

# Jornada Técnica on line

"Soluciones a los problemas de  
BIOGAS y DIGESTATOS en EDAR  
y la Industria agro-alimentaria"

10 Marzo  
16:00

Ponencias a cargo de:



EDAR de Lleida (Aqualia)

## Las aguas residuales y la economía circular

Xavier Flotats

<https://futur.upc.edu/XavierFlotatsRipoll>



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria Agroalimentària  
i de Biosistemes de Barcelona



# ¿De dónde venimos? ¿A dónde vamos?

- Hemos evolucionado “*favorablemente*” en los últimos 40 años...  
... pero todavía nos falta un cambio de **paradigma**

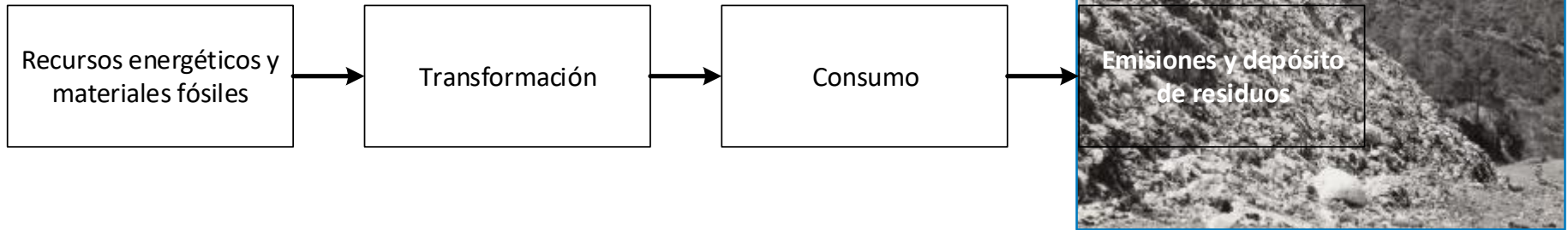


“Ya ahora se puede vislumbrar en el porvenir el día en que los gases tóxicos y los desechos aterronados,....., puedan ser convertidos por la inteligencia y la cooperación social para usos más vitales”

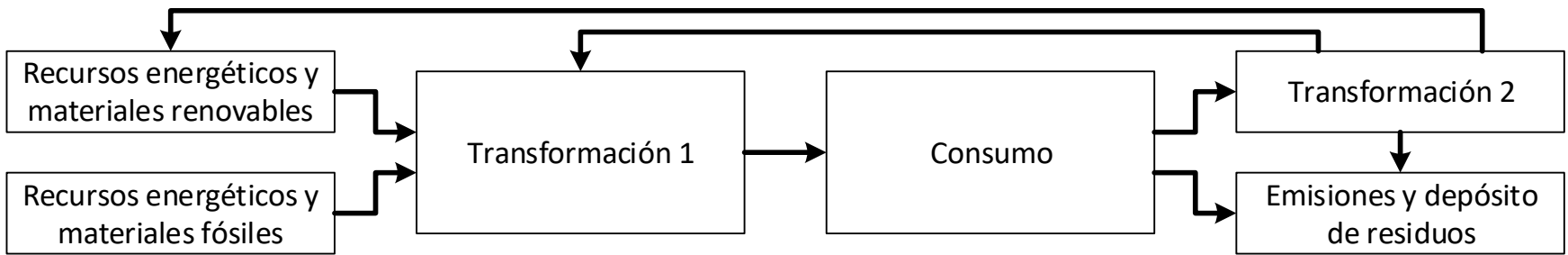
*Lewis Mumford, Técnica y civilización, 1934.*



