



“Hacia el vertido cero de residuos municipales con aprovechamiento energético”



Jornadas técnicas ATEGRUS

Departamento de Ingenierías Química y Biomolecular
Universidad de Cantabria
Grupo de Desarrollo de Procesos Químicos y Control de
Contaminantes (DePRO)

Presentación del grupo



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



UNIDAD DE SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN EN CANTABRIA

GRUPO DE DESARROLLO DE PROCESOS QUÍMICOS Y CONTROL DE
CONTAMINANTES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

**CARACTERIZACIÓN, CONTROL Y GESTIÓN DE RESIDUOS
INDUSTRIALES**

Índice

Introducción

1. Residuos sólidos generados

- Escorias
- Cenizas volantes

2. Alternativas de gestión

3. Alternativas de valorización

- Tratamientos existentes

4. Situación actual

Conclusiones

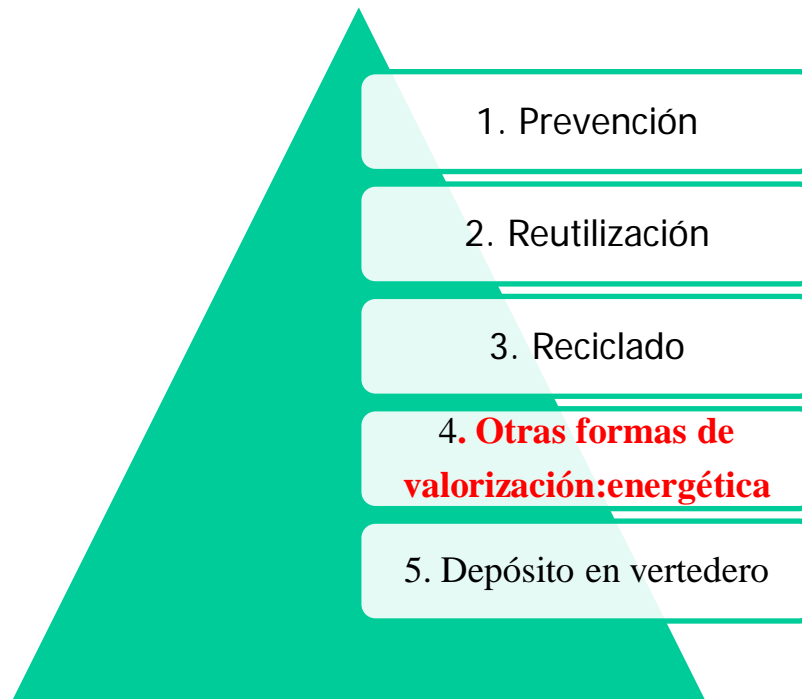


Introducción

1. Marco normativo de la gestión de residuos

