

# DIGESTIÓN ANAEROBIA SECA COMO ALTERNATIVA DE GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LODOS DE DEPURADORA



INFORME LAYMAN / FEBRERO 2019



## El programa LIFE

LIFE es el instrumento financiero de la UE que apoya proyectos medioambientales, de conservación de la naturaleza y el clima en toda la UE. Desde 1992, LIFE ha cofinanciado casi 4.200 proyectos, contribuyendo aproximadamente con 3.400 millones de euros a la protección del medio ambiente y el clima.

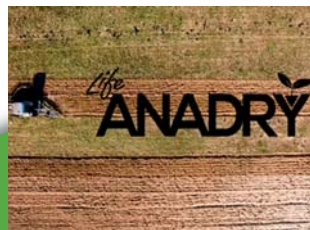
<http://ec.europa.eu/environment/life/>

## El proyecto LIFE ANADRY

El proyecto titulado “Digestión anaerobia seca como alternativa de gestión y tratamiento de lodos de EDAR: Life-ANADRY” es un proyecto europeo cofinanciado por la Comisión Europea dentro del programa LIFE con un presupuesto total de 1,54 millones de euros.

El proyecto Life-ANADRY tiene como fin determinar la viabilidad de una solución innovadora que contribuya a solucionar el problema que afronta la UE en el sector del tratamiento de aguas residuales y la gestión de lodos, principalmente en las depuradoras de pequeño-mediano tamaño que no tienen digestión anaerobia.

Life-ANADRY ha demostrado que el proceso antes mencionado ofrece una gran mejora en la eficacia, gestión y calidad del digestato producido frente a otros métodos empleados para el tratamiento de lodos en pequeñas o medianas EDAR.



### Objetivos del proyecto LIFE ANADRY

- Reducir el impacto ambiental debido a la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Demostrar la viabilidad técnica y económica de la tecnología como alternativa de gestión en EDAR.
- Aumentar la estabilidad del fango debido a la reducción de la concentración de sólidos volátiles en el efluente.

- Mejorar la calidad de los lodos producidos mediante la reducción del contenido en patógenos.
- Sustituir el uso de fertilizantes inorgánicos debido al uso del lodo como fertilizante.

Con el desarrollo de estos objetivos se ha fomentado la generación de una amplia base de conocimiento de los efectos beneficiosos que, sobre el cambio climático, tiene la implantación del proceso de digestión anaerobia seca y los beneficios ambientales que supone para la

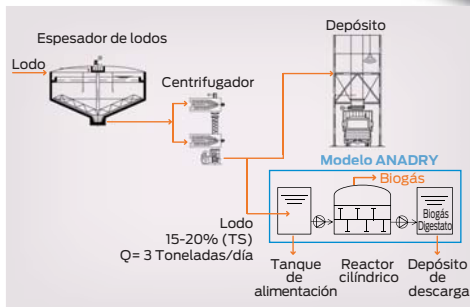
agricultura local, nacional y europea, en términos de reducción de lodos de EDAR y mejora en la gestión de los mismos en las EDARs de pequeño/mediano tamaño. Durante el proyecto se ha llevado a cabo la promoción y difusión de los resultados obtenidos con el fin de dotar de conocimiento y herramientas suficientes a los agentes del sector del agua (administraciones públicas, empresas privadas, organismos de investigación y agricultores) para tomar las medidas oportunas y favorecer así, la progresiva implantación de procesos sostenibles y viables para la gestión de lodos EDAR.

## Solución implementada en el proyecto

El diseño propuesto a escala preindustrial se basa en un reactor cilíndrico de 20 m<sup>3</sup> con capacidad para tratar hasta 3 T/día de lodos de EDAR en semi-continuo.

El sistema funciona como una digestión anaerobia seca, con una concentración aproximada de sólidos en el lodo de entrada en torno a un 15-20% (MS) y ha sido operado a dos condiciones de temperatura distintas: mesófila y termófila.

Además, se ha estudiado la influencia del tiempo de retención hidráulico (TRH) sobre los rendimientos del proceso en términos de estabilización de lodos, eliminación de patógenos y producción de biogás.

