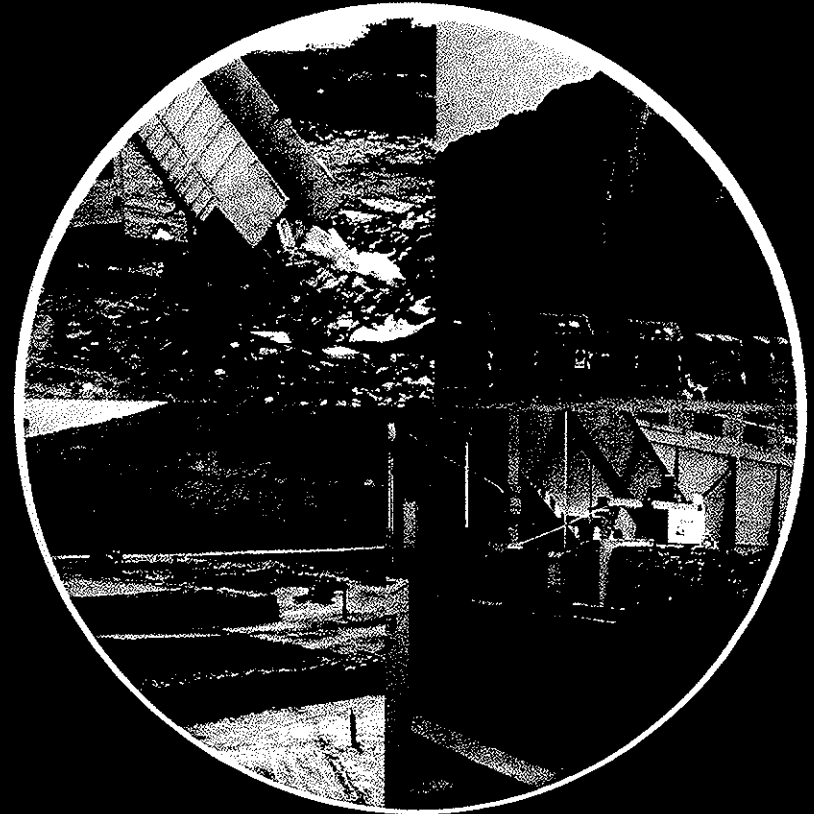


INGENIERÍA DE RESIDUOS

HACIA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE

A. Gallardo, M.D. Bovea, F.J. Colomer
G. Monrós, M. Carlos (eds.)



ISBN 978-84-8021-665-4



INGENIERÍA DE RESIDUOS

HACIA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE

**I SIMPOSIO IBEROAMERICANO
SOBRE INGENIERÍA DE RESIDUOS**

**A. Gallardo, M.D. Bovea,
F. J. Colomer, G. Monrás, M. Carlos (eds.)**



**UNIVERSITAT
JAUME I**

...SIMPÓSIO IBEROAMERICANO SOBRE INGENIERIA DE RESIDUOS
(1r. 2008. Castelló de la Plana)

Ingeniería de residuos : hacia una gestión sostenible : 1r Simposio Iberoamericano sobre ingeniería de residuos / A. Gallardo ... [et al.] (editores) —Castelló de la Plana : Publicacions de la Universitat Jaume I, D.L. 2008

p.cm.+1 disc òptic (CD-ROM) —(e-Treballs d'informàtica i tecnologia ; 7)

ISBN 978-84-8021-665-4

1. Deixalles – Eliminació – Congressos. I. Gallardo, A., ed. II. Universitat Jaume I (Castelló). Publicacions de la Universitat Jaume I. III. Títol. IV. Sèrie.

621.039.73(063)

007.52(063)



Cap part d'aquesta publicació, incloent-hi el disseny de la coberta, no pot ser reproduïda, emmagatzemada, ni transmesa de cap manera, ni per cap mitjà (elèctric, químic, mecànic, òptic, de gravació o bé de fotocòpia) sense autorització prèvia de la marca editorial.

© Del text: els autors, 2008

© De la present edició: Publicacions de la Universitat Jaume I, 2008

Edita: Publicacions de la Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions
Campus del Riu Sec. Edifici Rectorat i Serveis Centrals. 12071 Castelló de la Plana
Fax 964 72 88 32

<http://www.tendz.uji.es> e-mail: publicacions@uji.es

ISBN: 978-84-8021-665-4

Dipòsit legal: V-3133-2008

Imprimeix: Digital Gràfic. Tel. 961 710 317

<http://www.digitalgrafic.net> c/e: info@digitalgrafic.net

VIII

I Simposio Iberoamericano sobre Ingeniería de Residuos

COMITÉ ORGANIZADOR

Dr. A. Gallardo Izquierdo, Universitat Jaume I (Castellón, España)
Dra. M.D. Bovea Edo, Universitat Jaume I (Castellón, España)
Dr. F.J. Colomer Mendoza, Universitat Jaume I (Castellón, España)
Dr. G. Monrós Tomás, Universitat Jaume I (Castellón, España)
Dra. G. López Fernández, Universidad Politécnica de Madrid (Madrid, España)
Dra. M. Carlos Alberola, Universitat Jaume I (Castellón, España)
Lda. M. Prades Martí, Universitat Jaume I (Castellón, España)

