiento

2. ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METANO.

CONCENTRACIONES MAYORES DE METANO CON PRETRATAMIENTO



Experimento con pretratamiento

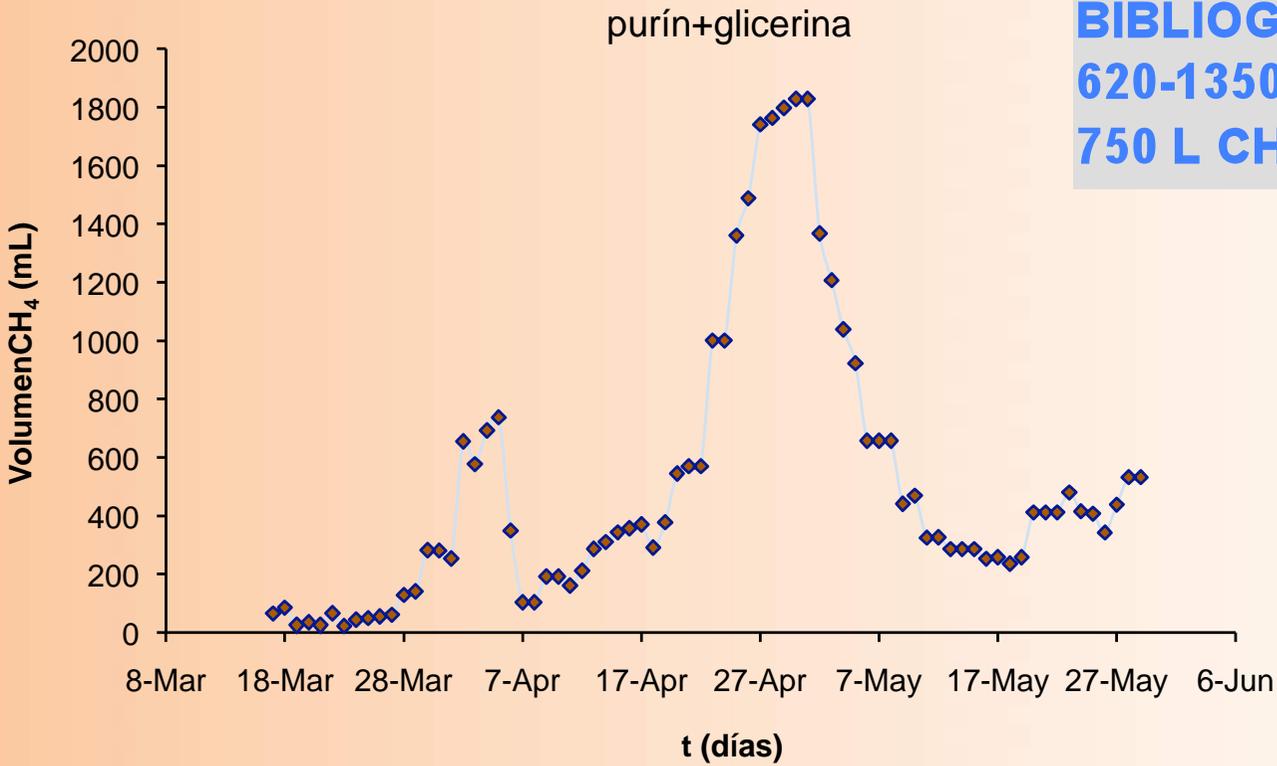
Experimento sin pretratamiento

3. COMPARACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE EXPERIMENTOS DE SORGO.

EXPERIMENTO	CON PRETRATAMIENTO	SIN PRETRATAMIENTO	
Producción (L CH ₄ /kg SVad)	104.7	283.4	
Cantidad adicionada de sorgo (g SV)	301.6	76	
Porcentaje de CH ₄ (%)	51,4	42.6	
	Cantidad adicionada , g SV	1	3
	Producción (LCH ₄ /kg SVad)	439 (51%)	71 (53%)
	Cantidad adicionada de sorgo (g SV)	33	90

**EXPERIMENTOS DE CO-DIGESTIÓN ANAEROBIA DE
PURÍN DE CERDO Y GLICERINA EN RÉGIMEN
DISCONTINUO**

1. ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE BIOGÁS/METANO



2. ANÁLISIS DE PARÁMETROS EN EL PROCESO TOTAL

En descenso

Constante

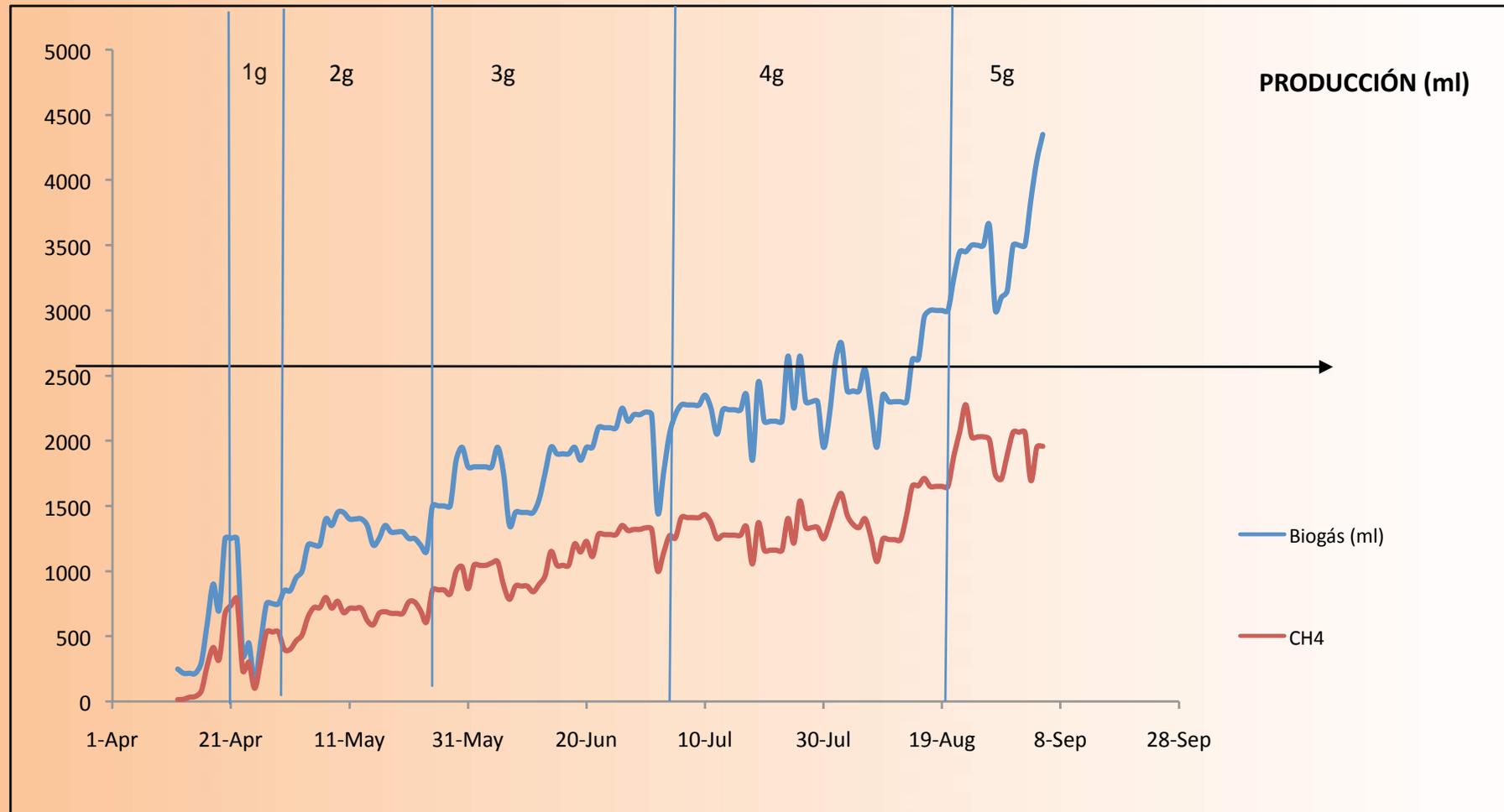
**Ausencia
de
inhibición**

**Adecuado
medio
tampón**

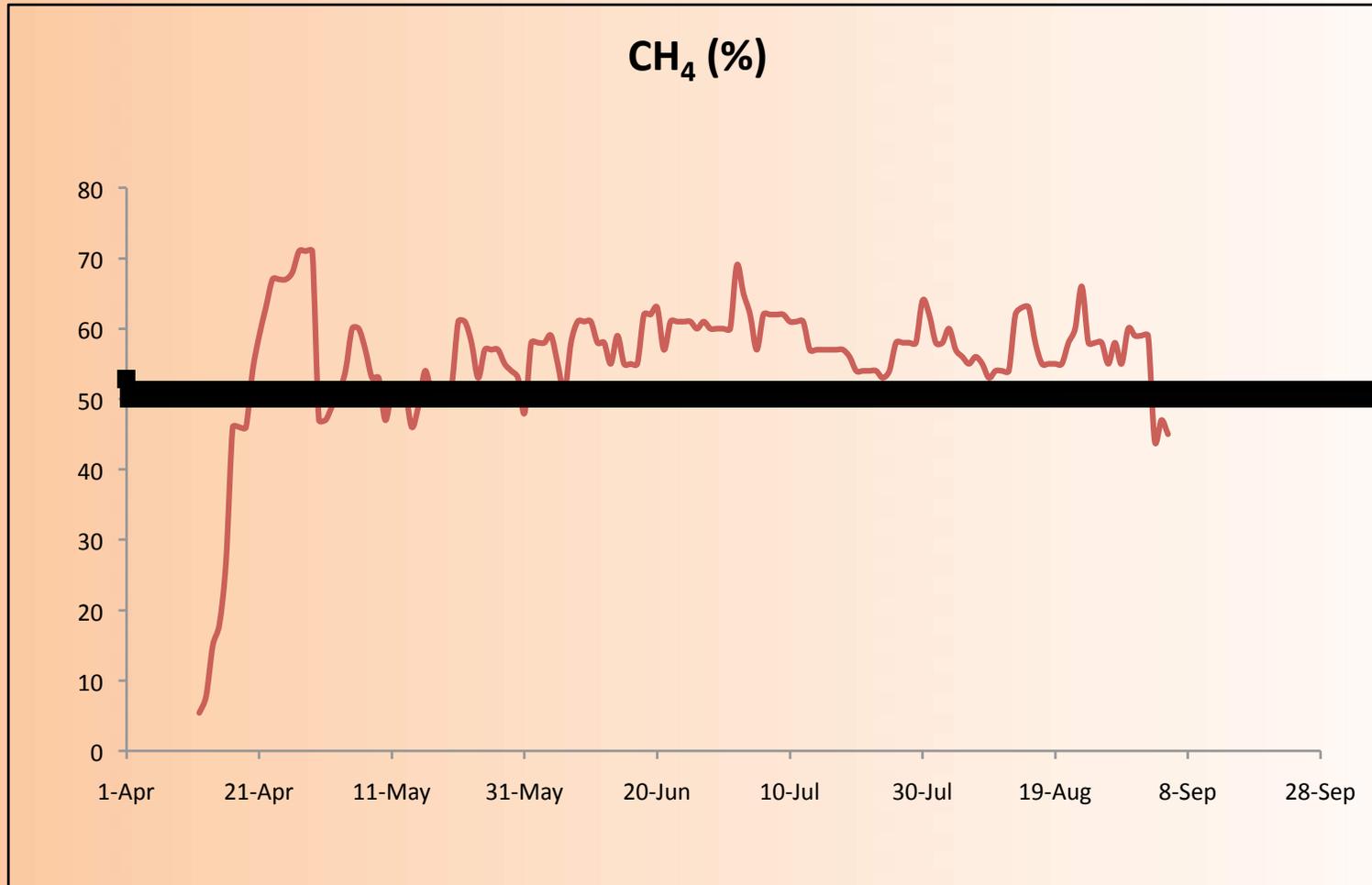


Parámetro	INICIO	FINAL
	<i>Mezcla</i>	<i>Mezcla</i>
	<i>Purín:Glicerina</i>	<i>Purín:Glicerina</i>
	<i>99:1</i>	<i>99:1</i>
pH	7,92	8,00
Potencial rédox (mV)	-286	-349
DQO _{total} (mg O ₂ /L)	53.440	39.000
DQO _{soluble} (mg O ₂ /L)	28.400	17.600
N-NH ⁴⁺ (mg/L)	286	251
Peso (g)	4.336	4.280
Sólidos Totales (%)	7,75	6,79
Sólidos Volátiles (%)	68,34	66,31
Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	22.850	18.000

SEMICONTINUO: ADICIÓN DE CHUMBERA



SEMICONTINUO: ADICIÓN DE CHUMBERA



GRANJA SAN RAMÓN: UN CASO PRÁCTICO

Planta de biogás

Grupo San Ramón



GRANJA SAN RAMÓN



PLANTA DE BIOGAS.

En el año 2004 se consulta con AINIA para resolver un problema medioambiental, asociado al estiércol, principal subproducto de las explotaciones ganaderas.

Convertir problemas en oportunidad: obtención de biogás como fuente de energía.

Mediante la codigestión anaeróbica del estiércol, junto con otros subproductos, se consigue valorizar el estiércol al obtener biogás y fertilizantes orgánicos y ecológicos.

GRANJA SAN RAMÓN



PLANTA DE BIOGAS

En el año 2005, se planteó el proyecto de las nuevas instalaciones en colaboración con AINIA, se decidió que albergaran la primera planta de biogás en España capaz de producir 500Kwh, a partir de codigestión de estiércol bovino y residuos agroindustriales.

GRANJA SAN RAMÓN



ACTUALIDAD

PRODUCCIÓN LECHERA :
13.000.000 DE Lts al año.

PRODUCCIÓN DE ESTIERCOL :
35.000T/año.

GRANJA SAN RAMÓN

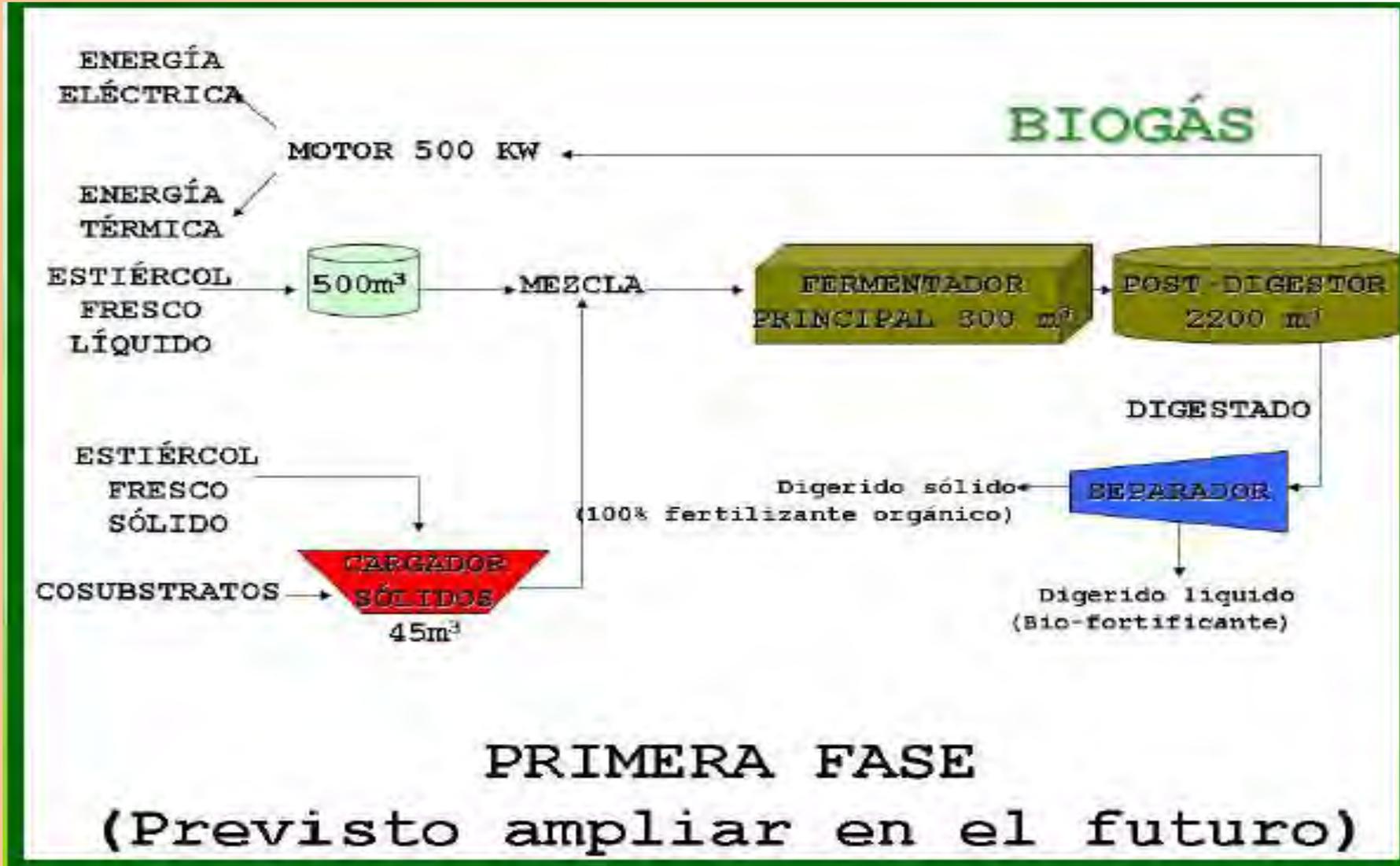
Animales en cubículos



Arrobaderas - Canal - Deposito de 500m³



GRANJA SAN RAMÓN



GRANJA SAN RAMÓN

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE BIOGÁS

- Generadora de 2.160.000 m³ de Biogás por año.
- Generadora de 4.000.000kWe /año (Energía renovable).
- Reduce las emisiones a la atmósfera de más de 2.800 t. de CO₂.
- La energía eléctrica que produce es equivalente a las necesidades eléctricas de 1000 viviendas (4 personas/vivienda) en 1 año.
- Reducen las emisiones de malos olores.
- La energía anual producida en San Ramón es equivalente a 850 t de petróleo.