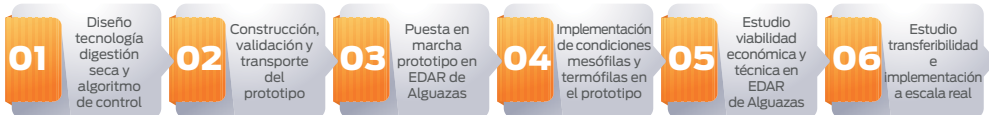


## Implantación del proyecto

El proyecto se llevó a cabo en la EDAR de Alguazas en Murcia (España). La EDAR de Alguazas es una depuradora urbana de tamaño medio-pequeño, que carece de digestión anaerobia, y trata un caudal aproximado de 3,500 m<sup>3</sup>/d de aguas residuales, dando servicio a una población de aproximadamente, 60,000 habitantes. Actualmente produce aproximadamente 10 T/día de fango deshidratado.



## Fases del proyecto



## Principales resultados

Durante el desarrollo experimental se evaluó el rendimiento del proceso en dos condiciones de temperatura distinta mesófila (35°C) y termófila (55°C). También se evaluó el proceso bajo condiciones de operación diferentes en relación a la carga orgánica volumétrica (COV) y el tiempo de retención hidráulico (TRH).

### Diseño y construcción del prototipo

El prototipo diseñado y construido consiste en un digestor anaerobio de 20 m<sup>3</sup>, que tiene instalado un gasómetro de membrana en la parte superior para el almacenamiento del biogás generado. La calidad del biogás se analiza en el propio sistema mediante un analizador on-line, el biogás generado se emplea para el calentamiento del digestor con el fin de asegurar la autosuficiencia energética del sistema. Para ello, el prototipo cuenta con un sistema de enfriamiento de biogás y, posteriormente, es enviado a una caldera de tipo dual (gasoil/biogás). El sistema de calentamiento está compuesto por una camisa interna por donde circula agua caliente y un sistema de mantas eléctricas en la parte inferior del digestor que permiten alcanzar y mantener la temperatura de manera homogénea.



Sistema de alimentación



Digestor



Sistema de agitación



Tanque de almacenamiento efluente

### Puesta en marcha del sistema y seguimiento en condiciones termófilas

Los resultados obtenidos durante la puesta en marcha y el seguimiento del sistema en condiciones termófilas (55°C), mostraron que el proceso se ve limitado debido a la inhibición parcial del proceso provocada por las elevadas concentraciones de las especies nitrogenadas dentro del digestor, concretamente el amoníaco.

En términos de higienización se ha conseguido una eliminación completa de *E.coli* y *Salmonella* spp., siendo estos microorganismos los contemplados en la legislación (Orden AAA/1072/2013).

En este sentido, el proceso en condiciones termófilas presenta un reto tecnológico que debe ser abordado en futuros estudios para mejorar el rendimiento del proceso en estas condiciones.

Las diferentes alternativas que permiten disminuir la concentración de nitrógeno amoniacal y minimizar la inhibición parcial en el sistema se resumen a continuación:



Sistema de calentamiento



Sistema de control del proceso

**Digestor**  
TRH=40d  
pH=7,5-8,0  
T=55°C  
V agitación=5-10 rpm

**INFLUENTE/ENTRADA**  
Q=500 - 1300 kg/día  
%MS=14-17  
%MV=75,0  
E. Coli = 6,9x10<sup>4</sup>  
CFU/100m (Unidades)  
Salmonella=Presencia

**Biogás**  
CH<sub>4</sub>=30-40%  
CO<sub>2</sub>=60-70%  
H<sub>2</sub>S<1000ppm



**EFLUENTE/SALIDA**  
%MS=12  
%MV=60,0  
E. Coli =<10  
Salmonella=Ausencia

### Acciones corto plazo

- ✔ Modificar el TRH para desplazar el equilibrio  $\text{NH}_4\text{-NH}_3$ .
- ✔ Reducir la temperatura para desplazar el equilibrio  $\text{NH}_3\text{-NH}_4$ .
- ✔ Co-digestión con otros residuos para modificar la relación DQO/N.

### Acciones largo plazo

- ✔ Stripping de amoníaco y recuperación como sulfato amónico.
- ✔ Precipitación de los compuestos de nitrógeno.
- ✔ Membranas de intercambio iónico para eliminar  $\text{NH}_4$ .
- ✔ Uso de zeolitas sintéticas o resinas para la adsorción de amonio.

### Seguimiento del proceso en condiciones mesófilas

El arranque del proceso mesófilo se realizó con un inóculo procedente de un digestor anaerobio mesófilo de una EDAR urbana cercana a Alguazas. Durante el proceso mesófilo, el pH se ha mantenido alcalino entorno  $8.33 \pm 0,4$ , con una concentración de AGV de  $1618 \pm 522 \text{ mg HAc-L}^{-1}$  inferior al proceso en condiciones termófilas.

