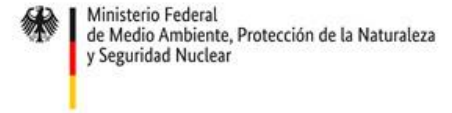




Por encargo de:



de la República Federal de Alemania

Facebook Live  
lunes 4 de marzo, 2019  
2:30 PM

## Conversatorio

### *Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos - el caso de México y Alemania -*

Álvaro Zurita, director del Programa Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos en México, GIZ



# Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos El caso de México y Alemania

Santo Domingo, República Dominicana  
04.03.2019

**Alvaro Zurita - GIZ**



## 1 Tecnologías

*Biodigestión*

*Incineración*

*Coprocesamiento*

*Tecnologías térmicas alternativas*

## 2 Procesos térmicos - hablemos de costos...

## 3 El Programa EnRes

## 4 Consideraciones finales, recomendaciones



# 1

## Tecnologías para el aprovechamiento energético de Residuos Urbanos



## Desmitificando “waste to energy” ...

- No existen tecnologías “mágicas” ni tecnologías “diabólicas”
- Sí existen tecnologías más probadas / idóneas que otras
- Cualquier tecnología puede teóricamente en algún momento formar parte de la cadena de valor del residuo, si están dadas las condiciones (legales, financieras, sociales, ambientales, etc.)
- **¿Estamos en ese momento?**
- **¿Están dadas las condiciones en países en vías de desarrollo?**

## Requisitos importantes:

- Visión hacia economía circular
- Valorización energética no debe desplazar la valorización material

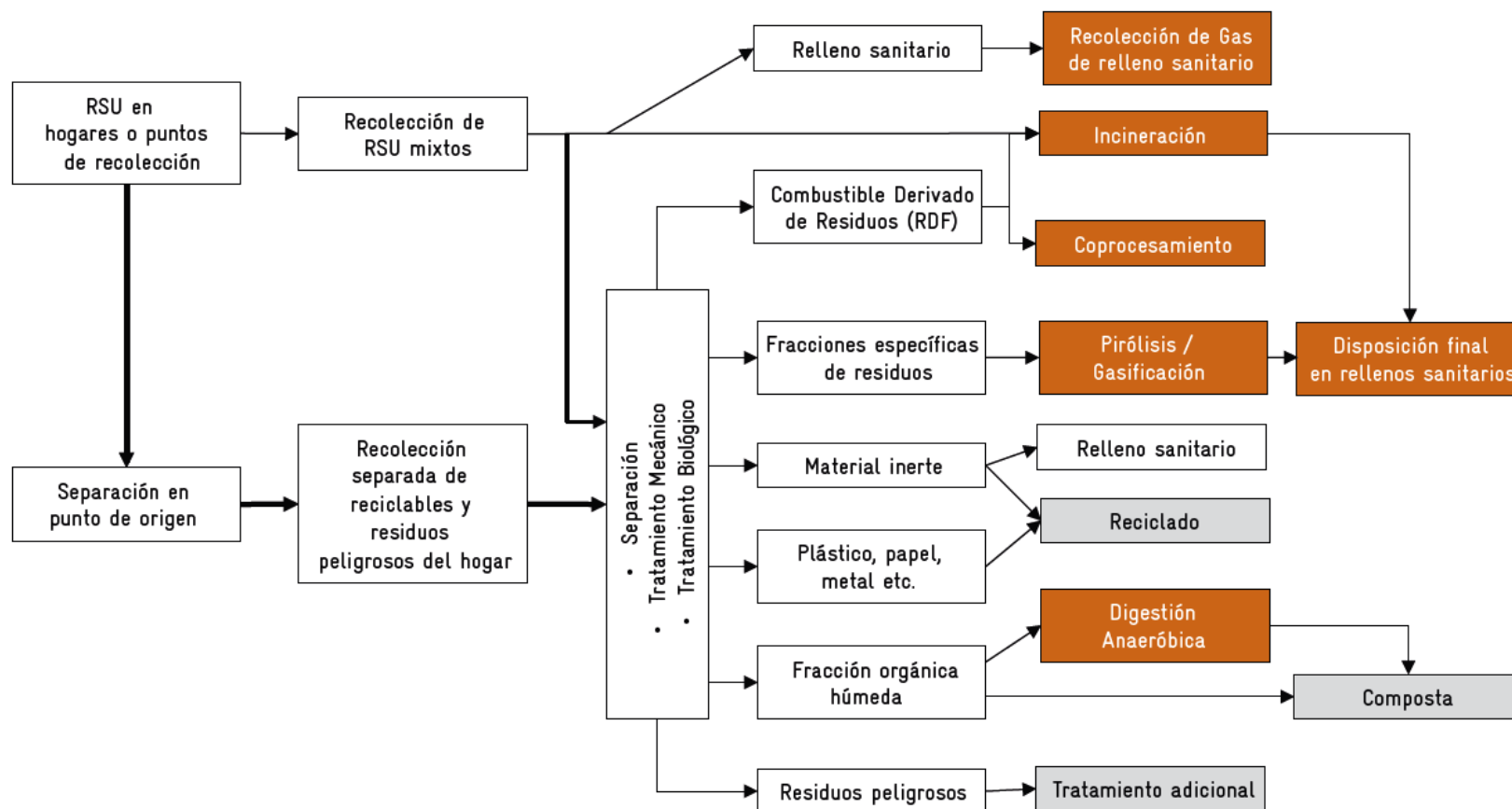
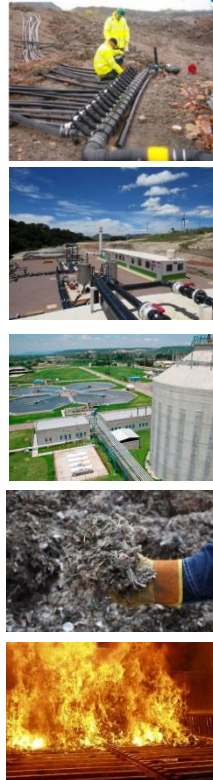
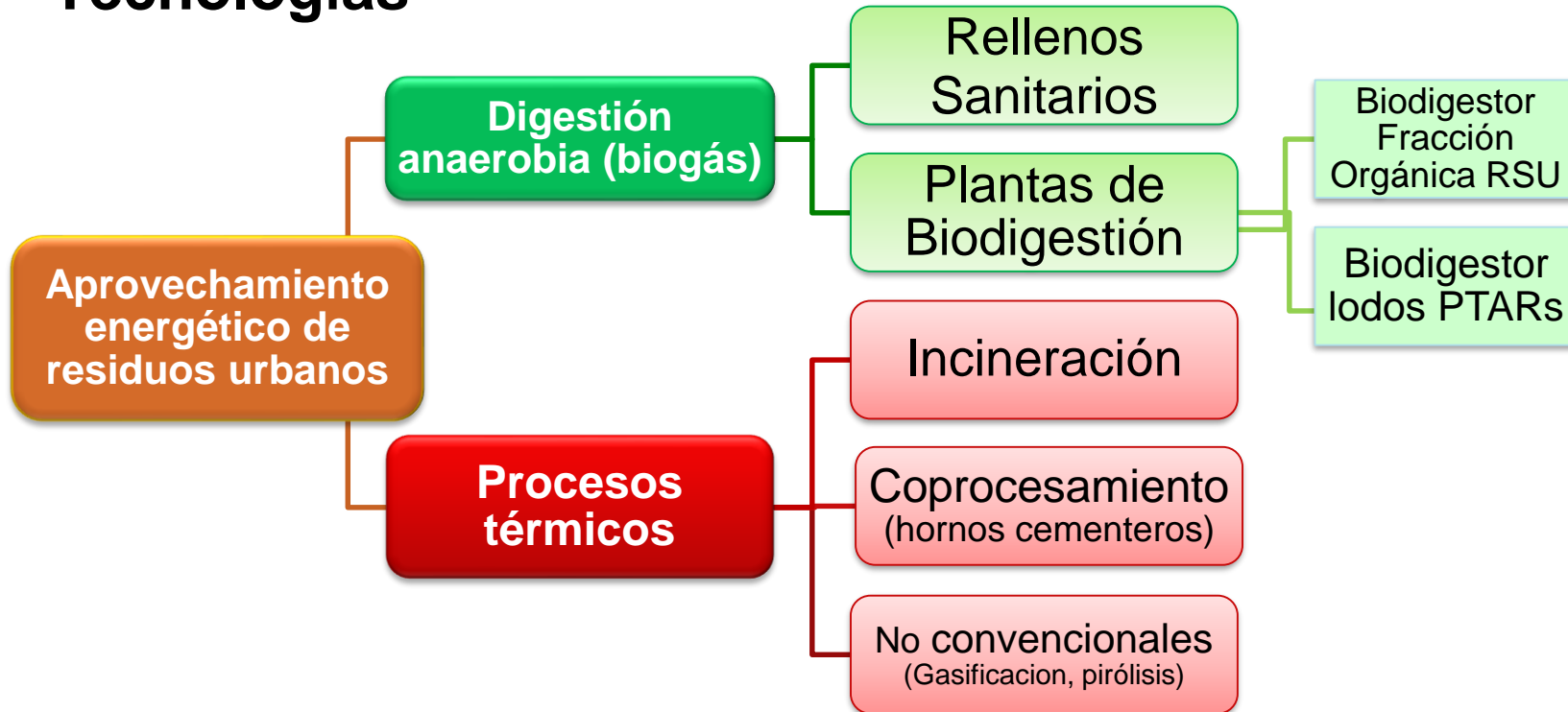


