

XII CONGRESO

de la Asociación de Veterinarios de Porcino de Aragón

avpa

Asociación de Veterinarios de Porcino de Aragón

Sistemas de gestión y depuración de purines en granja

Gerardo Blanco; Júlía Baró; Joan Cartanyà; María Fontova; Jose Antonio Moreno; Daniel Babot

CENTRO DE ESTUDIOS PORCINOS

Torrelameu (Lleida)

Facultad de Veterinaria / Palacio de Congressos Expo

Zaragoza

23 y 24 de noviembre de 2022

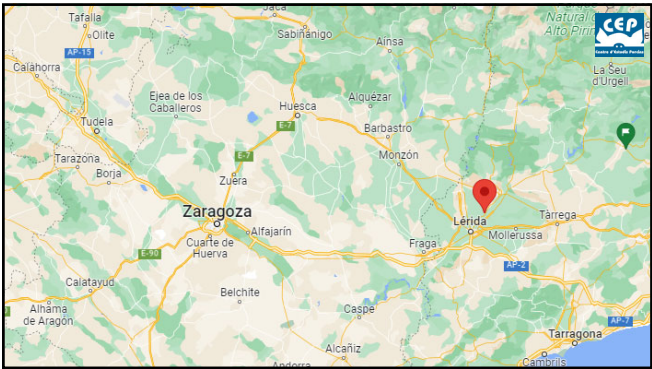
Producción porcina sostenible



C/Balaguer s/n
Torrelameu (Lleida)
Correo: elcep@elcep.net
Tfno: 973 19 12 93

CEP

Centre d'Estudis Porcins



XII CONGRESO

avpa

Objetivos del Centro de Estudios Porcinos

Aportar valor

1. Transferencia de innovación

2. Soporte técnico a empresas

3. Formación de futuros profesionales

4. Bienestar animal

5. Impacto ambiental del sector porcino

6. Nuevos modelos de gestión

7. Mejora de la imagen social



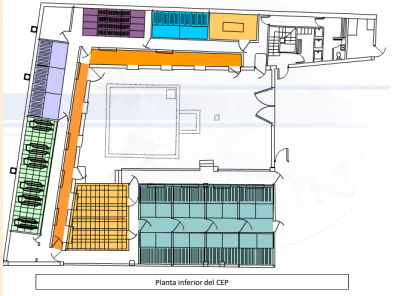
Zaragoza

23 y 24 de noviembre de 2022

Producción porcina sostenible

XII CONGRESO

avpa



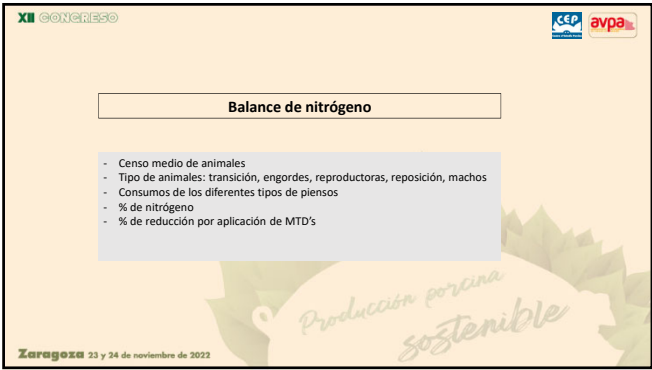
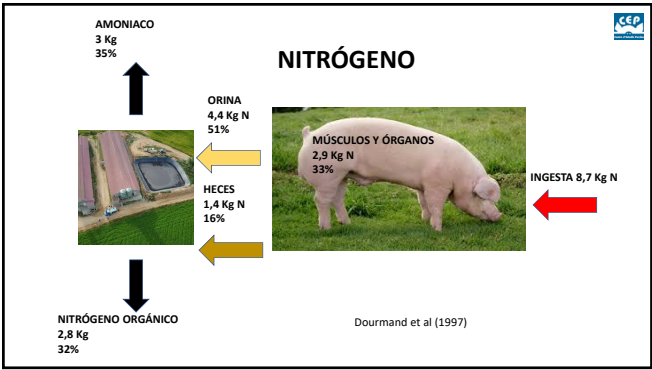
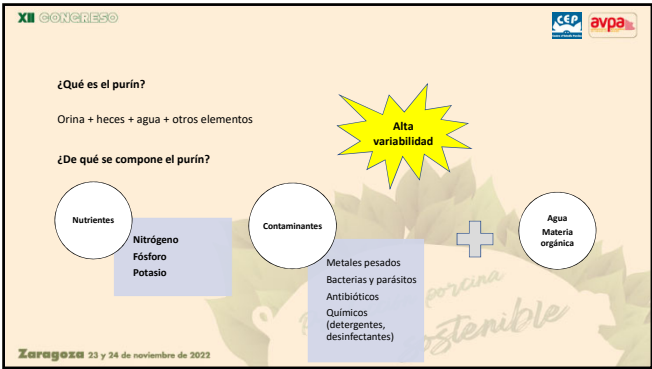
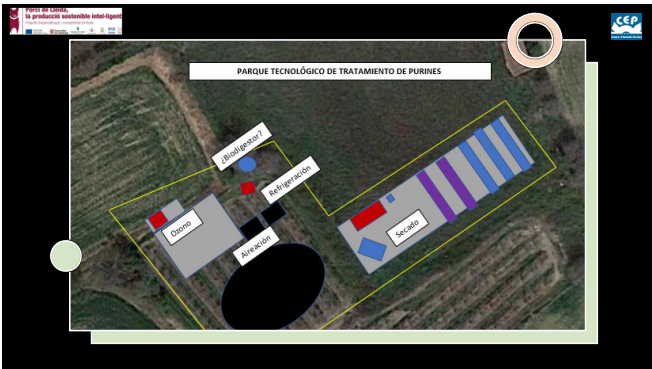
Planta inferior del CEP