CASO PRÁCTICO: GRANJA SAN RAMÓN

Digerido sólido



**Fertilizante 100% orgánico
y ecológico**

Digerido líquido



**Bio-fortificante 100%
orgánico**

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



www.agenex.org

Jerónimo González Cortés
Centro de Investigación La Orden Valdesequera

Unión Europea
FEDER

Invertimos en su futuro



© Agencia Extremeña de la Energía - www.agenex.org – Nombre de la presentación

6. Uso de Residuos para la Generación de Biogás

Ponente: D. Jesús Zamora Jiménez.

Entidad: Espaga Bioep. Gerente.

Jesús Zamora es Ingeniero Agrónomo por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad de Córdoba. Máster en Cálculo de Estructuras y Máster en Gestión de Calidad y Medio Ambiente. Su trayectoria profesional viene marcada por el paso en diferentes empresas como asesor, proyectista y director técnico en el ámbito agrícola, ganadero, agroindustrial y medio ambiente. En estos años y hasta la actualidad ha venido desempeñando las mismas labores en su empresa, ESPAGA, desde la cual lleva más de cuatro años inmersos en el mundo de las Bioenergías desde BIOEP.

Resumen de la ponencia

En la exposición se hizo una breve presentación del Uso de Residuos en la Generación de Biogás con los Beneficios que puede ocasionar a los sectores agrícola, ganadero y agroindustrial. Observando la aplicación de esta tecnología como una ventaja ambiental, sanitaria, económica y social.

I JORNADA SOBRE BIOGÁS: SOLUCIÓN AL RESIDUO AGROGANADERO Y AGROINDUSTRIAL



Análisis del Uso de Residuos para la Generación de Biogás

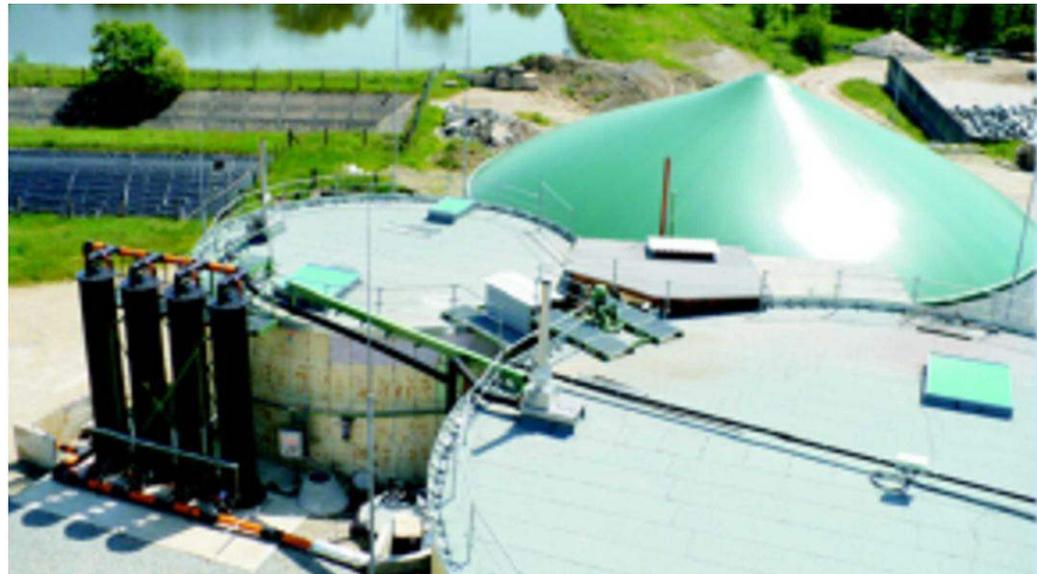


Jesús Zamora Jiménez
Gerente ESPAGA - BIOEP

Feria Internacional Ganadera de ZAFRA, 5 Octubre de 2012

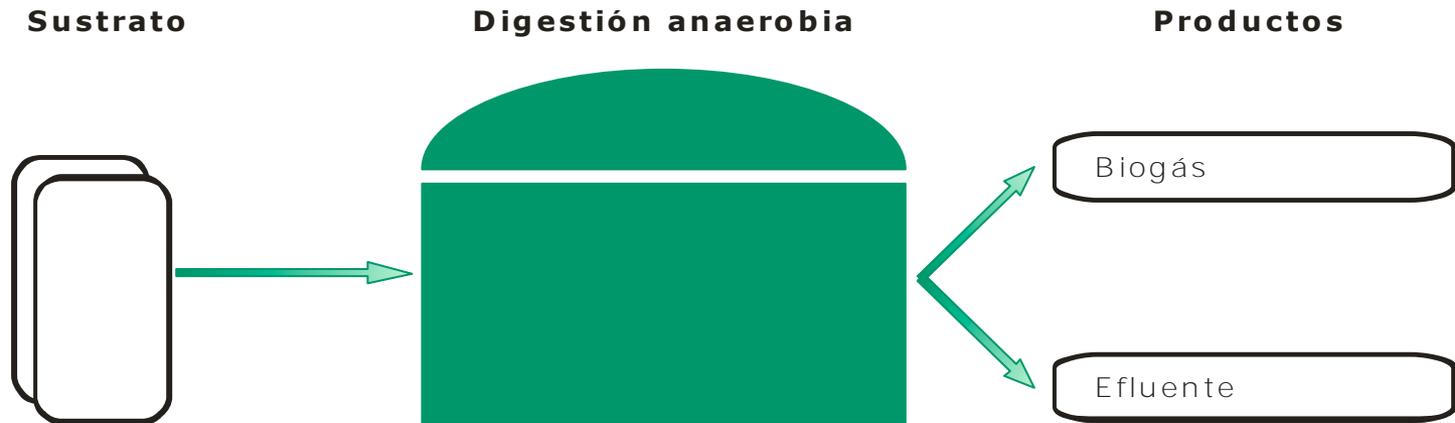
Proceso de valorización

- La Ley 10/1998 sobre residuos define la valorización como "todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente".
- La generación del **Biogás** se consigue mediante Digestión Anaerobia en un proceso de Valorización de residuos y subproductos orgánicos. En si mismo es un beneficio.



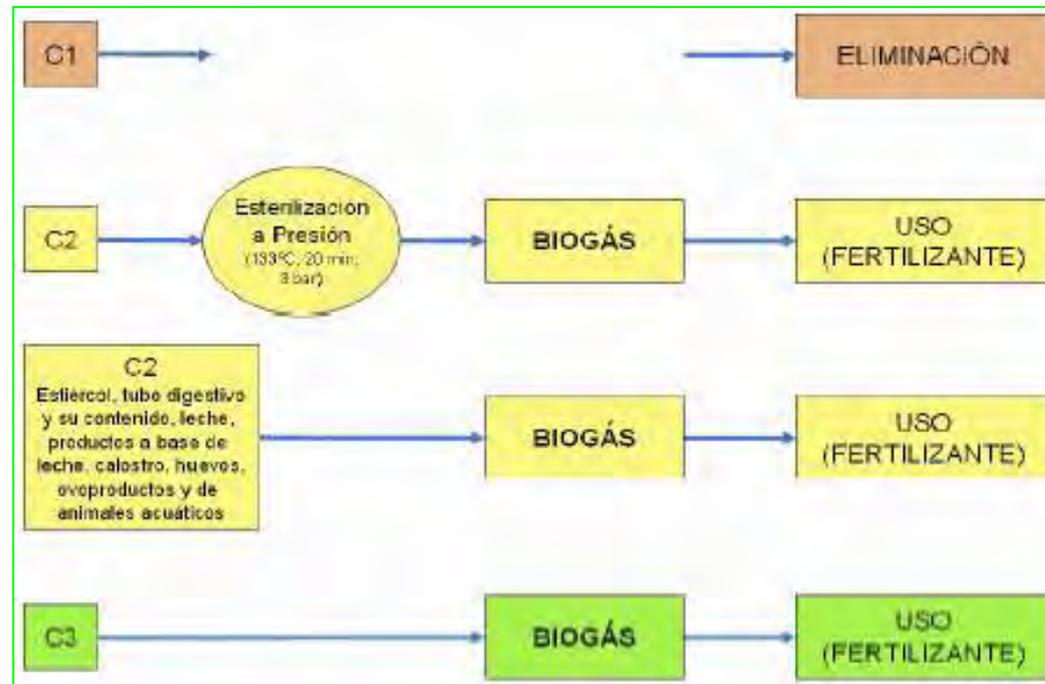
Proceso de valorización

- Se conoce como **Sustrato** al afluente que entra en el sistema de generación de Biogás.
- A la salida del proceso de digestión se obtiene: **Biogás** y un Efluente (**Digestato**).
- Como sustratos se pueden usar multitud de residuos o subproductos de origen agrícola, ganadero y agroindustrial.
- Esta tecnología permite el uso de co-sustratos, eso quiere decir que se pueden combinar diferentes sustratos simultáneamente en la digestión.



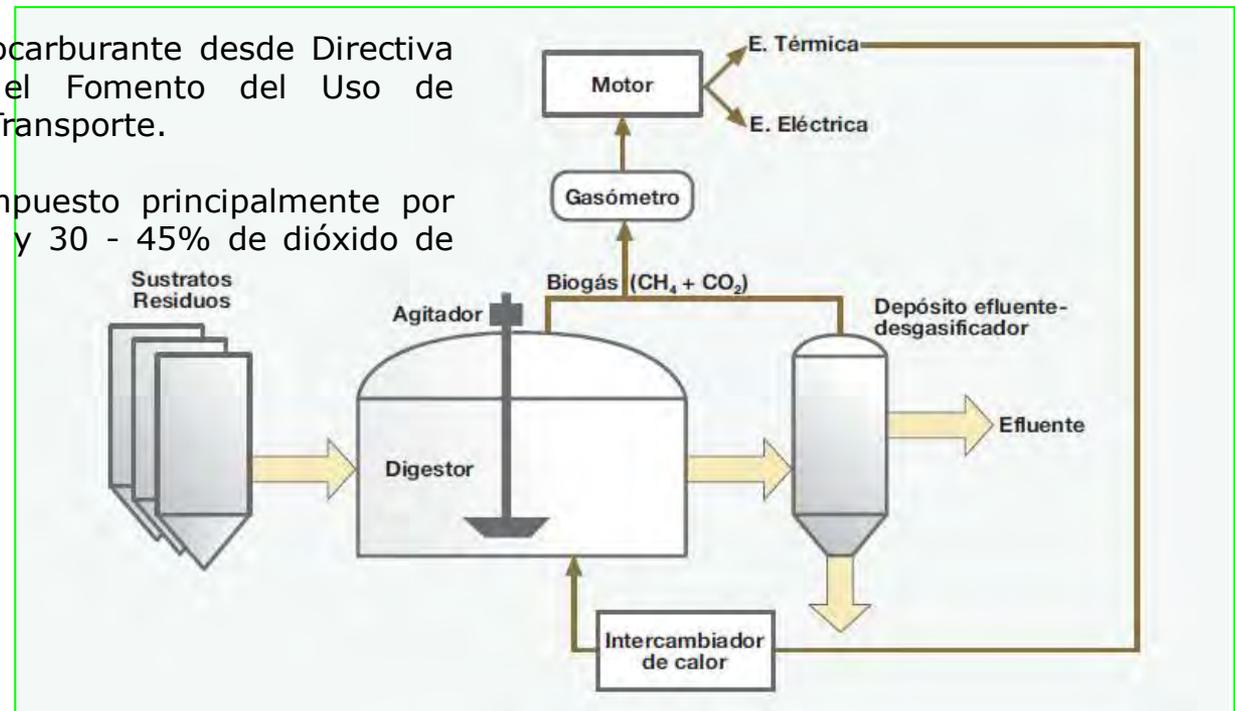
Proceso de valorización

- Sustratos de origen vegetal de interés: hierba, hoja de remolacha, paja, cultivos energéticos (con una elevada producción de biogás)... .
- Sustratos de origen animal de interés: estiércoles, purines, gallinaza... .
- Sustratos de origen de la industria alimentaría de interés: bagazo de la industria cervecera, deshechos hortícolas, subproductos de origen animal no destinados al consumo humano (SANDACH)



Biogás

- El Biogás se considera una fuente de energía renovable desde Directiva 2001/77/CE, sobre promoción de electricidad generada a partir de fuentes renovables.
- El Biogás es un biocarburante desde Directiva 2003/30/CE, sobre el Fomento del Uso de Biocarburantes en el Transporte.
- El Biogás está compuesto principalmente por 55 - 70% de metano y 30 - 45% de dióxido de carbono.



¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- Efecto Invernadero. Fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de la atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que emite el suelo.
- Protocolo de Kyoto (Europa 2002). Reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), siendo los más importantes: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hexafluoro de azufre, hidrofluorocarburos y perfluorocarburos.



¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- La reducción de Gases de Efecto Invernadero se mide en toneladas de CO₂ equivalente, y se traducen en Certificados de Emisiones Reducidas (CER).

Equivalencias de CO₂

Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	21
Oxido nitroso (N ₂ O)	310
Hexafluoruro de azufre (HS ₆)	23.600
Perfluorocarburos (PFC)	9.200
Hidrofluorocarbonados (HFC)	140 – 11.700

- Por 1Tn de CH₄ no emitida se emite 21 CER.
- Las fermentaciones incontroladas de residuos o subproductos genera emisiones de GEI sin control, entre ellos: N₂O, CO₂ y CH₄. Pasando estos residuos o subproductos por Digestión Anaerobia se consigue un control y reducción de estas emisiones.

¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- Emisiones de CO₂eq (Gg):



	1990	1995	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Agricultura	40.330,18	39.877,02	45.980,07	48.323,12	47.191,80	44.878,13	45.817,68	46.425,65
Suelos Agrícolas	11.779,63	12.043,91	13.797,02	14.005,24	13.696,07	13.485,88	13.331,53	13.559,54
Fermentación Entérica	8.695,38	9.781,38	11.467,85	11.588,63	11.983,76	11.871,24	12.356,46	12.438,81
Gestión Estiércol	19.089,69	17.403,76	20.067,50	21.884,72	20.757,85	18.890,99	19.437,03	19.734,65
Quema de Residuos + Cultivo Arroz	765,48	647,98	647,70	844,53	754,12	630,02	692,66	692,66
Residuos	7.637,31	9.828,64	13.237,03	13.174,38	12.948,35	13.160,16	13.556,93	13.977,90
Depósito en vertederos	4.976,12	6.895,78	9.507,22	9.371,01	9.059,55	9.226,21	9.506,10	9.761,07
Tratamiento de aguas residuales	2.312,54	2.491,99	3.105,69	3.168,78	3.268,64	3.330,63	3.397,20	3.541,60
Incineración de residuos	94,77	35,80	22,90	18,19	9,43	9,31	9,57	10,05
Otros	253,88	405,08	601,22	616,40	610,74	594,02	644,06	665,18

Fuente: Inventario Nacional de Emisiones, MARM, 2009.

¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- En la combustión del Biogás los gases emitidos principalmente son CO_2 y H_2O (vapor).
- La combustión de Biogás libera una cantidad de CO_2 igual a la empleada por los vegetales en producir biomasa o la consumida por los animales en su alimentación.
- NGV global ha realizado un estudio en UK sobre la eficiencia del uso de Biogás en la reducción de la Huella del Carbono.
- El Biogás como combustible en vehículos supone un ahorro en emisiones de 97 kg CO_2eq .
- El Biogás usado en el lugar supone un ahorro en emisiones de 87 kg CO_2eq .
- El Biogás bombeado directamente a una red de gas supone un ahorro en emisiones de 85 kg CO_2eq .
- El Biogás usado para generar electricidad supone un ahorro en emisiones de 62 kg CO_2eq .



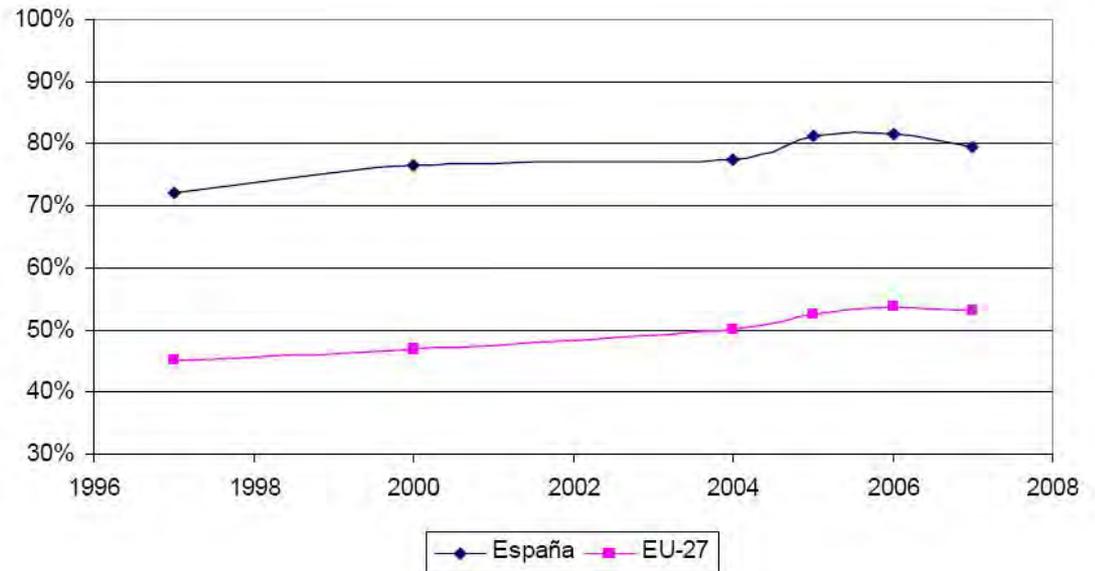
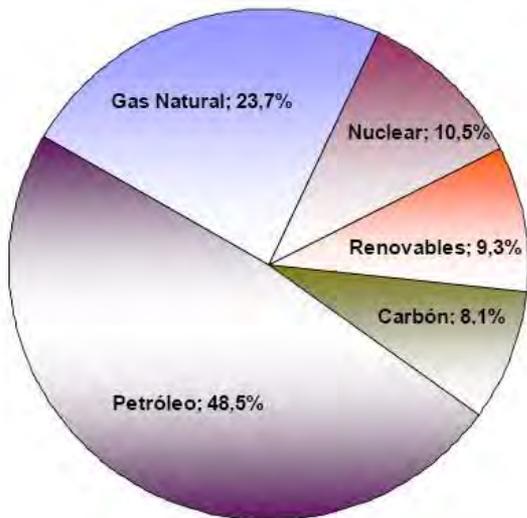
¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- Al retirarse los residuos y subproductos con mayor frecuencia se reducen los patógenos en el ambiente, siendo este más saludable para el ganado y el personal laboral.
- En estudios en explotaciones porcinas en intensivo se ha comprobado que la mortandad en los individuos se ve reducido en un alto porcentaje.
- Se reducen los malos olores.



¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- La situación energética en España se caracteriza por una fuerte dependencia del exterior, mayor que la media de la Unión Europea, situándose por encima del 80%.
- La demanda energética en España por fuentes de energía primaria muestra la dependencia de los combustibles fósiles.



- Hidráulica 1,7%
- Eólica 2,4%
- Biomasa 3,3%
- Otras renovables (*) 1,8%

* Otras renovables: biogás, biocarburantes, incineración de residuos, geotérmica y solar

¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- Real Decreto 949/2009, de 5 de junio, por el que se establecen las bases reguladoras para la concesión de las subvenciones estatales para fomentar la aplicación de los procesos técnicos del Plan de Biodigestión de Purines.

- En digestores rurales la ayuda es de 95 – 115 €/m³
- En digestores industriales con 100% purines hasta 40%, igual en co-digestión hasta el 80% de purines
- En digestores industriales con co-digestión por encima del 20% se reduce un 5% de la ayuda cada incremento de 10% de cosustrato

- Plan de Energías Renovables. El Gobierno lo ha suspendido de forma temporal.

- La potencia instalada de Biogás para generar energía eléctrica en España en el 2010 fue de 177Mw.

- La contribución directa al PIB en el 2009 fue de 49,6 Mill€.

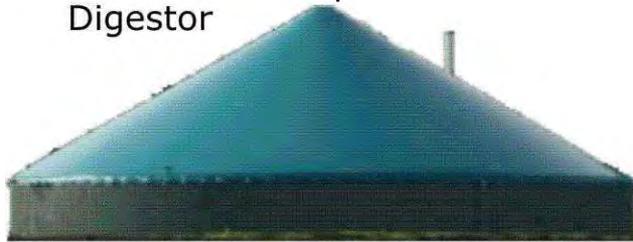
- Se genera una Bolsa de CO₂ no emitido. La transacción de los Bonos de Carbono se permite en el mercado de carbono a países industrializados, de acuerdo a la nomenclatura del protocolo de Kyoto. Aproximadamente 8€/CER .

Growth of Carbon Funds and Facilities at the World Bank



¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- El Beneficio de la Digestión Anaerobia viene de los productos generados: energía y efluente (digestión).
- Las características del Biogás le confieren una cualidad idónea para ser un combustible: Digestor



Biogás

Condensación



Antorcha de emergencia

Depuración
(H₂S, siloxanos,
...)

Composición: 55-70% CH₄ y 30-45% CO₂

Contenido energético	6,0-6,5 Kw·h/m ³
Equivalente de combustible	0,60-0,65 l petróleo/m ³ biogás
Temperatura ignición	650-750°C
Presión crítica	74-88 atm
Temperatura crítica	-82,5°C
Densidad normal	1,2 Kg/m ³

Red Eléctrica



Energía eléctrica

Motogenerador



¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- Energía equivalente del Biogás y otras fuentes:

Valores	Biogás*	Gas Natural	Gas Propano	Gas Metano	Hidrog.
Valor Calorífico (Kwh/ m ³)	7.0	10	26	10	3
Densidad (t/m ³)	1.08	0.7	2.01	0.72	0.09
Densidad con respecto al aire	0.81	0.54	1.51	0.55	0.07
Limite de explosión (% de gas en el aire)	6-12	5-15	2-10	5-15	4-80
Temperatura de encendido	687	650	470	650	585
Máxima velocidad de encendido en el aire (m/s)	0.31	0.39	0.42	0.47	0.43
Requerimiento teórico de aire (m ³ /m ³)	6.6	9.5	23.9	9.5	2.4

* Composición promedio del biogás: CH₄ (65%) – CO₂ (35%)

- Las principales aplicaciones del Biogás son: fuente de energía térmica, de energía eléctrica y como biocombustible de automoción.

¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- El Biogás como fuente de energía: gas inyectado a una **red de gas**.
- Se distribuye y se usa al igual que el gas natural.

Digestor



Biogás

Filtrado
Mecánico

Depuración
(H₂S y NH₃)

Concentración
Eliminación CO₂

Compresión

Red de gas



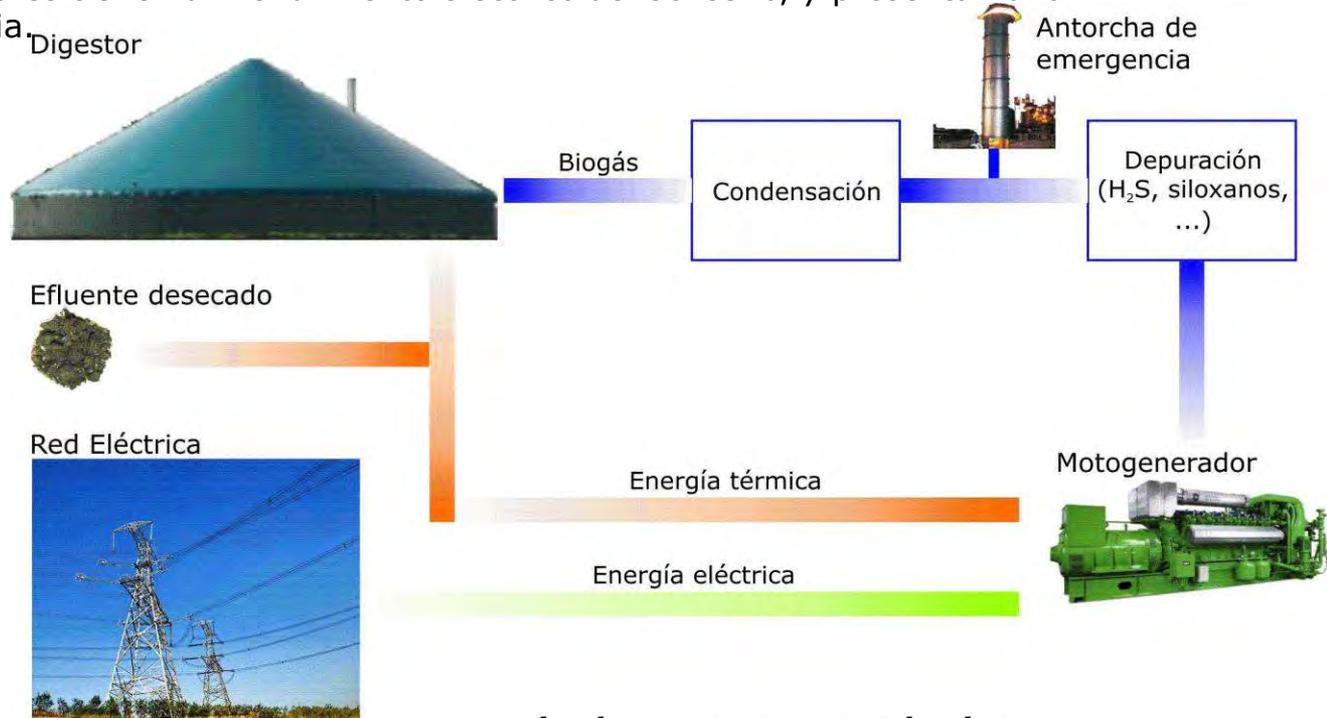
- Se necesita una depuración muy estricta y eliminación del dióxido de carbono.

¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- El Biogás como fuente de energía: electricidad obtenida con **motogeneradores**.
- Los motogeneradores tienen un rendimiento eléctrico del 33-39%, y presentan una gran gama de potencia.

• Los motogeneradores presentan la ventaja de poder realizar cogeneración utilizando el calor de los gases de escape (500°C) y del agua refrigerante (90°C).

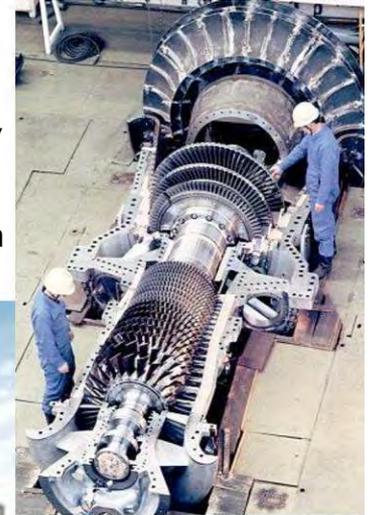
• Una planta de este tipo trabaja entre 7.000 y 8.000 horas/año.



La cogeneración es la producción combinada de energía térmica (calor y/o frío) útil, con valor económico justificable, y energía eléctrica o mecánica

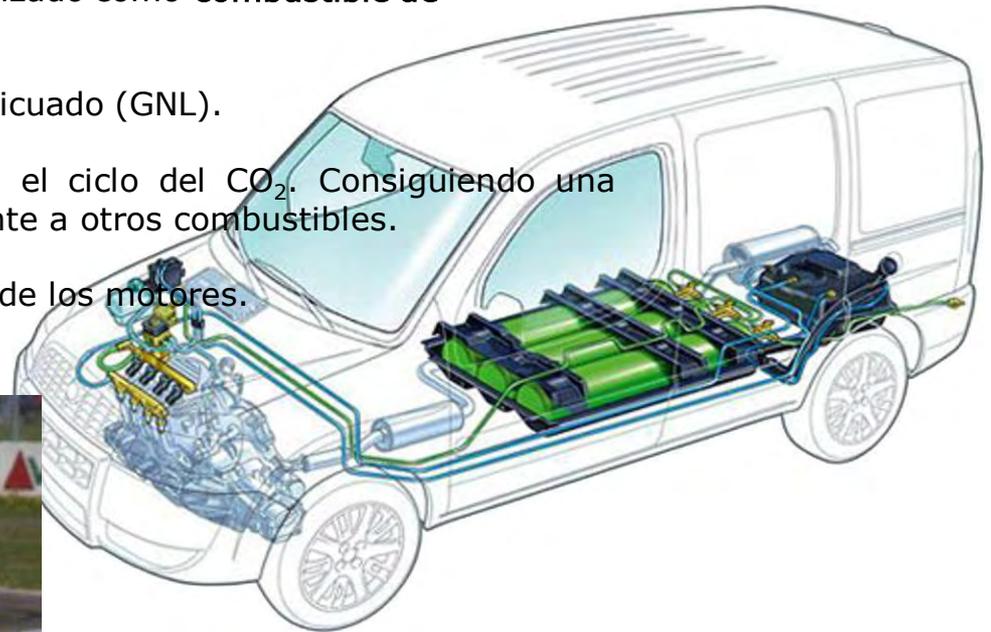
¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- El Biogás como fuente de energía: electricidad obtenida con **turbinas**.
- Las turbinas presentan un rendimiento inferior a los motogeneradores, aproximadamente del 25%.
- Para generar energía eléctrica se usan microturbinas de 30-100Kw, poca potencia por lo que se necesita de un mayor número.



¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- El Biogás como biocombustible: utilizado como **combustible de automoción**.
- Se puede usar comprimido (GNC) o licuado (GNL).
- Este uso del Biogás no incrementa el ciclo del CO₂. Consiguiendo una disminución en emisiones de gases frente a otros combustibles.
- Provoca una disminución en el ruido de los motores.



¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- El **Digestato** es otro producto de la Digestión Anaerobia. Es un material estable libre de patógenos y tiene una reducción importante en DQO.
- Los digestatos varían en su composición en función de los sustratos afluentes, pero suelen ser ricos en nutrientes (N-K-P) y materia orgánica.
- Se puede usar como: biofertilizante, acondicionador del suelo, fuente de nutrientes para placton.
- Digestatos como el de los purines con un alto contenido líquido (90-95%) suelen tener una concentración alta de nitrógeno, pero se puede recuperar mediante técnica como: precipitación química, absorción (stripping), filtración y concentración con membrana, y con el uso de cultivos acuáticos.
- Los digestatos pueden sufrir procesos de desecación, peletizado o plicado. Todos estos procesos favorecen la manipulación y el posterior uso. Incluso pudiendo dar uso de ellos en calderas de biomasa industriales.



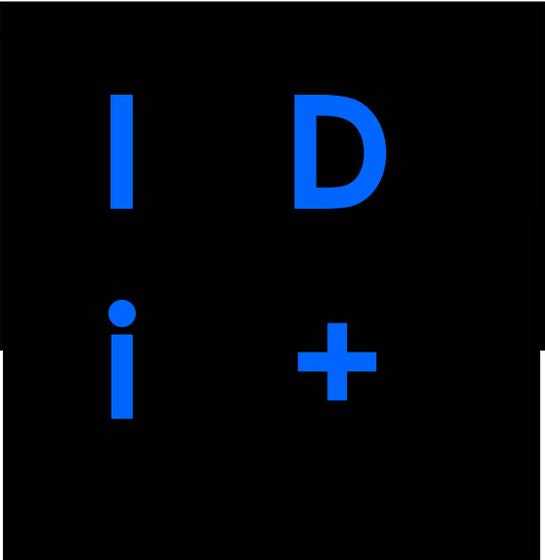
¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- Genera puestos de trabajo. Personal cualificado.
- El tipo de empleo generado: en torno al 80% de contratos indefinidos; sobre el 55% son personal con Titulación Media o Superior.
- Parte de la tecnología está por desarrollar. Para ello existen centros, instituciones y universidades que desarrollan parte del trabajo.

	Empleo directo	Empleo indirecto	Empleo total
Eólico	30.651	24.521	55.172
Solar Fotovoltaico	19.552	8.798	28.350
Solar Térmico	6.757	3.041	9.798
Actividades comunes a todos los subsectores	4.263	2.718	6.981
Biomasa	3.191	2.808	5.999
Incineración de Residuos	1.415	637	2.052
Hidráulica & Mini Hidráulica	1.078	485	1.563
Biocarburantes	964	988	1.952
Biogás	664	681	1.345
Solar Termoeléctrico	511	307	818
Geotermia	415	162	577
Otros	268	171	439
Aerotermia (Bomba de calor)	184	83	267
Mini Eólico	165	132	297
Mareomotriz	74	38	112
TOTAL	70.152	45.570	115.722

¿Qué beneficios ocasiona el Biogás?

- Tecnología en proceso de I+D+i. Hasta hoy se ha llegado a los digestores de 3ª y se pueden desarrollar más. Investigaciones en aprovechamiento de lignocelulosas y nuevas materias orgánicas, inoculación de microorganismos, El trabajo de investigación y desarrollo genera riqueza
- Genera un Desarrollo Sostenible (*Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades*).
Mantenimiento de estructura social, desarrollo rural, gestión de residuos, generación de energía renovable,

A black square containing the letters "I", "D", "i", and "+" in blue, arranged in a 2x2 grid to represent "I+D+i".

I D
i +

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Jesús Zamora Jiménez
Gerente ESPAGA – BIOEP
jesus.zamora@espaga.es
Tel. 924 552 679 / 697 831 194



www.agenex.org

7. Ejemplo de Planta de Biogás en Funcionamiento.

Ponente: D. Alejandro Marí Hewitt. .

Entidad: MWM Energy España S.A.

Alejandro Marí es Ingeniero Mecánico por la Universidad de Brighton (Reino Unido). Trayectoria profesional en distintas empresas Multinacionales del sector industrial. Desde principios de 2010 Responsable Comercial para la Zona Sur de MWM Energy España.

Resumen de la ponencia

Se trató una breve presentación de la empresa a nivel mundial y MWM Energy España, que sectores abarcamos y el rango de potencias (eléctricas) en las que se mueven los grupos motogeneradores que fabricamos. Como caso práctico se estudió el caso de La Vall d'Uixó (Castellón) donde se instaló un grupo motogenerador de 500 kWe contenerizado de acuerdo a los datos que nos pasó el cliente referentes a caudales y composición de biogás. También se expuso de forma resumida la importancia del pre-tratamiento del biogás para eliminar los posibles componentes nocivos que pueden dañar el motor.

I JORNADA SOBRE BIOGÁS: SOLUCIÓN AL RESIDUO AGROGANADERO Y AGROINDUSTRIAL



APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS EN MOTORES DE COGENERACIÓN



Alejandro Marí Howitt
Responsable Comercial Zona Sur – MWM Energy España

Feria Internacional Ganadera de ZAFRA, 5 Octubre de 2012

Contenidos

- **Historia**
- **Perfil de la Empresa**
- **Grupo MWM a nivel Mundial**
- **MWM Energy España**
- **Gama de productos**
- **Aprovechamiento del biogás**
- **Caso práctico**

Historia

MWM puede mirar atrás 140 años.