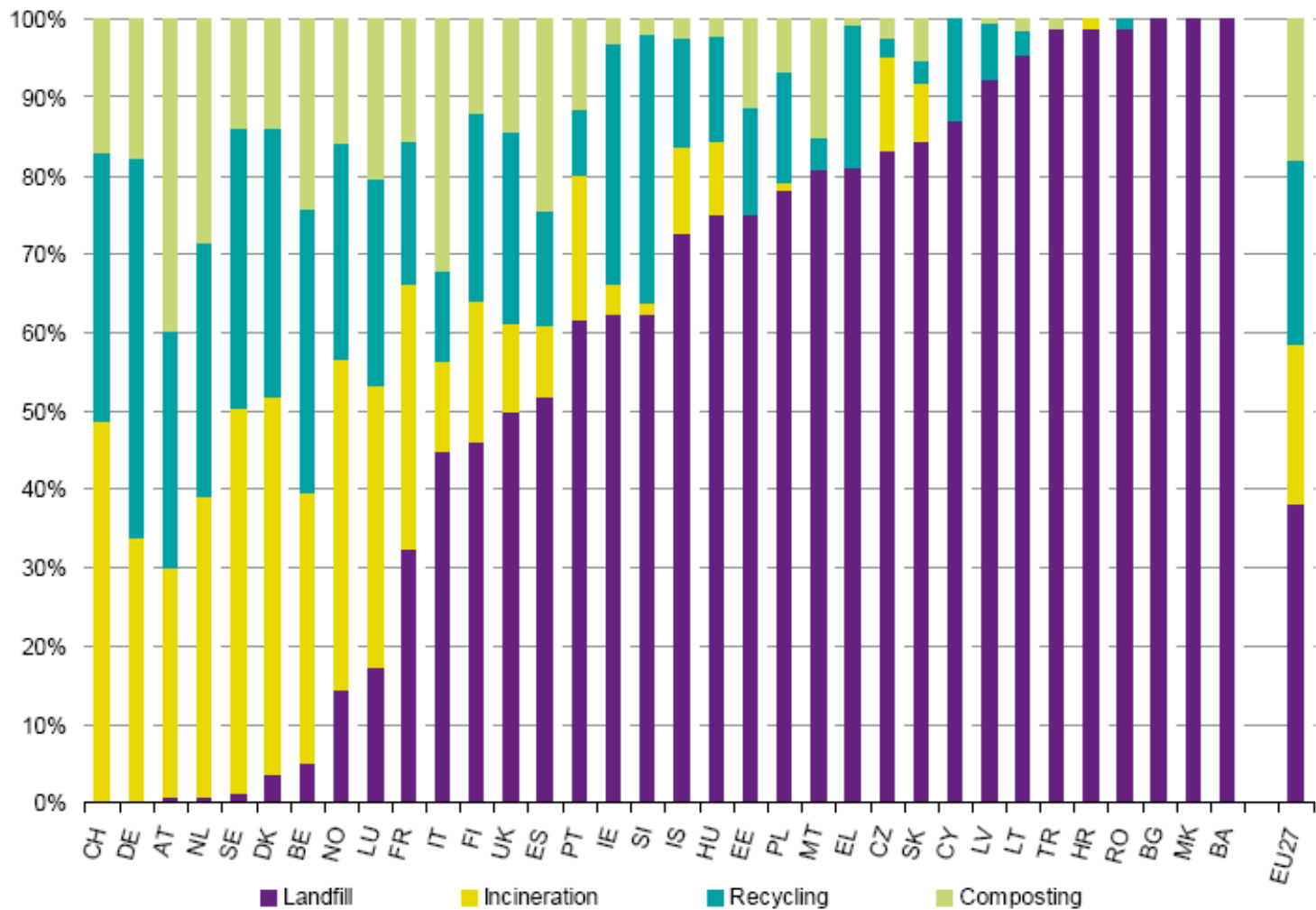
Directiva 2008/98/CE de residuos

→ Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados



Introducción

2. Sistemas de gestión de residuos municipales en Europa



Fuente: EUROSTAT, 2009

Introducción

3. Ventajas de la valorización energética



Directiva 2010/75/UE emisiones industriales

RD 815/2013 de emisiones industriales

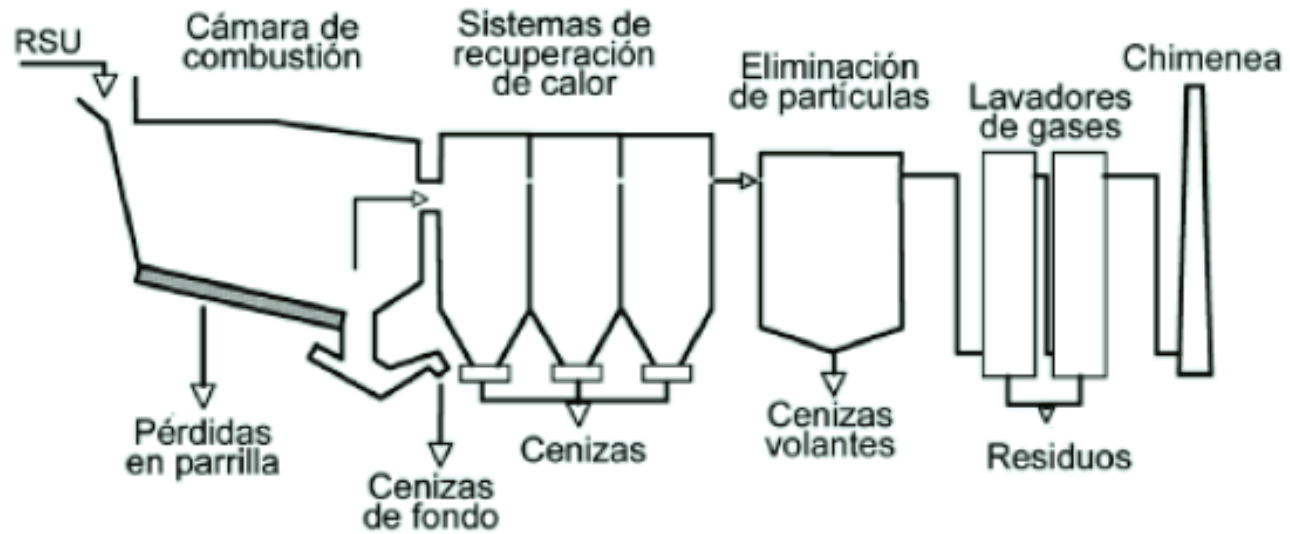


Límites de emisión

NUEVOS RESIDUOS SÓLIDOS

1. Residuos sólidos generados

1. Puntos de generación y tipo de residuos sólidos generados



Escorias o cenizas de fondo

- 18 % en peso de entrada en planta

Materiales férricos

- 2 % en peso de entrada en planta

Cenizas volantes

- 3-5 % del peso de entrada en planta

1. Cenizas
2. Cenizas volantes
3. Residuos del sistema de control de gases

1. Residuos sólidos generados

2. Producción de escorias y cenizas en Europa

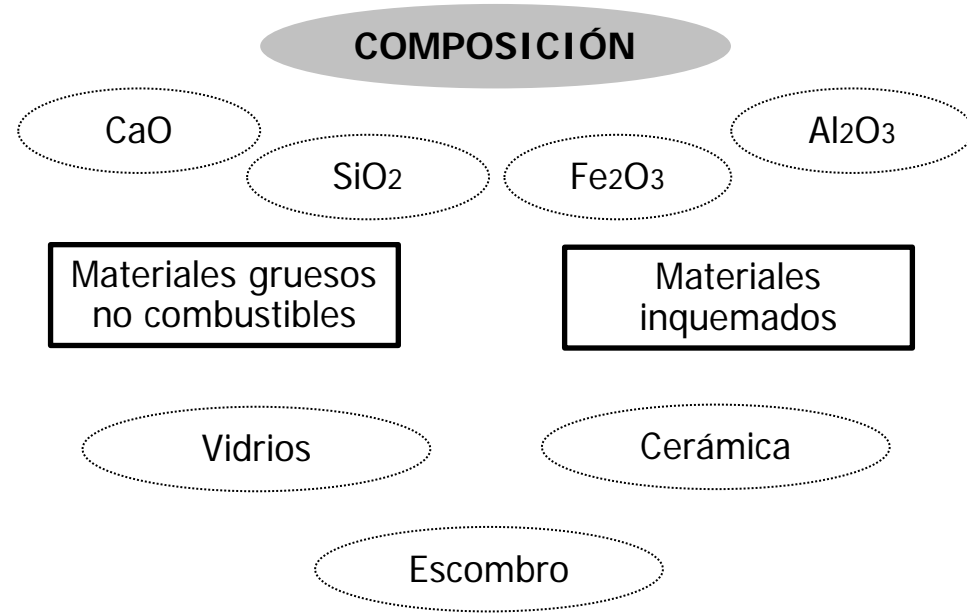
PAÍSES	Nº DE PLANTAS	Escorias (t/año)	Cenizas (t/año)
Francia	130	3.000.000	317.000
Alemania	67	4.350.000	720.000
Italia	51	-	-
Suecia	30	600.000	180.000
Suiza	29	675.000	70.000
Dinamarca	29	498.000	90.000
Noruega	20	-	-
Gran Bretaña	20	-	-
Bélgica	16	325.000	100.000
Holanda	11	1.200.000	150.000
España	10	358.419	94420

433 plantas en Europa

Fuente: CEWEP, 2007

1. Residuos sólidos generados

Escorias o cenizas de fondo



Código LER	Identificación
190112	“Cenizas de fondo de horno y escorias distintas de las especificadas en el código 19 01 11”

RESIDUO NO PELIGROSO

1. Residuos sólidos generados

Cenizas volantes



COMPOSICIÓN

CaO

Al₂O₃

SiO₂

Fe₂O₃

Metales
pesados

Dioxinas
y furanos

Otros
contaminantes

Pb

Cloruros

Zn

Sulfatos

Código LER	Identificación
190113*	“Cenizas volantes que contienen sustancias peligrosas”

RESIDUO PELIGROSO

2. Alternativas de gestión

¿Residuo a desechar o material valorizable?