Zaragoza

23 y 24 de noviembre de 2022

Producción porcina sostenible





XII CONGRESO

NH₃ CO₂

↑↑↑

NH₃ CO₂ CH₄ N₂O

↑↑↑↑

NH₃ CO₂ CH₄ N₂O

↑↑↑↑

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

cepavpa

XII CONGRESO

¿Cómo se genera el NH₃?

Urea de la orina + ureasa de microorganismos entéricos + agua = dióxido de carbono + amoníaco

$$(NH_4)_2CO + ureasa + H_2O \longrightarrow CO_2 + 2NH_3$$

El amoníaco se mantiene, en presencia de agua, en equilibrio con el ion amonio

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

Las pérdidas por emisiones de amoníaco dependerán de:

- Temperatura de purín
- Temperatura ambiental
- Concentración de amoníaco en la superficie del purín
- Velocidad del aire en la superficie del purín
- pH del purín
- Superficie del contacto del purín con el aire
- Presión atmosférica
- N excretado

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

cepavpa

XII CONGRESO

¿Cómo se genera el CH₄?

Se genera solo en anoxia al degradarse la materia orgánica

Hidrólisis → Acidogénesis → Acetogénesis → Metanogénesis

La producción de metano dependerá de:

- Temperatura del purín
- Materia orgánica existente
- Manejo del purín (agitación, acidificación...)

¿Cómo se genera el N₂O?

Se genera en condiciones anaeróbicas durante los procesos de desnitrificación en balsa y en el suelo tras su aplicación al campo

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

cepavpa

XII CONGRESO

¿Qué podemos hacer con el purín?

1. Aplicación directa al campo

- Base agrícola
- Planes de gestión
- Declaración anual de gestión de estiércoles

2. Centros de gestión de estiércoles

- Base agrícola
- Planes de gestión
- Declaración anual de gestión de estiércoles
- Tratamiento del purín

3. Tratamiento del purín en origen

- Fertilizantes orgánicos
- Reducción de la base agrícola

Productos que podemos obtener con el tratamiento del purín RD 506-2013 (Anexo I)

Necesaria autorización SANDACH

Enmienda orgánica Compost de estiércol

- Materia orgánica total: 35%
- Humedad ≤ 40%
- C/N < 20

Abono orgánico NPK (sólido)

- Sin impurezas
- N+P2O5+K2O: 6%
- C/N ≤ 10
- Cada nutriente por separado ≥ 1.5 %
- N orgánico debe ser 50% del N total y ≥ 1%
- El N nítrico ≤ 1.5%

Abono órgano mineral NPK (líquido)

- N+P2O5+K2O: 8%
- N total: 2%
- N orgánico: 1%
- P2O5: 2%
- K2O: 2%
- C orgánico: 4%