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. A. Gallardo Izquierdo, Universitat Jaume I (Castellón, España)
Dr. M. Szantó Narea, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile)
Dr. I. Tejero Monzón, Universidad de Cantabria (España)
Dr. N. Molinares Amaya, Universidad del Norte (Barranquilla, Colombia)
Ing. J. Runfolo Medrano, Universidad de los Andes (Mérida, Venezuela)
Ing. L.M. Magistocchi, Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza, Argentina)
Dra. C. C. Nóbrega, Universidade Federal da Paraíba (João Pessoa, Brasil)
Dra. S. Ojeda Benítez, Univ. Autónoma de Baja California (Mexicali, México)
Dr. G. Monrós Tomás, Universitat Jaume I (Castellón, España)
Dra. G. López Fernández, Universidad Politécnica de Madrid (España)
Dra. M.D. Bovea Edo, Universitat Jaume I (Castellón, España)
Dr. F.J. Colomer Mendoza, Universitat Jaume I (Castellón, España)
Dra. M. Carlos Alberola, Universitat Jaume I (Castellón, España)
Ing. F. Albarrán Vargas-Zuñiga, RECIPLASA (Castellón, España)
Ing. J. Bartolomé García, FOBESA (Castellón, España)
Ing. Ferrán Relea Ginés, CESP (Castellón, España)
Ing. V. Aparici Moya, Excm. Diputación de Castellón (España)

eléctricos y electrónicos	64
DEVEA, F.; LÓPEZ, J.; SAMPER, M. D.; PARRES F.	
Aplicación de vidriados cerámicos en la fotodegradación	
de sustancias peligrosas orgánicas lixiviables	
Gargori, C.; Galindo, R.; Galindo, F.; Badenes, J.; García, A.; Monrós, G.	65
Nanocompuestos poliméricos biodegradables: nuevos materiales	
para el envasado alimentario	
GIMÉNEZ, E.; CABEDO, L.; FUKUSHIMA, K.; FEJOO, J. L.; LAGARÓN, J. M.	66
Alternativas para el reciclaje y valorización de los residuos de plásticos	
de uso agrario	
GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, C.; CAÑÓN SÁNCHEZ, P.	67
Efecto del tiempo de compostaje en la biodisponibilidad de metales	
pesados en un compost elaborado con lodos de depuradora y virutas de madera	
INGELMO, F.; MOLINA, M ^a . J.; SORIANO, M ^a . D.; GALLARDO, A.;	
BOVEA, M. D.; LAPEÑA, L.	68
Utilización de lodos compostados para la mejora del agua disponible	
de suelos degradados	
INGELMO, F.; MOLINA, M ^a . J.; ALBIACH, M. R.; SORIANO, M ^a . D.	69
Proceso para el tratamiento de residuos ganaderos en la isla de Gran Canaria	
LÓPEZ, C.; MENDIETA, C. A.; LÓPEZ, A.; PÉREZ, S. O.	70
Degradación anaerobia de productos de aseo personal	
MÁRQUEZ, L.; BUENROSTRO, O.; SÁNCHEZ-YÁÑEZ, J. M.	71
Utilización de residuos alimentarios para elaborar un ensilado láctico	
MURRAY, R.; CEREZAL, P.; BERMÚDEZ, P.; BUGUEÑO, R.; MUÑOZ-GUERRERO, H.	72
Utilización de residuos industriales de la producción de filamento	
de cáñamo como refuerzo de matrices poliméricas biodegradables	
MUTJÉ, P.; MÉNDEZ, J. A.; VILASECA, F.; LÓPEZ,	
J. P.; FLÁNDEZ, J.; BARBERÀ, L.; PÉREZ, I.; PÈLACH, M. A.	73
Reciclado de fangos de una planta de depuración de efluentes papeleros	
MUTJÉ, P.; PANTÍN, J.; LÓPEZ, J. P.; BARBERÀ, L.; CANER, M.; FLÁNDEZ,	
J.; PÈLACH, M ^a .; PARDINI, G.	74
Residuos de tallo de maíz como refuerzo de polipropileno	
MUTJÉ, P.; MÉNDEZ, J. A.; VILASECA, F.; LÓPEZ, J.	
P.; FLÁNDEZ, J.; BARBERÀ, L.; PÉREZ, I.; PÈLACH, M. A.	75
Utilización del residuo obtenido en el proceso de combustión de la cascarilla	
de arroz para la preparación de materiales de construcción de bajo coste	
con base cementicia	
OSPINA, M. A.; MONZÓ, J.; PAYÁ, J.; BORRACHERO,	
M. V.; MEJÍA, R.; DELVASTO, S.	76
Ensayos con lodos de una edar de la industria papelera para la obtención	
de humus de lombriz	
PARDINI, G.; FASINI, A.; GERLERI, M.; PELACH, M. A.; MUJIC, P.	77

PROCESO PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS GANADEROS EN LA ISLA DE GRAN CANARIA

López, C.*; Mendieta, C.A.; López, A.; Pérez, S.O.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias. España.