RESIDUO

**MATERIAL
VALORIZABLE**

Coste

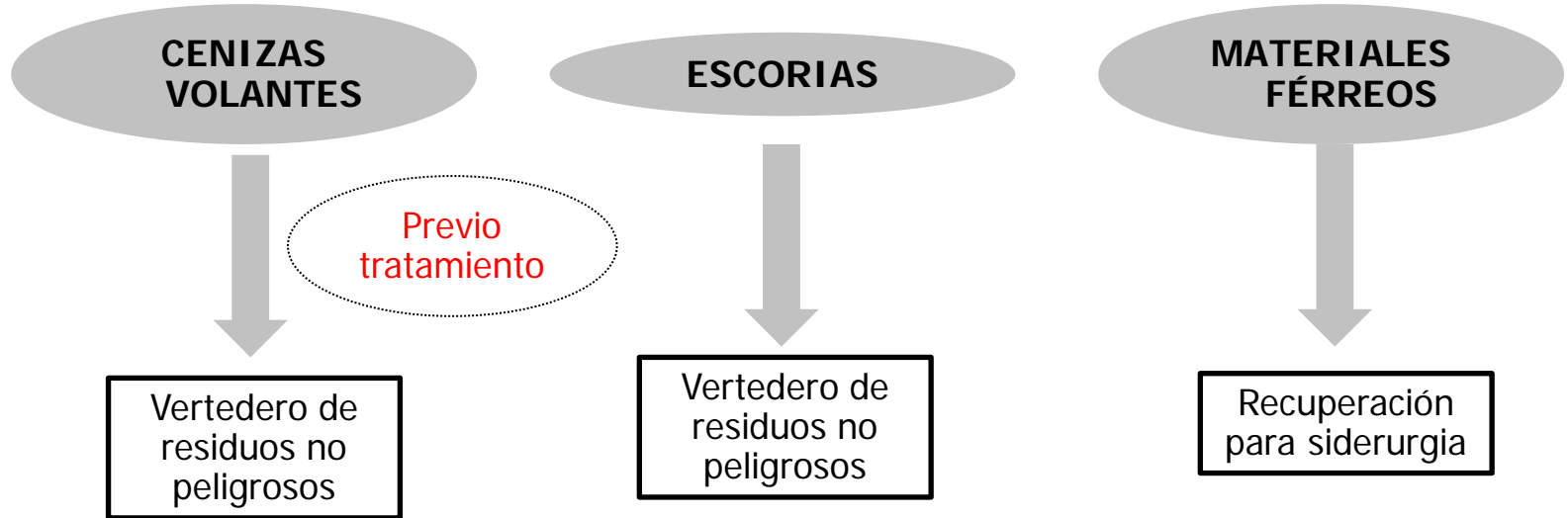
Beneficio

1. Depósito en vertedero
2. Tratamiento para depósito en vertedero
3. Evolución del residuo a largo plazo

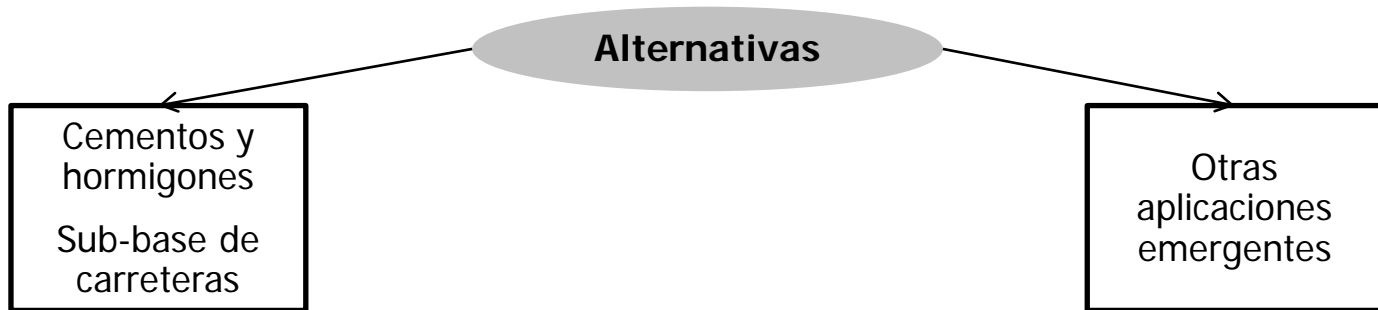
1. Que cumpla todos los requisitos relativos a los productos
2. Que cumpla todos los requisitos pertinentes a la protección de la salud humana y del medio ambiente sin que produzca impactos adversos
3. Que haya demanda para su utilización

2. Alternativas de gestión

1. Depósito en vertedero



2. Valorización



2. Alternativas de gestión

Aspectos a tener en cuenta para valorización

Residuos muy heterogéneos



Análisis de cada residuo

Cumplimiento especificaciones técnicas
+
Requisitos para la protección ambiental y de la salud humana



