

REDUCCIÓN DE LODOS GENERADOS EN ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

SEWAGE SLUDGE REDUCTION IN INDUSTRIAL WASTE WATER TREATMENT PLANTS

Murcia 14 de Mayo de 2015



Los contaminantes en las aguas residuales



Materia orgánica biodegradable y no biodegradable
y Materia inorgánica

*en suspensión,
coloidal y disuelta*

Agroalimentarias vs urbanas

- Mayores cargas
- Menores caudales
- Nutrientes descompensados
- Contaminantes específicos

Tratamiento del agua residual: del agua al lodo



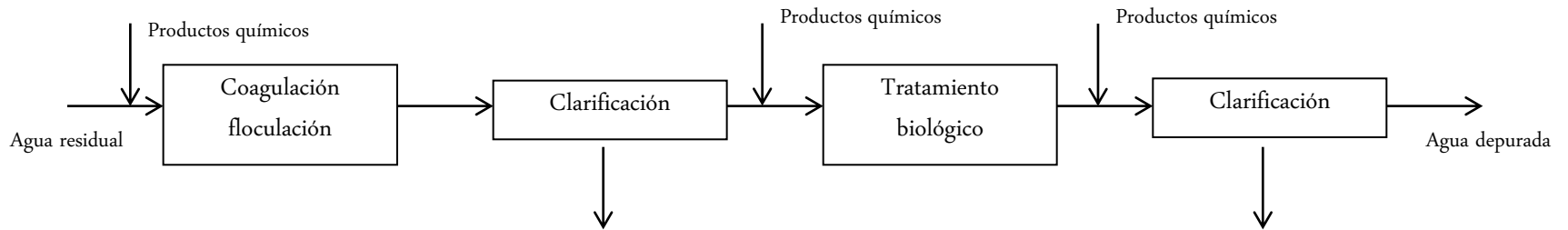
Agua depurada



Lodos de depuración

Materia orgánica biodegradable y no biodegradable
y Materia inorgánica

Tratamiento del agua residual: del agua al lodo



Lodos primarios



Lodos secundarios



Tratamiento de lodos: objetivos



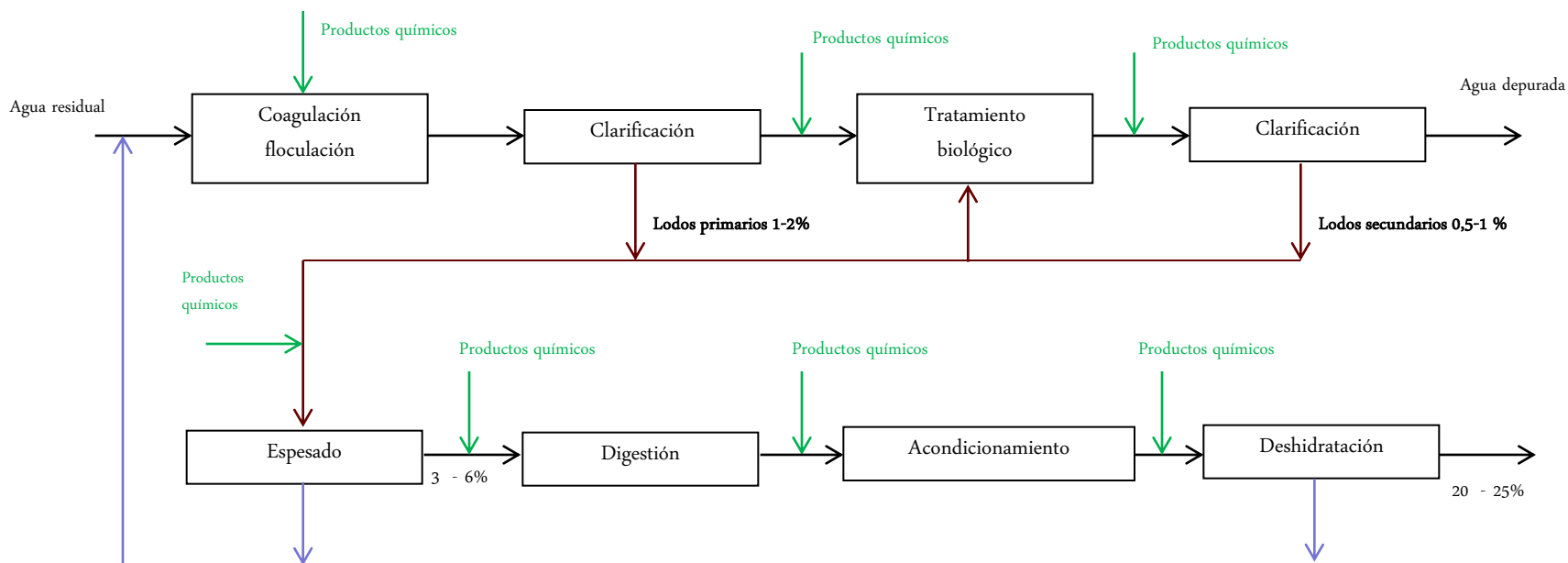
~1 % sólidos y 99 % agua

>70% de volátiles sobre M.S

Nutrientes, materia orgánica = energía, etc.