RESUMEN

La actividad ganadera produce residuos, principalmente las deyecciones de los animales, que tradicionalmente se han aplicado a los campos cumpliendo una función como fertilizantes. Sin embargo, el progresivo desarrollo de la ganadería intensiva y la disminución de la superficie agrícola ha provocado que dichos residuos pasen de ser un abono a un residuo que hay que gestionar adecuadamente, ya que pueden llegar a provocar diversos grados de contaminación en las masas de agua, en el suelo y en la calidad atmosférica, además de molestias y riesgos sanitarios a personas. Por ello se está realizando un gran esfuerzo en la búsqueda de reducir la contaminación provocada por los residuos ganaderos, tanto a nivel tecnológico como a nivel de investigación.

Una adecuada combinación de procesos, entre los que destacan la digestión anaerobia, la separación de fases, el tratamiento de fangos activos en un reactor ICEAS (Intermittent Cycle Extended Aeration System), que emplea una tecnología similar que los reactores SBR (Sequence Batch Reactor), y el compostaje, da lugar al diseño de un proceso de tratamiento para los residuos ganaderos en el que se consigue como productos agua para riego, abono no contaminante y biogás.

Palabras clave

Residuos ganaderos, digestión anaerobia, codigestión de residuos orgánicos, biogás, tratamiento de fangos activos, reducción de contaminantes.

* cristellop@gmail.com

PROCESO PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS GANADEROS EN LA ISLA DE GRAN CANARIA

López, C.*; Mendieta, C.A.; López, A.; Pérez S.O.
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
Campus de Tafira, Las Palmas de Gran Canaria.

Resumen

La actividad ganadera produce residuos, principalmente las deyecciones de los animales, que tradicionalmente se han aplicado a los campos cumpliendo una función como fertilizantes. Sin embargo, el progresivo desarrollo de la ganadería intensiva y la disminución de la superficie agrícola ha provocado que dichos residuos pasen de ser un abono a un residuo que hay que gestionar adecuadamente, ya que pueden llegar provocar diversos grados de contaminación en las masas de agua, en el suelo y en la calidad atmosférica, además de molestias y riesgos sanitarios a personas. Por ello se está realizando un gran esfuerzo en la búsqueda de reducir la contaminación provocada por los residuos ganaderos, tanto a nivel tecnológico como a nivel de investigación.

Una adecuada combinación de procesos, entre los que destacan la digestión anaerobia, la separación de fases, el tratamiento de fangos activos en un reactor ICEAS (Intermittent Cycle Extended Aeration System), que emplea una tecnología similar que los reactores SBR (Sequence Batch Reactor), y el compostaje, da lugar al diseño de un proceso de tratamiento para los residuos ganaderos en el que se consigue como productos agua para riego, abono no contaminante y biogás.

Palabras clave: residuos ganaderos; digestión anaerobia; codigestión de residuos orgánicos; biogás; tratamiento de fangos activos; reducción de contaminantes.

1. Introducción

La actividad ganadera produce residuos, principalmente las deyecciones de los animales, que en función de la duración y las condiciones de almacenamiento pueden distinguirse entre residuos en forma sólida (estiércoles) y en forma líquida (purines). El estiércol es la mezcla de los excrementos sólidos y líquidos de los animales con otros aportados por el medio, como la paja que forma las camas del ganado, siendo por tanto el residuo presente en las explotaciones con cama. Éste debe almacenarse en estercoleros adecuados con recogida de lixiviados. Y el purín es el estiércol licuado, ya que contiene además el agua a presión que se emplea como sistema de limpieza en los establos de las explotaciones intensivas, en las que debe existir un correcto sistema de evacuación del purín, que finalmente es almacenado en fosas [1].

Estos residuos se han aplicado tradicionalmente a los campos cumpliendo una función esencial como fertilizantes. Sin embargo, para que esta práctica sea correcta, se debe ajustar al máximo la dosis óptima requerida por el cultivo para el cual va a ser utilizado, procurando además que la dosis a utilizar sea aceptable para el medio ambiente [2].

Además el progresivo desarrollo de la ganadería intensiva y la disminución progresiva de la superficie agrícola cultivada que ha tenido lugar en las últimas décadas, ha provocado que los purines y estiércoles hayan pasado de ser un abono a ser un residuo que hay que gestionar adecuadamente [2-4].

* Correspondencia: cristellop@gmail.com

Es evidente que la inadecuada eliminación de estos residuos los convierte en peligrosos, ya que pueden llegar a provocar diversos grados de contaminación en las masas de agua, en el suelo y en la calidad atmosférica, además de molestias y riesgos sanitarios a las personas y a la propia actividad ganadera (transmisión de enfermedades) [5,6] . Figura 1.



Figura 1. Contaminación producida por los compuestos presentes en los residuos ganaderos.

Todo ello ha dado lugar a diversas reglamentaciones, entre las cuales destaca la Directiva 91/676/CEE, de 12 de diciembre, relativa a la contaminación de las masas de agua por nitratos procedentes de fuentes agrarias, que controla los kg/ha que se aplican sobre el terreno.