Tratamientos disponibles

Térmicos

Separación

E/S

Demanda



3. Alternativas de valorización

1. Materiales de construcción

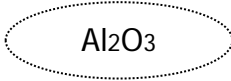
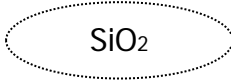
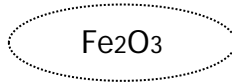
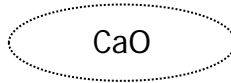
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MATERIAS PRIMAS



- Diferentes tipos de cementos
 - Áridos para hormigón
 - Sub-base de carreteras
- Otros materiales de construcción (terraplenes)



1. Se evita el depósito en vertedero
2. Se evitan emisiones
3. Menor uso de materias primas



1. Comportamiento a largo plazo
2. Optimización de mezclas para cada aplicación
3. Escorias altamente expansivas (problemas técnicos)

3. Alternativas de valorización

1. Materiales de construcción

ESPAÑA

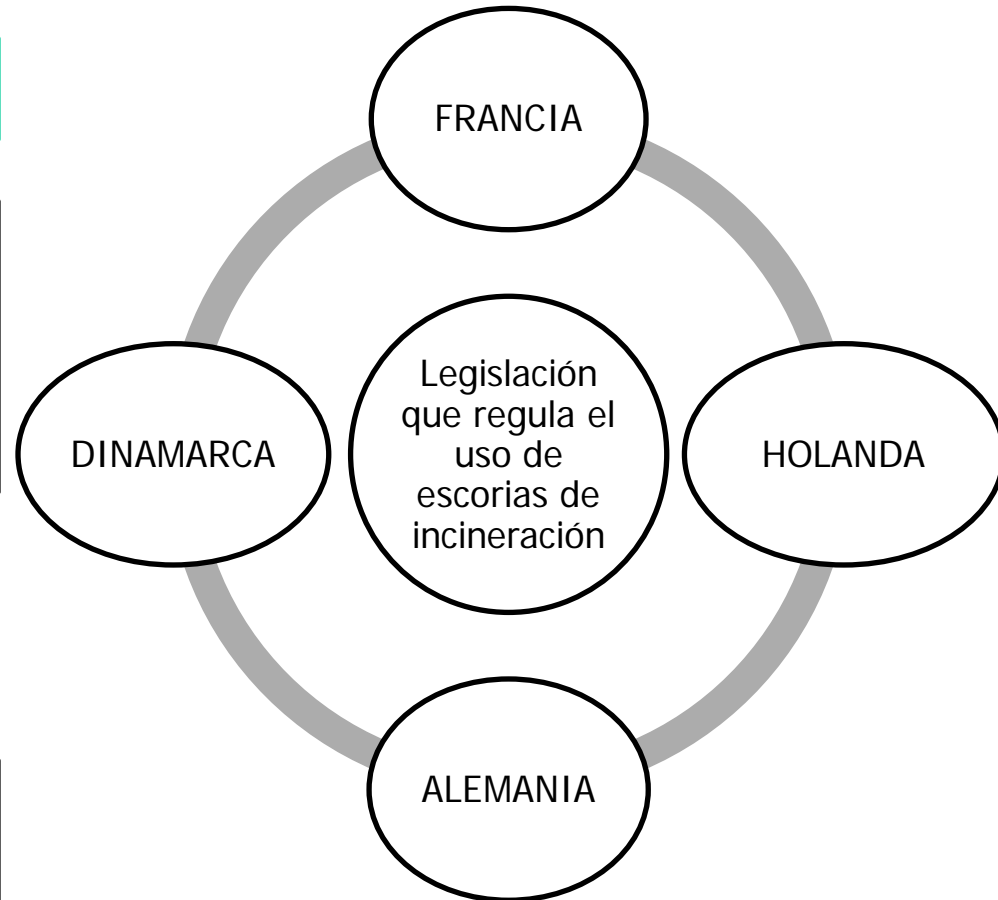
Orden de 15 de febrero de 1996
(Cataluña)

- Condiciones que deben cumplir las escorias para ser valorizables
- Usos a los que pueden destinarse
 - Condiciones para dichos usos
 - Define límites de lixiviación

Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015.