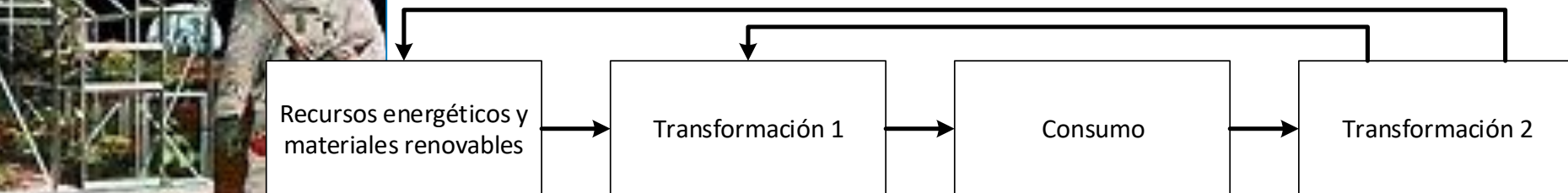
a) Modelo de economía lineal, sistema abierto



b) Modelo de transición (situación actual de conflictos, incertidumbres y oportunidades)



c) Modelo de economía circular, sistema cerrado para los materiales



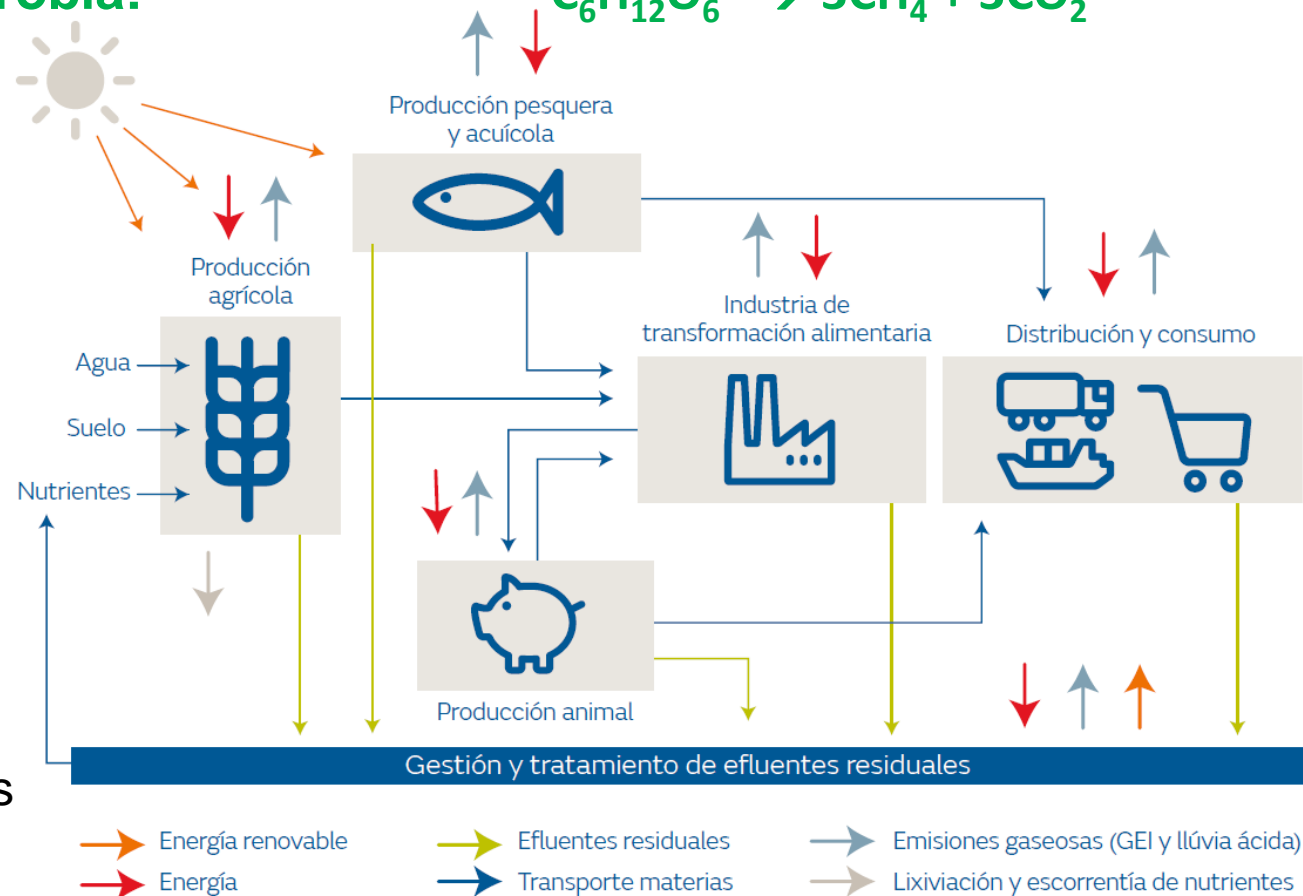
# El complejo agroalimentario

**Fotosíntesis:**  $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{light} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ (glucose)} + 6\text{O}_2$

**Descomposición aerobia:**  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + \text{Energía} \rightarrow 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 + \text{energía}$

**Descomposición anaerobia:**  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 3\text{CH}_4 + 3\text{CO}_2$

- “Comemos energía solar” ....., y nuestro residuo orgánico/agua residual todavía contienen parte de la energía.
