

Aprovechamiento Energético de Residuos

Juan José Layda

Comisión Medio Ambiente

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

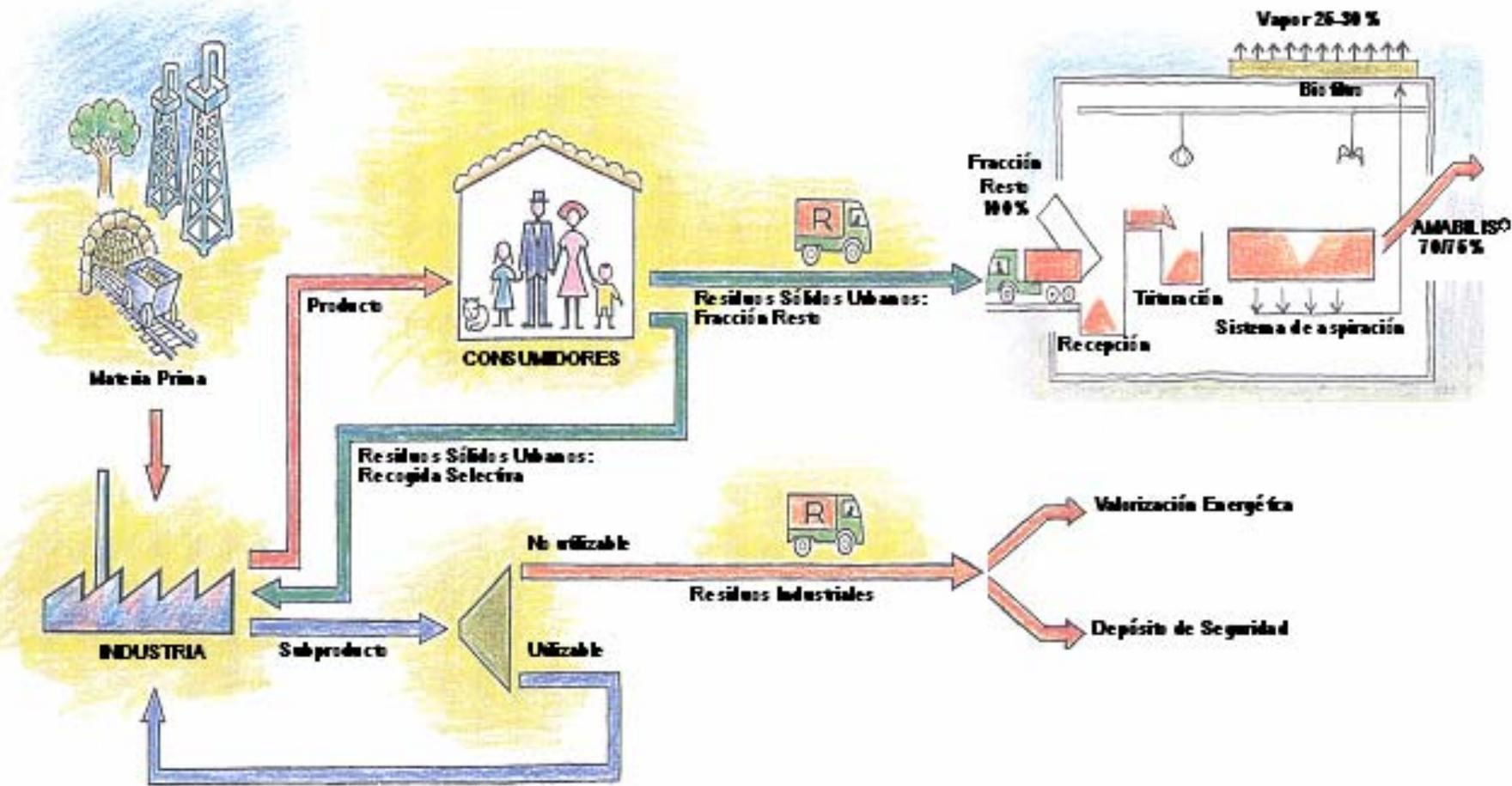
Seminario sobre Tecnologías Energéticas para Biomasa y Residuos

CONSEJO SOCIAL DE LA UPM - ENCUENTROS EMPRESA UNIVERSIDAD

27 - 28 de Junio de 2006

Generación de residuos

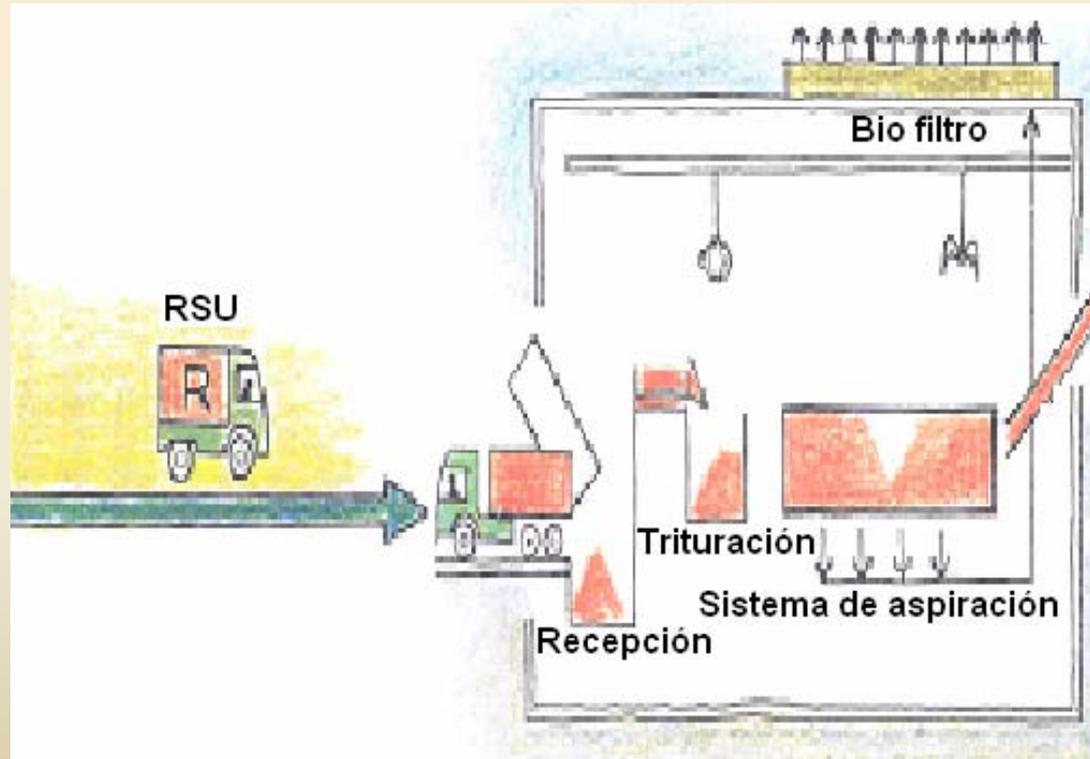
- Ciclo de generación de residuos



Políticas de 3R

- Combustible de residuo (CDR). En instalación de biosecado se obtiene una fracción renovable y otra no renovable (reducción de 25-30% en peso)

1. Recepción RSU
2. Trituración
3. Estabilizado y Biosecado
4. Tratamiento gases
5. Afino CDR



Protocolo de Kyoto

- Promueve el desarrollo sostenible
 - Limitación y/o reducción de gases de efecto invernadero
 - Fomento de eficiencia energética
 - Investigación de formas nuevas y renovables de energía