- Correcta gestión ambiental de los residuos generados en la valorización energética (escorias y cenizas), en particular, valorización de las escorias

EUROPA



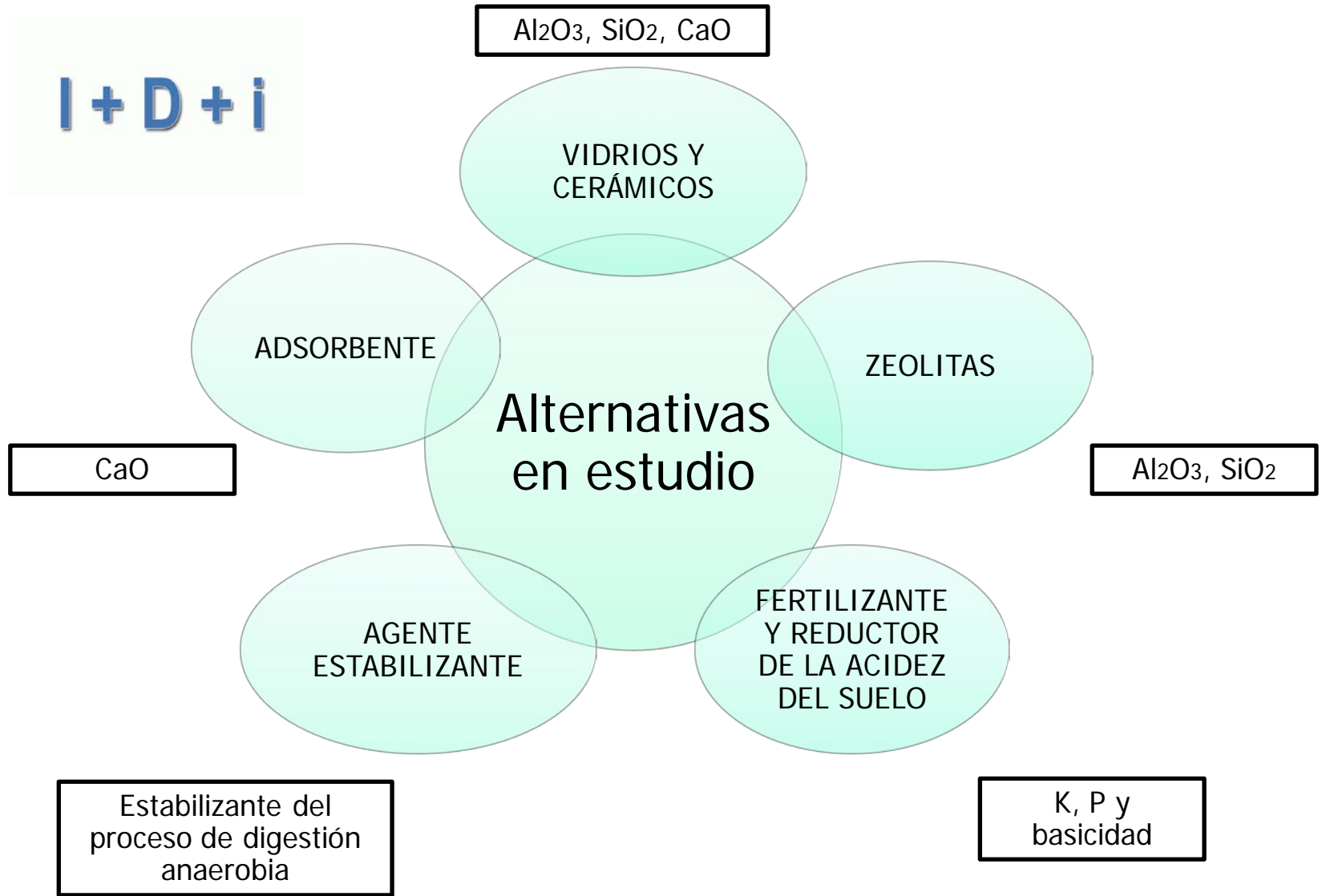
Basado en criterios de lixiviación

Diferentes límites, normas y filosofías

3. Alternativas de valorización

2. Alternativas emergentes

I + D + i



3. Alternativas de valorización

3. Tratamientos disponibles - Separación

Tipo de tratamiento	Objetivo	Variables	Desventajas
Lavado	Sales, cloruros, álcalis, metales pesados	T ^a , pH, ratio L/S, tipo de líquido (agua o ácido)	Tratamiento del líquido de lavado
Lixiviación	Metales pesados (recuperación)	pH, ratio L/S, tipo de solvente	Diferente comportamiento de los metales
Tratamiento electroquímico	Metales pesados (recuperación)	Potencial aplicado	Baja eficiencia, coste de la energía