Figura 4: Panorama del flujo de materiales de los RSU y sus diferentes opciones de utilización y tratamiento. La recolección de flujos de residuos separados hace que la utilización de los diferentes tratamientos sea más viable.



# Tecnologías





## Tecnologías para la obtención de biogás



Biodigestores



Rellenos sanitarios

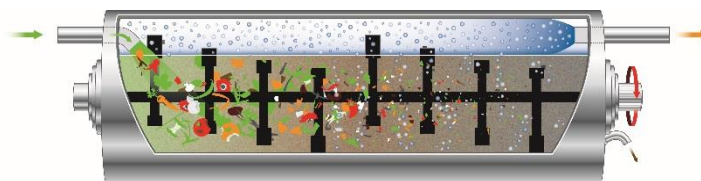
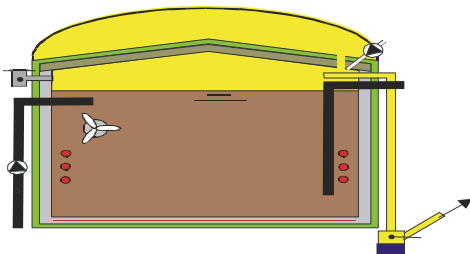


Biogás Lodos PTAR





<p><b>Digestion húmeda</b> Reactor de mezcla completa</p>	<p><b>Digestión continua seca</b> Reactor de tipo flujo pistón</p>	<p><b>Digestión seca batch</b> Sistema de garaje</p>
<p>&lt; 15 % dm</p>	<p>15 – 30 % dm</p>	<p>&gt; 30 % dm</p>