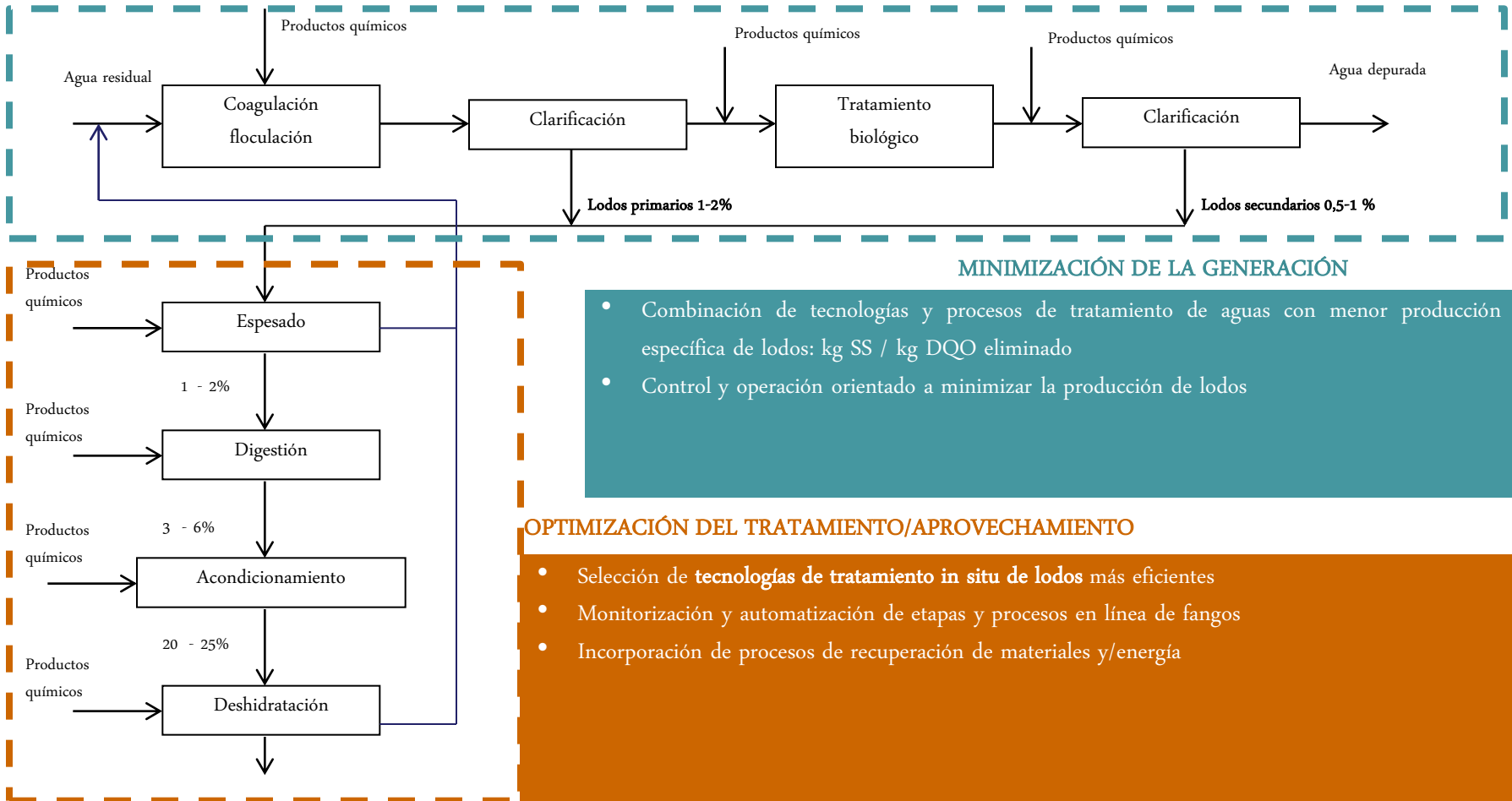
- **Minimizar la generación de lodo en la línea de agua**
 - **Reducir el volumen de los lodos generados**
 - **Reducir el % volátiles:** estabilización y reducir la presencia de patógenos. Evitar los malos olores.
 - **Recuperación de compuestos** de valor o de **energía** de los lodos generados
-
- Reducir costes de inversión y explotación en el manejo del lodos y su disposición final.
 - Maximizar los beneficios potenciales del tratamiento del lodos (balance energético...)

Tratamiento de lodos: etapas



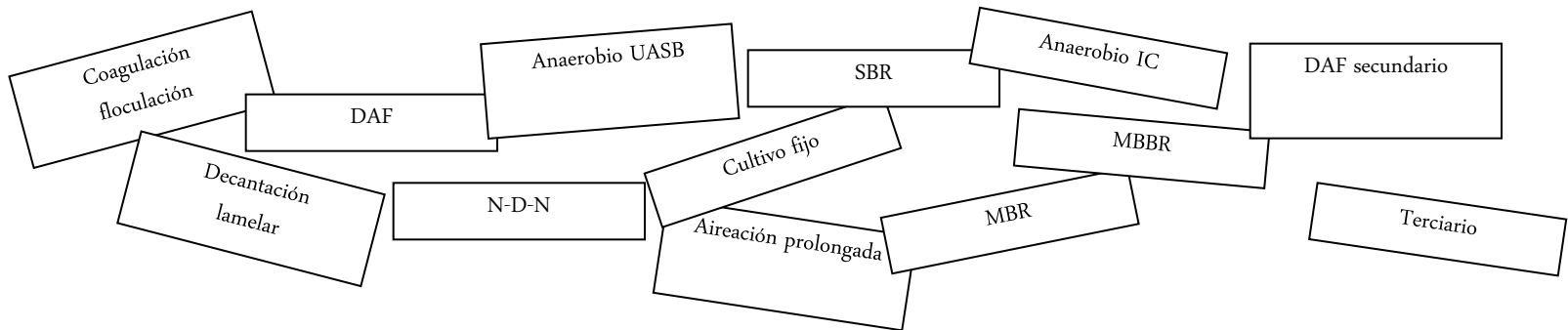
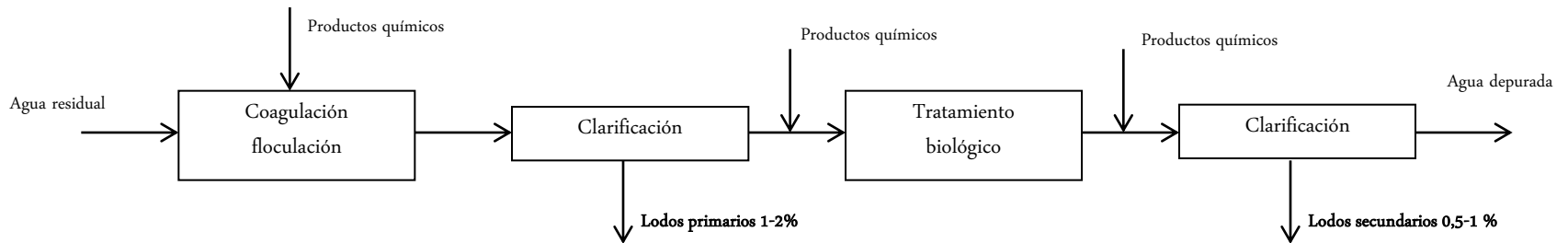
El tratamiento de lodos constituye una parte fundamental de las plantas de tratamiento y puede llegar a suponer un 50% del coste de inversión y de los costes de explotación

Reducción de lodos: estrategias



MINIMIZACIÓN DE LA GENERACIÓN

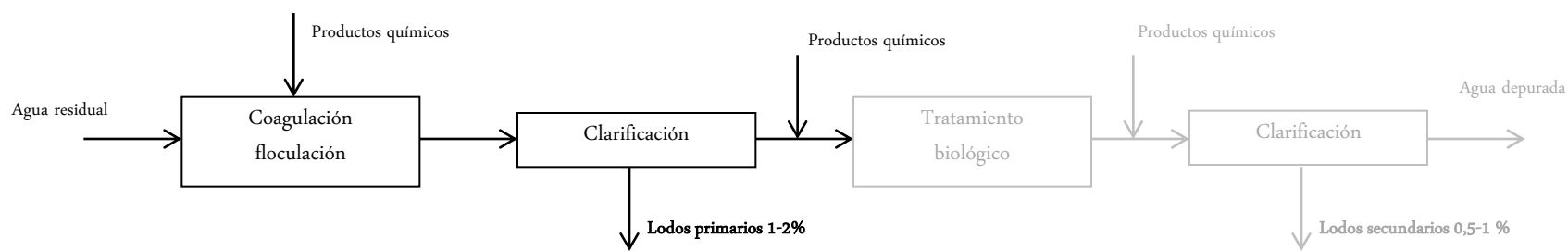
Combinación de tecnologías y procesos de tratamiento de aguas con menor producción específica de lodos



Tratamiento FQ >> Tratamiento biológico aerobio >> Tratamiento biológico anaerobio