Debido a la menor temperatura empleada, los valores de nitrógeno amoniacal total se han mantenido más estables e inferiores a  $4.000 \text{ mg N-L}^{-1}$ . Se ha obtenido una máxima producción de biogás de  $29,4 \text{ m}^3\text{-día}^{-1}$ , con una composición estable de metano superior al 60% a diferentes TRH (30,20,15,12,10d). Los resultados del contenido en patógenos contemplados en la Orden AAA/1072/2013 se incluyen en la Tabla 1, e indican una higienización del lodo.

Parámetro	Unidad	Termófila (55°C)		Mesófila 35°	
		Influyente	Efluyente	Influyente	Efluyente
Q	Kg/d	500-1200kg/d		500- 1800 kg/d	
ST	%	15	12,5	13-15	10,5
MV	%	76	60	81	69,2
pH		$7,1 \pm 0,5$	$7,5 \pm 1,2$	$7,1 \pm 0,5$	8,1
Salmonella spp.	presencia 25 g	(+)	(-)	(+)	(-)
E. coli	UCF/100 ml	$6,9 \times 10^4$	$< 10$	$5 \times 10^4$	$< 100$

Tabla 1. Resumen de fase termófila y mesófila de la operación del prototipo LIFE ANADRY

### Acciones de Difusión

Los impactos en difusión generados a lo largo del proyecto gracias a las acciones de comunicación se estiman en torno a 50.000 personas a nivel europeo. A nivel internacional, los miembros del proyecto han interactuado con expertos de más de 10 países que han conocido de primera mano los resultados del proyecto LIFE+ ANADRY. En torno a 1000 personas han sido informadas de los avances y resultados del proyecto a través de los diversos eventos jornadas y congresos en los que ha organizado y participado el proyecto.



Dry anaerobic digestion as an alternative management & treatment solution for sewage sludge: LIFE-ANADRY



## Estudio económico y de viabilidad

El estudio económico fue desarrollado considerando cuatro posibles alternativas de implementación, en función del tipo de planta donde se produce el fango. A continuación se muestra una imagen con las 4 alternativas consideradas y las principales conclusiones.



El estudio económico y de viabilidad técnica desarrollado en este proyecto permitió determinar que la tecnología desarrollada tiene un potencial interesante para ser aplicada en EDARs de pequeño/mediano tamaño que no cuentan con digestión anaerobia. Una de las opciones más interesantes es la implementación en una planta centralizada que permitirá gestionar los lodos de EDAR existentes en un radio de 200 km.





### Impactos directos

- ✔ Reducción de volumen de lodos hasta un 40%
- ✔ Producción de energía debido al biogás generado (30 m<sup>3</sup>/d).
- ✔ Higienización del lodo debido a la reducción de *E.coli* y *Sallmonela* spp.
- ✔ Creación de empleo directo e indirecto durante el diseño, construcción e implementación del prototipo.
- ✔ Recirculación de nutrientes debido a la utilización del digestato como enmienda agrícola.
- ✔ Reducción indirecta de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>) debido al menor volumen de lodos transportados.

### Impactos indirectos

- ✔ Creación de nuevo conocimiento en el sector del tratamiento de aguas residuales.
- ✔ Fortalecimiento de la estructura de investigación entre los socios implicados.
- ✔ Mejora en la calidad y gestión de los lodos producidos.

### Impactos transversales

- ✔ Conciencia pública sobre la gestión de lodos de EDAR.
- ✔ Desarrollo de nuevas tecnologías que pueden ser aplicadas en EDARs de tamaño mediano/pequeño que no cuentan con digestión anaerobia.
- ✔ Desarrollo de buenas prácticas en la gestión de lodos alineadas con las directrices de la Unión Europea.



# PROYECTO LIFE+ ANADRY

Referencia: LIFE14 ENV/ES/000524

Duración 01-09-2015 al 28-02-2019

Página web: [www.LIFE-ANADRY-EU](http://www.LIFE-ANADRY-EU)

## Coordinador

Depuración de Aguas del Mediterraneo (DAM)

Email: [Laura.pastor@dam-aguas.es](mailto:Laura.pastor@dam-aguas.es)

## Socios Beneficiarios

Entidad de saneamiento de la región de Murcia (ESAMUR)

Centro Tecnológico (CEIT-IK4)

Ingeniería y Desarrollos renovables (INDEREN)

Euro-Mediterranean Information System on know-how in the Water Sector (SEMIDE)



Sigue nuestras redes sociales