En Canarias, no se han definido las zonas vulnerables en las que el máximo legal aceptado por la Directiva de Nitratos es de 170 kg/ha. Sin embargo, dada las características del terreno volcánico, el amplio número de espacios con alguna figura de protección sobre ellos, la importancia del turismo que obliga a una mejor conservación del suelo, y el valor del agua en las islas, se ha considerado que todo el terreno canario es vulnerable a la contaminación por nitratos [1].

2. Descripción del proceso

Los diferentes tratamientos que formarán el proceso completo se elegirán en base a dos conceptos clave:

- En primer lugar se deben minimizar los costes económicos, por lo que sería adecuado elegir un tratamiento que produzca energía eléctrica, ya que de esta forma la planta podría autoabastecerse y además verter los excedentes de energía eléctrica a la red. Además el Plan Energético de Canarias [7] impulsa proyectos que producen energía eléctrica a partir de energías renovables. Se ha optado por tanto por una digestión anaerobia de los residuos, proceso biológico por el cual se produce biogás, que puede emplearse como combustible en motores de cogeneración a gas, generándose energía eléctrica y térmica [8].
- En segundo lugar hay que adecuarse a la demanda. Los agricultores solicitan un abono no contaminante y fácil de gestionar, por lo que se realizará una separación de fases y posteriormente un proceso sencillo de compostaje de la fracción sólida [3].

Dos bloques fundamentales, la digestión anaerobia y el compostaje, quedan justificados dentro de un proceso completo y además complejo.

2.1 Elección del tipo de planta

La planta a proyectar para llevar a cabo el proceso de tratamiento puede ser una planta individual o centralizada. La planta individual es aquella que se encuentra en la propia explotación y que sólo tratará los residuos que se generan en dicha explotación, y la planta centralizada es la que se encarga de tratar residuos de diversas explotaciones. Por los tratamientos elegidos hasta el momento se necesita un gran volumen de residuos para producir suficiente biogás como para que la planta sea capaz de autoabastecerse y verter los excedentes de energía a la red [9], por lo que se decide proyectar una planta centralizada. Según las recomendaciones del Plan Integral de Residuos de Canarias [1], la planta no deberá situarse a más de 20km de distancia de las explotaciones cuyos residuos va a tratar, de forma que se minimicen los costes de transporte.

2.2 Capacidad de la planta

La planta tratará todo el purín y los excedentes de estiércol generados en los municipios sureste de la isla de Gran Canaria. En función del tipo de ganado y del volumen de residuos que generan anualmente se calcula una cantidad de residuos porcinos de 94t/día, pero al tratarse de purín se sumará a esta cantidad el volumen de agua adicional debido a la limpieza de los establos, obteniendo un volumen de purín de 150 t/día [10,11].

La planta además tratará el estiércol que ya no pueda utilizarse como fertilizante agrícola por incumplir la normativa. Estos excedentes suman un total de 100 t/día.

Considerando la experiencia en plantas danesas [12], para aumentar la producción de biogás y estabilizar más el proceso biológico es conveniente realizar la digestión anaerobia de residuos ganaderos con otros residuos orgánicos, lo que se denomina codigestión [13]. Para que no exista inhibición del proceso la mezcla de residuos tiene unos limitantes clave [14]:

- El nitrógeno total no debe exceder de 6 kg/m^3
- La carga orgánica no superará los siguientes valores:
 - en termofílica: 6 kgSV/m^3
 - en mesofílica: 4 kgSV/m^3
- La materia seca de la mezcla debe ser inferior al 15%.

Por los residuos existentes en las proximidades a la planta se han elegido para la codigestión los residuos vegetales del cultivo del tomate y lodos de depuradora [1].

En resumen, la planta tratará 150 t/día purín porcino, 100 t/día estiércol bovino, 35 t/día de rastrojos de tomate y 15 t/día de lodos de depuradora.

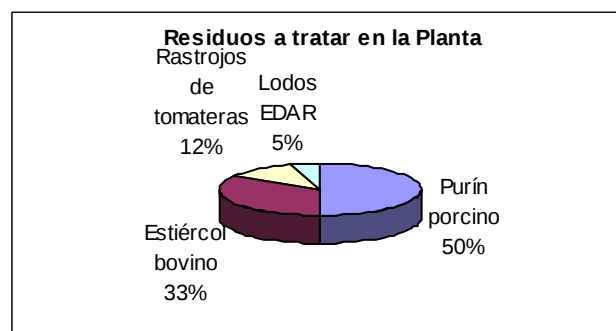


Figura 2. Residuos a tratar en la Planta de Tratamiento.

2.3 Recepción de residuos

Los residuos sólidos (rastros de tomate y estiércol) se colocarán en un troje, que consiste en una estructura de hormigón formada por muros separadores y una solera impermeabilizada y preparada para la recogida de lixiviados. Dichos residuos se triturarán y se colocarán en sus respectivos compartimentos en el troje. Los lodos y el purín se bombearán a dos tanques de acero inoxidable, pasando previamente por un desbaste automático de gruesos.