MINIMIZACIÓN DE LA GENERACIÓN

Procesos físico-químicos

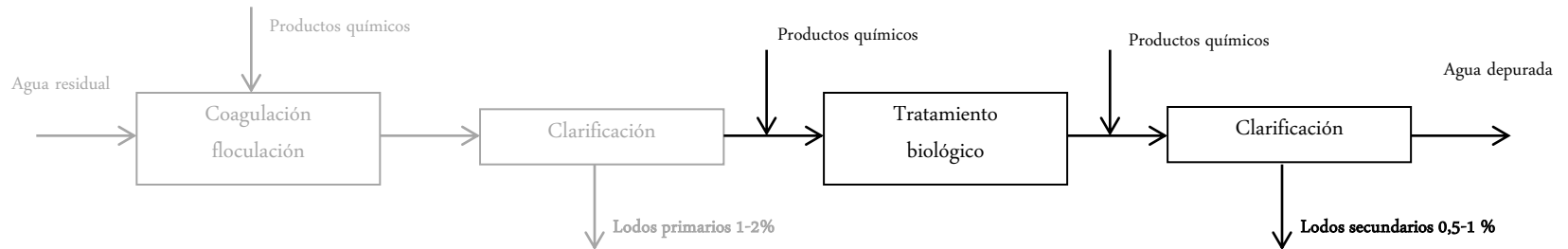


A grosso modo:
Producción de lodo 1º = kg SS + Kg de PQs

- Prescindir del FQ? Biodegradabilidad del efluente? Concentración de SS en el efluente? etc
- Coagulantes vegetales vs. coagulantes inorgánicos;
- Automatización de dosificaciones de PQs
- Clarificación por flotación vs. decantación

MINIMIZACIÓN DE LA GENERACIÓN

Procesos biológicos



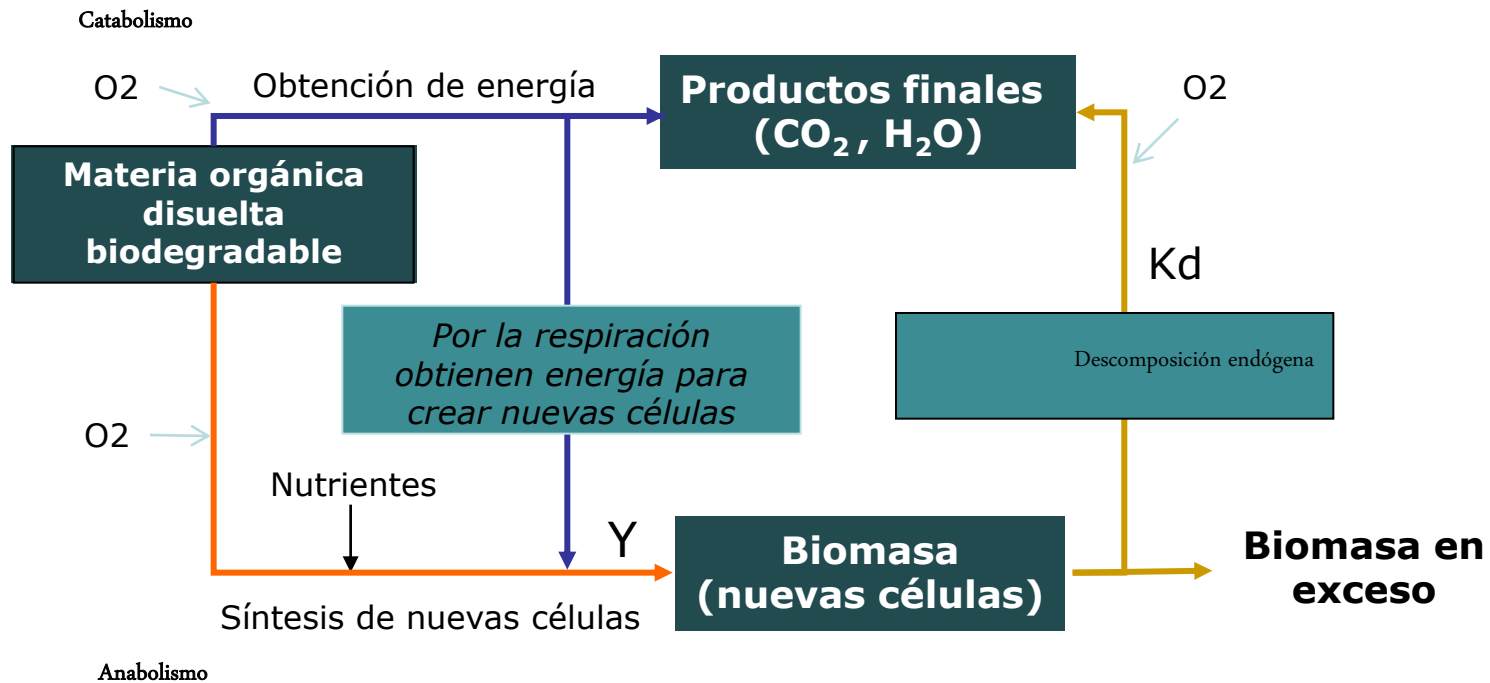
Producción de lodos 2º = f(Tipo de proceso, tecnología y control operativo del proceso)

La cantidad de lodos generada por un determinado proceso biológico depende de su **Y típica (yield)**, que se determina experimentalmente.



Metabolismo del proceso aerobio de depuración

Claves del proceso para la minimización de la generación de lodos

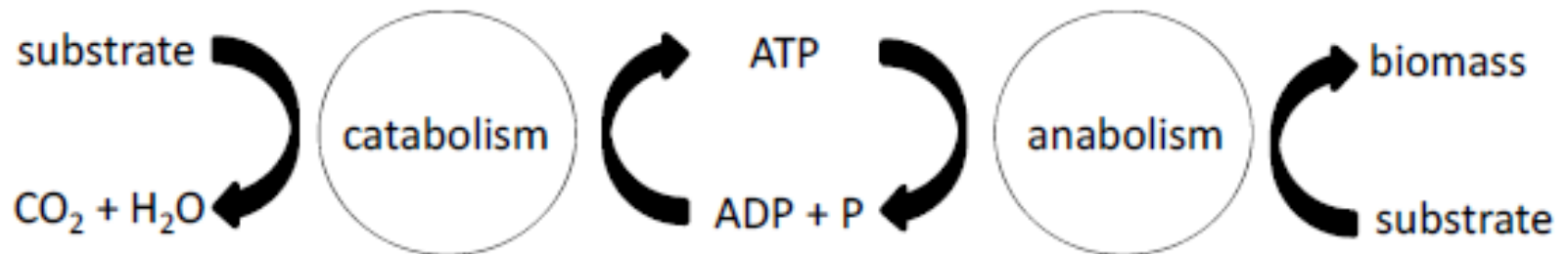


Anabolismo del proceso aerobio de depuración

Claves del proceso para la minimización de la generación de lodos

Consiste en la síntesis de nueva biomasa, aprovechando la energía producida en el catabolismo.