Normativa Europea

- Directiva 2000/76/CE. Incineración
 - Limitar o impedir efectos negativos sobre el medio ambiente por las emisiones en
 - Atmósfera
 - Suelo
 - Aguas superficiales y subterráneas
- Normativa Española
 - Real Decreto 653/2003

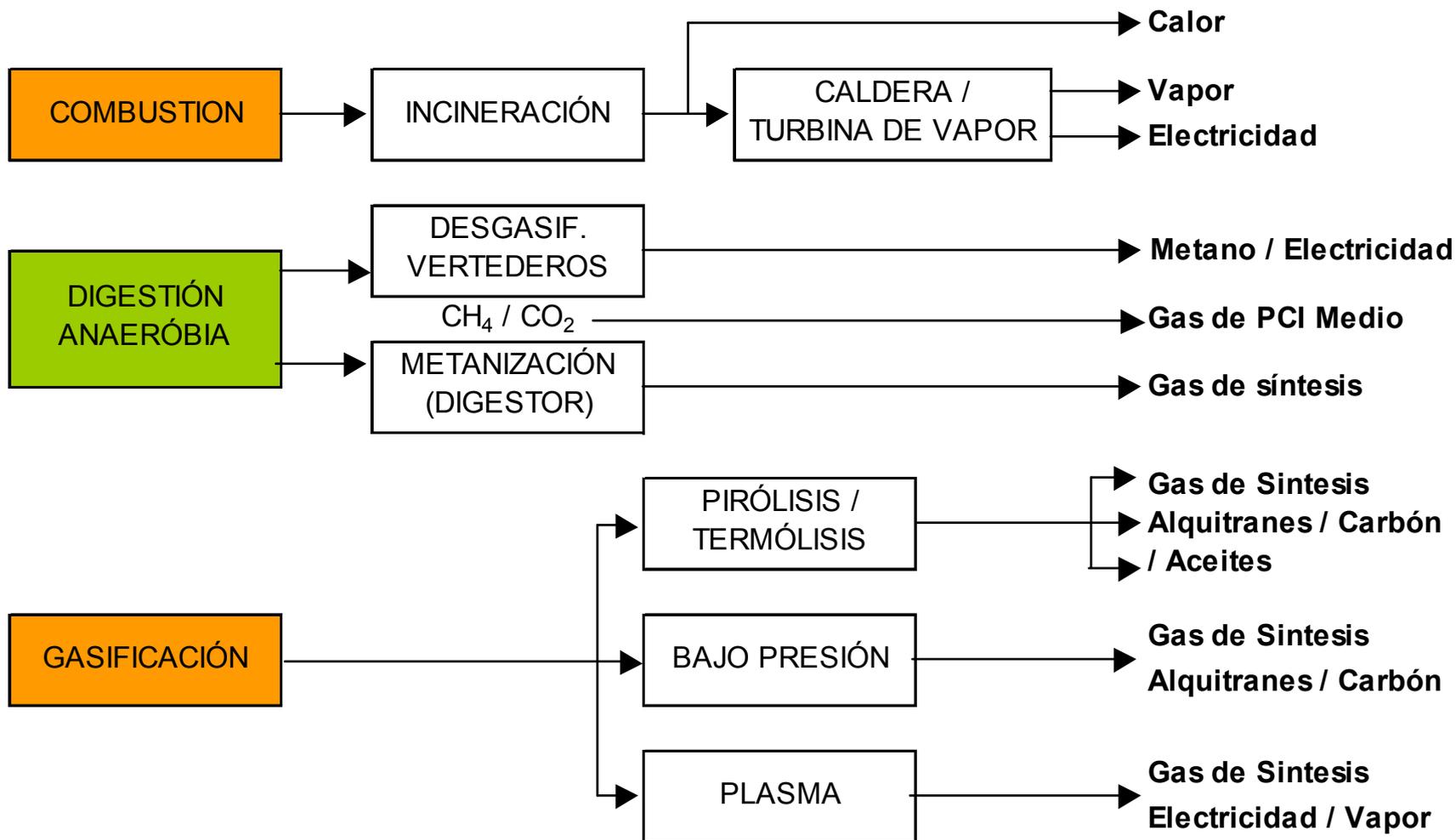
Objetivos de la gestión de residuos

- Protocolo de Kyoto
 - Desarrollo sostenible
 - Reducción de gases de efecto invernadero
CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆
- Normativas de la Unión Europea, buscan
 - Eliminar vertederos
 - Políticas 3R (Minimización)
 - Reducción (Prioridad Prevención de Residuos)
 - Reciclaje (Clasificación y Reutilización)
 - Recuperación (Valorización de los residuos no reciclables mediante la recuperación de la energía que contienen)
 - Potenciar las energías renovables

En resumen Gestión de residuos

- Maximización de políticas 3R
- Descartar concepto antiguo de residuo como desechable sin valor
- Con las nuevas normativas, el desecho pasa ser considerado una fuente de energía renovable
- Ello nos lleva a
 - Abandono paulatino de métodos convencionales
 - Potenciación de métodos alternativos de aprovechamiento energético
 - Uso de los residuos para la generación de energía