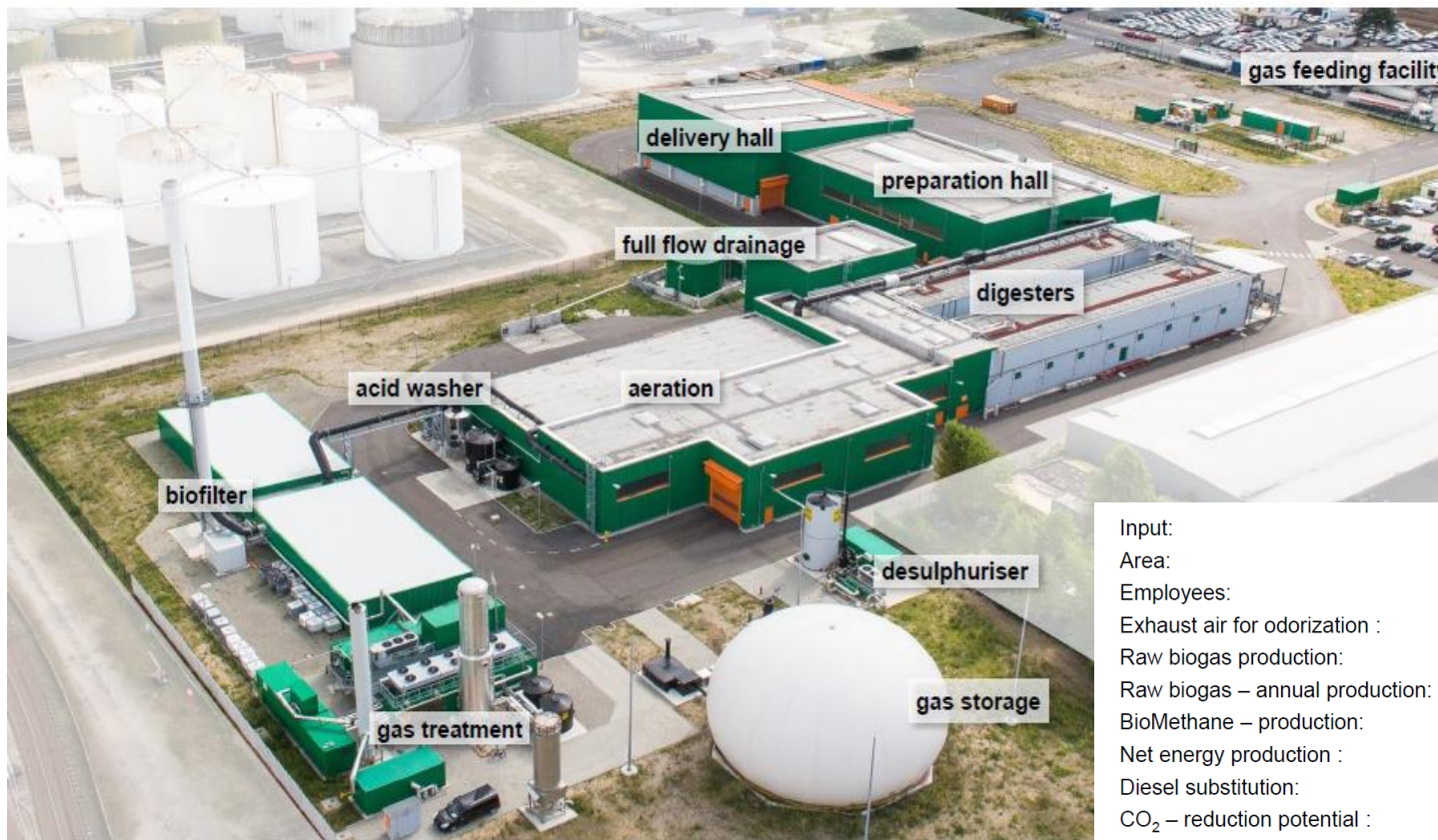


Origin: Bekon Energy Technologies GmbH & Co.,KG

Fuente: Findeisen (2015)



# Berlín, un caso ejemplar



Input:	60,000 Mg/a biowaste from households
Area:	2.7 ha
Employees:	14
Exhaust air for odorization :	40,000 m³/h
Raw biogas production:	100 m³/Mg of Input, with Ø 57 % CH <sub>4</sub>
Raw biogas – annual production:	~ 6,000,000 m³/a
BioMethane – production:	~ 3,000,000 m³/a
Net energy production :	~ 29 million kWh
Diesel substitution:	~ 2.5 million litres
CO <sub>2</sub> – reduction potential :	~ 9,000 Mg CO <sub>2</sub> (diesel substitute plus c-sequestration)
Output solid aerated fermentation residue:	19,000 Mg/a
Output liquid digestate :	30,000 Mg/a



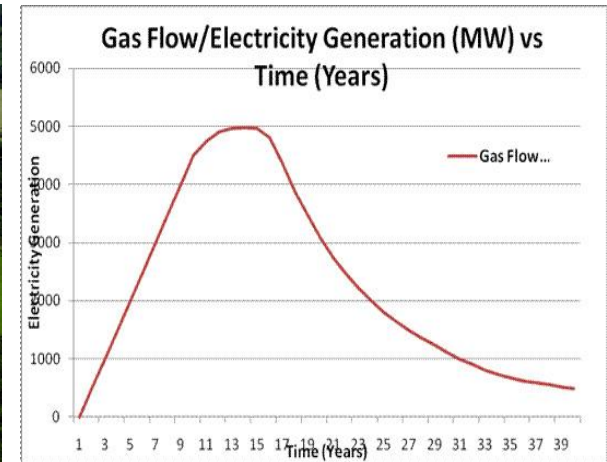
# Berlín, un caso ejemplar

## Closed Cycles in Organic Waste Disposal





# Biogás de rellenos sanitarios



Alemania: Prohibición para depositar residuos sin tratamiento previo entra en vigor en 2005

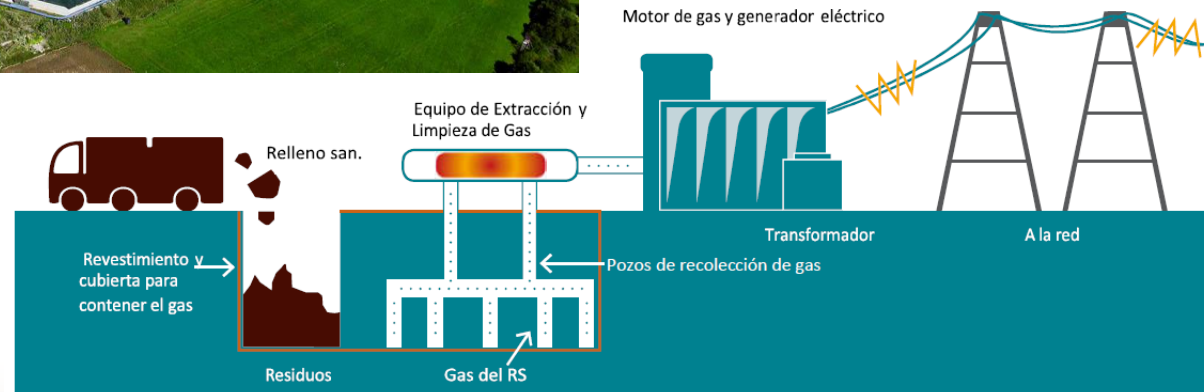


Figura 9: Componentes del sistema de captura de gas de relleno sanitario con producción de electricidad [32].



# Rellenos sanitarios, una solución provisoria

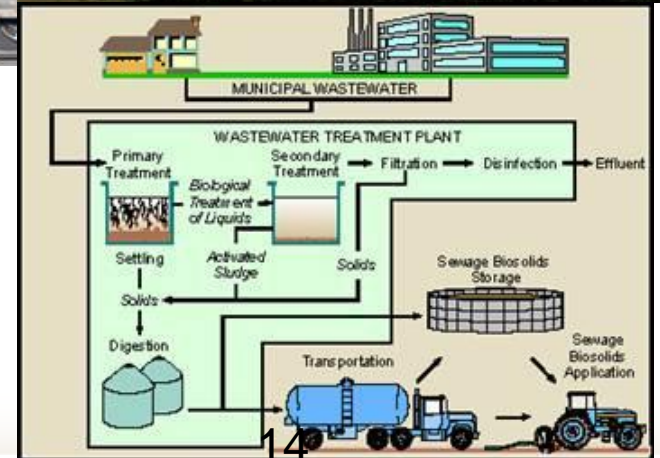
Ejemplo: Alemania

- 1970 comienza clausura de tiraderos no controlados
- Reemplazo por rellenos sanitarios con diseño ingenieril
- Constantes **fallas en sistemas de control de lixiviados** (No existe tecnología con fiabilidad a largo plazo)
- Colección y control del **biogás** no es eficiente (tasas de **recuperación máximas de 50%**)
- Costos excesivos de operación
- Operación de rellenos sanitarios **insostenible ambiental y económicamente**
- Clausura de último relleno sanitario en 2005