(a) Relationship of catabolism and anabolism



Anabolismo del proceso aerobio de depuración

Claves del proceso para la minimización de la generación de lodos

El anabolismo de los procesos biológicos de depuración se mide por medio del rendimiento en producción de biomasa “Y” (Yield). Cantidad de microorganismos (como sólidos en suspensión volátiles) que se crean al degradar una determinada cantidad de DQO (como medida de materia orgánica).

$$Q\Delta X = QY(S_0 - S) - kdVX$$

$Q\Delta X$ = cantidad de biomasa producida kg/d

Y (yield) = relación entre la materia celular producida y la materia orgánica degradada

Kd = cantidad diaria de material celular consumida en respiración endógena y muerte

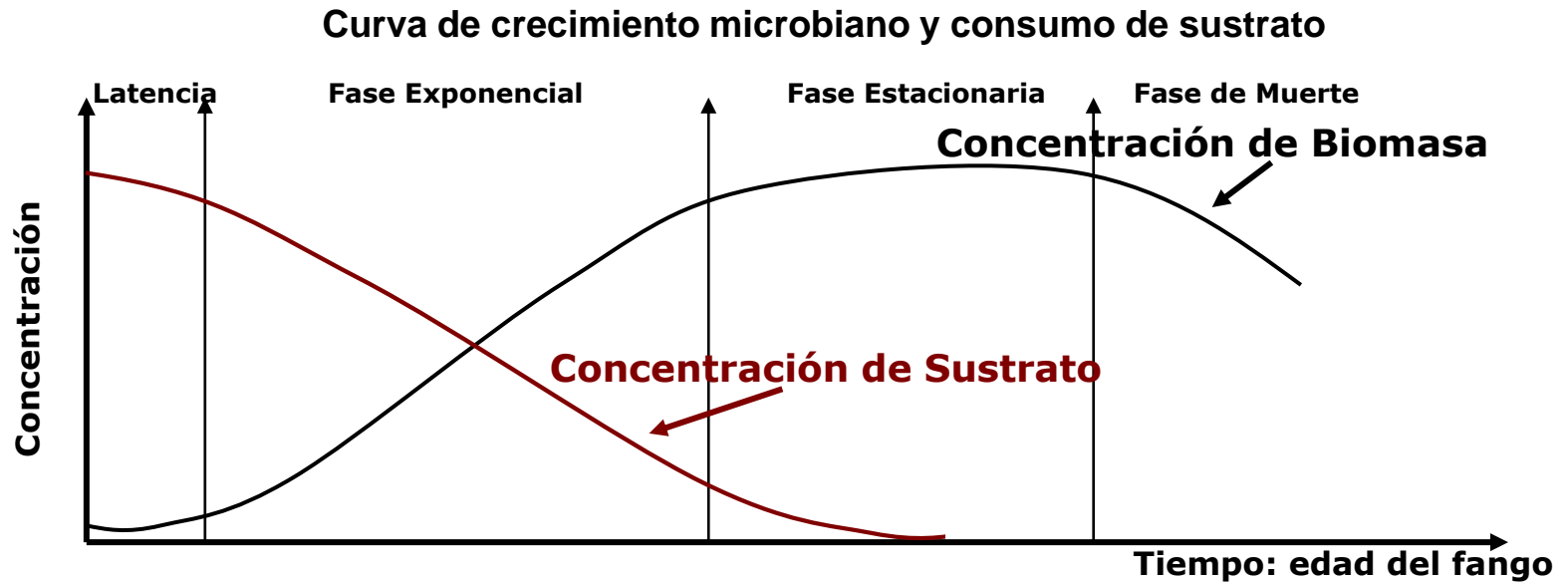
- aerobic heterotrophic growth is characterised by high yield factors (~0.63 g CODbiomass/g CODconsumed),
- denitrification has slightly lower yield (~0.57 g CODbiomass/g CODconsumed).
- Anaerobic digestion is then characterised by a very low yield, in the range 0.05-0.1 g CODbiomass/g CODconsumed. The reason for this stays mainly in the fact that in anaerobic digestion one of the products of the reaction (the methane) still contains most of the energy present in the original substrate.

(1) **Alternative waste water treatment processes to reduce sewage sludge production**
Andrea Tilche(1), Giuseppe Bortone(2) and Michal Dohányos(3)

1European Commission – Research DG – Bruxelles, Belgium; 2ENEA – Section of Wastewater Treatment and Water Cycle – Bologna, Italy; 3Dept. of Water Technology and Environmental Engineering – Prague Institute of Chemical Technology – Prague, Czech Republic

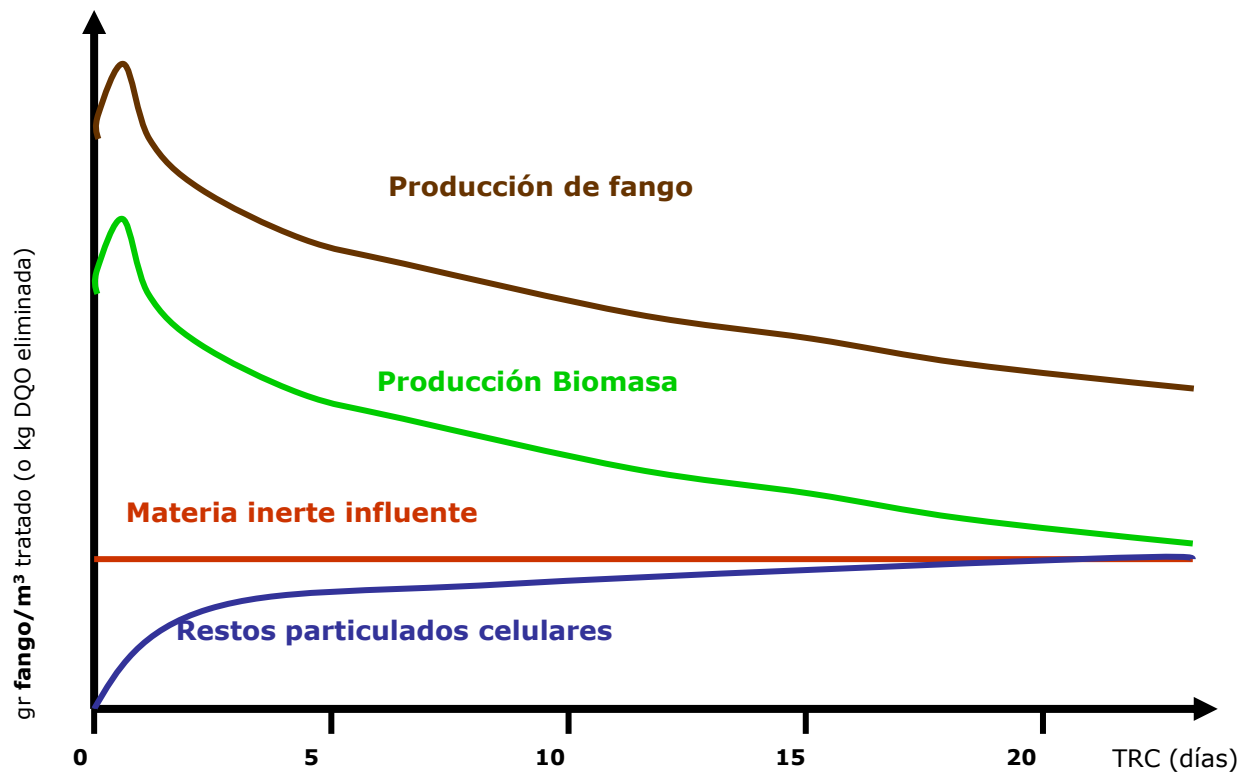
Cinética del proceso biológico

- Velocidad con que se multiplican las bacterias: **crecimiento celular**
- Velocidad con que las bacterias eliminan el sustrato orgánico