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

cepavpa

XII CONGRESO

Ventajas del tratamiento de los purines

Exportar los nutrientes de las zonas en las que se produce en exceso

Desarrollar un modelo de economía circular

Obtener nuevos productos fertilizantes

Reducir las emisiones de gases contaminantes durante la gestión de las deyecciones

Reducir la base agrícola asociada a las explotaciones porcinas

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

cepavpa

XII CONGRESO

TRATAMIENTOS

Separación del purín en componentes y redistribución de nutrientes

1. Separación sólido-líquido

- o Métodos mecánicos
 - Por gravedad
 - ❖ Tamiz estático
 - ❖ Tamiz vibratorio
 - ❖ Tamiz rotatorio
 - Por presión
 - ❖ Prensa de rodetes
 - ❖ Prensa de caracol
 - ❖ Filtro prensa
 - Por centrifugación
 - ❖ Centrifuga
 - o Decantación natural

Luz de malla de los tamices: 240-250-300-650-700-750 μ

La humedad depende de la presión aplicada y la degradación de la materia orgánica

Se pueden añadir aditivos químicos (coagulantes y floculantes)

Tamaño de partícula	% P	% Cu	% Zn
<25μ	49	57	57
25-250μ	37	32	33
>250 μ	24	11	10

Fuente: Poppovic et al (2012)

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

cepavpa

XII CONGRESO

cep

avpa

Rendimientos de separación en términos de masa y nitrógeno

		Porcino engorde (>7% MS)		Porcino madres (>3% MS)	
		Masa	Nitrógeno	Masa	Nitrógeno
Por gravedad	Sin aditivos	15	20	10	15
	Con aditivos	20	25	15	20
Por presión	Sin aditivos	15	20	10	15
	Con aditivos	25	30	15	20
Por centrifugación	Sin aditivos	14	28	10	30
	Con aditivos	20	50	15	45

Fuente: Grupo de Expertos de Tratamientos de Deyecciones Ganaderas

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

cep

avpa

Tecnologías de tratamiento de la fracción sólida

1. Compostaje

- Sistemas abiertos
 - Pilas con volteo
 - Pilas estáticas con ventilación

2. Secado solar

- Ventilación natural
- Ventilación forzada
 - Invernadero

3. Digestión anaerobia

- Balsas cubiertas
- Reactores de flujo de pistón

4. Otros

- Combustión
- Pirólisis
- Peletización



1. Compostaje

- Humedad: 40-65%
- C/N: 25-35
- Emissiones NH₃: 10-55% de N: 3-6 meses

2. Secado solar

- Acidificación con H₂SO₄ (pH<6.5)
- Biofiltros
- Dispositivo rotura costra
- 1.42-1.93 kg H₂O/m²-día

1. Digestión anaerobia

- Riqueza del metano: 60-70%
- Máx materia seca: 12%
- Temperatura: 30-45°C
- pH: 6-8.5
- C/N: 20-40 (porcino 7/15)

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

cep

avpa

Rendimiento máximo típico de digestión anaerobia de purines de cerdo

Parámetro	Recuperación en el digestato (%)
Sólidos totales	20-45
Sólidos volátiles	40-60
Nitrógeno total	100
Nitrógeno orgánico	40-60
Nitrógeno amoniacal	40-60
Fósforo	100

Fuente: Campos y col., 2004

Potencial metanogénico típico de los purines de porcino

Fuente: Flotats i Sarquella (2008)	0.533 m ³ biogás/kgSV
------------------------------------	----------------------------------

Parámetros agronómicos obtenidos en una planta piloto de secado solar

Parámetro	Purín fresco	Fracción seca	Abono orgánico NPK
Sólidos totales (%)	10.5	89	-
Nitrógeno total (%)	0.72	4.3	1.5
Nitrógeno orgánico (%)	0.22	1.4	1 (50% del NT)
Nitrógeno amoniacal (%)	0.50	2.9	-
Fósforo (%)	0.16	1.1	1.5
Potasio (%)	0.55	3.8	1.5
Cobre (g/t s.m.s)	-	152	400
Zinc (g/t s.m.s)	-	1357	1000