Aprovechamiento energético de los residuos

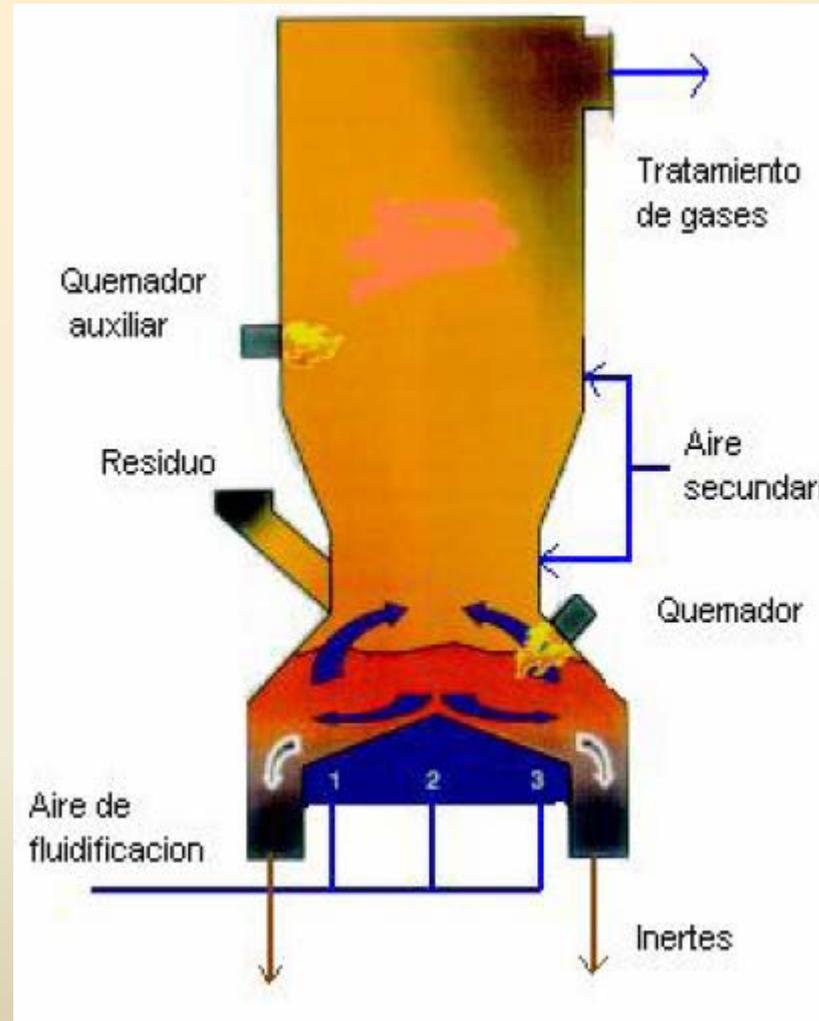


Incineración

Proceso de combustión
en medio oxidante

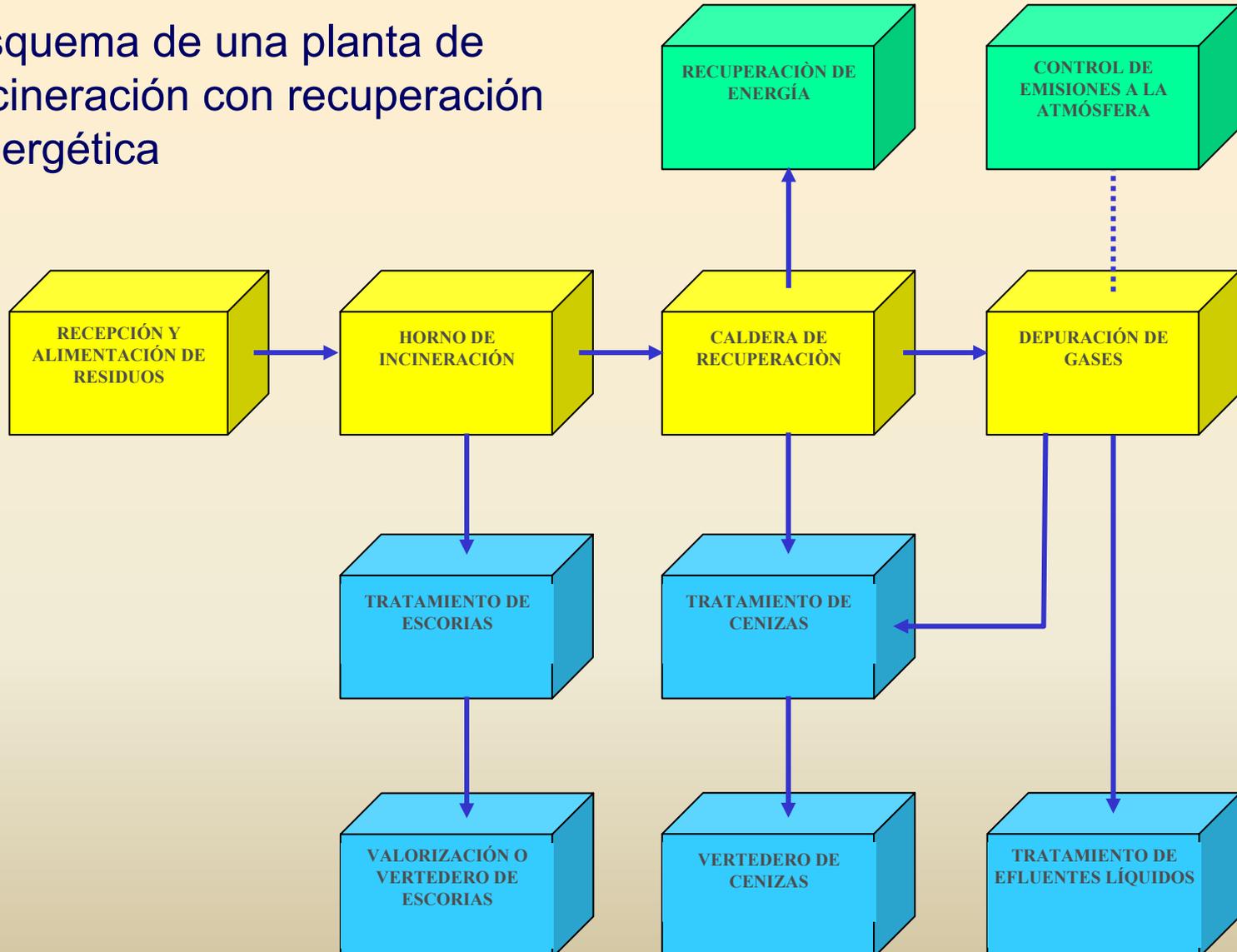
Tipo de tratamiento más
extendido

Temperatura de
operación = 850 –
1000°C



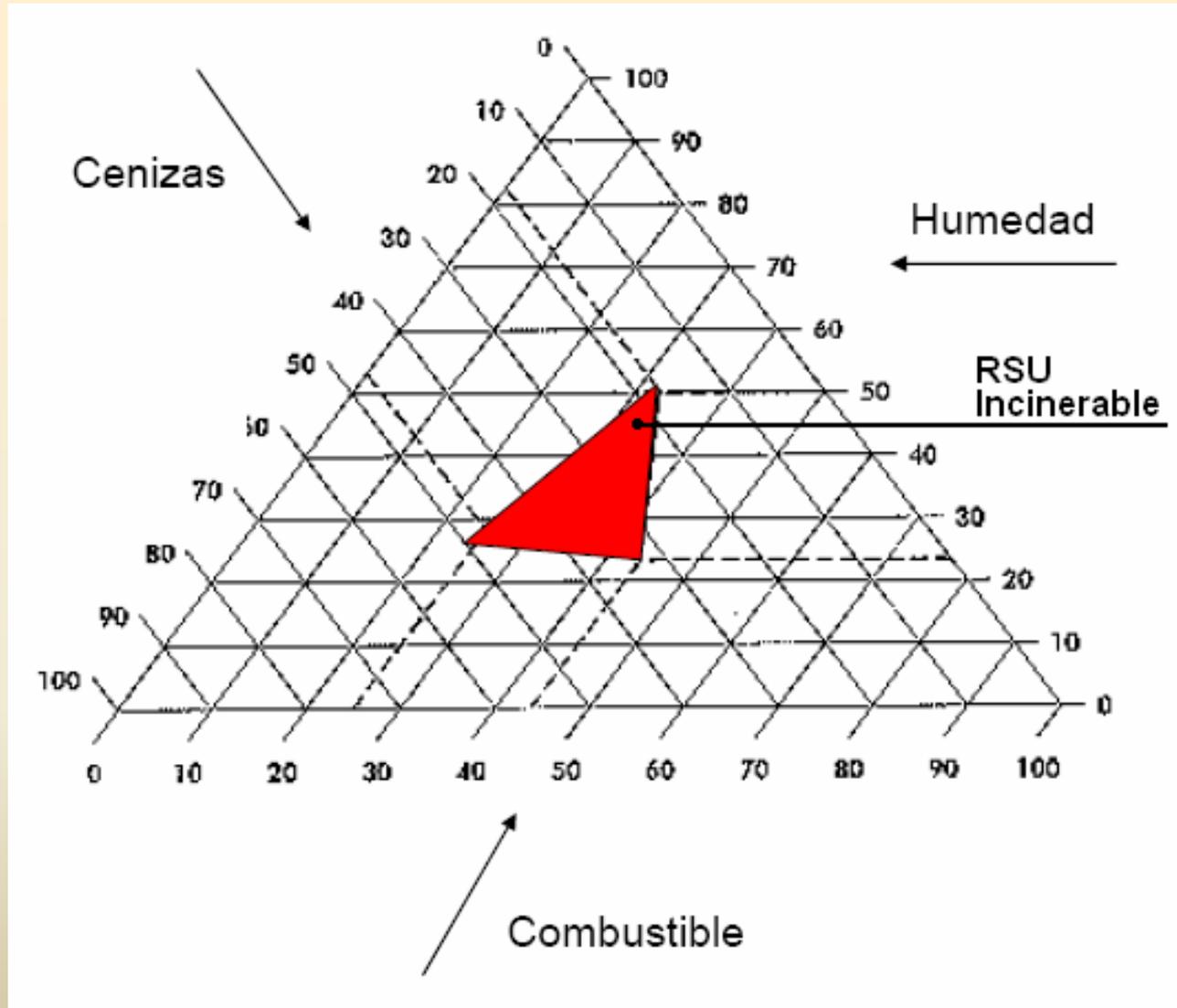
Incineración

- Esquema de una planta de incineración con recuperación energética



Incineración

- Residuos combustibles



Incineración

- **Fortalezas**

- La incineración con recuperación energética es el método más extendido
- Tecnología probada y contrastada
- Extensa experiencia en la implementación de plantas de incineración de residuos

- **Debilidades**

- Solamente aplicable a residuos combustibles
- Producción de humos que necesitan tratarse
- Producción de escorias (15-20%) y cenizas volátil (+/-7%)
- Rechazo social

Incineradora de RSU de Mataró (Cataluña) con capacidad de 190.000 ton/año o 23.75 tph



Metanización

- Fermentación anaeróbica de los residuos biodegradables
- Obtención de gas combustible compuesto principalmente de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2)

Metanización

- Tratamiento de la materia seca
 - Clasificación de materiales recuperables
- Tratamiento de la materia húmeda
 - Homogeneización del residuo
- Alimentación al reactor
 - Fermentación anaeróbica y desprendimiento de gas combustible

Metanización

- Depuración y almacenamiento del biogás
- Aprovechamiento energético del biogás
 - Biogás es alimentado a motores generadores de electricidad
 - Biogás es usado en combustión para generar vapor de agua
- Estabilización de la materia digerida mediante su compostaje

Metanización

- **Fortalezas**

- Método respetuoso con el medio ambiente
- Aplicada ya con éxito a residuos agrícolas y ganaderos
- Conlleva la recogida selectiva y controlada de los residuos

- **Debilidades**

- Solución parcial de aprovechamiento energético (50%)
- Intentos de metanizar RSU han fracasado como solución global
- Solución limitada a ciertos tipos de residuos orgánicos

Reactor de metanización en Burgos



Desgasificación de Vertederos

- Aprovechamiento energético del gas generado naturalmente en vertederos con residuos orgánicos
- El gas, compuesto principalmente de metano, es recuperado y depurado para su posterior utilización en motores generadores de electricidad

Desgasificación de Vertederos

- Proceso compatible con el objetivo de reducción de gases de efecto invernadero
- Aplicable a vertederos antiguos existentes
 - Vertido de residuos orgánicos prohibido
 - El biogás es recuperable durante 30 años