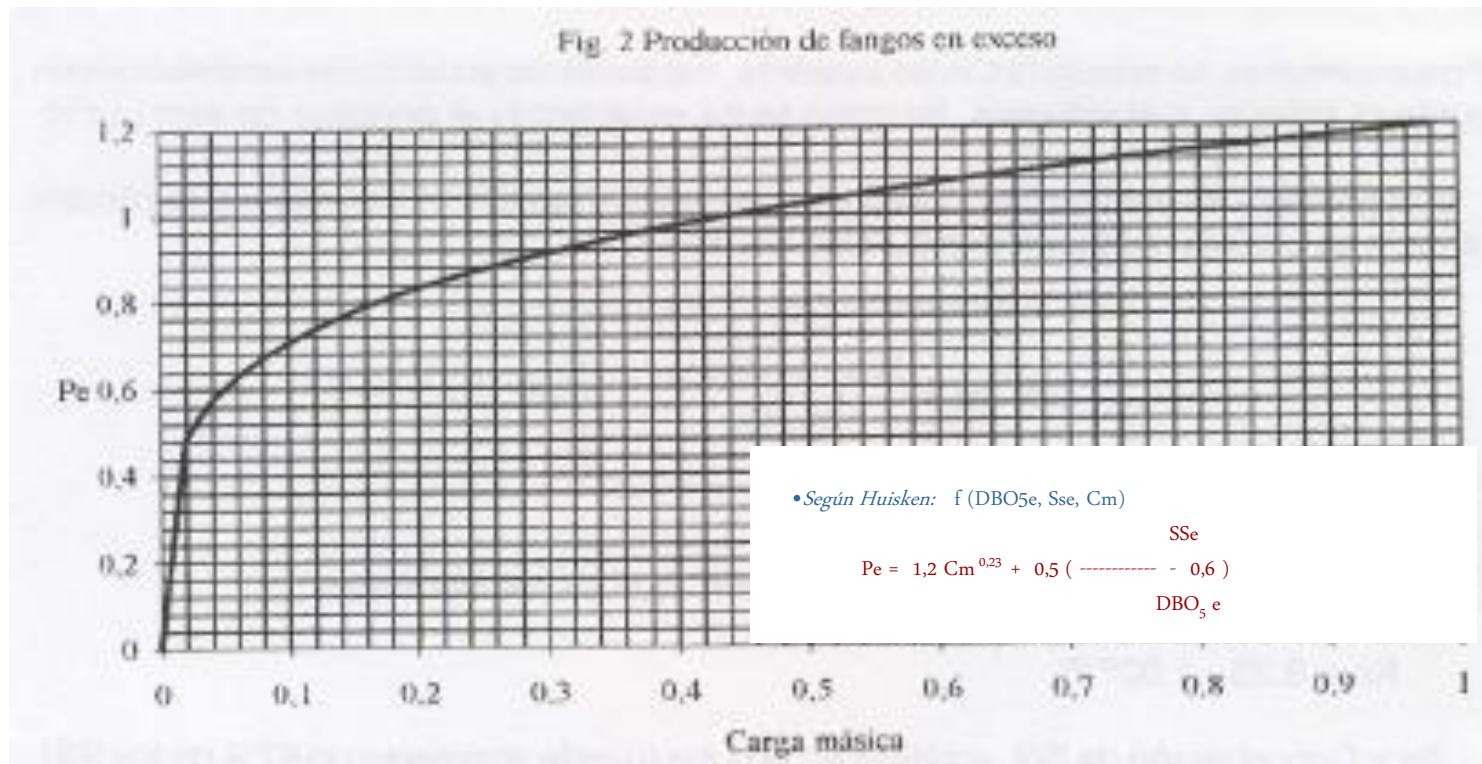


Los reactores biológicos operan en un pequeño intervalo de la totalidad de la curva, porque el sistema tiende a trabajar con concentraciones de sustrato relativamente constantes, en fase estacionaria.

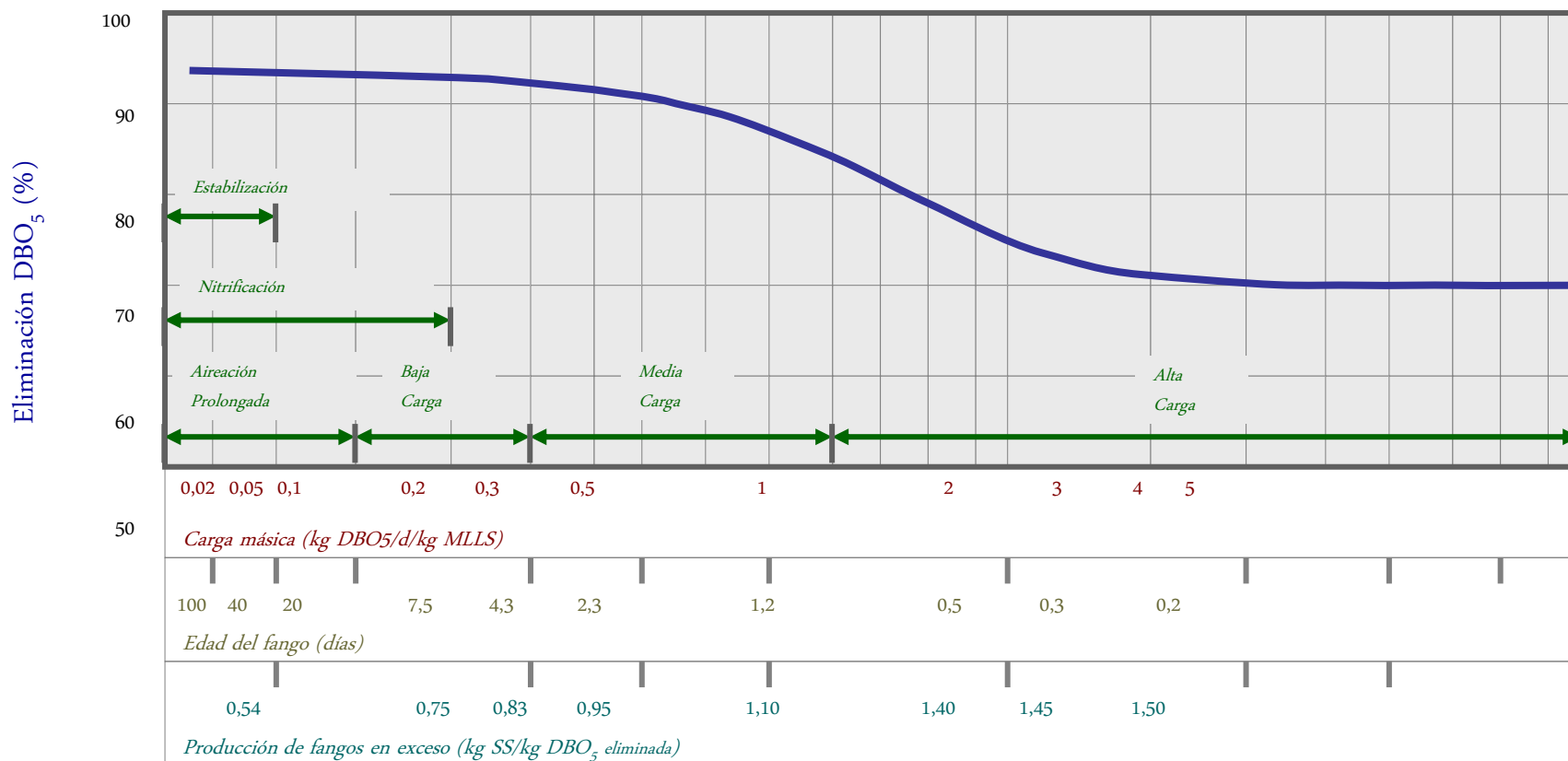
Producción específica de lodo frente a edad del fango