1871: Carl Benz funda su taller mecánico en Mannheim. Nace MWM (**M**otoren **W**erke **M**annheim)

1922: La empresa se separa. Nace "Motoren-Werke Mannheim AG", anteriormente Benz.

1985: Klöckner-Humboldt-Deutz AG adquiere MWM.

2005: Deutz AG crea DEUTZ Power Systems, la división de grandes motores de generación de energía descentralizada.

2007: El mayor fondo de inversión privado de Europa (3i) adquiere Deutz Power Systems a finales de 2007.

2008: La compañía Deutz Power Systems vuelve a denominarse MWM.

2011: MWM forma parte del Grupo Caterpillar Inc.



DEUTZ POWER SYSTEMS

MWM
Energy. Efficiency. Environment.



MWM
Energy. Efficiency. Environment.
A Caterpillar Company

Perfil de la Empresa

Desarrollo de un fabricante de motogeneradores a un proveedor de soluciones.



Engine/Genset



Container



Turnkey



Service

Perfil de la Empresa

Segmentos de Mercado



Biogás

Plantas de cogeneración con gas de vertedero, depuradoras y tratamiento de residuos por biometanización



Cogeneración

Importante segmento de mercado para MWM donde ofrecemos plantas de Co- y Trigeneración para Gas Natural.

Gases Especiales

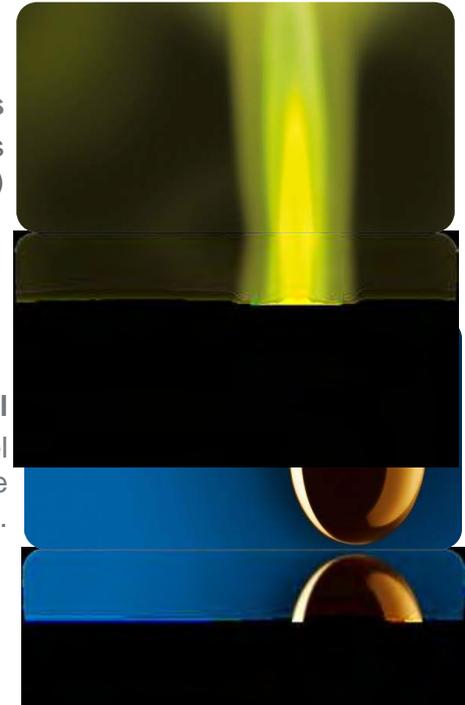
Este sector comprende aplicaciones especiales (minas, cokes, syngas etc)

Invernaderos

Instalación de aplicaciones CHP para invernaderos.

Diésel

Los equipos de generación con diésel representan un importante complemento al portafolio.



Grupo MWM a nivel mundial

Figuras, Datos, Hechos

- Aprox. 1,300 empleados a nivel mundial
- Motores MWM en más de 60 países están operativos en estos momentos.
- Output instalado en 2010/11:
aprox. 839,5 MW_{el}



MWM Energy España

- **Oficinas Centrales**

Situada en Tres Cantos (Madrid)

Departamentos:

- **Comercial.**
- **Oficina Técnica e Ingeniería.**
- **Marketing.**
- **Service.**
- **Administración.**
- **Servicio de Post-Venta**



AGENEX Octubre 2012

- **Service Centre MWM**

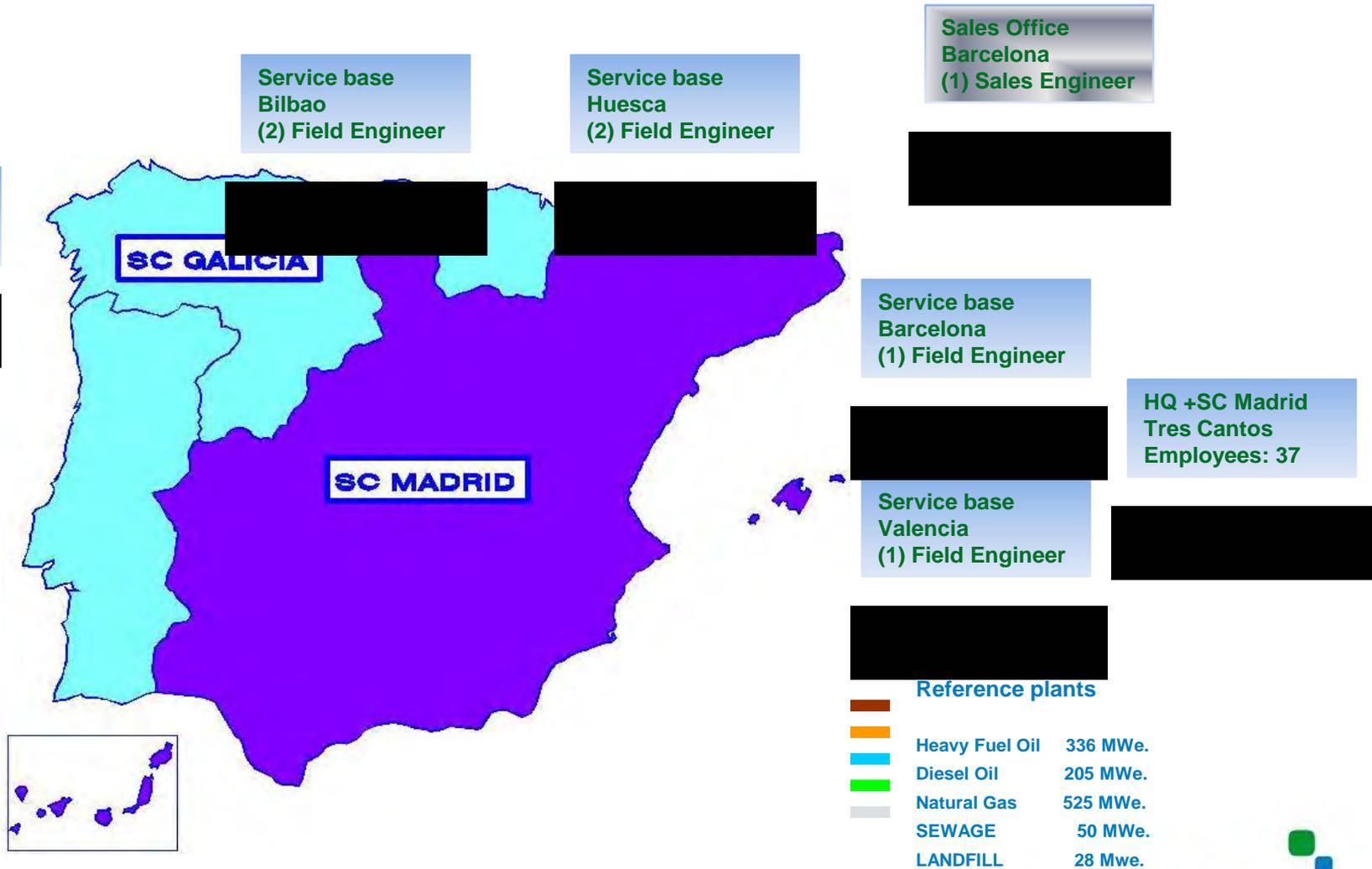
Localizado en Vigo

Exchange Centre:

- **Reacondicionamiento de piezas.**
- **Overhaul.**
- **Almacén.**



Distribución Post-Venta



¿Qué Podemos Ofrecer?

Una Solución a Medida del Cliente.

Suministro de grupos motogeneradores:

- Transporte hasta emplazamiento
- Puesta en marcha de los equipos
- Cursillo de formación



Suministro de grupo motogeneradores + equipos auxiliares (intercambiadores, Silenciosos, etc.)

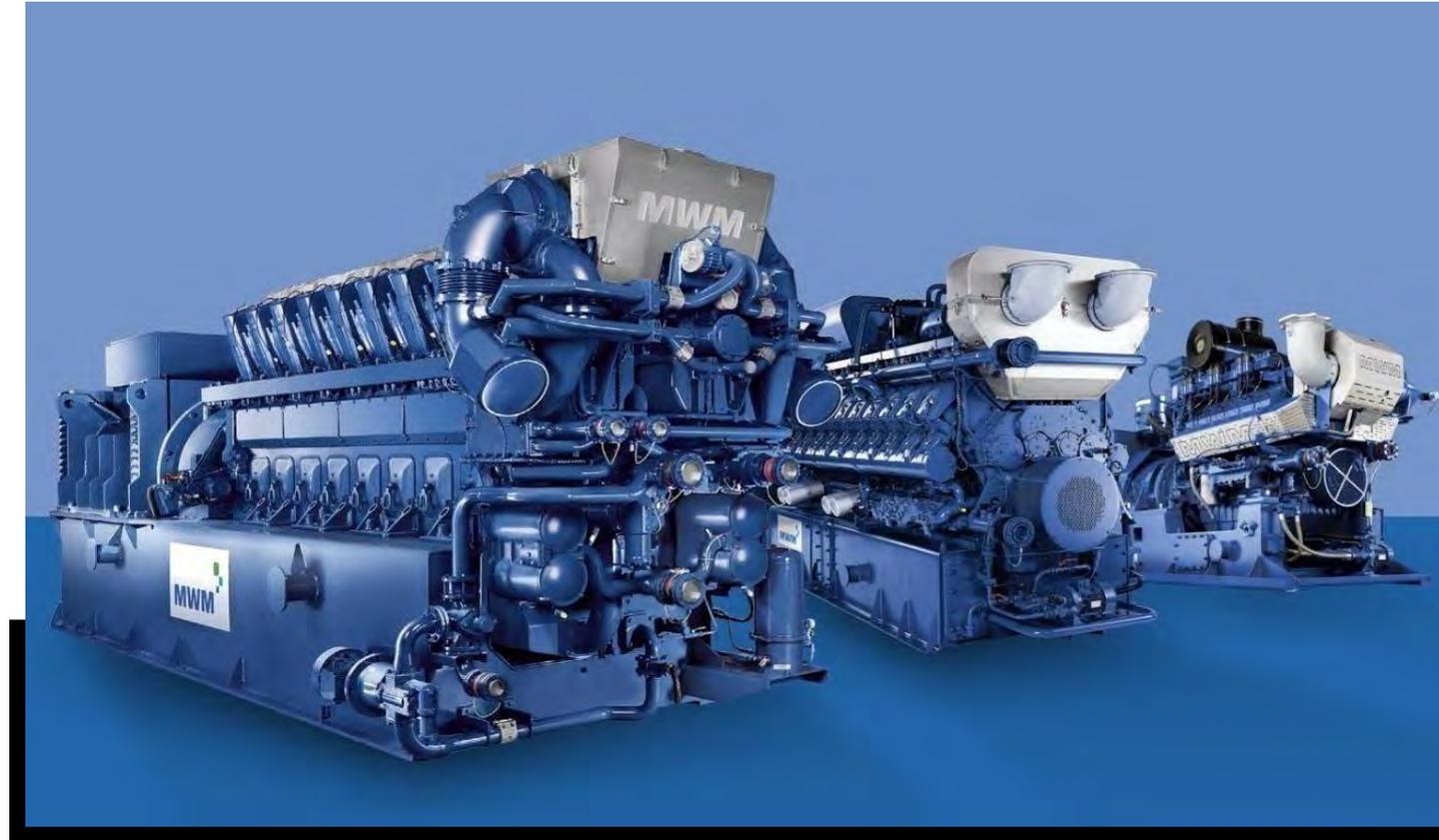


Suministro “llave en mano”:

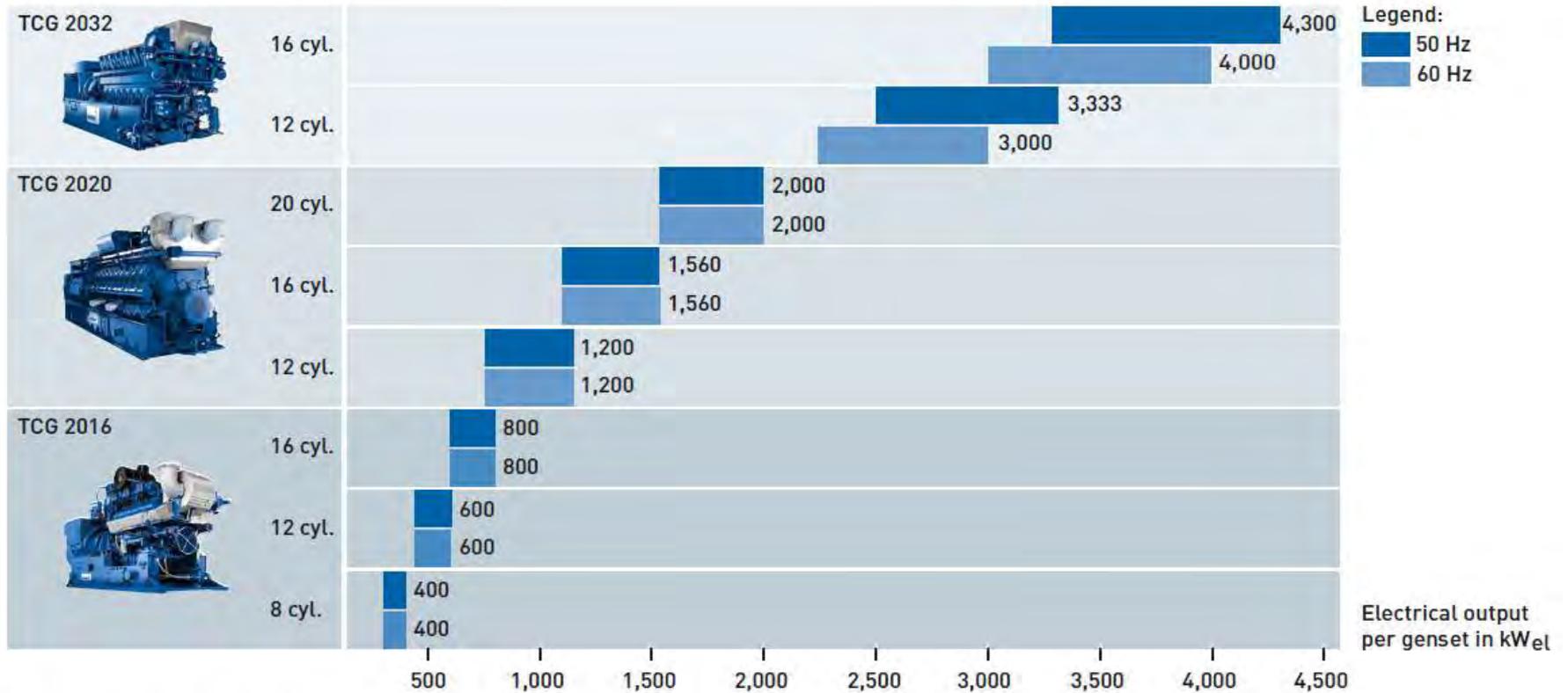
- Consultoría, Ingeniería y Diseño
- Entrega y montaje de la planta de generación.



Gama de Productos



Gama de Productos



With our gensets we can cover a power range from 300 kW_{el} to more than 100 MW_{el} for decentralized power production.

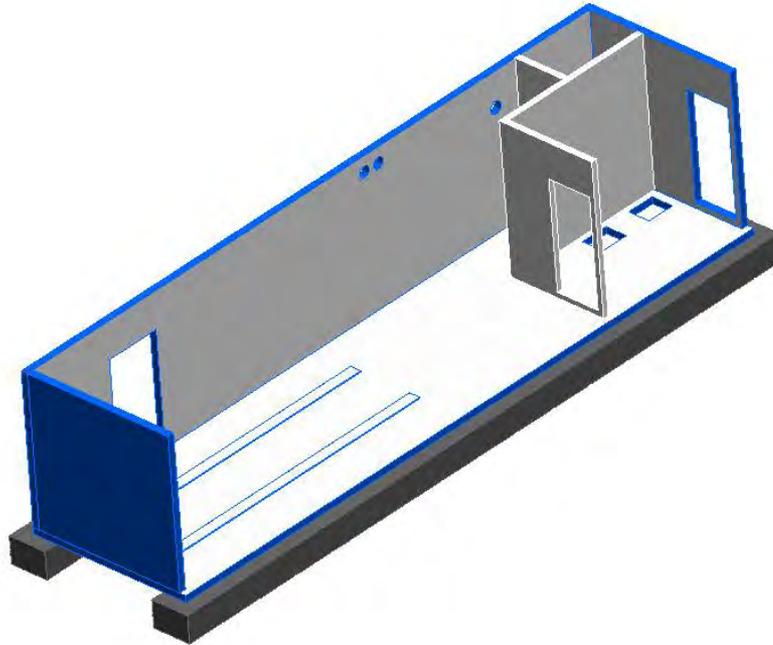
Gama de Productos - Contenedores

Solución Integrada “Plug & Play”

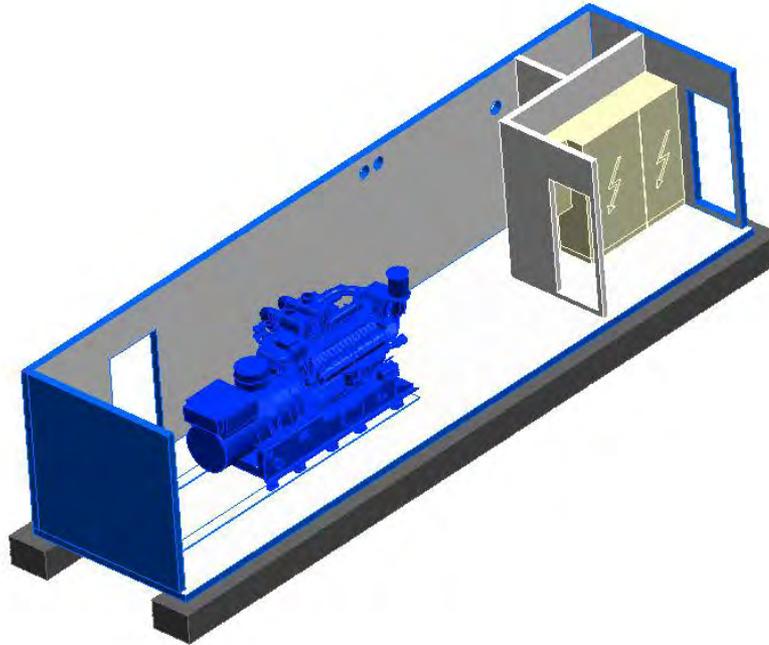
- Reduce considerablemente los periodos relacionados con el planning, construcción, obra civil, etc.
- Posibilidad de llevarse el contenedor a otro emplazamiento.
- Para potencias de 400 kWe hasta 2 MWe.