Separación magnética

Separación mediante hidrociclón

3. Alternativas de valorización

4. Tratamientos disponibles - Térmicos

Tipo de tratamiento	T ^a	Proceso	Producto final
Vitrificación	1000-1500 °C	Aditivos para fijar los contaminantes a la matriz final	Homogéneo y amorfo
Fusión	1000-1500 °C	Sin adición	Multifásico
Sinterización	900-1000°C	Calentamiento hasta reorganización de las fases	Más denso, menor porosidad y más resistente



- Descomposición dioxinas, furanos y otros compuestos tóxicos orgánicos
- Menor lixiviación de metales
- Posibilidad de valorización



- Coste energía

Tecnología de plasma

Tecnología de microondas

3. Alternativas de valorización

5. Tratamientos disponibles – E/S

Tipo de tratamiento	Tipo de reactivo	Ejemplos	Objetivo
Solidificación	Aglomerante Inorgánico/ Orgánico	Cemento, cal, puzolanas, yeso, termoplásticos, polímeros orgánicos	Encapsular físicamente contaminantes
Estabilización química	Oxidantes, reductores, reactivos de precipitación	Agentes quelantes, fosfatos, sulfuros	Transformar los contaminantes en formas químicas más estables o menos tóxicas



■ Procesos conocidos y sencillos



■ Comportamiento a largo plazo?

3. Alternativas de valorización

6. Otros tratamientos disponibles

COMBINACIONES

1. LAVADO + E/S

Menor cantidad
de aglomerante

Mayor proporción
de residuo en la
mezcla

Mayor
durabilidad

2. LAVADO + TÉRMICO

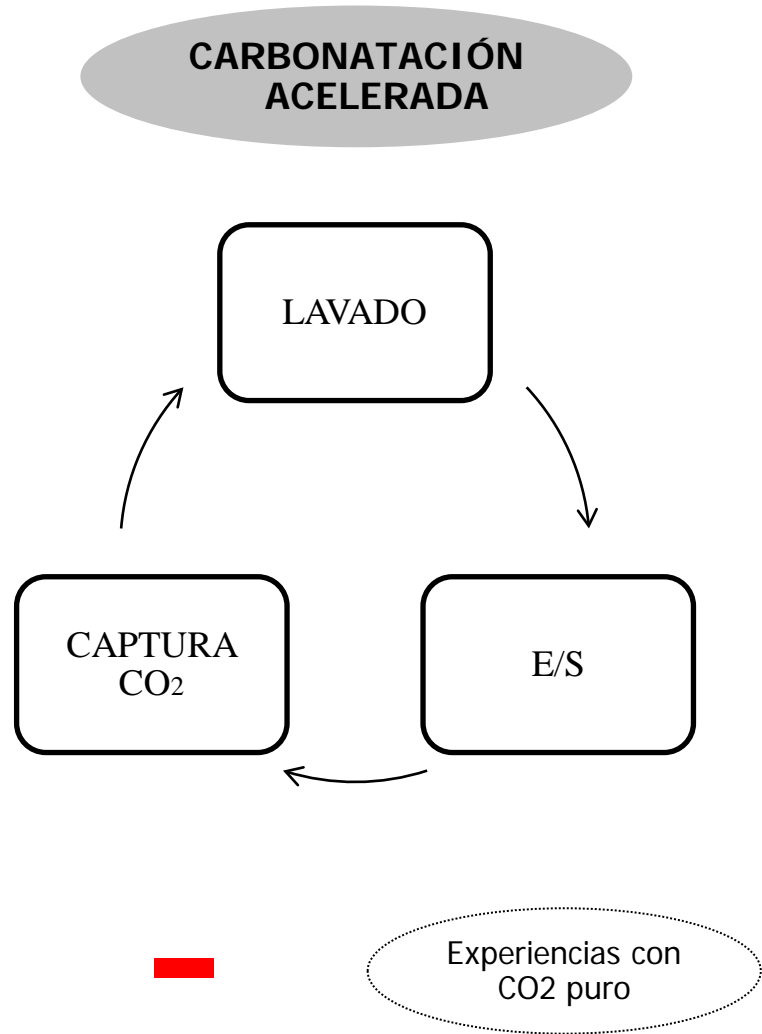
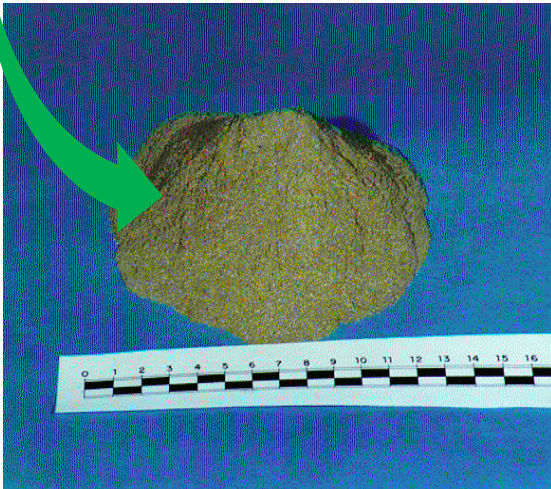
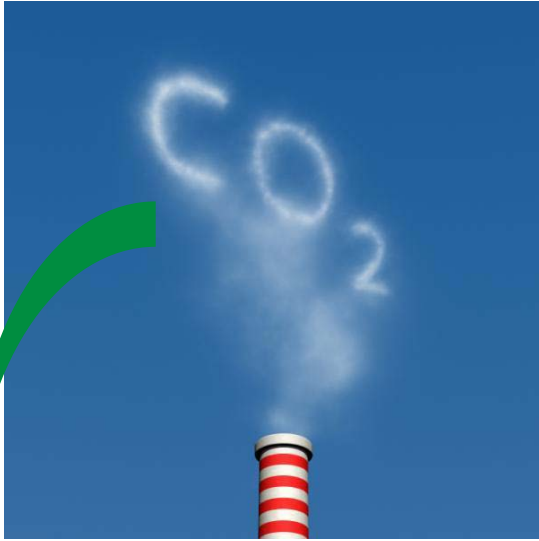
Menor
temperatura
necesaria