Producción de lodo vs carga másica

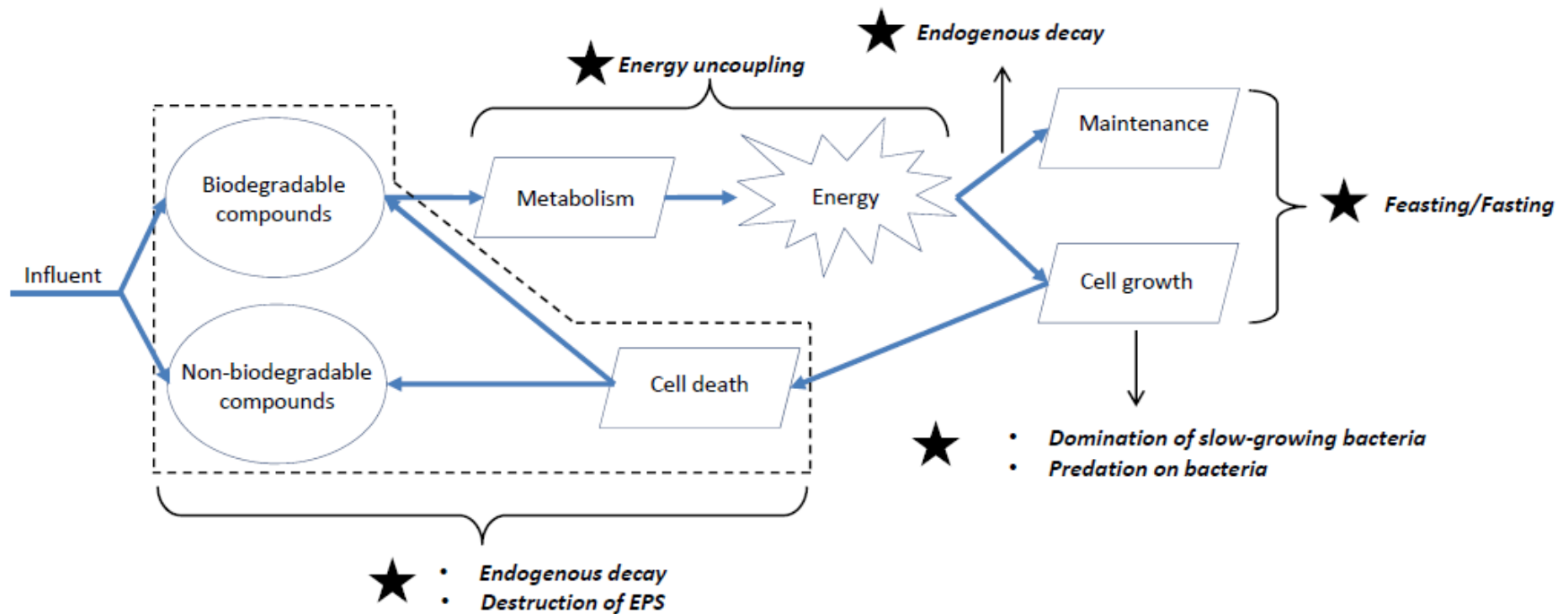


Tendencia en la producción de fango en exceso en función de la CM y TRC



Mecanismos de reducción en la generación de lodos biológicos

Puede lograrse una reducción en la generación de lodos biológicos aplicando diversas **técnicas que intervienen a los mecanismos metabólicos** del proceso biológico que implican una reducción de la Y (yield) del proceso



Técnicas de reducción en la generación de lodos biológicos

- De inicio o en ampliaciones seleccionar procesos de tratamiento biológico con menor producción de lodos: Y:
 - sistemas con edades del fango altas (extended aeration, membrane bioreactors, biofilm processes)

- Monitorización, control y operación de los procesos de depuración en base a parámetros de proceso y ratios orientados a una menor Y ($Y = f(\text{CM}, \text{edad del fango}, \text{purga}, \text{nivel de SSLM})$)...

- Desintegración de la recirculación destrucción de los flóculos por medios físico, térmicos o químicos. Alta presión, hidrólisis térmica, sonicación, ozonización, etc.

- Alteración del metabolismos celuar
 - addition of chemicals that disrupt biomass, Chemical uncoupling processes
 - alternating redox conditions Alternate cycling of sludge in aerobic, anoxic, and anaerobic regimes is a promising strategy that can reduce the sludge yield of conventional activated sludge (CAS) by up to 50%

Sistemas de tiempos retención celular (edad del fango) alta

Los sistemas de aireación prolongada:

- menos lodo y más estables
- Mayor eliminación de DBO
- Mayor eliminación sustancias lentamente biodegradables.

Históricamente:

Solo en plantas pequeñas por:

- requerir más espacio y más energía
- limitaciones en mantener unos ciertos niveles de biomasa en el reactor
- Limitaciones poder clarificar después.