Método del Biorreactor activable para la fracción degradable de CDR

_ Relleno vertedero

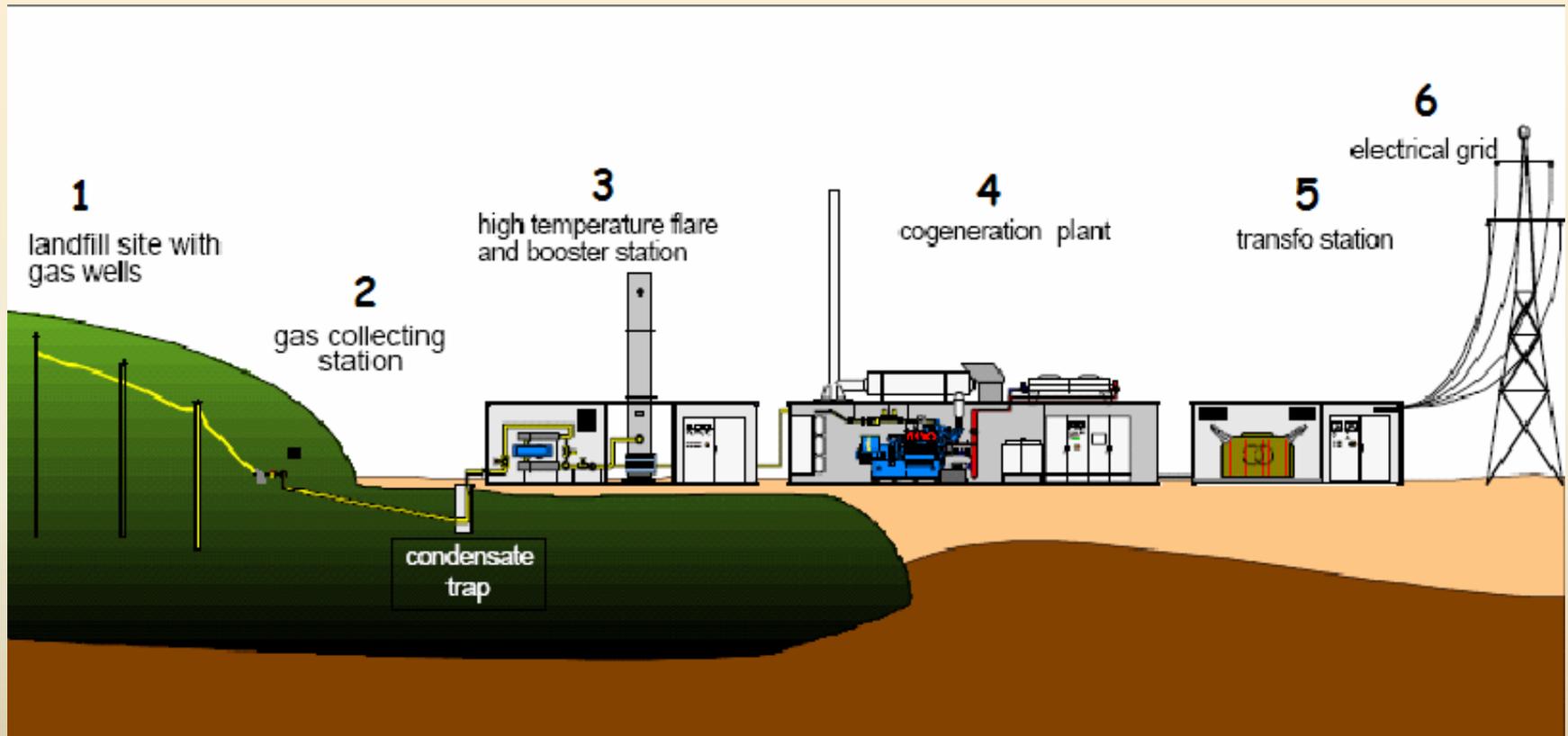
_ Activación y generación de biogas

_ Estabilizado con aire

_ Recuperación materiales inertes

Desgasificación de Vertederos

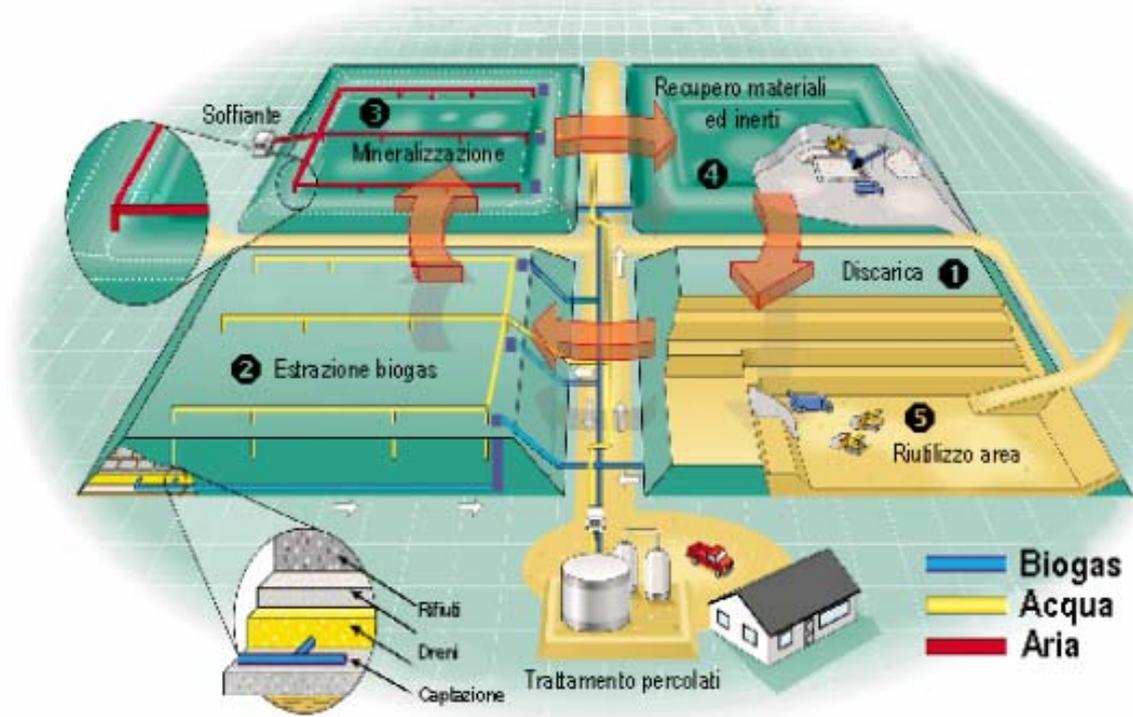
- Esquema de una instalación clásica de desgasificación de vertederos



Biorreatore Activable



- _Relleno vertedero
- _Activación y generación de biogas
- _Estabilizado con aire
- _Recuperación materiales inertes



Procesos de Gasificación

- Gasificación a bajas temperaturas
 - Pirólisis / Termólisis
- Gasificación bajo presión
- Gasificación a altas temperaturas
 - Plasma

Pirólisis / Termólisis

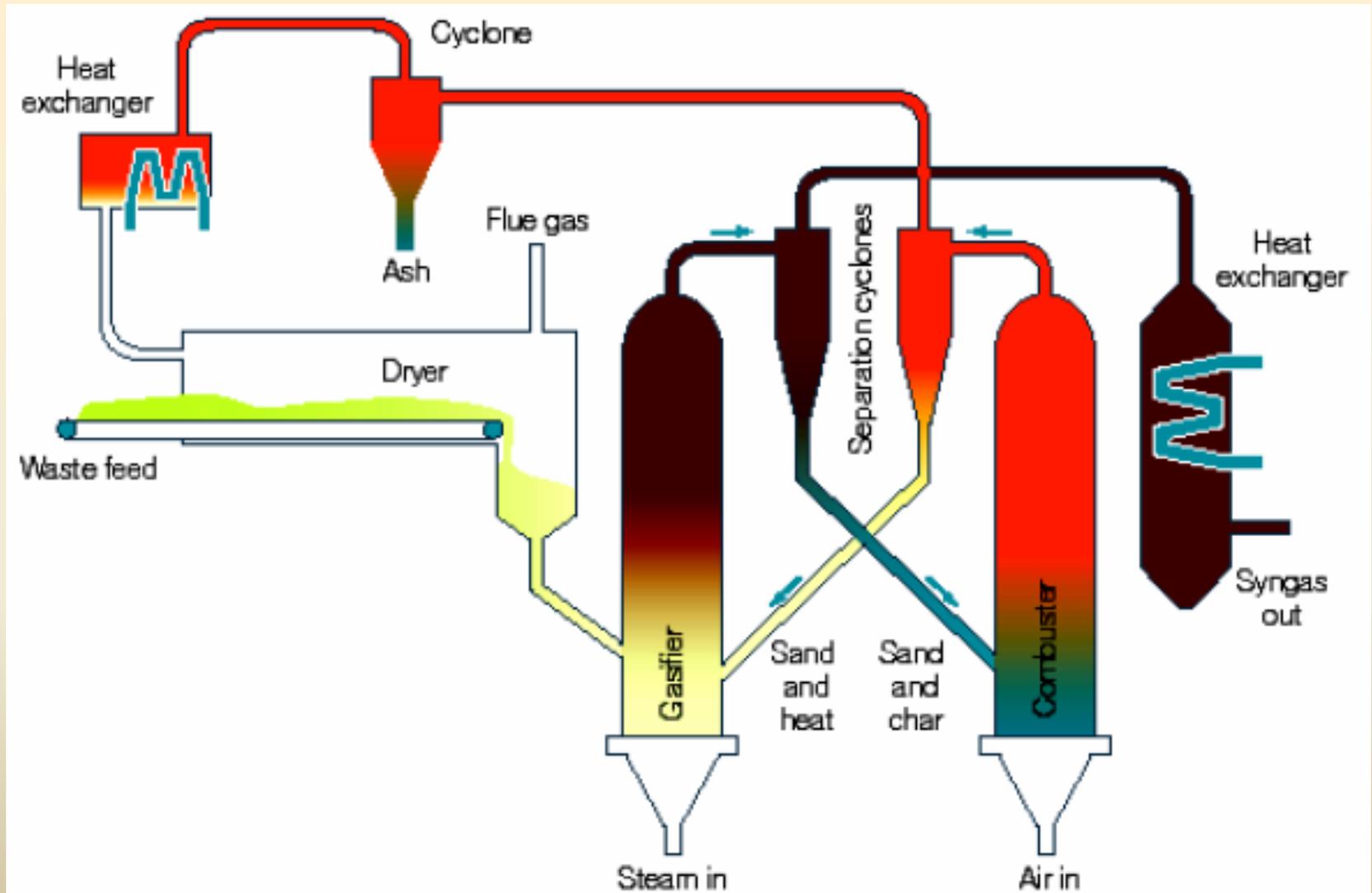
- Descomposición de la materia orgánica por efecto térmico en ausencia de oxígeno
- Termólisis
 - Temperatura del orden de 400°C
- Pirólisis
 - Temperaturas del orden de 800 – 1100°C

Pirólisis / Termólisis

- Formación de productos combustibles que se desprenden de la destilación de las materias orgánicas
 - Gases
 - CO, CO₂, CH₄, C₂H₆
 - Líquidos
 - Cetonas, ácido acético, compuestos aromáticos, etc
 - Sólidos
 - Residuo del carbono