# Biogás de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTARs)





## Tecnologías térmicas de aprovechamiento energético de RSU



Incineración



Co-Procesamiento



Otras tecnologías térmicas:  
Gasificación, Pirolisis



# Tecnologías térmicas de aprovechamiento energético de RSU

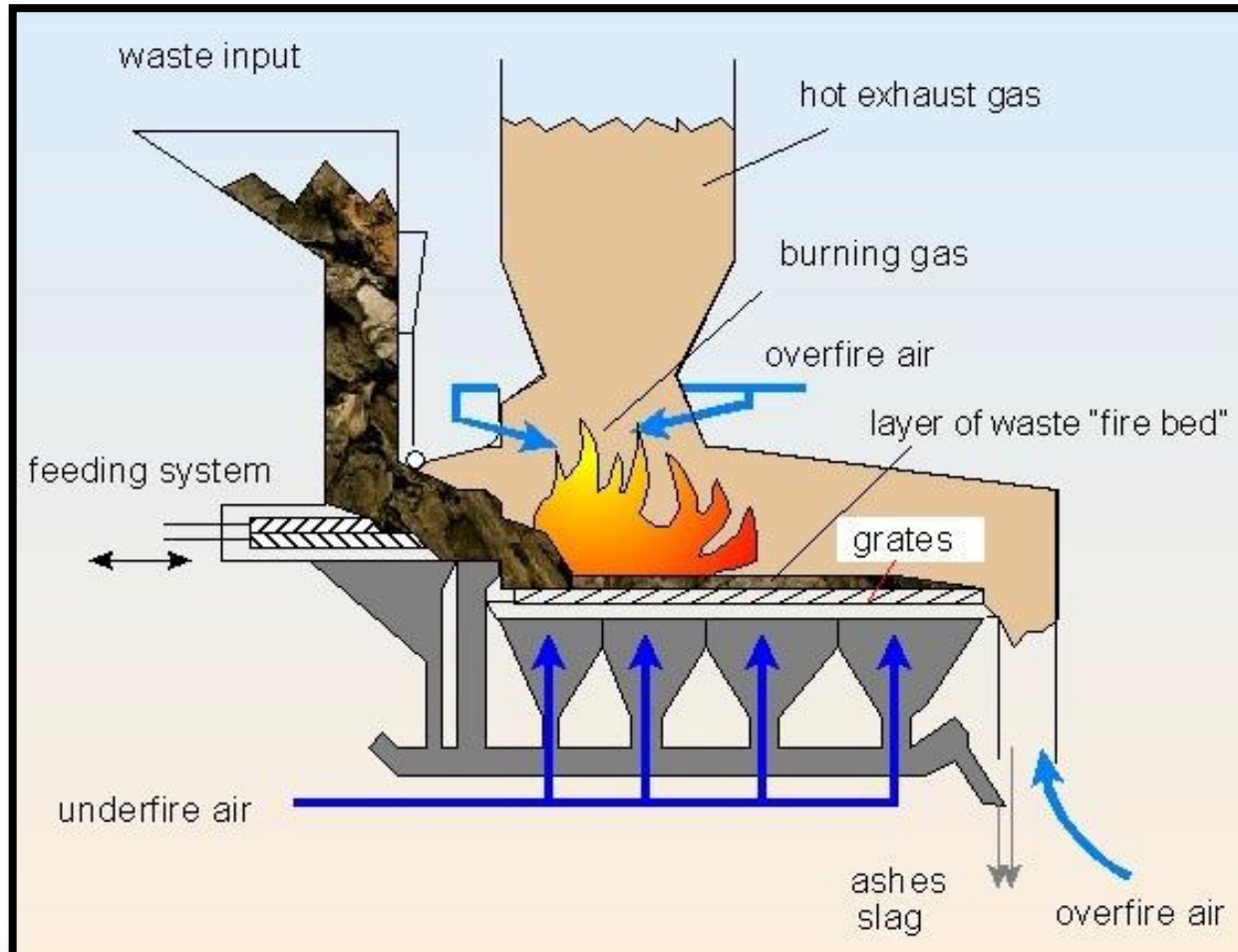


## Incineración



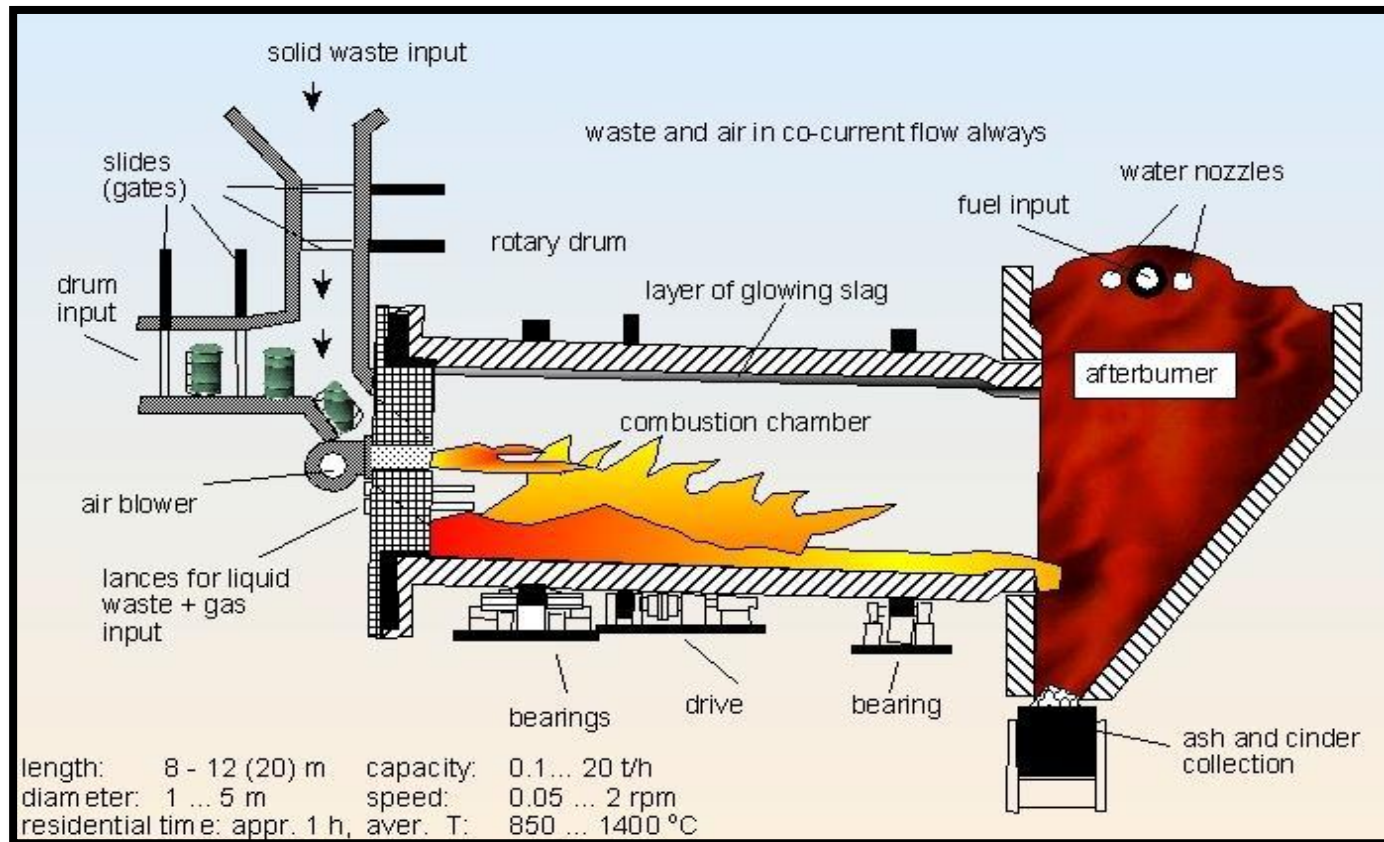


## Incineración: Sistema de parrilla



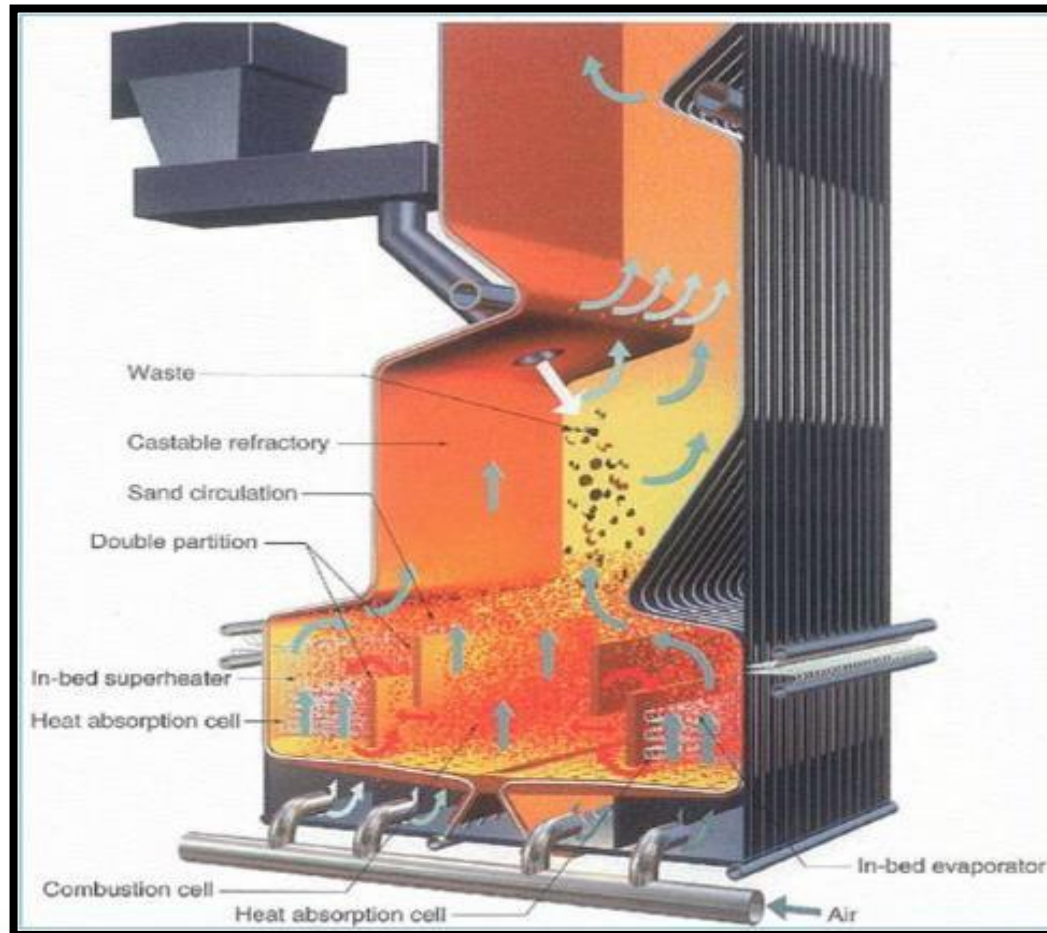


## Incineración: Horno rotativo



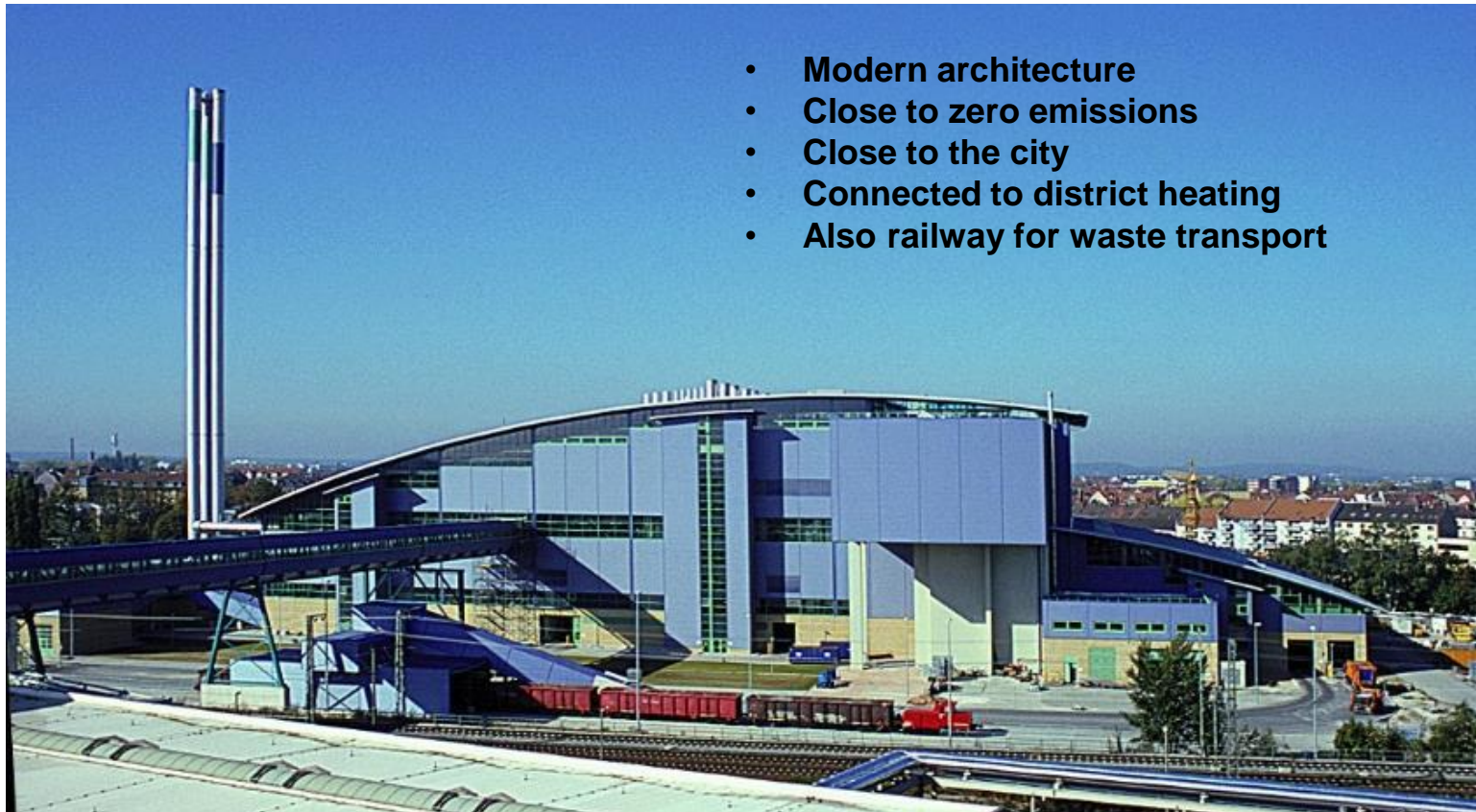


## Incineración: Combustión en lecho fluidizado





## Ejemplo: Planta de incineración de Nürnberg, Alemania





# Historia de la Incineración en Alemania

- Primeros incineradores Europa a fines S.19 (Londres 1876, Hamburgo 1896)
- Objetivo inicial: reducir **olores y enfermedades**