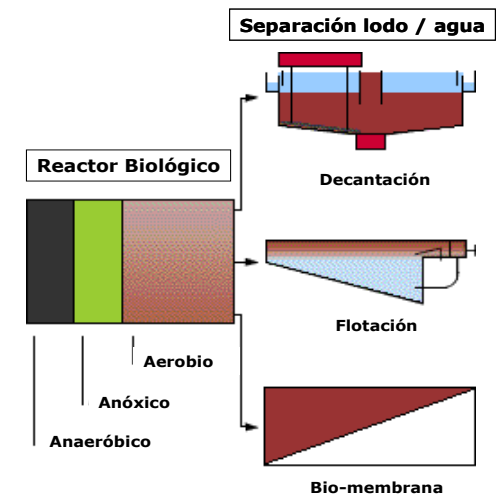
ACTUALMENTE

La clarificación por flotación y por membranas

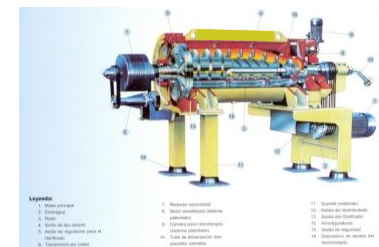
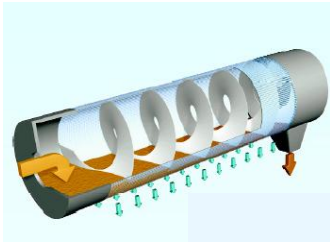
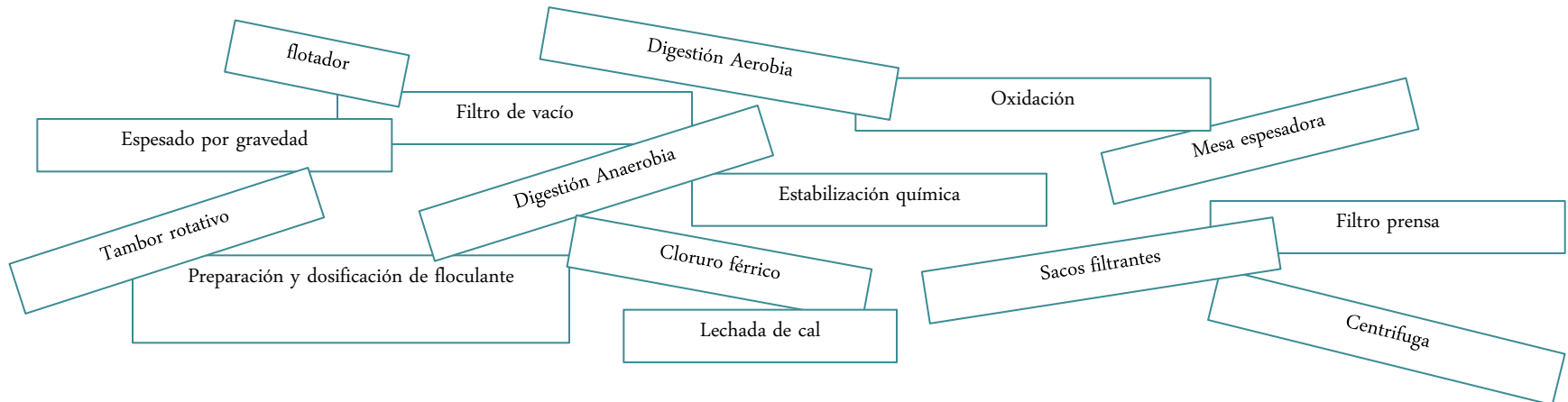
La inclusión de lechos móviles

Y los sistemas de aireación actuales más eficientes

Permiten mantener más biomasa en reactores con más altura y a su vez incrementar la edad del fango.

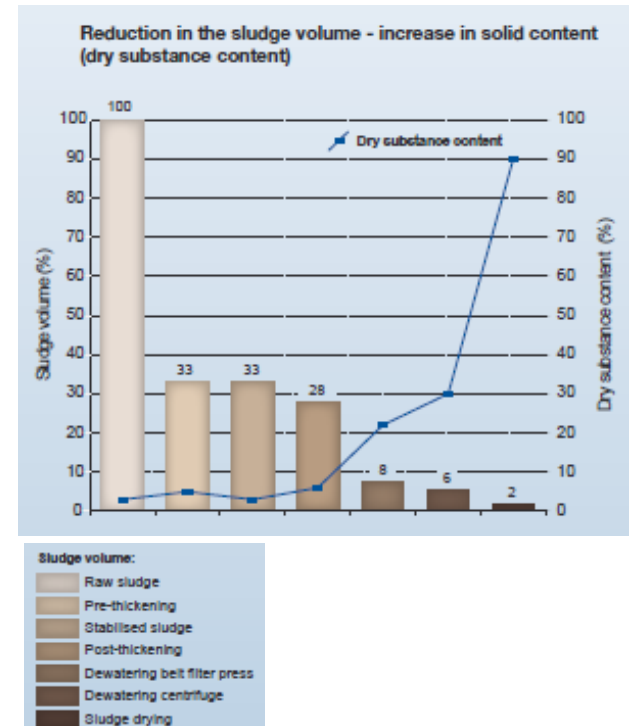
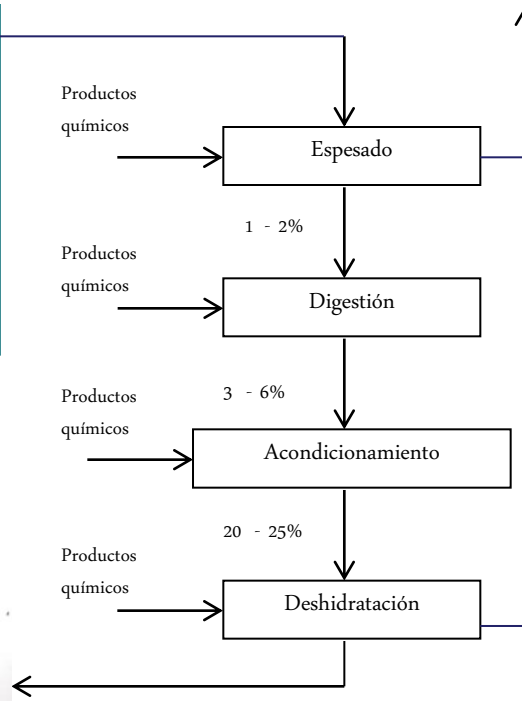


Tratamiento del lodo en la EDARI: Selección de Tecnologías y procesos de tratamiento in situ de lodos más eficientes



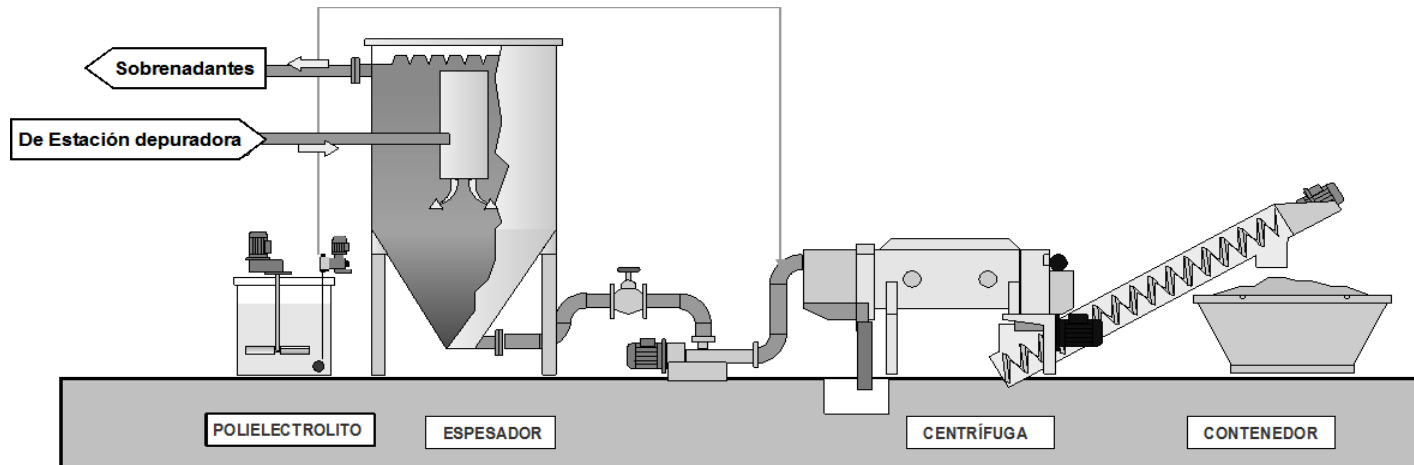
Estrategias para de reducción de lodos

Tratamiento del lodo



Control y automatización de procesos en línea de fangos

- Homogeneización del lodo: mantener constantes ratios floculante: sólidos en fango
- **Controlar caudales en línea de fangos:** floculantes y lodos
- Operar en función ratio g floculante / g SS
- Sistema de preparación adecuado: disolución, maduración, dosificación
- Automatizar la dosificación y la preparación del poli
- Controlar calidad de retornos
- Balance de sólidos en la línea de fangos incluyendo los retornos.. y tal vez también de nitrógeno