Pirólisis

- Diagrama de un proceso de pirólisis



Termólisis

Neumáticos 3.000 kg/h
24.000 toneladas/año

Trituración

Termólisis
3.000 kg/h

Producto carbonado
1.290 kg/h

Gas de termólisis
1.710 kg/h

Separación
mecánica

Acero

Carbón
810 kg/h

Combustión

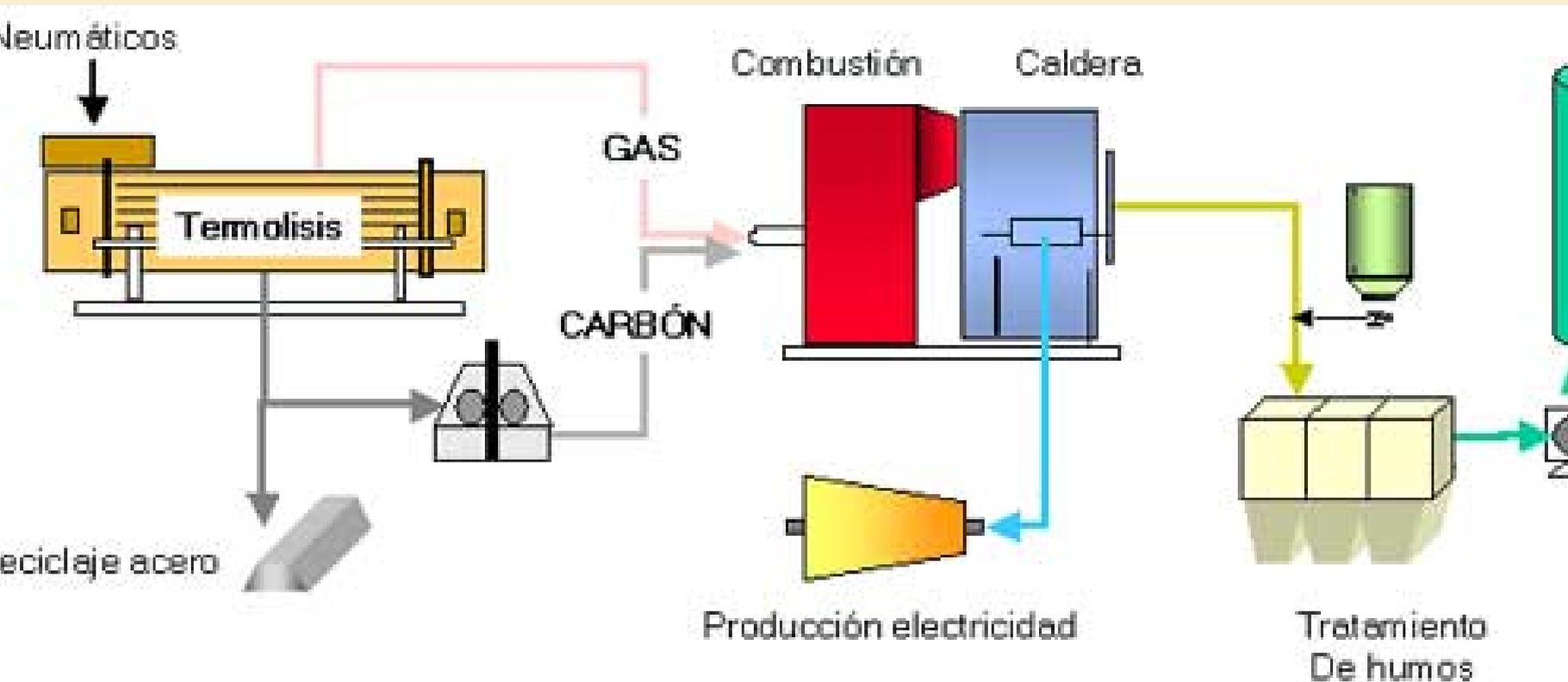
Valorización
energética

Producción
Electricidad
5.100 kWh

Reciclaje
Acero 480 kg/h

Termólisis

- Proceso de termólisis aplicado a la recuperación energética de neumáticos



Pirólisis / Termólisis

- **Fortalezas**

- Alternativa a la incineración
- Tecnología contrastada y aplicada en ciertos sectores (industria de aceites / neumáticos)

- **Debilidades**

- Gasificación parcial
- Las cadenas largas no se rompen → alquitranes, dioxinas y furanos
- Cantidad de residuos no gasificados completamente
- Sub-productos contaminantes y no comercializables

Gasificación en altas presiones

- Proceso similar a la pirólisis salvo que se produce en un ambiente de alta presión
 - 17 atm
- Busca aumentar la eficacia del proceso
- Estos procesos no logran imponerse debido a su coste
- Método de gasificación utilizado por Texaco y Shell

Gasificación por plasma

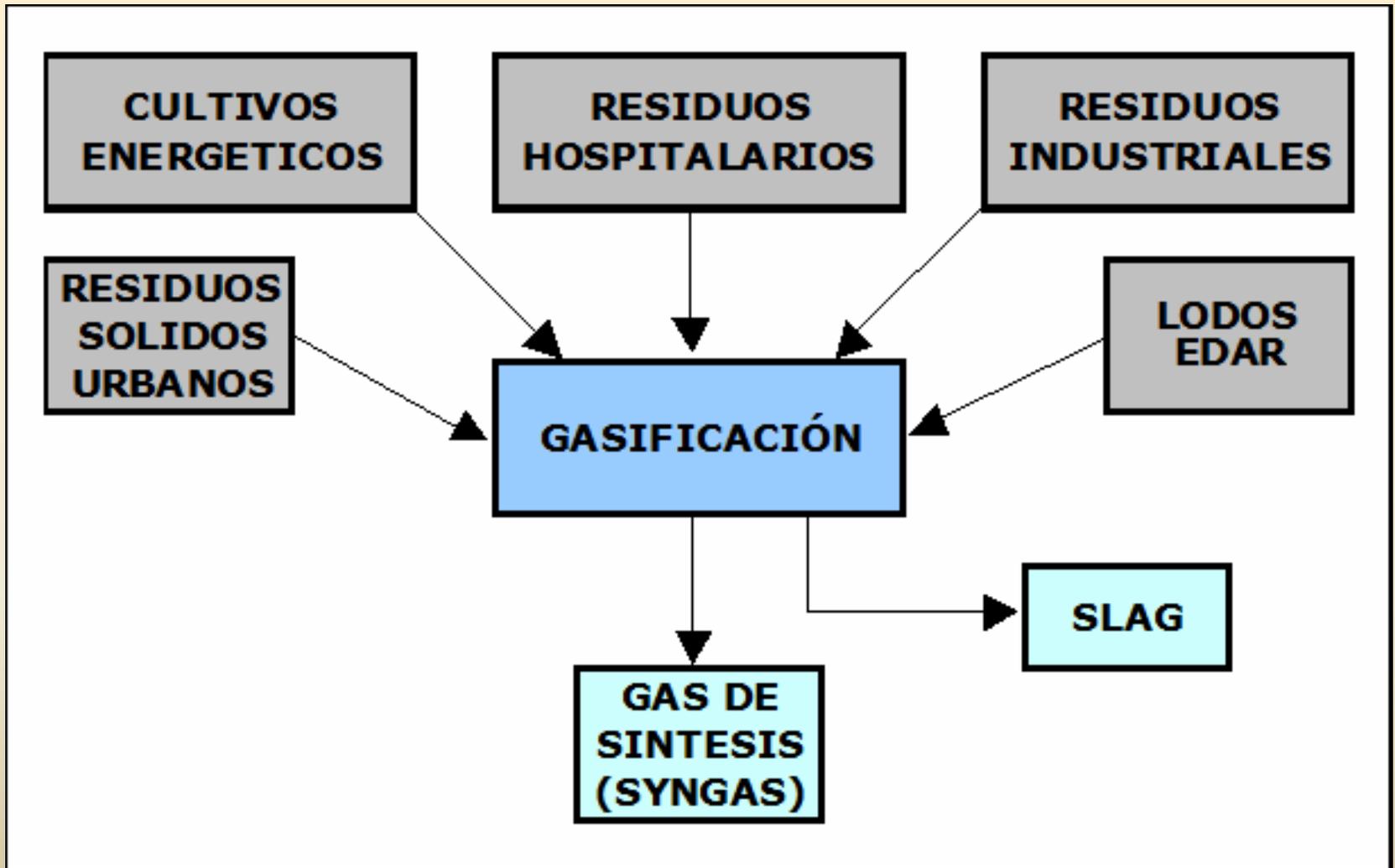
- Consiste en la disociación molecular de los residuos en atmósfera reducida
- Utiliza el calor producido por el plasma para gasificar los residuos
 - Temperatura de operación del orden de 2700°C
 - Temperatura del plasma → 5.000 – 12.000°C
 - Produce energía renovable a partir de residuos
 - Pretende un Impacto ambiental nulo