- Luego, incineradores en ciudades grandes para **reducir volumen de basuras** (minimizar transporte y ahorrar espacio en rellenos)
- Inicialmente sin limpieza de aire
- Se transformaron en **grandes emisores contaminantes** (partículas, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, metales pesados, dioxinas/furanos) → **movilización ciudadanía**
- Oposición a nuevos rellenos e incineradores
- Mejoramiento estándares abatimiento emisiones, mejoró aceptación
- Límites emisiones cada vez más estrictos
- Costos aumentaron
- Avance tecnológico: Waste to energy; aceptación
- Hoy 68 plantas en Alemania, 2200 en el mundo



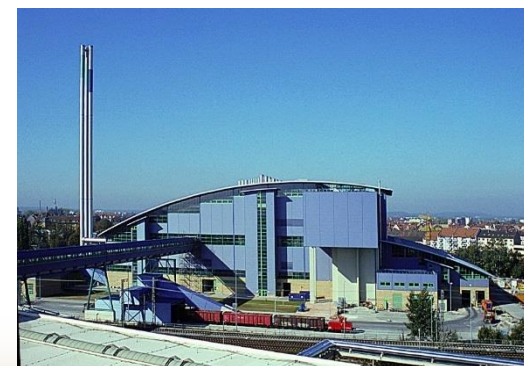
# Legislación de residuos en Alemania

- 1972 en Alemania 50,000 tiraderos no controlados
- Primera Ley Federal de Residuos 1972
  - *Rellenos sanitarios*