- El flujo másico de nutrientes (N, P,...) que alimenta la cadena alimentaria es aproximadamente la suma de sus flujos másicos en los efluentes residuales (sólidos, líquidos, gaseosos)

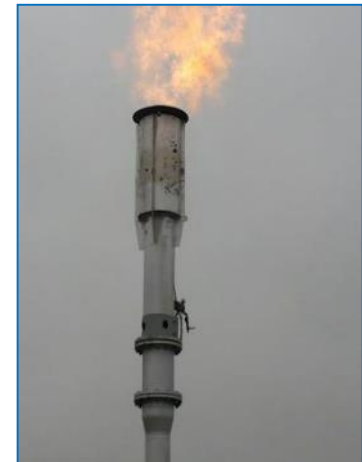


**Es necesaria una visión integral de la problemática, e integrada de las soluciones**

- Balance N en sector doméstico:
  - 75 % - 81% va a aguas residuales
  - Resto a residuos orgánicos y 0,3% a atmosfera
 [Pierera et al. (2015), Bartrolí et al. (2005)]
- Costes de la obtención de fertilizantes minerales/sintéticos [Guintoli et al. (2017)]:
  - Urea: 4,57 kg CO<sub>2</sub> eq/kg N;
  - Superfosfato cal: 1,25 kg CO<sub>2</sub> eq/kg P
- Contenido energético de la materia orgánica: 1 kg DQO ≈ 13 MJ ≈ 3,5 kWh