Incorporación de procesos de recuperación de materiales y/energía:

Unprocessed biosolids: 18.000 kJ / Kg DS

Potencial de recuperación = f(% inertes, % volátiles, % de volátiles no biodegradables y lentamente biodegradables

Conversión térmica
Incineración
Gasificación
Pirolisis
SCWO
Steam reformation

Digestion anaerobia
Codigestión
Digestión termoflica (55°C) / hipertermoflica (70°C)
Digestión en 2 fases: (acidogénica+metanogénica, TPAD)
Pretratamientos del lodo

Digestión de lodos

La Estabilización consiste en la Eliminación de compuestos Orgánicos fermentables.

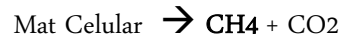
Estabilización aerobia.

Se basa en la oxidación de la materia orgánica mediante la introducción de Oxígeno en el fango. Es equivalente a un proceso de fango activo. Se aplica sobre todo en fangos secundarios, en parte ya estabilizados.



Estabilización anaerobia.

Consiste en un proceso biológico de Fermentación por bacterias Anaerobias, en Ausencia de oxígeno donde se genera metano.



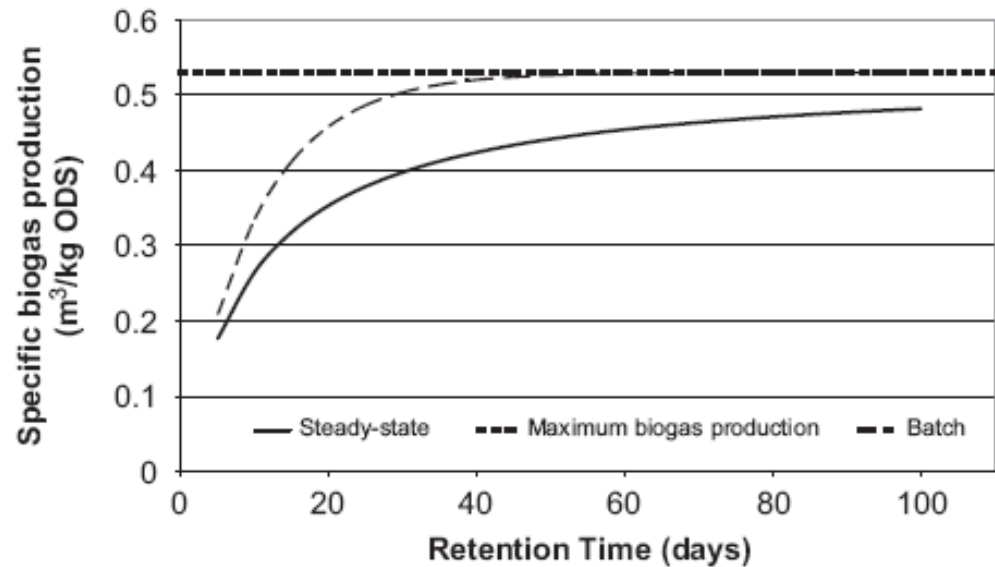
Fases:

- **Hidrólisis (Solubiliz. De Compuestos Orgánicos) ETAPA LIMITANTE!!!!**
- Acetogénesis (C orgánicos solubles \rightarrow Acidos Orgánicos)
- Metanogénesis (Acidos Orgánicos \rightarrow CH₄ + CO₂)

Pre-tratamiento del lodos para mejorar la DA

- a) Lisis celular: solubilización del material intracelular a la fase acuosa
- b) Biodegradabilidad: transformación de m. orgánica refractaria en especies biodegradables

- ↑ Cinética:
 - más carga de entrada
 - disminuir volumen
 - baja el TRH necesario
- ↑ Biodegradabilidad
 - ↑ CH₄
 - ↓ TS, VS en Lodo final
- Otros
 - ↑ Pathogen reduction
 - Deshidratabilidad
 - Nitrógeno en retornos
 - ↓ Emergentes



En general, los pretratamientos tienen el potencial de duplicar la fracción volátil rápidamente biodegradable e incrementar entre un 30-60% la producción de biogás.

Tecnologías de pretratamiento del lodos para mejorar la DA

Procesos establecidos para incrementar la eficiencia de la DA	Procesos emergentes para mejorar la eficiencia de la DA
<p>Hidrólisis térmica: Combinación de T^a (>100°C), P (6-20bar), tiempo (30-60 min). Se higieniza el lodo. Cambi®; BioThelys ®</p>	<p>Anaerobic digestion: Bioterminator</p>
<p>Hidrólisis alcalina: NaOH (pH 12), t^a 80-150 °C, incremento de P (80 bar), despresurización brusca MicroSludge™</p>	<p>Ozonation</p>
<p>Ultrasonidos: cavitación inducida, 20-40 Hz para lisis celular, 10⁷ J/kg ST Sonix</p>	<p>Pulsed electric fields</p>
<p>Cavitación hidrodinámica: CROWN®</p>	<p>Hidrólisis enzimática</p>
<p>Centrifugación</p>	<p>Microondas</p>
	<p>Anaerobic Membrane Reactors</p>
	<p>Cavitación oxidativa</p>
	<p>Ultrasonidos de alta intensidad</p>

Desarrollo de técnicas innovadoras para mejorar la DA



www.sludge4energy.es

Maximización de la obtención de Energía a partir de lodos mediante procesos sinérgicos de oxidación y digestión



Combinación de tecnologías de ozonización y digestión anaerobia en fases de temperatura como nueva solución tecnológica para incrementar la producción de biogás.

Producción de biogás aumenta en un 59 %, con respecto a condiciones normales.
Planta piloto en funcionamiento



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Albert Canut
acanut@sitra.es

SITRa
agua industrial

Pol. Ind. Carretera de Nules - C/ Coral - 12530
Apdo. 311 - Burriana (CASTELLÓN) ESPAÑA
Tel.: 964 571 855 - Fax: 964 571 856

Av. de los Pirineos nº9 - nave 17 - 28700
S.S. de los Reyes (MADRID) - ESPAÑA
Tel.: 916 587 440 - Fax: 916 520 931

info@sitra.es
www.sitra.es