  - *Responsabilidad ya no en pequeñas comunas, sino regiones, Estados, mayores ciudades*
  - *Supervisión por órgano superior estatal*
- 1993 directrices para reducir/evitar residuos no tratados en rellenos sanitarios:
  - *Incentivo/obligación para tratamiento mecánico biológico*
  - *abrió puertas a tratamientos térmicos*



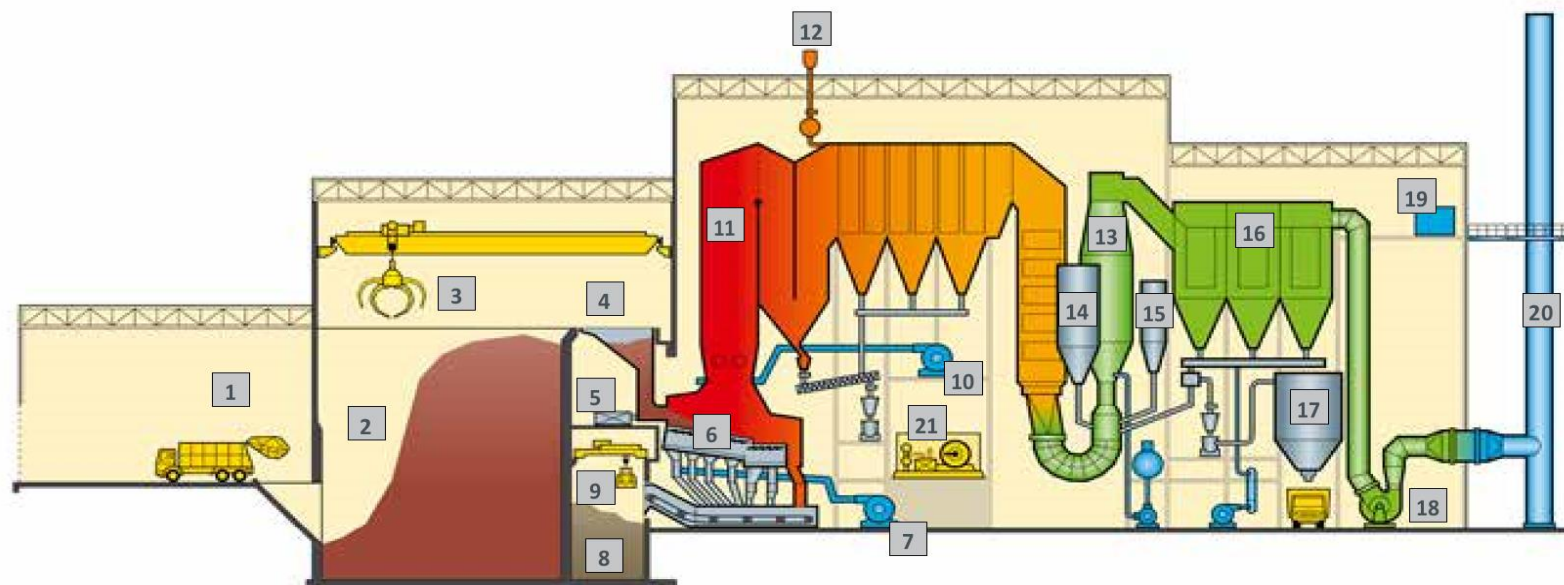
## Incineración:

- Reducción de residuos en peso y volumen
- Disminución de áreas para rellenos
- Cobeneficio: Valorización energética
- Tecnología probada e fiable
- Sistema de abatimiento de gases
- Elevados costos de inversión y operación
- Requiere elevado factor de planta
- Ingresos por valorización material y energética sólo cubre pequeña parte del costo
- Valorización parcial de material de cenizas y escorias
- ¿Se mitigan emisiones GEI? - sólo parcialmente!