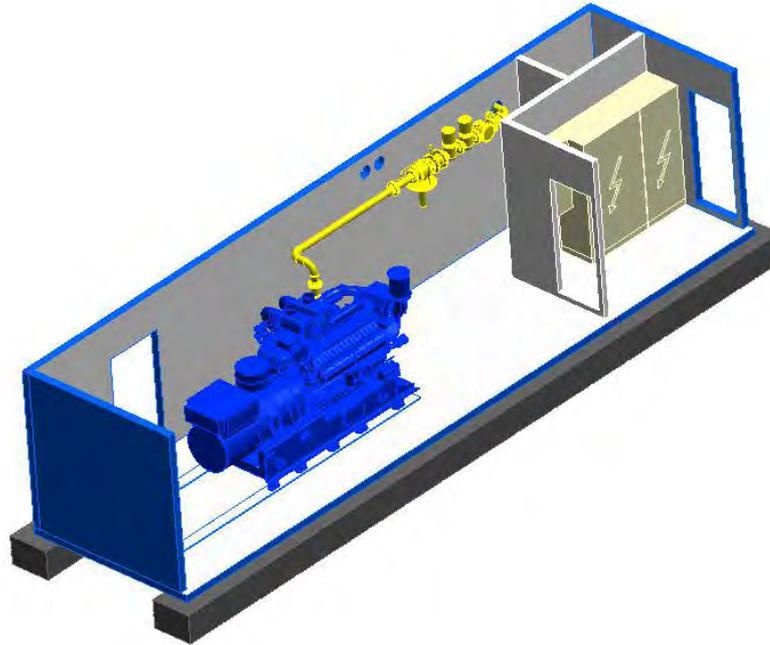
Gama de Productos - Contenedores



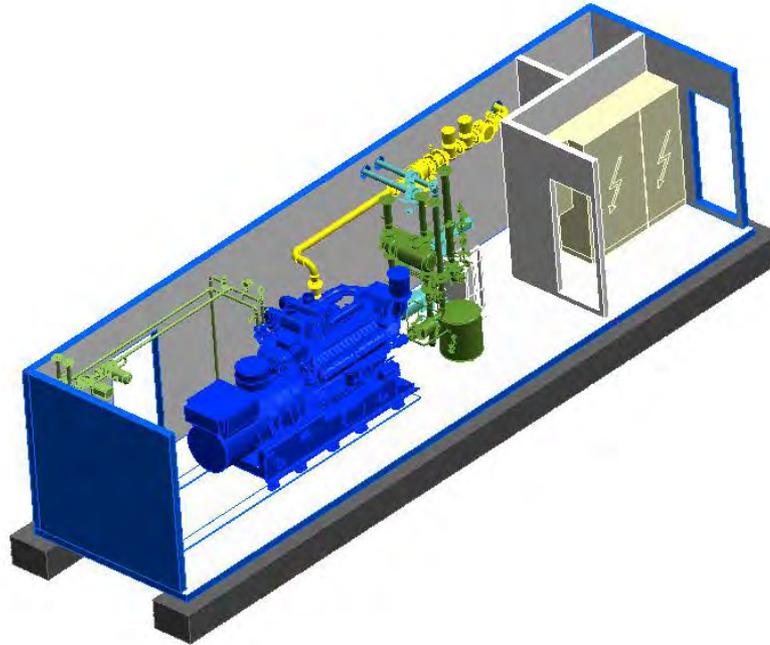
Gama de Productos - Contenedores



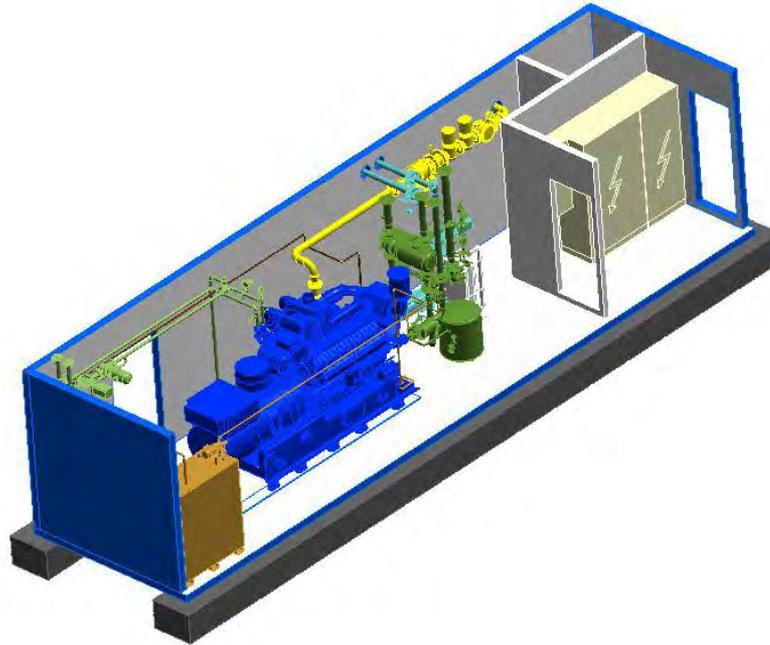
Gama de Productos - Contenedores



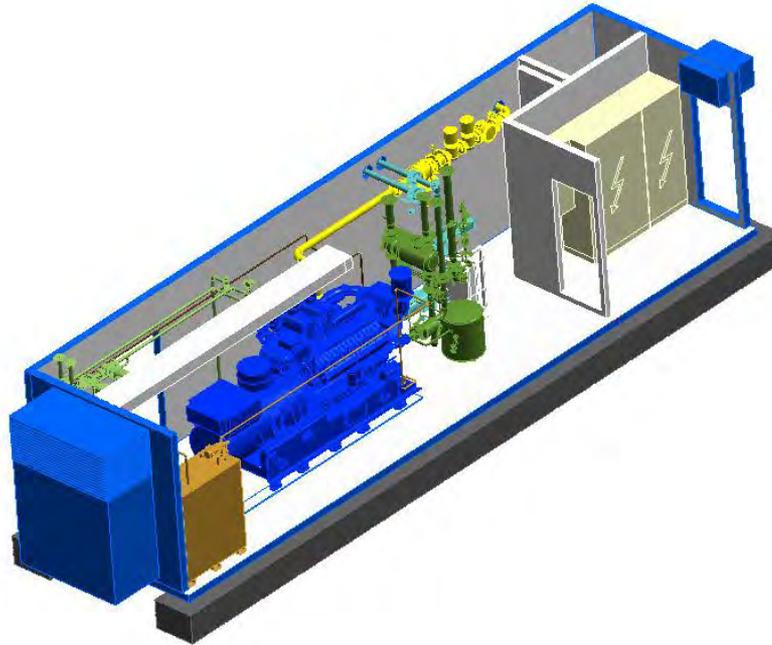
Gama de Productos - Contenedores



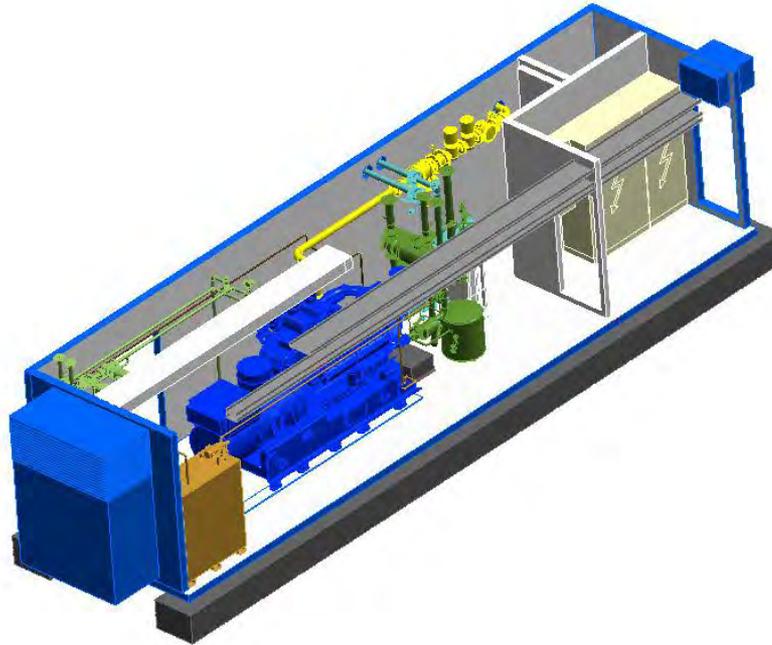
Gama de Productos - Contenedores



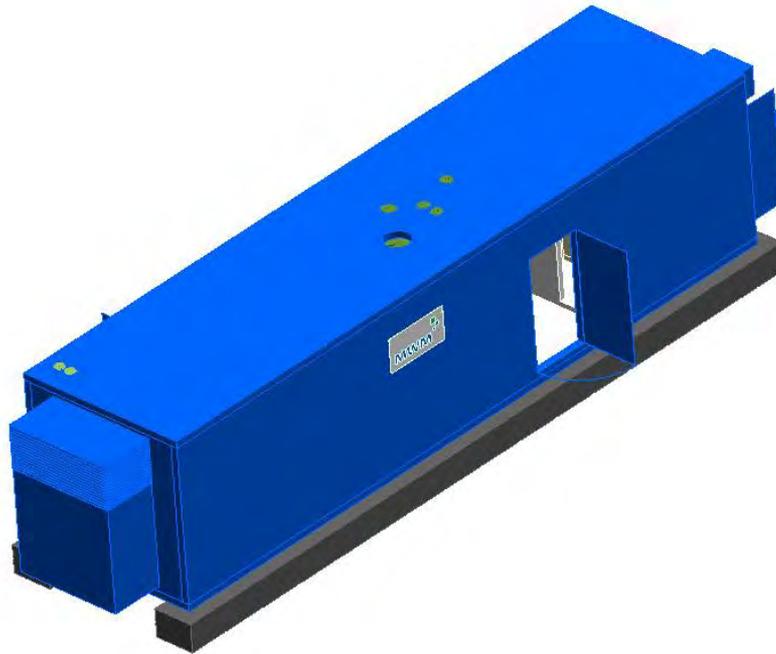
Gama de Productos - Contenedores



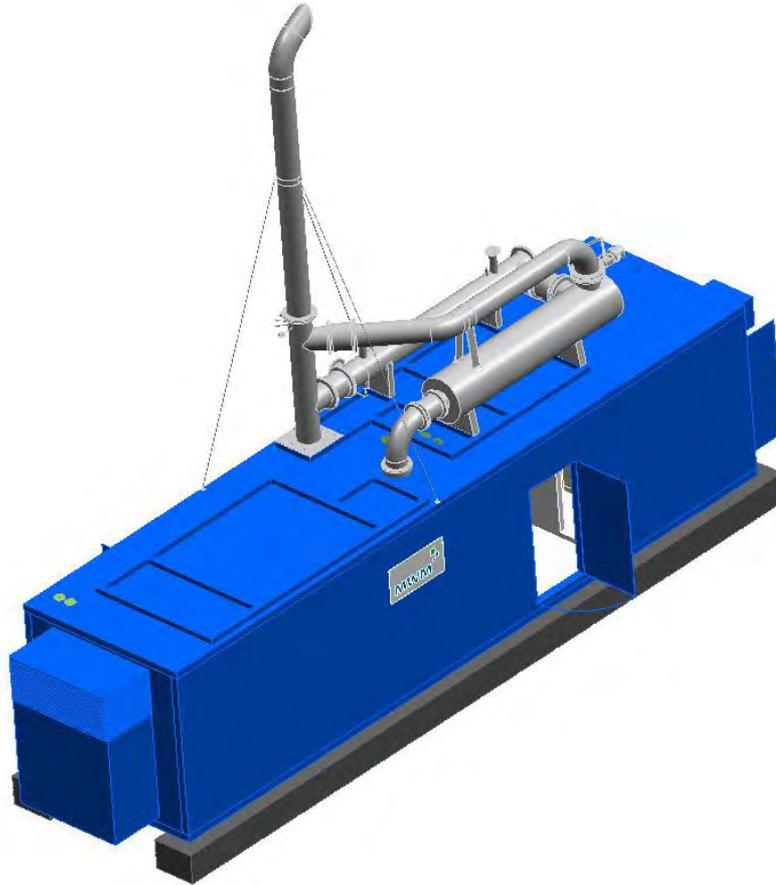
Gama de Productos - Contenedores



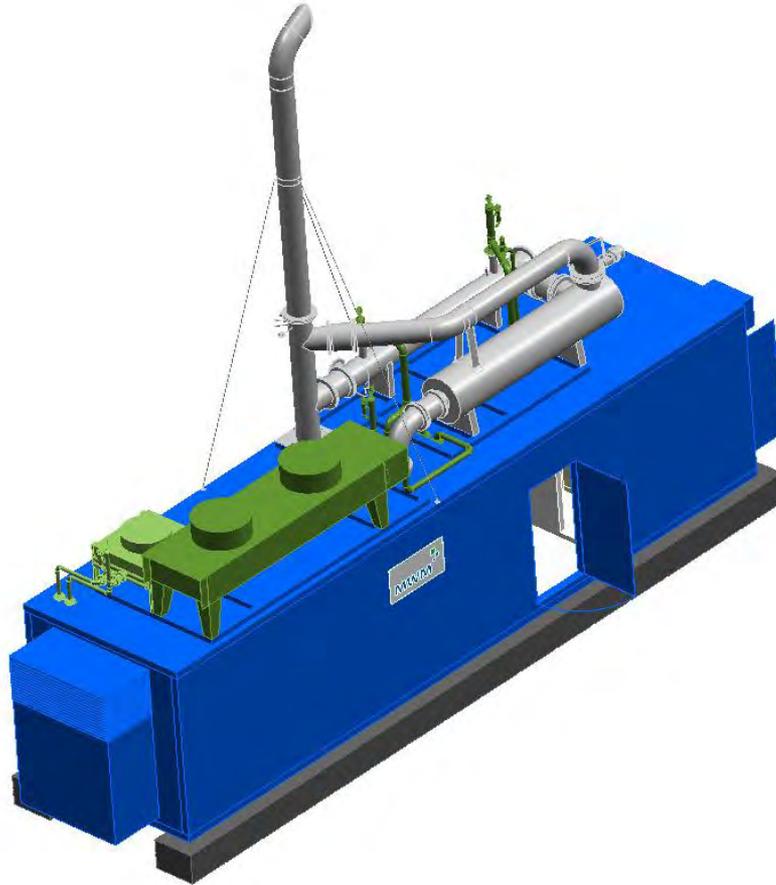
Gama de Productos - Contenedores



Gama de Productos - Contenedores



Gama de Productos - Contenedores



Aprovechamiento del Biogás

- i Energía disponible. Caudal de gas y PCI.
- ii Determinación del PCI.
- iii Criterios de diseño. Selección de equipos.

i) Energía Primaria Disponible. Caudal de gas y PCI

VERTEDERO/DEPURADORA

RESIDUO O FANGO

PROCESO BIOLÓGICO
(DIGESTIÓN ANAEROBIA BIOMETANIZACIÓN, etc.)

CAUDAL DE GAS

COMPOSICIÓN (PCI)

CAUDAL x PCI =

ENERGÍA PRIMARIA
DISPONIBLE

$m^3/h \times kWh/m^3N = kW$

ii) Determinación del PCI (Poder Calorífico Inferior)

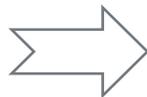
PCI = f (composición del gas)

- % de CH₄

- 50% Residuos sólidos urbanos
- 55 – 60 % Gas de depuradora
- 60 – 65 % Gas residuos orgánico

- % de N₂
- % de CO₂

- Trazas de contaminantes:
 - Siloxanos
 - Azufre (HS₂, S)
 - Halógenos



Acorta la vida útil del motor.
Averías catastróficas.
Corrosión del resto equipos de la central.



Valor de PCI

APROXIMADAMENTE

1 KWh / Nm³

por cada 10 % vol CH₄

Minimizar
contaminantes

iii) Criterios de diseño. Selección de equipos.

1. Máximo aprovechamiento del biogás:
Minimizar emisiones a antorcha.
 2. Máximo beneficio económico:
Producción eléctrica máxima en horas punta y llano de la demanda.
 3. Optimizar los gastos de instalación.
-
1. Fraccionar potencia en más de un motor.
 2. Almacenar en gasómetro. Maximizar energía eléctrica generada (kWh /año), teniendo en cuenta el proceso asociado (consumo de energía térmica)
 3. Equipos auxiliares, instalación eléctrica, número de motores, obra civil.



Pretratamiento del Biogás.

Requisitos para el aprovechamiento del biogás en motores MWM

<i>CARACTERÍSTICAS</i>	<i>LÍMITE (1)</i>
Poder calorífico Inferior (PCI)	> 4 kWh/Nm ³
Contenido en sulfhídrico (H ₂ S)	< 1500 ppm
Silicio	< 10 mg/Nm ³
Humedad relativa	60-80%
Temperatura del gas	10 °C- 50°C
Relación CO ₂ / PCI	< 10

Valores referidos a un 100% CH₄

Efectos de los Contaminantes

Ácido Sulhídrico: corrosión del motor, desgaste más rápido del aceite de lubricación (más cambios, más costes de explotación)



Efectos de los Contaminantes

Siloxanos: Muy perjudiciales para los motores. Durante el proceso de combustión del motor, se convierten en silicatos y cuarzos microcristalinos. Estos se forman en la parte superior de los cilindros y hacen disminuir el volumen de la cámara de combustión. Además contribuyen a la abrasión dentro del motor.