2.4 Depósito de homogeneización

El depósito de homogeneización tiene un tiempo de residencia de 3 días, y a él se enviarán las cantidades de residuos determinadas para el proceso. En este depósito se realiza la agitación de la mezcla de residuos mediante dos agitadores sumergibles, y un precalentamiento de los mismos a 55°C. La calefacción del depósito se consigue mediante tubos finos de polietileno embebidos en la pared. Por los tubos, de aproximadamente 2cm de diámetro, circulará agua caliente que procede de la refrigeración del motor de cogeneración. Esta tecnología es similar a la del suelo radiante. El depósito de homogeneización es muy importante en el proceso, ya que en él se realizarán los análisis convenientes para que no ocurran inhibiciones en la digestión anaerobia.

2.5 Digestión anaerobia

La digestión anaerobia es realizada en dos etapas, es decir, un digestor de alta carga y mezcla completa se combina en serie con un segundo tanque de digestión. De esta forma se aumenta la producción de biogás, sin esfuerzo en el digestor secundario, ya que no está ni agitado ni calentado, y además el fango digerido se estabiliza más, se enfría un poco y bajan de forma apreciable los olores [15].

Digestor primario

El digestor primario es un digestor de mezcla completa. Se trata de un reactor completamente cerrado, en el que se introduce la mezcla de residuos de forma continua, permaneciendo durante periodos de tiempo variable en su interior y obteniendo así un flujo continuo de biomasa activa. El producto digerido y estabilizado, que se extrae del proceso continuamente tiene un bajo contenido en materia orgánica y patógenos, y no es putrescible [15].

Es un digestor de alta carga, ya que el contenido del digestor se calienta y mezcla completamente. El tipo de digestión es termofílica, a 55°C, permitiendo así mayor producción de biogás y mayor eliminación de sólidos, y el tiempo de retención es de 20 días. Este digestor posee un sistema de calefacción para mantener la temperatura a 55°C mediante tuberías finas de polietileno embebidas en la pared del reactor por la cara interior.

Para agitar el digestor se emplea un circuito de recirculación en el que el licor mezcla se extrae por la parte superior del digestor y se inyecta a gran velocidad por un lateral en la parte inferior. Para ello se colocarán tres tubos verticales exteriores desfasados aproximadamente 120° en planta. El agitador se coloca a ras de suelo, la hélice en el interior del tubo de recirculación y el motor fuera del digestor para acceder a él fácilmente. La velocidad de giro es lenta, de forma que la biomasa anaerobia sufra menos. Las ventajas de este sistema de agitación son las siguientes:

- la eliminación de elementos mecánicos en el interior del digestor.
- permite la construcción de un techo muy simple, ya que no se tiene que sostener el agitador.
- impide la formación de costras superficiales

El biogás dentro del reactor se almacena en el techo, construido con una membrana de PVC flexible.

Digestor secundario

El digestor secundario no posee sistema de agitación ni calefacción, tiene un tiempo de residencia de 8 días, y en él ocurre una digestión adicional y una cierta producción de biogás.

La degradación de la materia y la producción de biogás se obtiene a través del modelo de Hashimoto (1982) [13,16], mediante el cual se calcula una disminución del 4% en materia, del 62% en nitrógeno orgánico y del 78% de DBO en el digestor primario, y una disminución del 0,7% en materia, del 60% en nitrógeno orgánico, y del 26% de DBO en el digestor secundario.

La producción de biogás asciende a 8.539 Nm³/día, 7.477 Nm³/día en el digestor primario y 1.062 Nm³/día en el digestor secundario. El biogás es enviado a un gasómetro de doble membrana sintética, y de allí al motor de cogeneración.

2.6 Cogeneración

La cogeneración se realiza en un motogenerador compacto en contenedor que contiene un circuito de recuperación de calor de los gases de escape y de las camisas del motor y ventiladores para enfriar el agua que no se necesite. El motor es capaz de autoabastecer la planta. Además mediante los circuitos de recuperación de calor se calienta el agua destinada al sistema de calefacción tanto del digestor primario como del depósito de homogeneización.

2.7 Separación sólido-líquido

La separación sólido-líquido se realiza mediante un decantador centrífugo que trabaja de forma continua. Se consigue un 20% de fracción sólida con un 35% en materia seca y un 80% de fracción líquida con un 2,5% en materia seca.

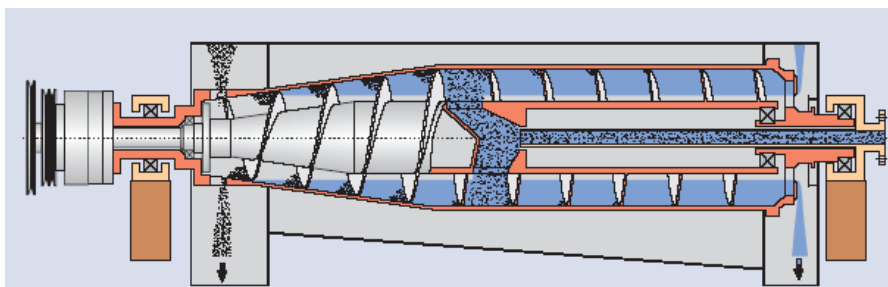


Figura 3. Decantador Centrífugo.