Fuente: Pinafleta y col., 2021

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

cep

avpa

Tecnologías de tratamiento de la fracción líquida

1. Nitrificación-Desnitrificación

- Biomasa suspendida
 - Continuos
 - Discontinuos
- Biomasa fijada

2. Filtración por membrana y ósmosis inversa



1. Nitrificación-Desnitrificación

- No se considera MTD (en Cataluña no disminuye base agrícola en ampliaciones y granjas nuevas)
- Necesita pretratamiento de separación sólido-líquido
- Rendimiento de eliminación de N: 50-70%

2. Filtración por membrana y ósmosis inversa (en Cataluña solo consolidado el sistema proporcionado por una empresa)

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

cep

avpa

Tecnologías emergentes

Tecnología	Objetivos	Inconvenientes
Lagunas	Aprovechamiento de la fitorremediación	Mucha superficie Malos olores e insectos Pretratamientos
Secado térmico	Concentración de nutrientes e higienización	Coste energético Control de emisiones
Electrocoagulación	Precipitación de partículas en suspensión	Consumo energético Fangos
Electrooxidación	Oxidación de la materia orgánica	¿Efecto sobre el nitrógeno?
Evaporación al vacío	Concentración de nutrientes	Coste energético No higieniza
Incineración/Pirólisis	Energía térmica Fertilizantes (cenizas, biocarbón)	Control de emisiones ¿Reducción de la pérdida de nitrógeno?
Ozonización	Oxidación de la materia orgánica	¿Efecto sobre el nitrógeno?
Precipitación de estruvita	Precipitación del nitrógeno amoniacal	Control de emisiones Precipitan metales y otros contaminantes
Stripping-absorción	Absorción del amoniacal en solución ácida	Coste energético Coste y riesgo de ácidos
Tratamiento aerobio	Degradación aerobia de la materia orgánica	Control de emisiones

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

cep

avpa

Nuevos sistemas de tratamiento

EXIGENCIAS

1. Escalabilidad

2. Definición de la línea de proceso

3. Principios básicos del proceso

4. Balance de masas (N, P, K, otros)

5. Balance de energía

6. Efectos colaterales

7. Productos finales

8. Análisis de costes CAPEX y OPEX

TRÁMITE EN CATALUÑA

1. Diagramas de flujo

2. Descripción de los procesos del tratamiento con explicación de los fundamentos científico-técnicos de cada uno

3. Balance de masas previsto (t/año)

4. Balance NPK previsto (kg/año)

5. Datos de la propuesta de estudio para evaluar el nuevo tratamiento

6. Entidad/Universidad/Centro de investigación que hará la evaluación

7. Periodo propuesto para evaluar el tratamiento

8. Puntos donde se evaluará el proceso de tratamiento

9. Medición de emisiones

10. Productos (inicial/proceso/final)

11. Caudales de trabajo

12. Consumo energético

Fuente: Arturo Daudén. Curso de formación de PORCINNOVA (2021)

Fuente: Modelo de solicitud de tratamiento, DARS

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

CEP

avpa

Costes de los tratamientos

Coste Anual Equivalente (CAE)

$$CAE = C_0 \cdot i / (1 - (1 + i)^{-n}) + F_0 + C_{m,0} \cdot i / (1 - (1 + i)^{-n}) + F_{m,0}$$

i = tasa de interés financiero

C_0 = coste de la obra civil

n_0 = vida útil de la obra civil (se considera un valor de 20 años)

F_0 = gastos anuales de mantenimiento de la obra civil

$C_{m,0}$ = costes de maquinaria y equipos

$n_{m,0}$ = vida útil de maquinaria y equipos

$F_{m,0}$ = gastos anuales de funcionamiento

Q_0 = cantidad de deyecciones tratadas o nitrógeno gestionado anualmente

Coste Unitario de Tratamiento (CUT)

$CUT = Q_0 / CAE$

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

CEP

avpa

Nuevos sistemas de tratamiento en el Centro de Estudios Porcinos

(Inscrito como Grupo de Interés en la categoría IV: Sector Científico y de Investigación)

1. Sistema optimizado de secado de purines con recuperación de agua utilizando exclusivamente energías renovables y oxidación avanzada para la reducción de emisiones

2. Sistema de separación sólido-líquido y tratamiento de la fracción líquida con aditivos coagulantes/floculantes y ozonización