3. ESTABILIZACIÓN QUÍMICA + SOLIDIFICACIÓN

Mejor
comportamiento
a largo plazo

3. Alternativas de valorización

7. Otros tratamientos disponibles



4. Situación actual

Gestión Actual en Europa

País	Reutilización escorias Objetivo %	Reutilización escorias Situación real %	Reutilización cenizas Situación real %
Dinamarca	85	98	-
Francia	-	72	-
Holanda	100	67	20-30
Alemania	-	65	-

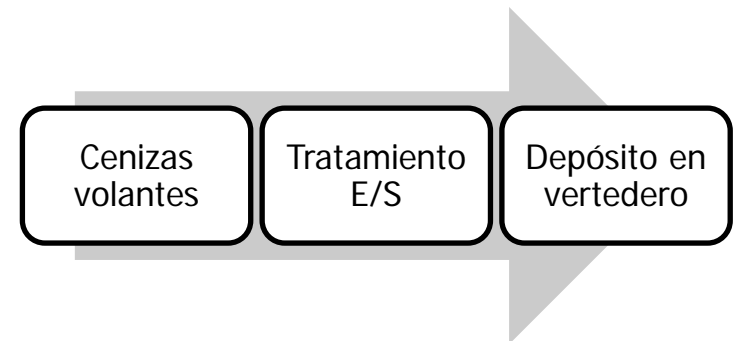
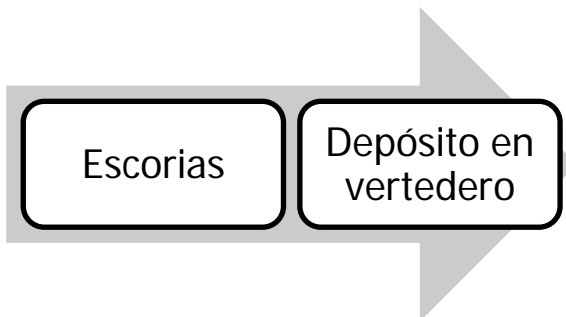
Valorización cenizas



Fase de
investigación

Fuente: ISWA (2006)
CEDEX (2011)

Gestión Actual en España



Conclusiones

✓ Valorizar los residuos de incineración:

- Evita el depósito en vertedero
- Influye en el balance energético
- Disminuye el uso de recursos naturales
- Disminuye emisiones

✓ Necesidad de:

- Marcar objetivos de valorización de escorias
- Mayor uniformidad en Europa en cuanto a condiciones ambientales y especificaciones a cumplir por los materiales valorizados
- Mayor desarrollo de alternativas de valorización en fase de estudio



Gracias por su atención
ana.hernandez@unican.es

Chemical and Biomolecular Engineering Department
University of Cantabria (Spain)
Development of Chemical Processes and Pollutants Control
Research Group (DePRO)



**<<Cada generación debe gestionar sus propios residuos sin
dejar a futuras generaciones aspectos ambientales sin
resolver>>**