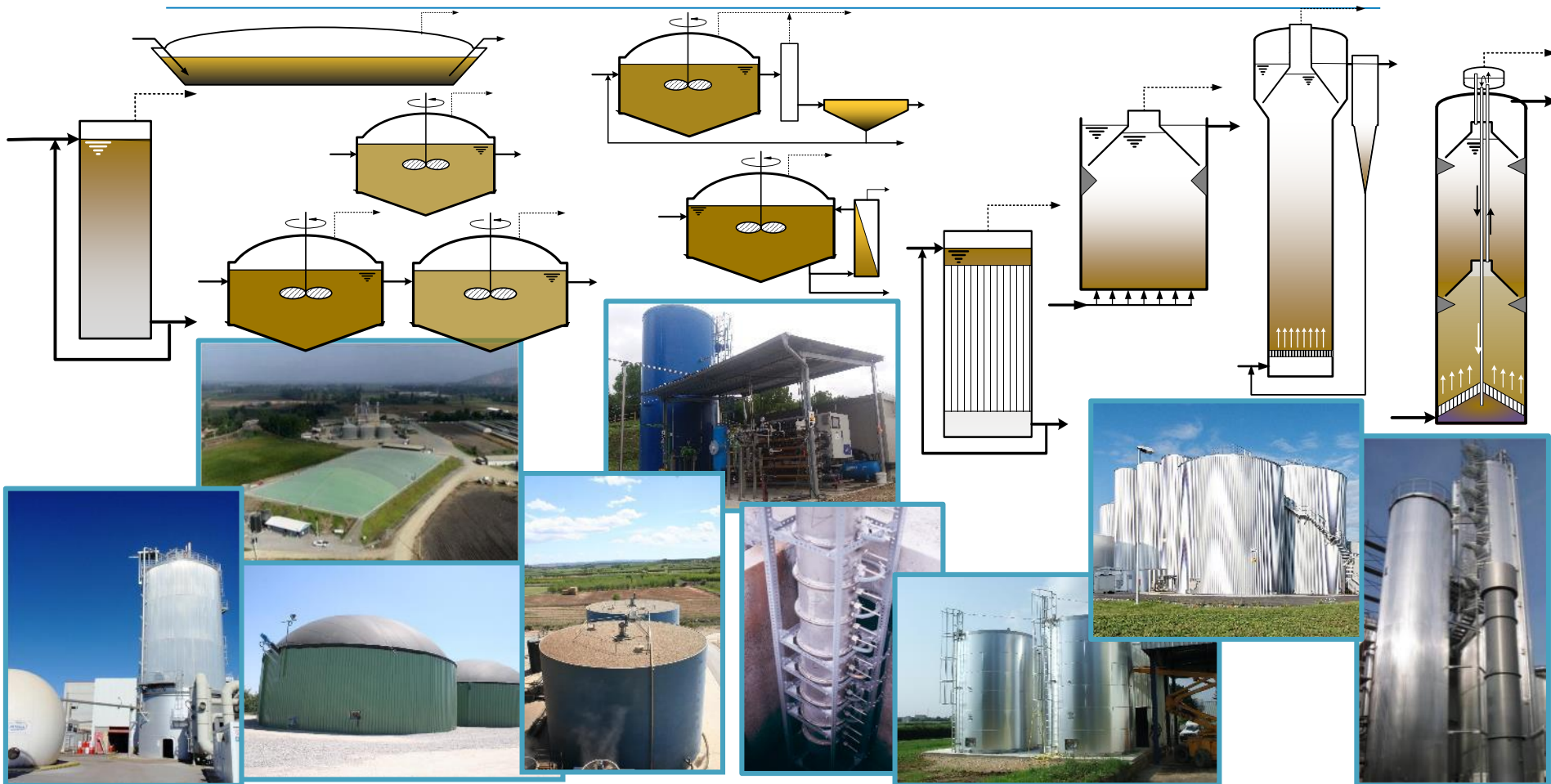
**!!!Pero intentamos eliminar N y materia orgánica a costa de consumir energía !!!**

- Forma actual de recuperar parte del contenido energético: **digestión anaerobia** de los lodos ...  
... pero hasta hace poco nos deshacíamos del gas en la antorcha
- Avanzamos lentamente, solucionando paradojas
- **Futuro: sistemas anaerobios optimizados y cambio de perspectiva y nomenclatura**