Pretratamiento del biogás

Algunas posibles opciones para el tratamiento del biogás:

i) Tratamiento biológico, químico, etc.: limpieza de sulfhídrico.



Puede tratar biogás con concentraciones muy elevadas de sulfhídrico.

El coste de operación es bajo.

El sistema debe estar en funcionamiento continuo debido a la sensibilidad de los microorganismos.

Elevado coste de inversión.

ii) Tratamiento con carbón activo: limpieza de los siloxanos (y/o sulfhídrico).



Muy eficiente para los siloxanos.

Coste de inversión no muy elevado.

Coste de operación elevado (bastantes cambios)

Bajas concentraciones de H₂S.

Volumen de residuos a tratar.

Tratamiento de residuos	➤ Vaca:	35m ³ /ton
	➤ Purín de cerdo enriquecido:	43 m ³ /ton
	➤ Vegetal:	30 m ³ /ton
	➤ Residuos fruta:	260 m ³ /ton

¿Cantidad de residuos a tratar en función del rendimiento del motor?

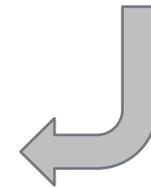
Planta residuos ganaderos + orgánicos

(purín enriquecido)

- ✓ Residuos a tratar: 30.000 ton/año .
- ✓ Caudal biogás: 1.300.000 m³/año (Aprox. 43 m³/ton)
162 m³/h (8.000 h operación) → 162 m³/h x 5,8 kWh/m³ = 940 kW
- ✓ %CH₄: 58%. (PCI 5,8 Kwh/m³)



TCG 2016C V8 400 kWe



Caso Práctico. Planta de Biogás La Vall d'Uixó.

Gestión y valorización energética de residuos y subproductos agroalimentarios.



Caso Práctico. Planta de Biogás La Vall d'Uixó.

BIOGÁS DISPONIBLE:

4.850 Nm³/día

~ 202 Nm³/h

COMPOSICIÓN:

60% CH₄

40% CO₂

450 ppm H₂S

PCI= 6,0 kWh/Nm³



Combustible (BIOGÁS)

202 Nm³/h x 6,0 kWh/Nm³ = 1.212 kW



Caso Práctico. Planta de Biogás La Vall d'Uixó.

Condiciones de diseño

Temperatura de entrada / humedad del aire:	[°C] / [%]	30 / 60
Altura:	[m]	100
Temperatura de los gases de escape después del intercambiador:	[°C]	180
NO _x Emission	[mg/Nm ³]	500

Grupo:

Motor:	TCG 2016 V12 C	
Revoluciones:	[1/min]	1500
Configuración / número de cilindros:	[-]	V / 12
Diámetro / Carrera / Desplazamiento:	[mm]/[mm]/[dm ³]	132 / 160 / 26
Relación de compresión:	[-]	15
Velocidad media de pistones:	[m/s]	8
Consumo medio de aceite lubricante a plena carga:	[g/kWh]	0.2
Sistema de control del motor:	[-]	TEM EVO

Generador:	Marelli MJB 400 LA4	
Tensión / Rango de tensión / cos Phi:	[V] / [%] / [-]	400 / ±5 / 1
Revoluciones / Frecuencia:	[1/min] / [Hz]	1500 / 50

Datos de los gases gas de combustión

Número de metano:	[-]	139
Valor calorífico inferior:	[kWh/Nm ³]	5.983
Densidad de gas:	[kg/Nm ³]	1.22

Conforme a análisis de gas

Análisis:	CO ₂	[Vol%]	40
	N ₂	[Vol%]	0
	O ₂	[Vol%]	0
	H ₂	[Vol%]	0
	CH ₄	[Vol%]	60
	C ₃ H ₈	[Vol%]	0
	C ₄ H ₁₀	[Vol%]	0
	C _x H _y	[Vol%]	0
	H ₂ S	[Vol%]	0

Balance energético

Carga:	[%]	100	75	50
Potencia eléctrica COP conforme a ISO 8528-1:	[kW]	500	375	250
Energía del agua de refrigeración:	[kW ±8%]	265	214	168
Energía del intercambiador de calor BT:	[kW ±8%]	38	22	11
Energía del aceite de lubricación:	[kW ±8%]			
Energía de los gases de escape a temp. después del intercamb.:	[kW ±8%]	240	196	148
Temperatura de los gases de escape:	[°C]	466	486	509
Caudal húmedo de los gases de escape:	[kg/h]	2712	2063	1447
Caudal de aire de combustión:	[kg/h]	2467	1874	1311
Radiación motor / generador:	[kW ±8%]	19 / 17	15 / 15	11 / 13
Consumo de combustible:	[kW+5%]	1198	928	666
Eficiencia eléctrica / térmica:	[%]	41.7 / 42.2	40.4 / 44.2	37.5 / 47.5
Eficiencia total:	[%]	83.9	84.6	85.1

Caso Práctico. Planta de Biogás La Vall d'Uixó.

Condiciones de diseño

Temperatura de entrada / humedad del aire:	[°C] / [%]	30 / 60
Altura:	[m]	100
Temperatura de los gases de escape después del intercambiador:	[°C]	180
NO _x Emission	[mg/Nm ³]	500

Grupo:

Motor:	TCG 2016 V12 C	
Revoluciones:	[1/min]	1500
Configuración / número de cilindros:	[-]	V / 12
Diámetro / Carrera / Desplazamiento:	[mm]/[mm]/[dm ³]	132 / 160 / 26
Relación de compresión:	[-]	15
Velocidad media de pistones:	[m/s]	8
Consumo medio de aceite lubricante a plena carga:	[g/kWh]	0.2
Sistema de control del motor:	[-]	TEM EVO

Generador:	Marelli MJB 400 LA4	
Tensión / Rango de tensión / cos Phi:	[V] / [%] / [-]	400 / ±5 / 1
Revoluciones / Frecuencia:	[1/min] / [Hz]	1500 / 50

Datos de los gases gas de combustión

Número de metano:	[-]	139
Valor calorífico inferior:	[kWh/Nm ³]	5.983
Densidad de gas:	[kg/Nm ³]	1.22

Conforme a análisis de gas

Análisis:	CO ₂	[Vol%]	40
	N ₂	[Vol%]	0
	O ₂	[Vol%]	0
	H ₂	[Vol%]	0
	CH ₄	[Vol%]	60
	C ₃ H ₈	[Vol%]	0
	C ₄ H ₁₀	[Vol%]	0
	C _x H _y	[Vol%]	0
	H ₂ S	[Vol%]	0

Balance energético

Carga:	[%]	100	75	50
Potencia eléctrica COP conforme a ISO 8528-1:	[kW]	500	375	250
Energía del agua de refrigeración:	[kW ±8%]	265	214	168
Energía del intercambiador de calor BT:	[kW ±8%]	38	22	11
Energía del aceite de lubricación:	[kW ±8%]			
Energía de los gases de escape a temp. después del intercamb.:	[kW ±8%]	240	196	148
Temperatura de los gases de escape:	[°C]	466	486	509
Caudal húmedo de los gases de escape:	[kg/h]	2712	2063	1447
Caudal de aire de combustión:	[kg/h]	2467	1874	1311
Radiación motor / generador:	[kW ±8%]		15 / 15	11 / 13
Consumo de combustible:	[kW+5%]	1198	928	666
Eficiencia eléctrica / térmica:	[%]	41.7 / 43.9	40.4 / 44.2	37.5 / 47.5
Eficiencia total:	[%]	83.9	84.6	85.1

Caso Práctico. Planta de Biogás La Vall d'Uixó.

Condiciones de diseño

Temperatura de entrada / humedad del aire:	[°C] / [%]	30 / 60
Altura:	[m]	100
Temperatura de los gases de escape después del intercambiador:	[°C]	180
NO _x Emission	[mg/Nm ³]	500

Grupo:

Motor:	TCG 2016 V12 C	
Revoluciones:	[1/min]	1500
Configuración / número de cilindros:	[-]	V / 12
Diámetro / Carrera / Desplazamiento:	[mm]/[mm]/[dm ³]	132 / 160 / 26
Relación de compresión:	[-]	15
Velocidad media de pistones:	[m/s]	8
Consumo medio de aceite lubricante a plena carga:	[g/kWh]	0.2
Sistema de control del motor:	[-]	TEM EVO

Generador:	Marelli MJB 400 LA4	
Tensión / Rango de tensión / cos Phi:	[V] / [%] / [-]	400 / ±5 / 1
Revoluciones / Frecuencia:	[1/min] / [Hz]	1500 / 50

Datos de los gases gas de combustión

Número de metano:	[-]	139
Valor calorífico inferior:	[kWh/Nm ³]	5.983
Densidad de gas:	[kg/Nm ³]	1.22

Conforme a análisis de gas

Análisis:	CO ₂	[Vol%]	40
	N ₂	[Vol%]	0
	O ₂	[Vol%]	0
	H ₂	[Vol%]	0
	CH ₄	[Vol%]	60
	C ₃ H ₈	[Vol%]	0
	C ₄ H ₁₀	[Vol%]	0
	C _x H _y	[Vol%]	0
	H ₂ S	[Vol%]	0

Balance energético

Carga:	[%]	75	50	
Potencia eléctrica COP conforme a ISO 8528-1:	[kW]	500	375	250
Energía del agua de refrigeración:	[kW ±8%]		214	168
Energía del intercambiador de calor BT:	[kW ±8%]	38	22	11
Energía del aceite de lubricación:	[kW ±8%]			
Energía de los gases de escape a temp. después del intercamb.:	[kW ±8%]	240	196	148
Temperatura de los gases de escape:	[°C]	466	486	509
Caudal húmedo de los gases de escape:	[kg/h]	2712	2063	1447
Caudal de aire de combustión:	[kg/h]	2467	1874	1311
Radiación motor / generador:	[kW ±8%]		15 / 15	11 / 13
Consumo de combustible:	[kW+5%]	1198	928	666
Eficiencia eléctrica / térmica:	[%]	41.7 / 43.9	40.4 / 44.2	37.5 / 47.5
Eficiencia total:	[%]	83.9	84.6	85.1

Caso Práctico. Planta de Biogás La Vall d'Uixó.

BIOGÁS DISPONIBLE:

4.850 Nm³/día

~ 202 Nm³/h

COMPOSICIÓN:

60% CH₄

40% CO₂

450 ppm H₂S

PCI= 6,0 kWh/Nm³



Combustible (BIOGÁS)

202 Nm³/h x 6,0 kWh/Nm³ = 1.212 kW



Calor Gases Escape

→ **240 kWt**

Calor circuito HT

→ **265 kWt**

Electricidad

→ **500 kWe**



Otros Ejemplos de Plantas de Biogás.

RSU PALENCIA (año 2005)



1 x Contenedor TCG 2016V12 de 537 kWe

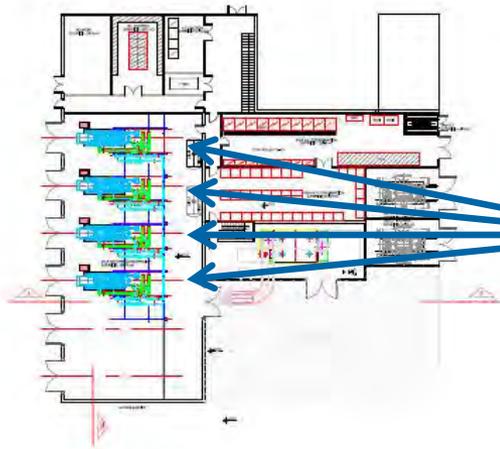
- Digestión Anaerobia: 30.000 t/a
Aprox. 240 m³/h biogás
- Residuos a Compostaje: 15.000 t/a
- Tratamiento Envases: 1.100 t/a
- Residuos Transferidos: 27.000 t/a

Otros Ejemplos de Plantas de Biogás.

TRSU ZARAGOZA (año 2007)



- Biogás procedente de digestión anaeróbica.
- Motor instalado: TCG2020 V16.
- N° motores instalados: 4.
- Potencia total: 5.456 kWe (4 x 1.364 kWe).
- Calor aprovechado para calentar los digestores.



Otros Ejemplos de Plantas de Biogás.

EDAR GRANOLLERS (año 2009)



Caudal de agua tratada: 30.000 m³/d
Población equivalente: 112.115 hab.

Producción biogás: aprox. 200 Nm³/h
Producción eléctrica: aprox. 500 kWe
Producción térmica: aprox. 500 kWt

Pre-tratamiento del biogás necesario:

- Enfriamiento para reducir la humedad
- Carbón activo para reducir H₂S y Si



Otros Ejemplos de Plantas de Biogás.

VERTEDERO SEIXAL (año 2011)



Potencia total instalada 2,4 Mwe

3 x TCG2016C V16

Otros Ejemplos de Plantas de Biogás.

AYUNTAMIENTO MADRID	VALDEBEBAS (MADRID)	ESPAÑA	MADRID	G 234 V6	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	1987	1	96	96
AYUNTAMIENTO MADRID	VALDEBEBAS (MADRID)	ESPAÑA	MADRID	G 234 V6	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	1987	1	96	96
COGERSA	OVIEDO (ASTURIAS)	ESPAÑA	NORTE	TBG 234 V12	BIOGÁS	NO	NO	NO	VERTEDERO	1990	1	261	261
AYUNTAMIENTO ONTENIENTE	ONTENIENTE (ALICANTE)	ESPAÑA	CATALUÑA Y LEVANTE	TBG 234 V12	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	1992	1	260	260
AYUNTAMIENTO SAN MARTIN	SAN MARTIN DE LA VEGA (MADRID)	ESPAÑA	MADRID	TBG 620 V12K	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	1995	1	970	970
R.S.U. LA CORUÑA	LA CORUÑA	ESPAÑA	NORTE	TBG 620 V16K	BIOGÁS	NO	NO	NO	TRATAMIENTO DE RESIDUOS	2000	5	1255	6275
DEGREMONT (SUR ORIENTAL)	RIVAS VACIAMADRID (MADRID)	ESPAÑA	MADRID	TBG 616 V8K	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2000	2	308	616
DEPURADORA JEREZ	JEREZ (CÁDIZ)	ESPAÑA	SUR	TBG 616 V12K	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2000	1	466	466
EDAR DE LEON	LEON	ESPAÑA	NORTE	TBG 620 V12K	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2000	2	969	1938
VERTEDERO JUAN GRANDE	SAN BARTOLOME TIRAJANA (GRAN CANARIA)	ESPAÑA	SUR	TBG 620 V12K	BIOGÁS	NO	NO	NO	TRATAMIENTO DE RESIDUOS	2001	1	944	944
EDAR ALGOROS	ELCHE (ALICANTE)	ESPAÑA	CATALUÑA Y LEVANTE	TBG 616 V16K	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2001	1	629	
VERTEDERO DE BENS	LA CORUÑA	ESPAÑA	NORTE	TBG 616 V16K	BIOGÁS	NO	NO	NO	TRATAMIENTO DE RESIDUOS	2002	4	626	2504
TIRME	PALMA DE MALLORCA	ESPAÑA	CATALUÑA Y LEVANTE	TBG 620 V12K	BIOGÁS	NO	NO	NO	TRATAMIENTO DE RESIDUOS	2003	1	944	944
ERAR SUR	SAN MARTIN DE LA VEGA (MADRID)	ESPAÑA	MADRID	TBG 620 V16K	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2003	1	1355	1355
EDAR ALCOY	ALCOY (ALICANTE)	ESPAÑA	CATALUÑA Y LEVANTE	TBG 616 V8K	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2003	1	318	318
RSU PALENCIA	PALENCIA	ESPAÑA	NORTE	TCG 2016 V12	BIOGÁS	NO	NO	NO	TRATAMIENTO DE RESIDUOS	2005	1	537	537
EDAR VILANOVA I LA GELTRU	VILANOVA I LA GELTRU (BARCELONA)	ESPAÑA	CATALUÑA Y LEVANTE	TCG 2015 V8	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2005	1	230	230
EDAR LA RANILLA	SEVILLA	ESPAÑA	SUR	TCG 2016 V16	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2005	1	716	716
R.S.U. VITORIA	VITORIA (ALAVA)	ESPAÑA	NORTE	TCG 2016 V16	BIOGÁS	NO	NO	NO	VERTEDERO	2006	1	716	716
E.D.A.R. GUADALAJARA	GUADALAJARA	ESPAÑA	SUR	TBG 616 V8K	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2006	2	311	622
C.T.R. SALAMANCA	GOMECELLO (SALAMANCA)	ESPAÑA	NORTE	TCG 2020 V12K	BIOGÁS	SÍ	NO	NO	VERTEDERO	2006	1	900	900
C.T.R.U. ZARAGOZA	ZARAGOZA	ESPAÑA	NORTE	TCG 2020 V16	BIOGÁS	NO	NO	NO	TRATAMIENTO DE RESIDUOS	2006	4	1362	5448
EDAR MONTORNES	MONTORNES (BARCELONA)	ESPAÑA	CATALUÑA Y LEVANTE	TBG 616 V8K	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2006	1	311	311
EDAR SAN PANTALEON	SANTOÑA (SANTANDER)	ESPAÑA	NORTE	TCG 2016 V8K	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2006	2	323	646

Otros Ejemplos de Plantas de Biogás.