2.8 Tratamiento de la fracción sólida: Compostaje

La fracción sólida se somete a un proceso sencillo de compostaje. Aproximadamente 74 t/día de materia se coloca en pilas y se voltea 2 veces por semana durante 6 semanas en la superficie de fermentación y durante otras 6 semanas en la superficie de maduración, obteniéndose 58 t/día de abono no contaminante.

2.9 Tratamiento de la fracción líquida: reactores ICEAS

A la salida de la centrífuga la fracción líquida tiene todavía niveles muy elevados de nitrógeno, DBO, y fósforo (Tabla 1), según lo indicado en la Directiva 91/271/CEE, relativa al tratamiento de aguas residuales urbanas.

Tabla 1. Comparación de los niveles de nitrógeno, fósforo y DBO del licor mezcla tratado con la Directiva 91/271/CEE.

	Salida de la centrífuga	Directiva 91/271/CEE
Nitrógeno (mg/l)	2216,8	10-15
DBO (mg/l)	4300	25
Fósforo (mg/l)	131	1-2

Para aproximarse a los valores que indica la normativa se decide llevar a cabo un tratamiento de fangos activos basado en la tecnología SBR (Reactor Biológico Secuencial). Se trata de un tanque dotado de aireación y agitación cuyo funcionamiento transcurre de forma cíclica en varias etapas: llenado, aireación, decantación y vaciado [17]. Sin embargo esta tecnología transcurre de forma discontinua, y el proceso de tratamiento que se lleva a cabo en la planta es de forma continua, por lo que se prefiere emplear un avance a dicha tecnología, los reactores ICEAS (Intermittent Cycle Extended Aeration). Se trata de un proceso en el que el afluente es recibido de forma continua durante todas las fases del ciclo, permitiendo que el proceso se controle mediante tiempos y sin tener que estar midiendo el caudal que entra a cada fase [17]. Las ventajas frente al sistema SBR son las siguientes:

- Facilita cambios en el programa de control
- No son necesarias las válvulas automáticas de control de caudal
- Puede prescindirse de tanques adicionales para compensar el flujo discontinuo.

El ciclo del sistema ICEAS-NDN (Fig.4) está diseñado para la eliminación de DBO, SST, nitrógeno y fósforo. La eliminación de nutrientes biológicos se realiza incorporando fases alternas de condiciones aerobias y anaerobias. En condiciones aerobias se produce la nitrificación, proceso por el cual el amoníaco se convierte en nitrato y además se produce la remoción de fósforo. En condiciones anaerobias se produce la desnitrificación, proceso por el cual el nitrato se convierte en nitrógeno gas. Posteriormente ocurriría la sedimentación y la decantación del líquido clarificado. La duración completa del ciclo es de 4,8 horas, por tanto se realizan 5 ciclos diarios y en consecuencia 5 vaciados de efluente clarificado.

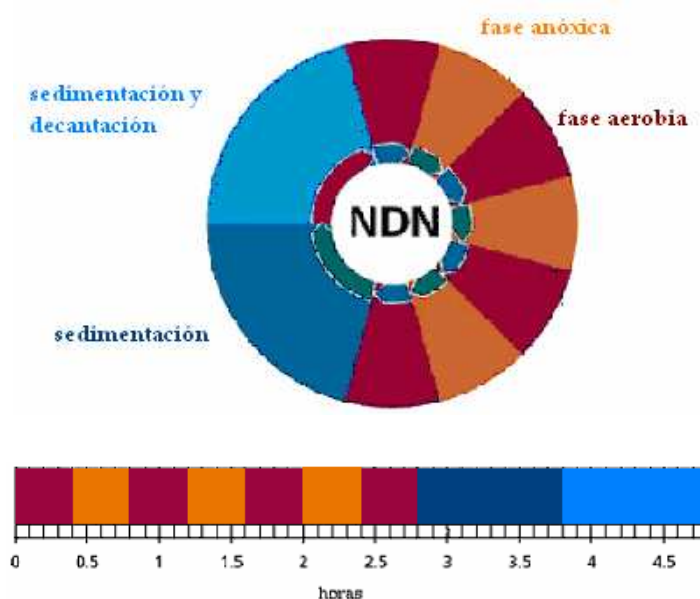


Figura 4. Ciclo del sistema ICEAS-NDN.

Los tanques del sistema ICEAS están divididos en dos zonas, la zona de pre-reacción y la zona de reacción principal como se muestra en la figura 5 [18].