Gasificación por plasma

- Las altas temperaturas se alcanzan gracias a las antorchas de plasma
- Consisten en mantener un arco eléctrico constante entre dos electrodos
 - Se inyecta un gas comprimido (normalmente aire) a través de la antorcha.
 - La temperatura del arco eléctrico ioniza el gas produciendo el plasma
- Las altas temperaturas alcanzadas producen la disociación total de los residuos y dos productos principales: gas de síntesis y slag vitrificado

Gasificación por plasma

- Flexibilidad de tratamiento de residuos

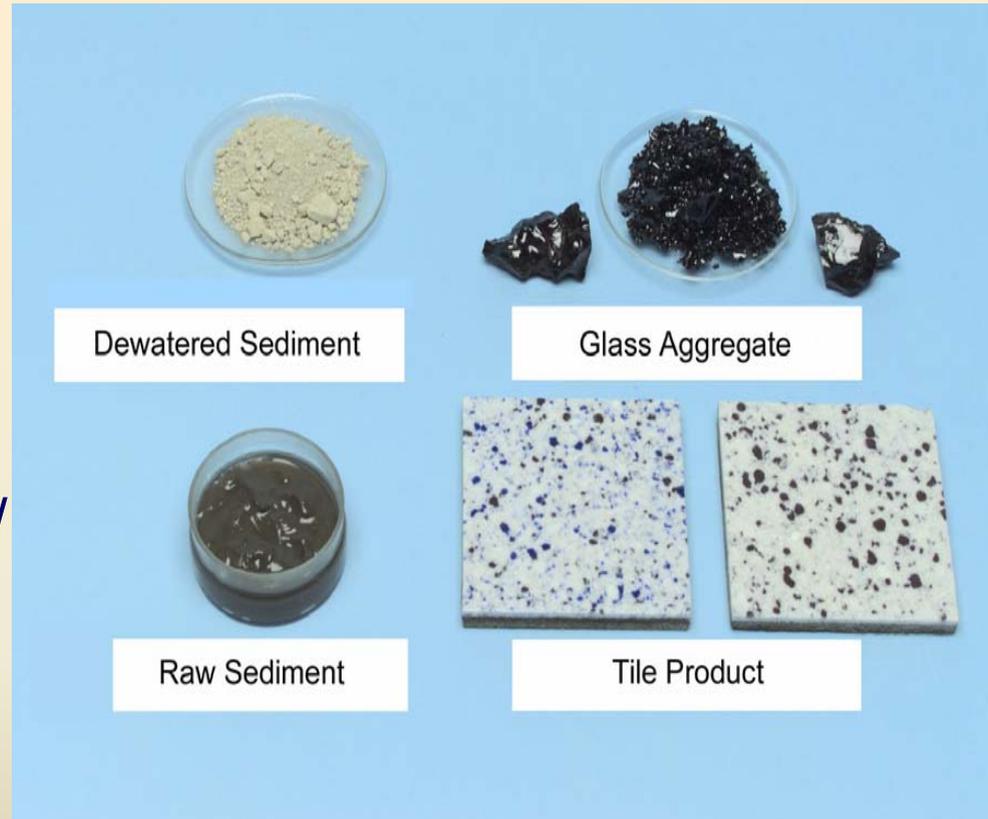


Gasificación por plasma

- La materia orgánica se gasifica formando un gas de síntesis
 - Gas de síntesis **85-90%** de $H_2 + CO$
 - Gran eficacia del aprovechamiento energético del Syngas por alto contenido de H_2 y CO
 - La energía contenida en el gas de síntesis se recupera en forma de electricidad, metanol, H_2 , etc.
 - Aprovechamiento de la energía química Syngas
- La materia inorgánica se vitrifica en un vidrio basáltico inerte con usos comerciales

Gasificación por plasma

- Vidrio basáltico vitrificado
 - Aislamiento (lana de roca)
 - Material de relleno inocuo
 - Fabricación de tejas / baldosas (cerámica)
 - Fondo de carreteras
 - Hormigón