RSU GRANOLLERS	GRANOLLERS (BARCELONA)	ESPAÑA	CATALUÑA Y LEVANTE	TCG 2016 V16K	BIOGÁS	SÍ	NO	NO	VERTEDERO	2007	2	626	1252
EDAR GANDIA	VALENCIA	ESPAÑA	CATALUÑA Y LEVANTE	TCG 2016 V8K	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2007	1	311	311
RSU BOTARELL	BAIX CAMP (TARRAGONA)	ESPAÑA	CATALUÑA Y LEVANTE	TCG 2016 V16K	BIOGÁS	SÍ	NO	NO	VERTEDERO	2007	2	626	1252
CAN PICASSENT	PICASSENT (VALENCIA)	ESPAÑA	CATALUÑA Y LEVANTE	TCG 2016 BV12	BIOGÁS	NO	NO	NO	PLANTA DE BIOGÁS	2008	1	500	500
EDAR PALMA	PALMA	ESPAÑA	SUR	TCG 2016 V16	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2008	1	716	716
VIVEROS DE VADILLO	PICASSENT	ESPAÑA	CATALUÑA Y LEVANTE	TCG 2016 BV12	BIOGÁS	NO	NO	NO	PLANTA DE BIOGÁS	2008	1	500	500
MATOSINHOS	PORTUGAL	PORTUGAL	PORTUGAL	TCG 2016 BV12	BIOGÁS	NO	NO	NO	VERTEDERO	2008	1	537	537
VERTEDERO SINTRA	LISBOA (PORTUGAL)	PORTUGAL	PORTUGAL	TCG 2016 BV16	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2009	1	716	716
EDAR GRANOLLERS	GRANOLLERS	ESPAÑA	CATALUÑA Y LEVANTE	TCG 2016 CV12	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2008	1	516	516
CATI	CATI (CASTELLÓN)	ESPAÑA	CATALUÑA Y LEVANTE	TCG 2016 CV12	BIOGÁS	NO	NO	NO	PLANTA DE BIOGÁS	2009	1	500	500
VIVEROS DE LA VILLA	MADRID	ESPAÑA	MADRID	TCG 2016 BV16	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2009	1	716	716
TRATOLIXO	MAFRA (PORTUGAL)	PORTUGAL	PORTUGAL	TCG 2020 V16	BIOGÁS	NO	NO	NO	PLANTA DE BIOGÁS	2009	3	1358	4074
TRO PEÑARROYA	PEÑARROYA (TERUEL)	ESPAÑA	NORTE	TCG 2016 CV12	BIOGÁS	NO	NO	NO	PLANTA DE BIOGÁS	2009	1	500	500
TRO VALDERROBRES	VALDERROBRES (TERUEL)	ESPAÑA	NORTE	TCG 2016 CV12	BIOGÁS	NO	NO	NO	PLANTA DE BIOGÁS	2009	1	500	500
TRO EXPORINSA	CUENCA	ESPAÑA	SUR	TCG 2016 CV12	BIOGÁS	NO	NO	NO	PLANTA DE BIOGÁS	2009	1	500	500
ALGARVE SOTAVENTO	ALGARVE (PORTUGAL)	PORTUGAL	PORTUGAL	TCG 2016 CV12	BIOGÁS	NO	NO	NO	VERTEDERO	2009	2	600	1200
ALGARVE BARLOVENTO	ALGARVE (PORTUGAL)	PORTUGAL	PORTUGAL	TCG 2016 CV16	BIOGÁS	NO	NO	NO	VERTEDERO	2009	1	800	800
CAPARROSO	CAPARROSO (NAVARRA)	ESPAÑA	NORTE	TCG 2020 V20	BIOGÁS	NO	NO	NO	PLANTA DE BIOGÁS	2010	2	2000	4000
RSU MATARÓ	MATARÓ	ESPAÑA	CATALUÑA Y LEVANTE	TCG 2016 CV16	BIOGÁS	NO	NO	NO	VERTEDERO	2010	2	800	1600
RESULIMA	PORTUGAL	PORTUGAL	PORTUGAL	TCG 2020 V12	BIOGÁS	NO	NO	NO	VERTEDERO	2010	1	1200	1200
RESULIMA	PORTUGAL	PORTUGAL	PORTUGAL	TCG 2016 CV16	BIOGÁS	NO	NO	NO	VERTEDERO	2010	1	800	800
PALMELA	AMARSUL (PORTUGAL)	PORTUGAL	PORTUGAL	TCG 2020 V12	BIOGÁS	NO	NO	NO	VERTEDERO	2010	1	1200	1200
LUDAN VALL D'UIXÓ	VALENCIA	ESPAÑA	CATALUÑA Y LEVANTE	TCG 2016 CV12	BIOGÁS	NO	NO	NO	PLANTA DE BIOGÁS	2010	1	500	500
RESIESTRELA	PORTUGAL	PORTUGAL	PORTUGAL	TCG 2016 CV16	BIOGÁS	NO	NO	NO	VERTEDERO	2011	1	800	800

Otros Ejemplos de Plantas de Biogás.

COIMBRA	COIMBRA	PORTUGAL	PORTUGAL	TCG 2016 CV16	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES		4	800	3200
VALLNOR	VALLNOR	PORTUGAL	PORTUGAL	TCG 2016 CV16	BIOGÁS	NO	NO	NO	VERTEDERO	2012	1	800	800
RESINORTE	RESINORTE	PORTUGAL	PORTUGAL	TCG 2016 CV16	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES	2012	1	800	800
RESISTRELA II	FUNDAO	PORTUGAL	PORTUGAL	TCG 2016 CV16	BIOGÁS	NO	NO	NO	VERTEDERO		1	800	800
EL POZO	MURCIA	ESPAÑA	SUR	TCG 2016 CV16	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES		1	800	800
ERAR SUR	MADRID	ESPAÑA	MADRID	TCG 2020 V12	BIOGÁS	NO	NO	NO	AGUAS RESIDUALES		1	1150	1150
EDAR MURCIA	MURCIA	ESPAÑA	SUR	TCG 2016 CV12	BIOGÁS	SÍ	NO	NO	AGUAS RESIDUALES		2	500	1000

90 motogeneradores instalados en España y Portugal para funcionamiento con biogás por MWMEE.

Equivalente a 70 MWe de generación eléctrica.

Planta de Biogás - Objetivos

Generar la máxima potencia posible con el menor gasto de combustible y durante el mayor tiempo.

- *Eficiencia.*
- *Operatividad.*
- *Disponibilidad.*

EXITO



GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Alejandro Marí Howitt
Responsable Comercial Zona Sur – MWM Energy España



www.agenex.org

8. Secado Solar para la producción de Pellet de residuos Agroindustriales.

Ponente: D. Antonio Ruiz Celma.

Entidad: Escuela Ingenieros Industriales. Dr. Ingeniero Industrial.

Antonio Ruiz es Doctor Ingeniero Industrial por la Escuela de Ingenierías Industriales de la UEX-Badajoz. Profesor de la Universidad de Extremadura y en la actualidad Profesor Titular en el área de Máquinas y Motores Térmicos, impartiendo asignaturas dentro de las titulaciones de Ingeniero Industrial, Máster en Recursos Renovables e Ingeniería Energética, Máster en Investigación en Ingeniería y Arquitectura y Máster en Seguridad y Salud Laboral. En la Actualidad es coordinador de la titulación Oficial de Postgrado Máster en Recursos Renovables e Ingeniería Energética de la UEX. Dentro de su actividad investigadora participa en 34 proyectos de investigación de carácter europeo, nacional y regional.

Ponente: D. José Calama Arias.

Entidad: Troil Vegas Altas. Gerente.

José Calama es Ingeniero Agrónomo por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad de Córdoba. Doctor Ingeniero Agrónomo por la California State Polytechnic University. Ha desarrollado su carrera profesional en diferentes empresas de ámbito internacional como consultor y director. Actualmente es Gerente de Troil Vegas Altas SC.

Resumen de la ponencia

TROIL VEGAS ALTAS cuenta con una planta de cogeneración con alpeorujos, de la cual obtiene como productos resultantes de valor comercial la energía eléctrica cedida a la red, el hueso, la pulpa y el resto de orujo. El concentrado de alpechín, con un contenido medio de humedad del 70%, actualmente se vende para su uso como fertilizante y día de hoy representa un bajo ingreso para la planta, debido a los costes de manipulación y transporte. Por lo que se ideó un Proyecto para reducir aún más el contenido en humedad del concentrado de alpechín obtenido empleando la energía gratuita y abundante del sol y fabricar a continuación pellets de concentrado. De esta forma se logrará incrementar el valor comercial de este subproducto con la reducción de los costes energéticos de operación.

I JORNADA SOBRE BIOGÁS: SOLUCIÓN AL RESIDUO AGROGANADERO Y AGROINDUSTRIAL



SECADO SOLAR PARA LA PRODUCCIÓN DE PELLETS DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES



Antonio Ruiz Celma
Dr Ingeniero Industrial. Universidad de Extremadura

Feria Internacional Ganadera de ZAFRA, 5 Octubre de 2012

Uno de los Objetivos finales del Proyecto...

Transformación del concentrado de alpechín en pellets de alpechín, para usos de alimentación animal, fertilizante o como materia prima para la industria química

Actuaciones

Vía seca.....Secado (solar) – Densificación (peletizado)



Antecedentes

Prototipo escala 1

0.20 m³



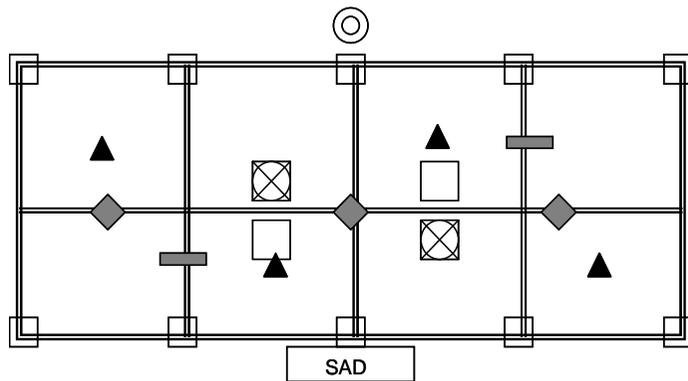
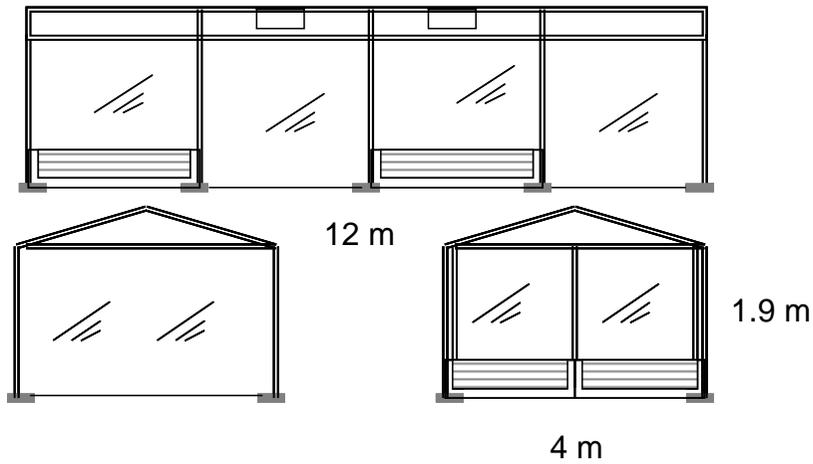
Prototipo escala 2

1.00 m³



Prototipo escala 3

100 m³



- ▲ Temperatura y humedad relativa
- ◆ Velocidad del aire
- Irradiancia
- ▬ Temperatura del producto



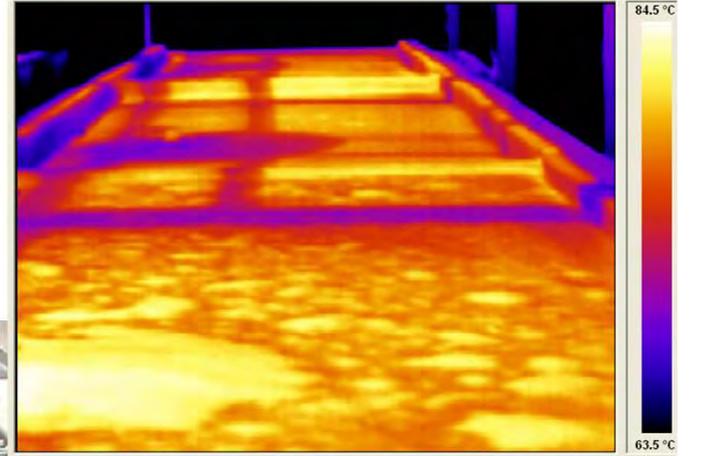


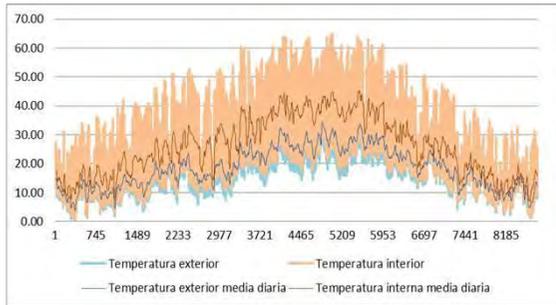
9 x 1.5 m











Durante JULIO y AGOSTO se mantienen temperaturas interiores superiores a 35 °C durante al menos 10 h al día



El régimen de trabajo puede ser de **una carga** al día
(espesor 1,2 cm)



Ratio:

12 kg/m² *día*

...ni almacenamientos intermedios, ni aportes auxiliares...

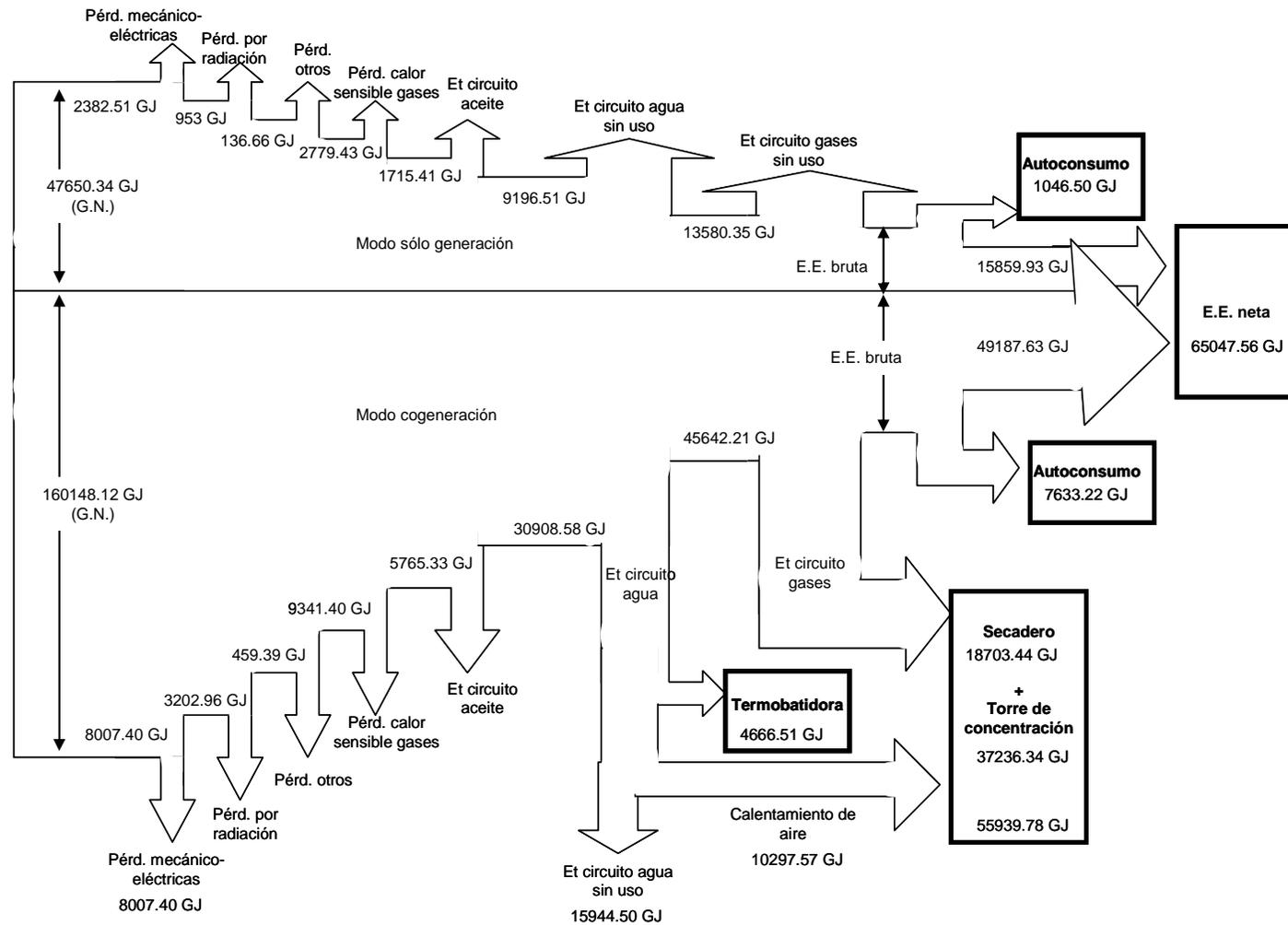


Diagrama de Sankey de la instalación de cogeneración analizada.

A la terminación del Proyecto...

Apoyo de energía residual de los aerotermos de los motores

+

Secadero solar
escala 4

1500 m³



Capacidad de tratamiento

7000 kg / día

de concentrado de alpechín

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Antonio Ruiz Celma
Dr Ingeniero Industrial. Universidad de Extremadura



www.agenex.org

© Agencia Extremeña de la Energía - www.agenex.org

I JORNADA SOBRE BIOGÁS: SOLUCIÓN AL RESIDUO AGROGANADERO Y AGROINDUSTRIAL



TÍTULO DE LA PONENCIA



José Calama Arias
Gerente

Feria Internacional Ganadera de ZAFRA, 5 Octubre de 2012

■ COGENERACIÓN

- La cogeneración es la generación en un mismo proceso de energía eléctrica y calor útil. Es aplicable, fundamentalmente, en las industrias que utilizan vapor y/o agua caliente como químicas, papeleras o alimentarias, en las que requieren procesos de secado como en minería, cerámica y similares, y, en general, en cualquier instalación que consuma calor o frío.