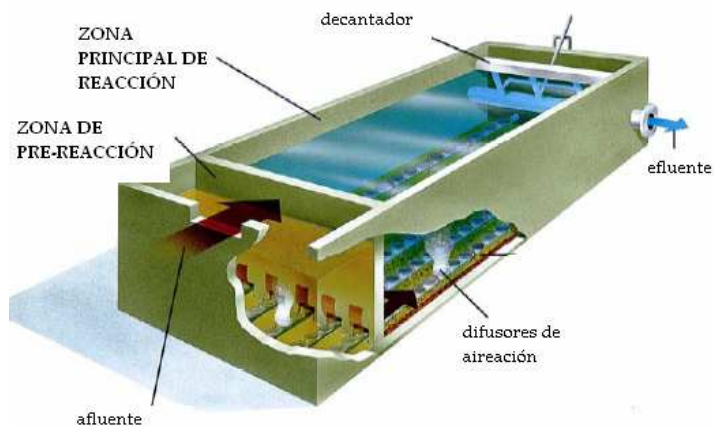


Figura 5. Tanque del sistema ICEAS.

Las dos zonas están separadas por un muro con aberturas en su parte inferior para que el afluente pueda pasar desde la zona de pre-reacción hasta la zona principal de forma homogénea y sin la aparición de corto circuitos. El volumen de la zona de pre-reacción es generalmente de un 10 a un 15% del volumen total del tanque.

La zona de pre-reacción proporciona un pretratamiento al agua residual antes de que entre en el tanque principal. El afluente, que es introducido de forma continua a la zona de pre-reacción, tiene una alta concentración de DBO disponible para los microorganismos en un volumen relativamente pequeño. Esta situación provoca un aumento de la relación F/M, fomentando la máxima absorción de microorganismos por las bacterias. De esta forma se minimiza a su vez el crecimiento de bacterias filamentosas que son difícilmente sedimentables.

El tanque principal está dotado de aireación mediante difusores en la parte inferior del tanque y de agitación, proporcionada por agitadores sumergibles. En esta parte del reactor se encuentra también el decantador. Está instalado en el muro del depósito que se encuentra en el lado opuesto a la zona de pre-reacción. El decantador desciende o se eleva, cuando recibe la señal del PLC, desde la superficie hasta el nivel inferior de agua mediante un actuador electro-mecánico. Durante las etapas de aireación y sedimentación el decantador se encuentra por encima de la superficie de agua [18].

En la planta se han diseñado dos reactores ICEAS en serie, de forma que el fango purgado se recircule al decantador centrífugo y la parte clarificada del segundo reactor sea bombeada al depósito de agua producto, donde se almacenarán los 213,5 m³ diarios de agua que posteriormente se utilizará para riego. Tras este último tratamiento los parámetros del agua cumplen ya con los permitidos por la Directiva 91/271/CEE, ya que contiene 7,85 mg/l de nitrógeno, 15,2 mg/l de DBO, y 0,95 mg/l de fósforo.

3. Conclusión

Con el fin de cumplir con los objetivos que proponen tanto los planes de residuos (PIRCAN) como las normativas de protección contra la contaminación, se decide investigar para desarrollar un proceso de tratamiento de residuos ganaderos. Para que la planta en la que se lleva a cabo dicho proceso pueda llegar al autoabastecimiento eléctrico, se toma la decisión de incluir en el proceso de tratamiento otros residuos orgánicos, realizando así una

codigestión y aumentando la producción de biogás. Con esto se consigue además una mayor estabilización del proceso biológico. Finalmente, separando mediante una centrífuga la fracción sólida y líquida de la mezcla de residuos, y sometiendo a la fracción sólida a un proceso sencillo de compostaje se obtiene agua para riego y abono no contaminante, demandados por los agricultores.