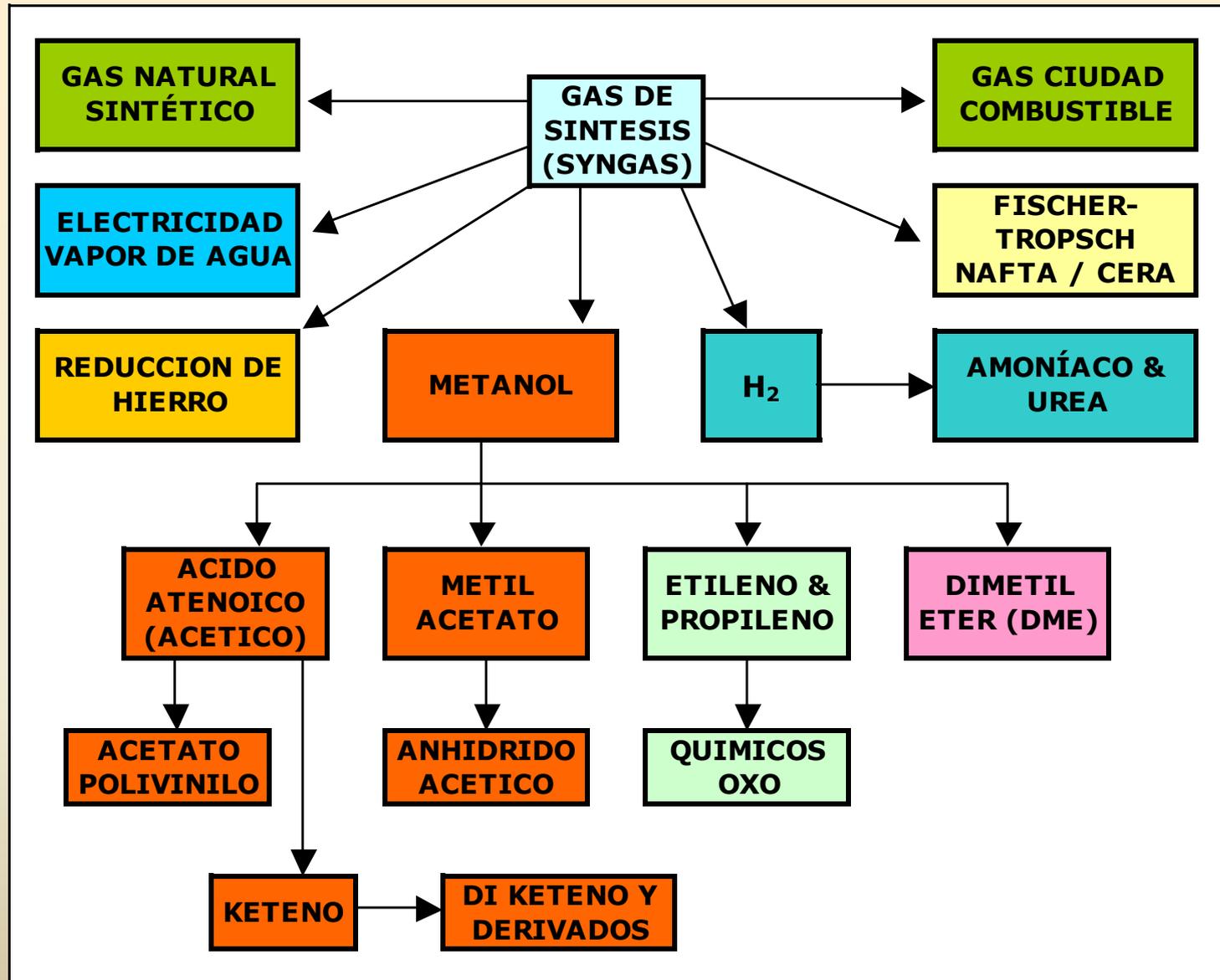


Gasificación por plasma

ventajas

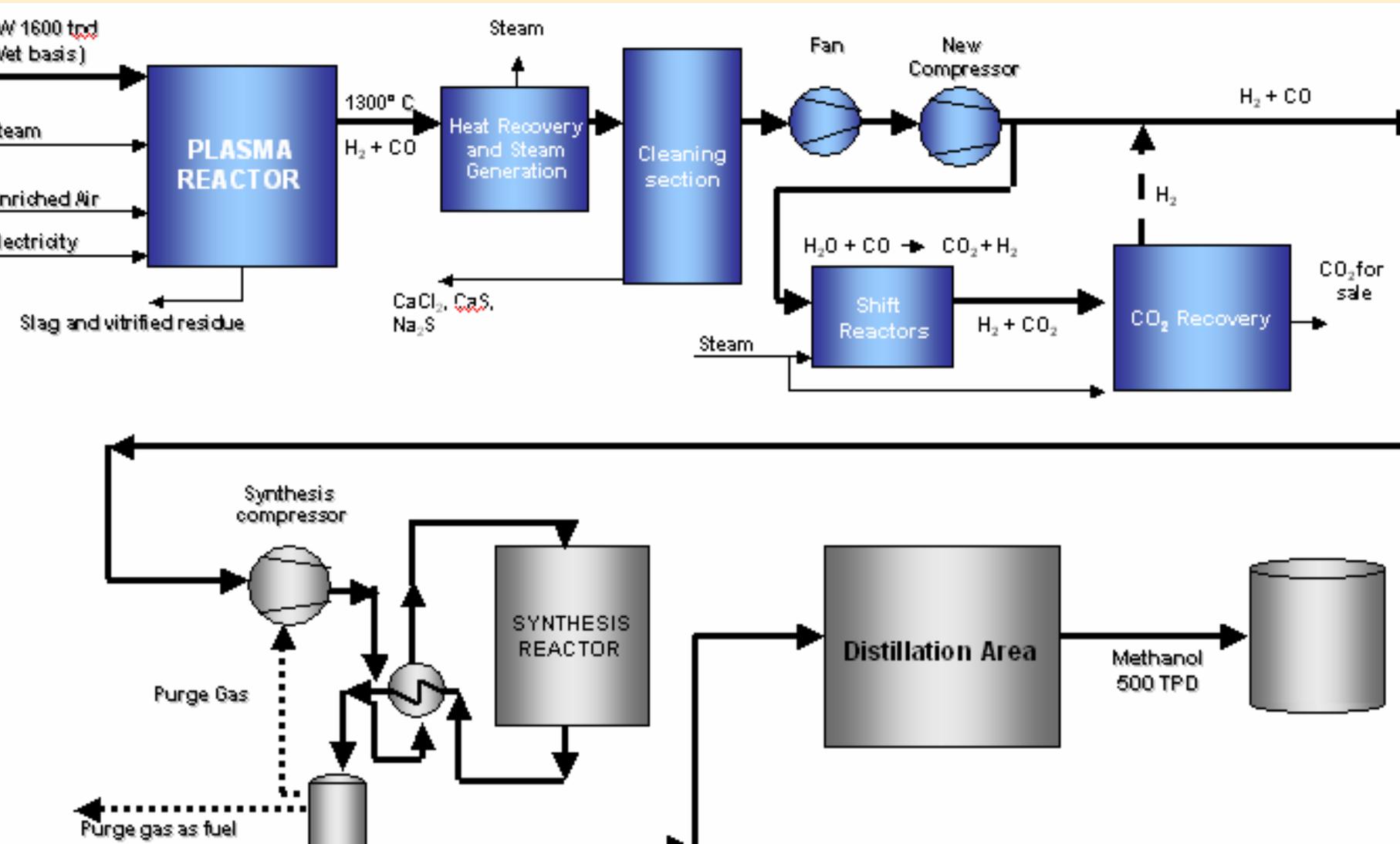
- Proceso cerrado que busca
 - Destrucción total de todos los residuos
 - Sin humos contaminantes
 - Proceso en ligera depresión
 - Sin efluentes líquidos ni gaseosos
 - Solución final al problema de residuos
 - “Vertedero cero”

Utilización del Gas de Síntesis



Utilización del Gas de Síntesis

- Proceso de gasificación + producción de metanol



Generación de Energía

- Comparativa de costes de generación de energía

	Geotérmica	Residuos (Gasif.)	Solar	Carbón	Eólica	Gas Natural (CC)	Carbón (Gasif.)
Disponibilidad en %	80%	85%	30%	85%	31%	85%	40%
Costo kW instalado	\$1.415	\$1.333	\$4.083	\$1.000	\$742	\$463	\$1.300
Ajustado a disponibilidad	\$1.769	\$1.568	\$13.610	\$1.176	\$2.394	\$545	\$3.250
Costo operación / kW	\$0,009	\$0,011	\$0,005	\$0,015	\$0,009	\$0,021	\$0,015
Ajustado a disponibilidad	\$0,011	\$0,013	\$0,015	\$0,018	\$0,030	\$0,024	\$0,038

- Fuente: UBS Warburg, Goldman Sachs (2004)

**Conferencia sobre
Aprovechamiento Energético de Residuos
Juan José Layda
Coordinador de la Comisión Medio Ambiente
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid**

**Seminario sobre Tecnologías Energéticas para Biomasa y Residuos
CONSEJO SOCIAL DE LA Universidad Politécnica de Madrid
ENCUENTROS EMPRESA UNIVERSIDAD
27 - 28 de Junio de 2006**

Documentos anexos