3. Sistema de tratamiento del purín en balsa con flujo de aire laminar

4. Sistema de tratamiento del purín en balsa con refrigeración y aprovechamiento energético

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

CEP

avpa

Sistema 1: secado optimizado de purines

1. Máquina lavadora de

2. Filtro compost

3. Filtro zeolita

4. Bomba de agua

5. Aire + H₂O + NH₃

6. H₂O

7. Secado y oxidación

8. Filtro

9. Bomba de purín

10. Filtro

11. Bomba de purín

12. Filtro

13. Bomba de purín

14. Filtro

15. Bomba de purín

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

CEP

avpa

Diagrama de flujo

1. Secado y oxidación

2. Filtrado

3. Condensación

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

CEP

avpa

Planta de invernadero con suelo radiante; equipo de oxidación avanzada; disolador; extractores con filtros

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

CEP

avpa

Planta de invernadero con suelo radiante; entrada de ventilación; puerta de entrada; conducto de aporte de purín

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

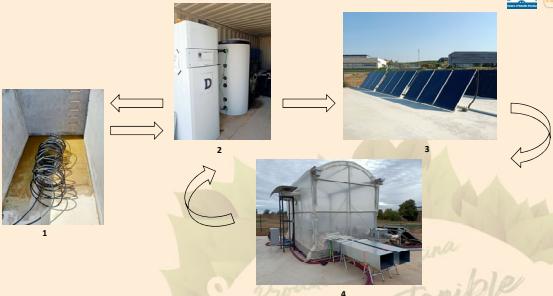
XII CONGRESO



Extracción con filtro; bomba de agua de condensación; placas aerotérmicas; depósito de recogida de agua

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

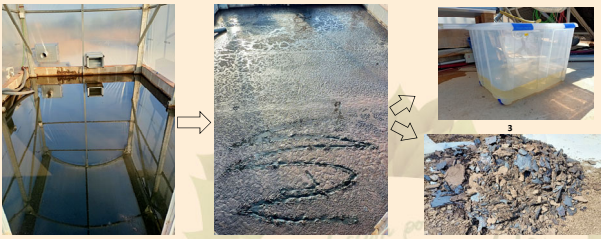
XII CONGRESO



Circuito hidrotérmico: 1: pozos de captación; 2: bomba geotérmica y depósito de inercia; 3: campo termosolar; 4: suelo radiante del invernadero

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

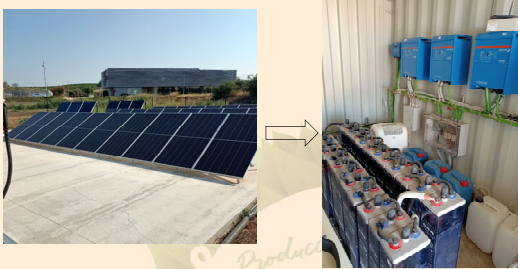
XII CONGRESO



Pruebas previas de funcionamiento: 1: purín de entrada (150 kg); 2: purín a las 6 h; 3: agua de condensación; 4: producto seco final

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO



Instalación fotovoltaica autónoma: placas fotovoltaicas; inversores cargadores; baterías de ácido-plomo

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO



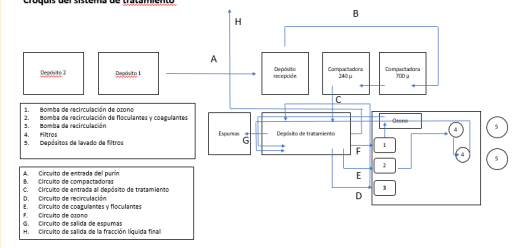
Equipos de captura de amoníaco y muestras de aire (trampas ácidas y bomba peristáltica); equipos de medida de concentración de amoníaco en continuo

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

Sistema 2: separación sólido-líquido y tratamiento de la fracción líquida con ozono