# Tecnologías de digestión anaerobia

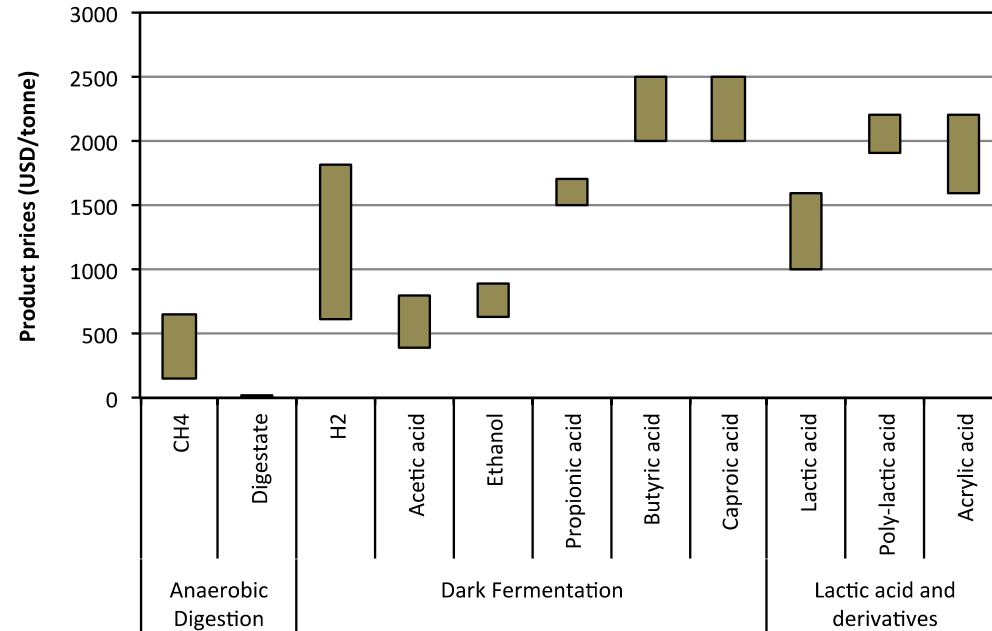
Adaptadas a casi cualquier circunstancia y tipo de agua/residuo



Algún día todas las depuradores serán anaerobias, con sistemas de recuperación de nutrientes y compuestos orgánicos con valor económico, y aplicando sistemas de bajo coste energético para eliminar las fracciones de baja concentración no recuperables (anammox,..)

# Cambio de conceptos y nomenclatura: de tratar a producir

- Es necesario modificar la nomenclatura y los indicadores
  - Cambiar “residuo/agua residual” por “recurso”
  - Cambiar “tratar” por “producir” o “procesar”
  - Cambiar toneladas de residuos tratados o aguas residuales tratadas por toneladas de productos obtenidos, por toneladas de fertilizantes minerales sustituidos, por toneladas de petróleo ahorradas, por toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas, por toneladas de materia orgánica reciclada, por toneladas de nuevas materias primas puestas en el mercado, ...
  - Cambio en los objetivos: **NO sólo “tratar”** para quien produce los residuos. También **transformar** para la industria manufacturera



[Bastidas-Oyanedel y Schmidt (2018)]

- Es necesario potenciar al cliente: industria que ha de transformar las nuevas materias primas. Cambio de óptica: enfoque a la calidad del producto
- Necesaria implicación y sinergia de empresas y administraciones:
  - Para no limitarse sólo a cumplir con límites de descarga de DBO, N y P
  - Para convertir una depuradora o planta de tratamiento de residuos en una fábrica de nuevos productos a partir de un recurso (agua residual, residuo orgánico,...)
  - Primer paso: autosuficiencia energética de las plantas depuradoras



¿Qué hacer?

## ¿Tratar un residuo o procesar un recurso?

---

### ¿Una planta de tratamiento o una factoría?

- Si sólo una planta de tratamiento: modificamos las características del agua/residuo para cumplir un requerimiento legal/ambiental
- Si una factoría: cumplimos el requerimiento legal y producimos nuevos bienes y servicios

### ¿Quiénes son los clientes?

- Si sólo una planta de tratamiento: La administración local/regional (usualmente)
- Si una factoría: la administración + agentes que utilizarán nuestros bienes y servicios (agricultores, industria manufacturera, compañías energéticas, etc.)