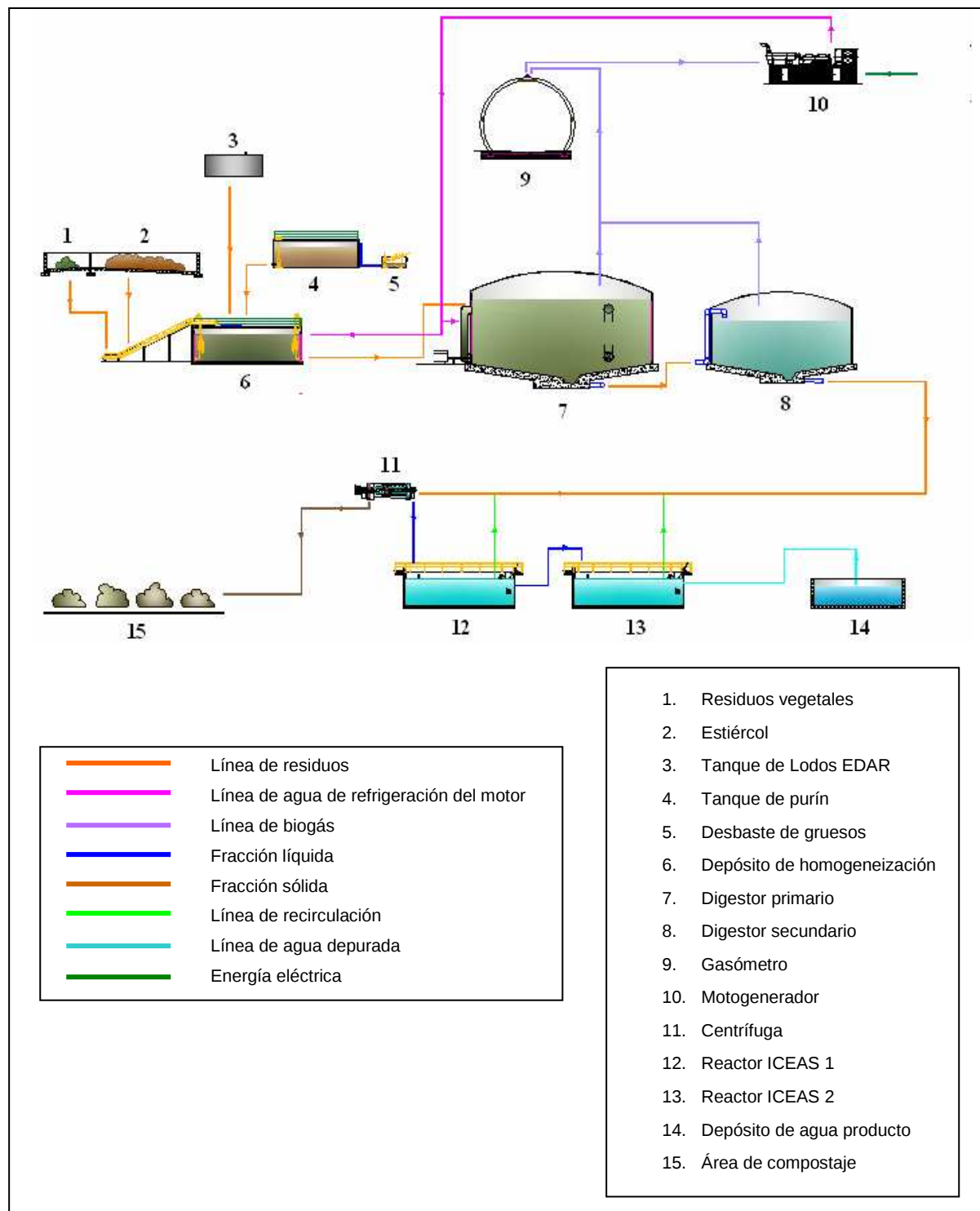


Figura 6. Proceso de tratamiento de residuos ganaderos.

4. Referencias

- [1] PIRCAN *Plan Integral de Residuos de Canarias*. Decreto 161/2001. Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias.
- [2] M. Bigeriego, M.A. Porcel y N. Bellido, *Valorización de los purines de porcino como abono órgano-natural*, Retema pp (65-71) (Enero-Febrero 2001).
- [3] José M^a Soria, *Gestión integral de purines*, Residuos pp (58-62), nº76 (2004).
- [4] X. Flotats, A. Bonmartí, E. Campos, M.R. Teira, *El proceso de secado de purines en el marco de una gestión integral de residuos ganaderos*, Residuos pp (40-46), nº53 (2000).
- [5] *Código de buenas prácticas agrarias de Canarias*, Boletín Oficial de la Comunidad de 23/2/00. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca del Gobierno de Canarias.
- [6] Fundación La Caixa, *Residuos Ganaderos*, Ed. Barcelona (1993).
- [7] PECAN *Plan Energético de Canarias*. Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.
- [8] J. Angulo Aramburu, *La digestión anaerobia en el tratamiento de efluentes de granjas de porcino*, INGENIERÍA QUÍMICA 409: 102-108. (2004).
- [9] Begoña de la Roza Delgado, Alejandro Argamentería Gutiérrez, *Recogida, almacenamiento y utilización de purines en zonas húmedas* Colección: Encuentros I + D, Ed. SERIDA y KRK ediciones. Oviedo (2004).
- [10] Instituto Canario de Estadística (ISTAC). Gobierno de Canarias.
- [11] F.J. Peña Castiñeira, *Residuos ganaderos y medio ambiente*. Ed. Pontevedra: Fundación Semana verde de Galicia (1996).
- [12] Asociación Danesa del Biogás www.landbrugsraadet.dk.
- [13] Flotats, X., Bonmatí, A., Campos, E., Antúnez, M. (1997). *Codigestión anaerobia termofílica de purines de cerdo y lodos de planta depuradora de aguas residuales urbanas*. V Congreso de Ingeniería Ambiental, Bilbao, 11-12 Marzo. Libro de comunicaciones, pp 211-220.
- [14] Ade Biotec, S.L., www.adebiotec.com.
- [15] Metcalf & Eddy, *Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización*. Ed. McGraw-Hill (1995).
- [16] Hashimoto, A.G.(1982). *Methane from cattle waste: effects of temperature, hydraulic retention time, and influent substrate concentration on kinetic parameter (K)*. *Biotechnology and Bioengineering*, 24, pp 2039-2052.
- [17] U.S. EPA., *Folleto informativo de tecnología de aguas residuales, Reactores secuenciales por tandas* EPA 832-F-99-073 Washington D.C., Septiembre de 1999.
- [18] www.sanitaire.com/abj.