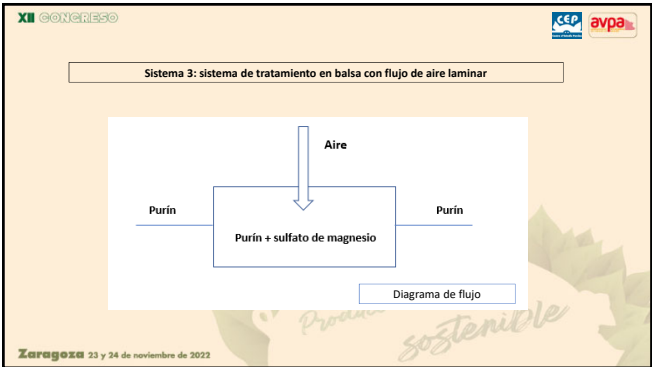
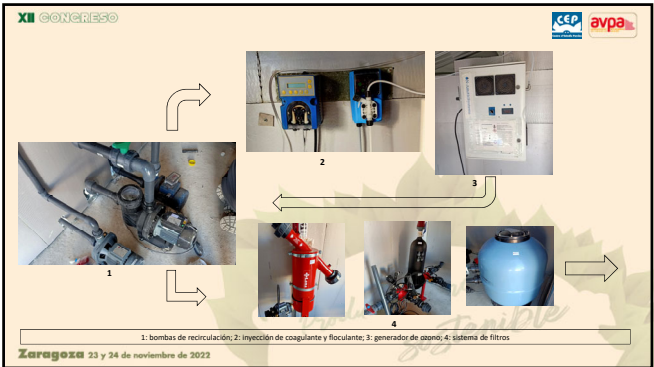
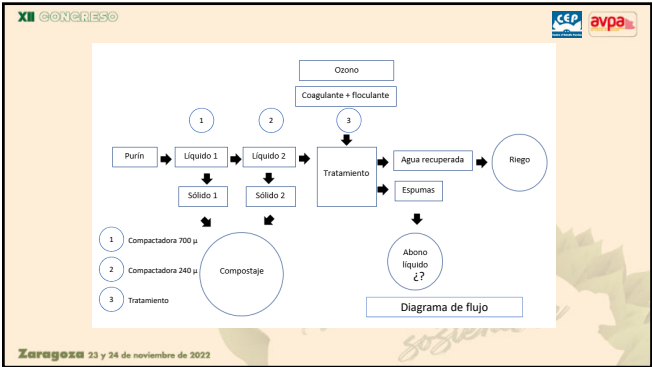
Croquis del sistema de tratamiento



1. Bomba de recirculación de ozono
2. Bomba de recirculación de floculantes y coagulantes
3. Bomba de recirculación
4. Filtros
5. Depósitos de lavado de filtros

A. Circuito de entrada del purín
B. Circuito de compactación
C. Circuito de entrada al depósito de tratamiento
D. Circuito de recirculación
E. Circuito de coagulantes y floculantes
F. Circuito de ozono
G. Circuito de salida de espumas
H. Circuito de salida de la fracción líquida final

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022



XII CONGRESO

CEP

avpa

Sistema 4: sistema de tratamiento en balsa con refrigeración y aprovechamiento energético

CROQUIS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

1. Depósito control

2. Depósito tratamiento

3. Octógono con la manguera del pozo geotérmico

4. Manguera del pozo geotérmico

5. Bomba geotérmica

6. Depósito de inercia

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

CEP

avpa

Diagrama de flujo

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

CEP

avpa

Pozos geotérmicos de captación (tubo de polietileno con agua y glicol), pozos geotérmicos de captación en el fondo del depósito de purín, bomba geotérmica y depósito de inercia

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

CEP

avpa

Sistema 5: digestión anaerobia de bajo coste e hidrógeno

Diagrama de flujo

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

CEP

avpa

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

XII CONGRESO

CEP

avpa

Resumen del taller

- ❖ ¿Qué es el purín?
- ❖ Balance de nitrógeno
- ❖ Cómo se genera el NH₃.
- ❖ Cómo se generan los principales Gases de Efecto Invernadero
- ❖ Gestión del purín y productos que podemos obtener
- ❖ Tratamientos del purín
 - Separación sólido-líquido
 - Tecnologías de tratamiento de la fracción sólida
 - Tecnologías de tratamiento de la fracción líquida
 - Tecnologías emergentes
- ❖ Nuevos sistemas de tratamiento en el Centro de Estudios Porcinos
 - Secado optimizado de purines
 - Separación sólido-líquido y tratamiento de la fracción líquida con ozono
 - Sistema de tratamiento en balsa con flujo de aire laminar
 - Sistema de tratamiento en balsa con refrigeración y aprovechamiento energético

Zaragoza 23 y 24 de noviembre de 2022