### ¿Cuáles son nuestros objetivos – expectativas?

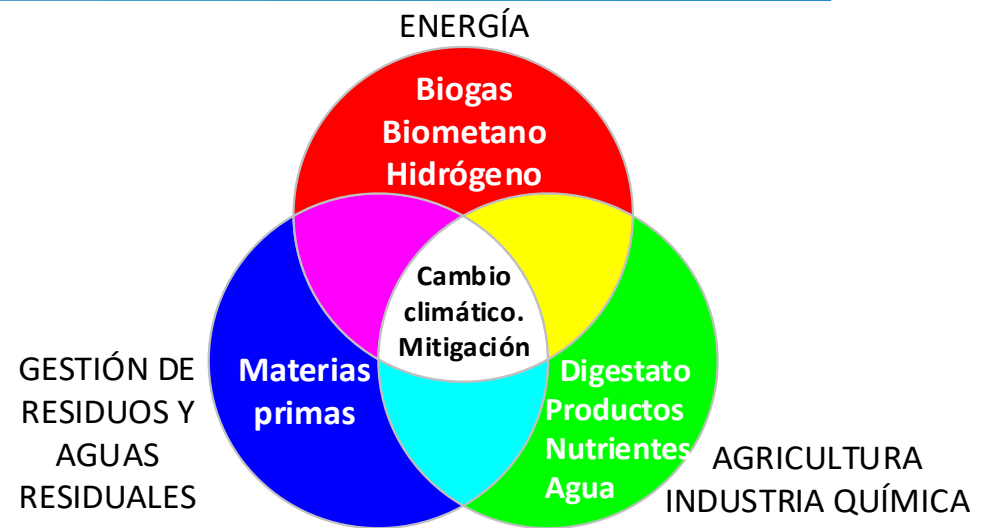
- Si sólo una planta de tratamiento: cuanta más agua residual a tratar, más ingresos
- Si una factoría: recuperar/producir productos de calidad. Cuanto más elevada la calidad, mayores ingresos por unidad de producto

**El cliente define la demanda y el tipo de negocio.**

**Y el cliente (la sociedad) reclama economía circular.**



- Estamos en transición hacia un nuevo modelo, que intuimos pero del que no hay experiencia
- La tecnología no es limitante. Existe, se compra y se vende
- El limitante es la capacidad de organización, de colaboración, de participación, de gestionar la incertidumbre. Estas capacidades no se compran ni se venden, hay que trabajarlas cada día
- Hay que repensar tópicos y decisiones previas, contrastar experiencias, planificar y adoptar soluciones flexibles



- Palabras clave:

- **Colaborar**
- **Planificar**
- **Aprender**
- **Querer, tener la ambición de actuar**

**Contrastar y aprender,  
objetivos de la jornada de hoy**



# Estamos en transición, y existen experiencias inspiradoras

EDAR de Lleida (foto gentileza de Aqualia)



Con la ambición de actuar para conseguir en un futuro cercano la autosuficiencia energética

- Bartrolí, J., Martín, M. J., Rigola, M. (2005). The nitrogen balance for Catalan agriculture soils and livestock sectors. *International Journal of Agricultural Resources Governance and Ecology*, 4 (2): 123-132.
- Bastidas-Oyanedel JR, Schmidt JE (2018). Increasing Profits in Food Waste Biorefinery - A Techno-Economic Analysis. *Energies* 11: 1551
- Feliu, A., Flotats, X (2020). Los gases renovables, un vector energético emergente. *Publicaciones de la Fundación Naturgy*.  
<https://www.fundacionnaturgy.org/publicacion/los-gases-renovables-un-vector-energetico-emergente/?lang=es>
- Giuntoli, J., Agostini, A., Edwards, R., Marelli, L. (2017). Solid and gaseous bioenergy pathways: input values and GHG emissions. Calculated according to the methodology set in COM(2016) 767, Version 2. JRC Science and Policy Reports, European Commission, Report EUR 27215.  
<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC104759>
- Pierera, M., SchröckA, A., Winiwarterb, W. (2015). Analyzing consumer-related nitrogen flows: a case study on food and material use in Austria. *Resources, Conservation and Recycling*, 101: 203-211.
- Silvestre Tormo, Gracia (2015). Sewage sludge anaerobic digestion: study of synergies and operational strategies of co-digestion. Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya. <http://hdl.handle.net/10803/334688>