EMPRESA

TROIL VEGAS ALTAS, Sociedad Cooperativa.

Ubicada en el término municipal de Valdetorres (Badajoz), en una parcela de 10 Ha. de superficie, en el p.k. 18,500 de la carretera comarcal EX- 105 de Don Benito a Guareña.

Es una planta de tratamiento de lodos de almazara, con cogeneración de energía eléctrica.

José Calama Arias
Ingeniero Agrónomo
Gerente

DIAGRAMA DE FLUJOS

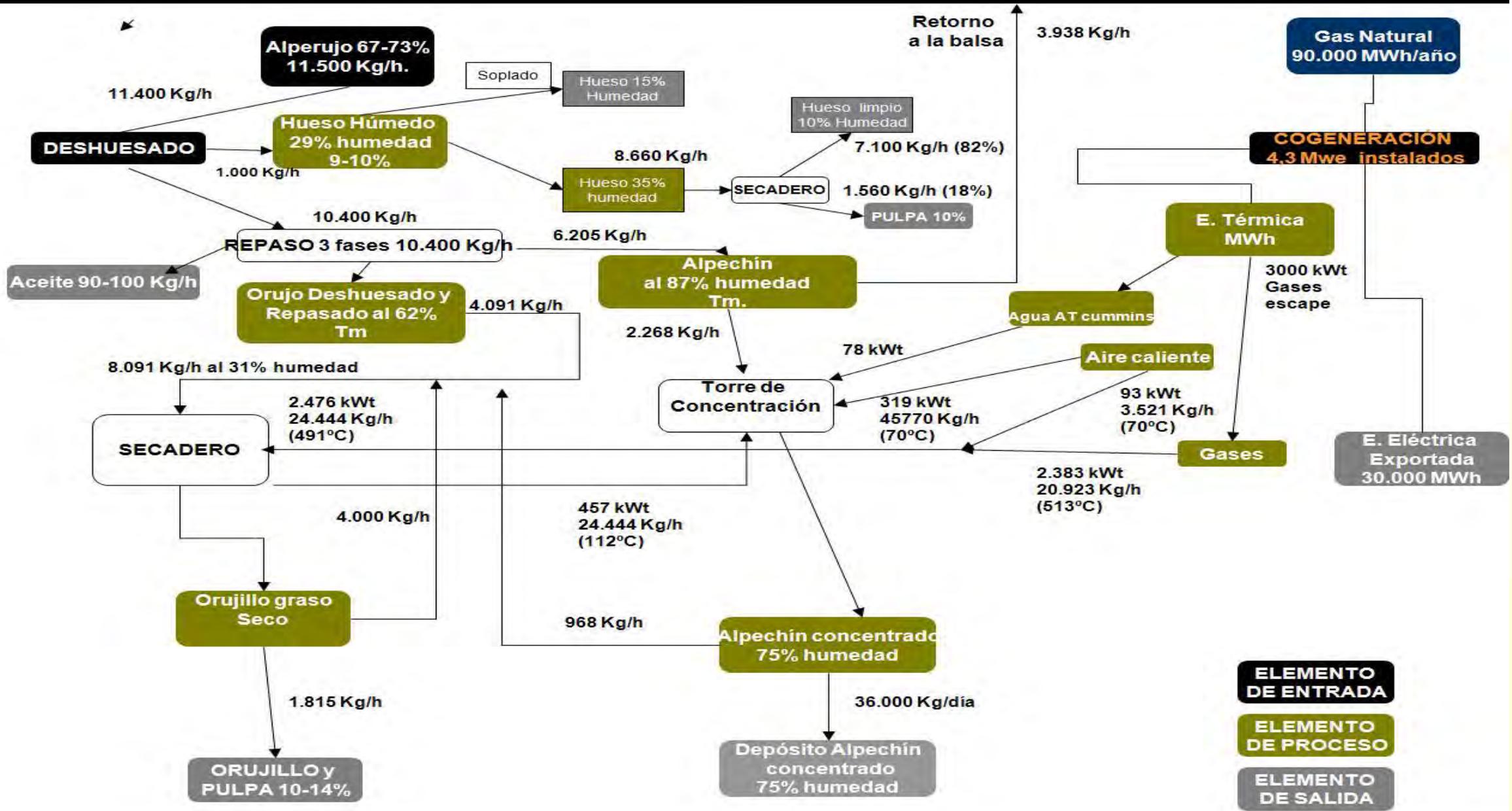
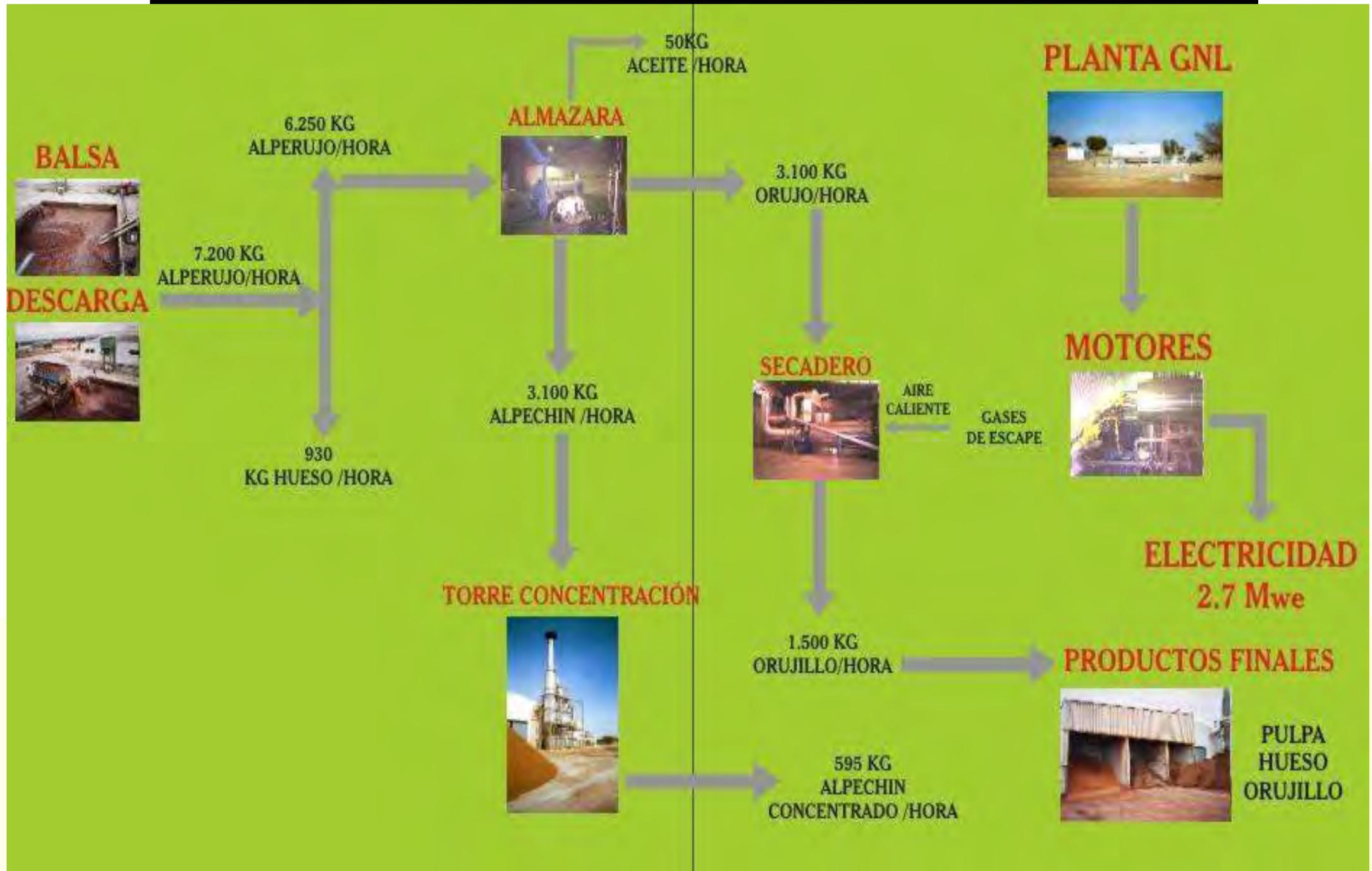
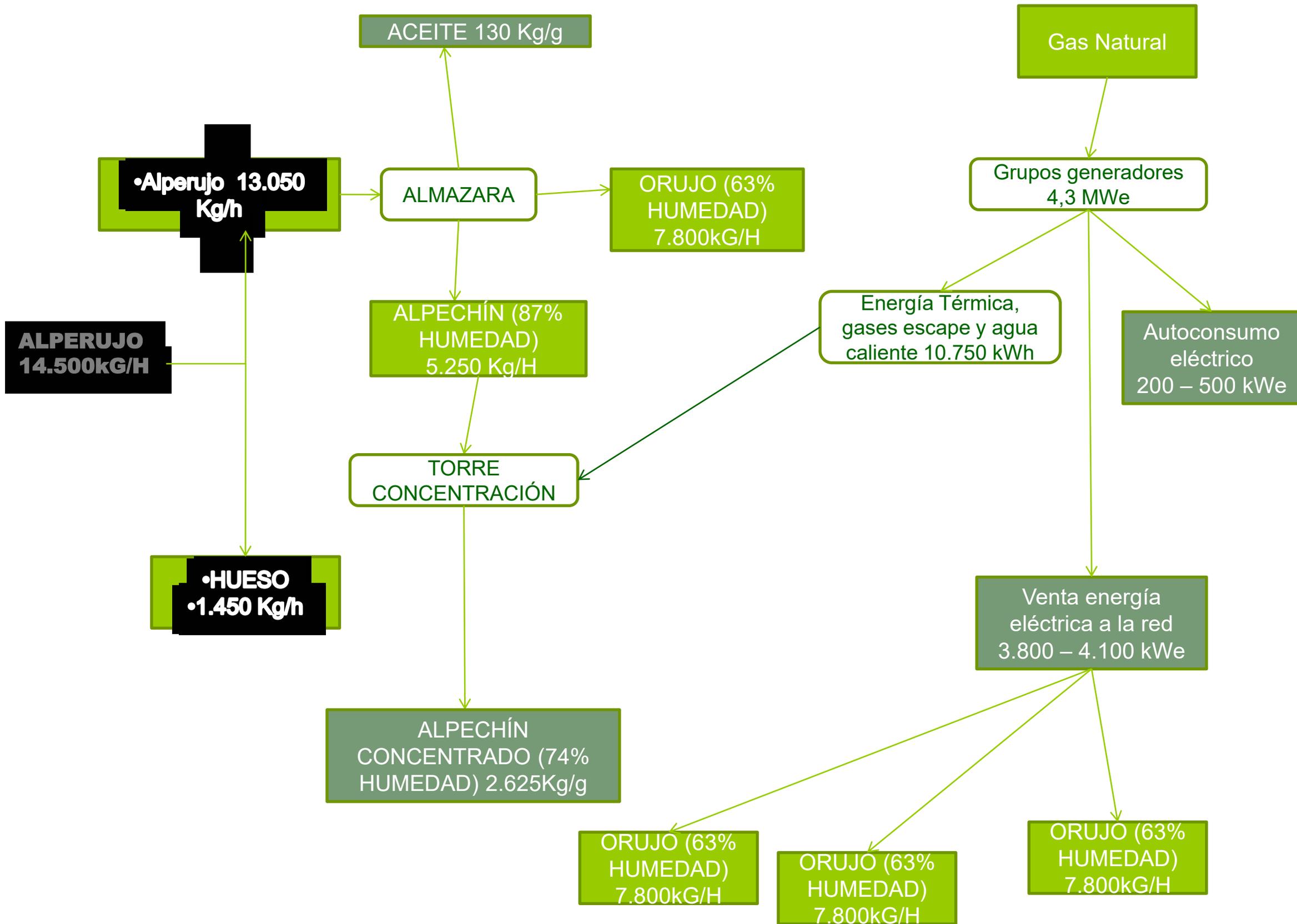


Diagrama de Flujos



5 Octubre 2012 SECADO
SOLAR PARA LA PRODUCCIÓN
DE PELLET DE RESIDUOS



OBJETO Y PRODUCCIÓN

Los productos que se obtienen son:

- Aceite de orujo de oliva.
- Energía eléctrica.
- Pulpa de aceituna.
- Hueso de aceituna.
- Alpechín concentrado.

El objeto de la Sociedad es:

- Garantizar la actividad continuada de las almazaras miembros durante la campaña.
- Aprovechar los subproductos de las almazaras.
- Garantizar el tratamiento a los lodos de almazaras eliminando el impacto ambiental negativo de estos subproductos.

PARTES DE LA FÁBRICA

- **Balsas:**

Tres balsas con una capacidad de almacenamiento de 22.962 m³. Dos de ellas se destinan al almacenamiento, siendo su capacidad unitaria de 11.200 m³. La tercera balsa (pulmón), de 562 m³.

- **Edificio de producción:**

Edificio de 1.500 m², que alberga:

- Nave central de secado.
 - Almazara y bodega
 - Nave de cogeneración y control.
- Edificio de oficina y vivienda.
 - **Planta de Gas Natural Licuado:**
 - Dos depósitos criogénicos de 60 m³.
 - Sala de calderas.
 - Estación de regulación y medida.

Foto Aérea



5 Octubre 2.012

SECADO SOLAR PARA LA PRODUCCIÓN DE PELLET DE RESIDUOS
AGROINDUSTRIALES





El vaciado de las balsas de almacenamiento a la balsa pulmón se realiza a través de un sistema de compuertas a distinto nivel.



5 Octubre 2.012

SECADO SOLAR PARA LA PRODUCCIÓN DE PELLET DE RESIDUOS
AGROINDUSTRIALES



5 Octubre 2.012

SECADO SOLAR PARA LA PRODUCCIÓN DE PELLET DE RESIDUOS
AGROINDUSTRIALES

EXTRACCIÓN DE ACEITE:

La masa pasa de la balsa pulmon a la separadora pulpa-hueso en humedo y de ahí a la almazara, donde se realiza el proceso de extracción del aceite.



5 Octubre 2.012

SECADO SOLAR PARA LA PRODUCCIÓN DE PELLET DE RESIDUOS
AGROINDUSTRIALES

ALMAZARA

En la almazara se trabaja en tres fases y se centrifuga el alpechín previamente a su paso a la torre de concentración.



5 Octubre 2.012

SECADO SOLAR PARA LA PRODUCCIÓN DE PELLET DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES



- SECADO DE ORUJO:

De la salida del decanter se conduce el orujo al secadero con un 50% de humedad.

En el secadero se reduce la humedad al 10%.

De la salida del secadero se lleva la masa a la separadora pulpa-hueso en seco previo paso un molino desterronador.









5 Octubre 2.012

SECADO SOLAR PARA LA PRODUCCIÓN DE PELLET DE RESIDUOS
AGROINDUSTRIALES

PRODUCTOS FINALES



CELULOSA Y ALPECHÍN



Pulpa de concentrado de fruta



Cisco o Herraj



Alpechín seco y granulado



Hueso



Orujillo

- **CONCENTRACIÓN DEL ALPECHÍN:**

Eliminación del 90% del agua del alpechín.



5 Octubre 2.012

SECADO SOLAR PARA LA PRODUCCIÓN DE PELLET DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

- PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA:

Para la producción de energía se cuenta con tres motores de combustión de gas natural, de los que se utiliza la energía residual de los gases de escapes y el agua de refrigeración para el funcionamiento de la almazara y secadero.

Fuera de campaña se produce electricidad solamente, no hay autoconsumo.



PROSPECCION DE MERCADO

El destino de los distintos productos obtenidos es el siguiente :

- El aceite de oliva de orujo producido se vende a las industrias refinadoras.
- La pulpa de aceituna se destina a la producción de piensos.
- El hueso se vende como combustible.
- El alpechín concentrado se destina a fertilizante orgánico.
- La energía eléctrica generada se destina al autoconsumo y venta a la distribuidora eléctrica.

RESUMEN

- Del alperujo inicial y tras el proceso de transformación obtendremos:
 - Energía eléctrica proveniente de los generadores. 4,3 MWe/h. Esta energía tiene una prima por cogeneración regulada por el R.D. 669/2007.
 - Aceite de orujo de oliva: 1% aproximadamente de la masa inicial.
 - Hueso y pulpa: 28% de la masa inicial de alperujo.
 - Alpechín concentrado. 8% de la masa inicial de alperujo.

5 Octubre 2012 SECADO
SOLAR PARA LA PRODUCCIÓN
DE PELLET DE RESIDUOS

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



José Calama Arias
Gerente



www.agenex.org

Títulos publicados de la serie

“Eficiencia Energética y Energías Renovables en la Frontera Hispano-Lusa. 2014”

- 1. CULTIVOS ENERGÉTICOS EN EXTREMADURA.
- 2. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EMPRESAS DEL SECTOR AGROALIMENTARIO.
- 3. SERVICIOS ENERGÉTICOS.
- 4. APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO GANADERO.
- 5. DISEÑO DE CENTROS SANITARIOS EFICIENTES.
- 6. MANTENIMIENTO EFICIENTE DE EDIFICIOS.
- 7. LA MOVILIDAD EN BADAJOZ.
- 8. OFERTA Y DEMANDA DE TRANSPORTE EN EXTREMADURA.
- 9. FORMACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EXTREMADURA.