# Incineración: Sistema de abatimiento de gases



## ENTREGA DE RESIDUOS

- 1 Cuarto de vertido
- 2 Depósito de residuos
- 3 Grúa de residuos
- 4 Tolva de alimentación

## INCINERACIÓN

- 5 Alimentador
- 6 Parrilla de incineración
- 7 Ventilador primario
- 8 Depósito ceniza inf.
- 9 Grúa ceniza inf.
- 10 Ventilador secundario
- 11 Caldera de vapor
- 12 Válvula de seguridad de la caldera

## LIMPIEZA DEL GAS DE COMBUSTIÓN

- 13 Reactor-gas de comb.
- 14 Cal hidratada
- 15 Carbón activado
- 16 Filtro
- 17 Silo (ceniza volante)
- 18 Ventilador ID
- 19 Sis. Monitoreo de Emisiones (CEMS)
- 20 Chimenea

## RECUPERACIÓN DE ENERGÍA

- 21 Turbina de vapor / generador







# Tecnologías térmicas de aprovechamiento energético de RSU

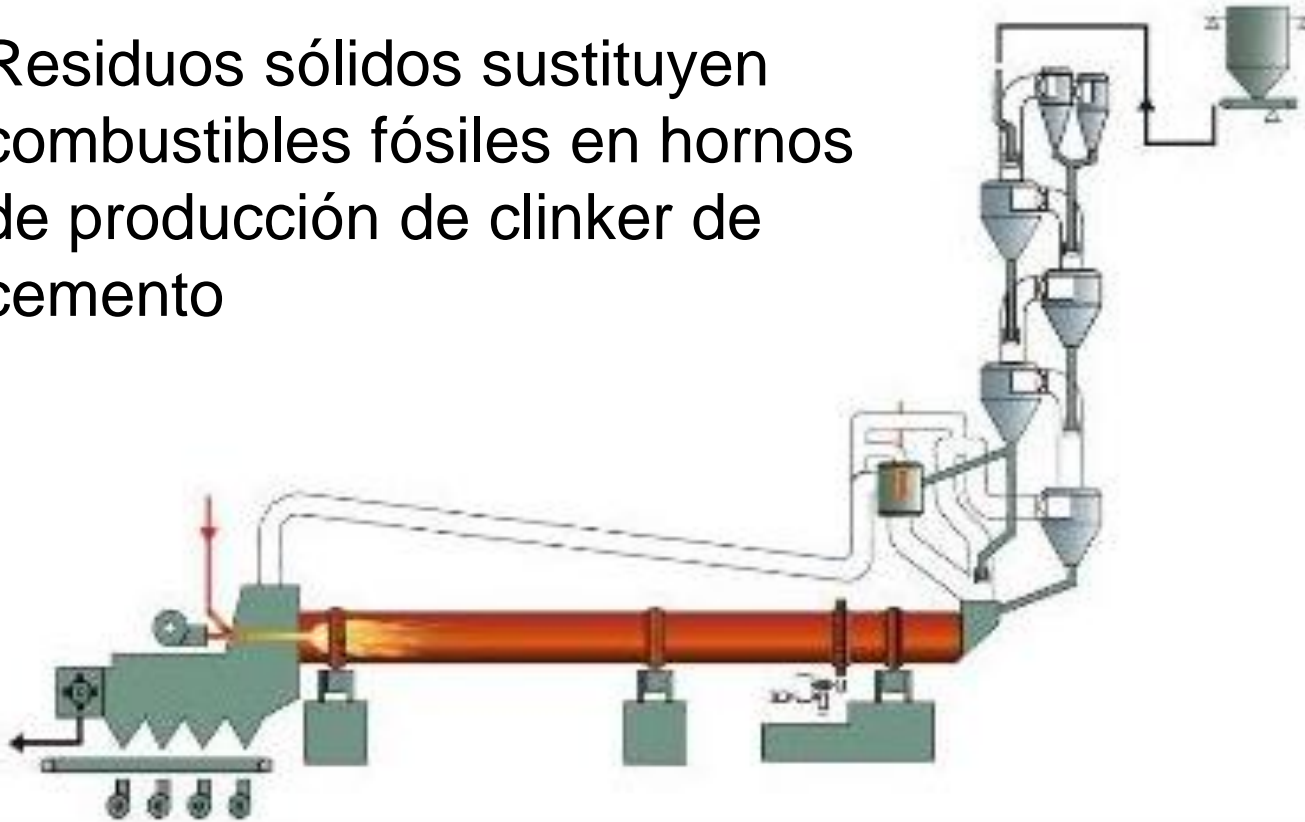


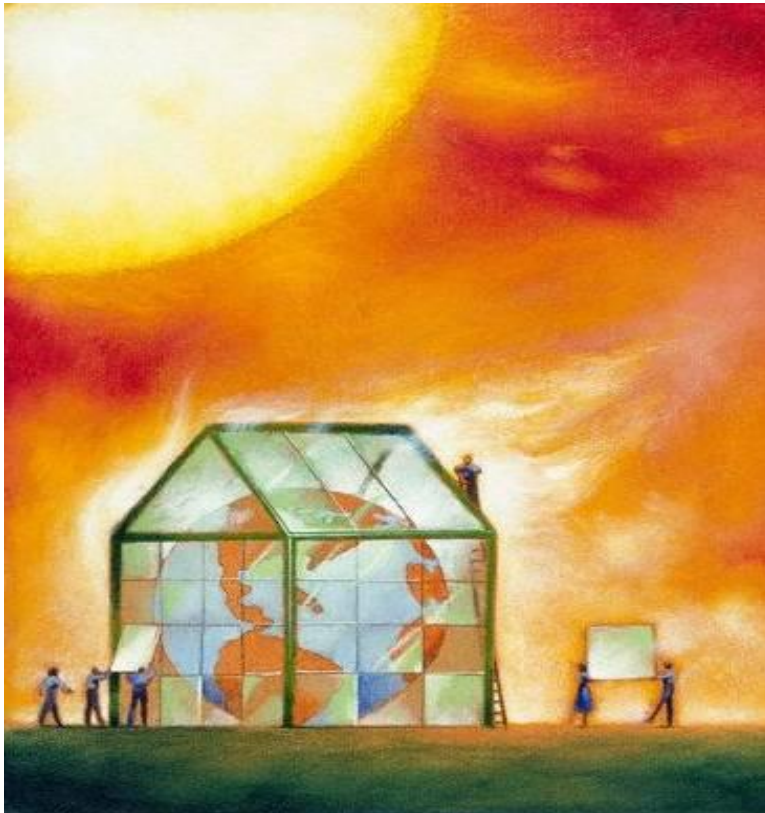
## Co-Procesamiento



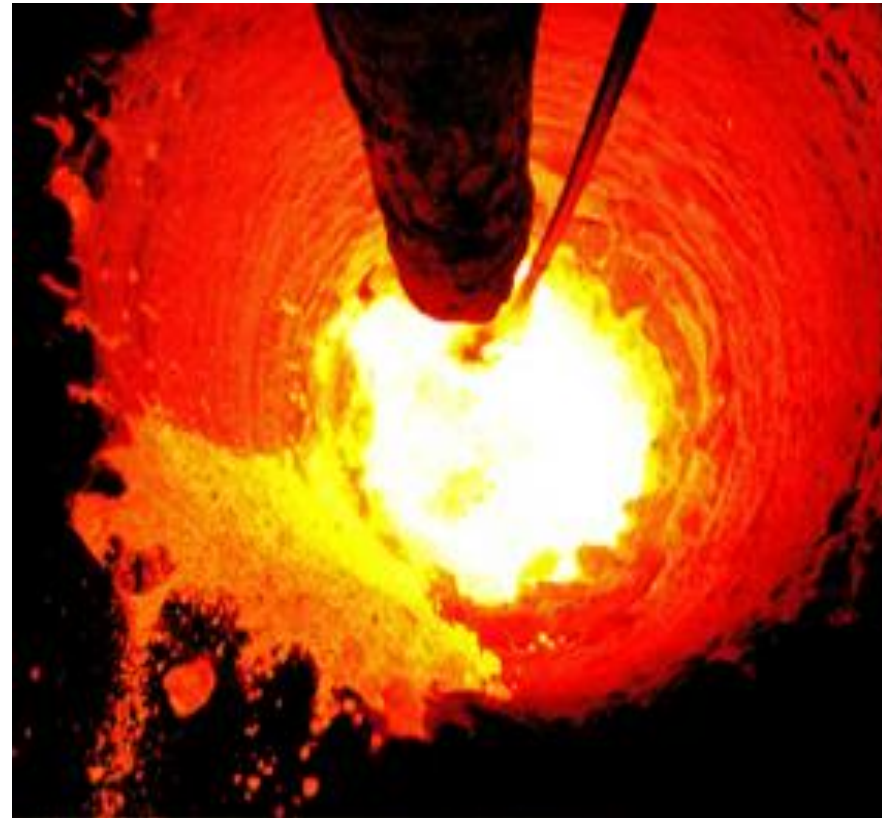
# Co-procesamiento

Residuos sólidos sustituyen combustibles fósiles en hornos de producción de clinker de cemento





**Cada tonelada de cemento producida emite entre 0,5 y 0,9 toneladas de CO<sub>2</sub>.**

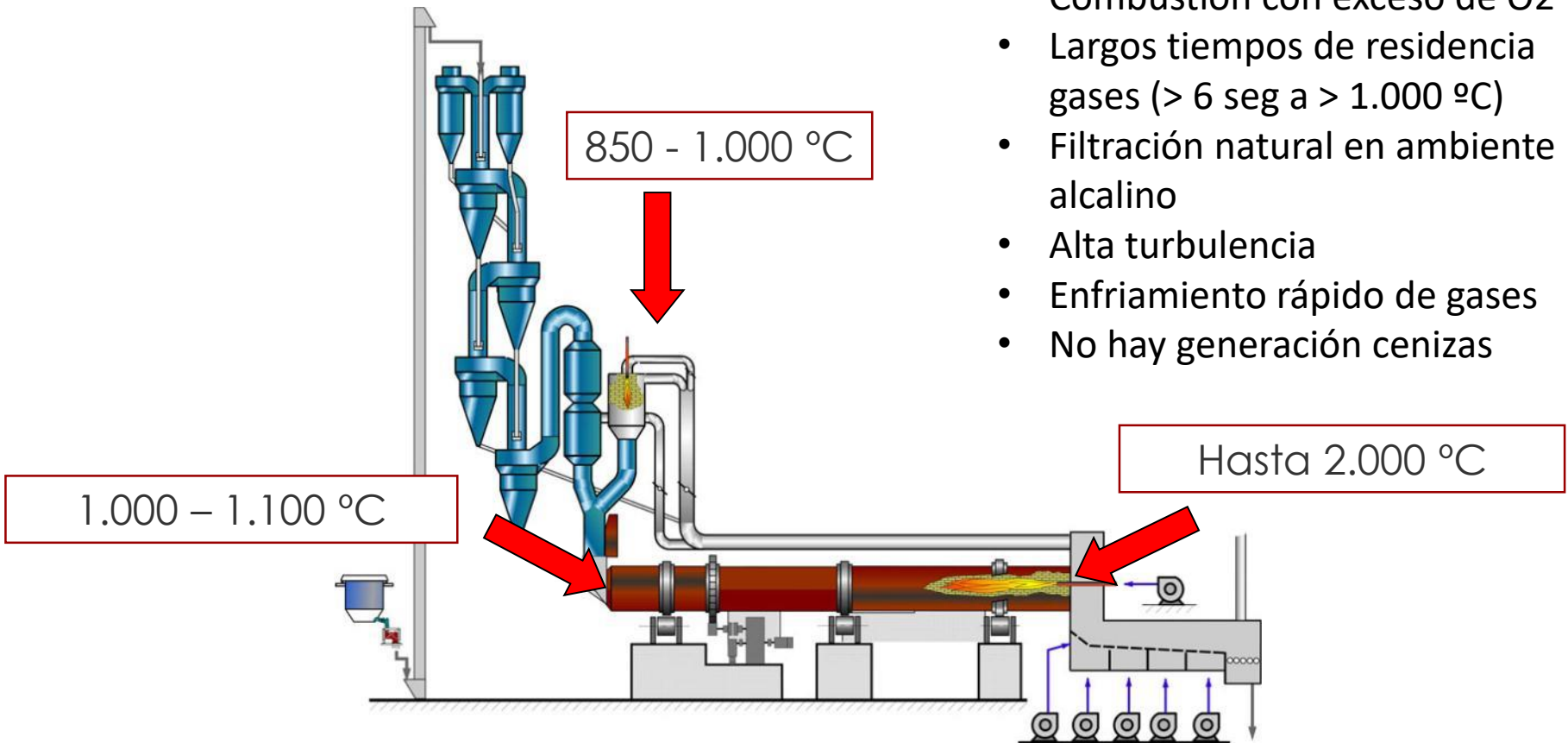


**El proceso productivo demanda cerca de 100 kg de combustible fósil por cada ton de producto.**



## Condiciones operacionales ideales

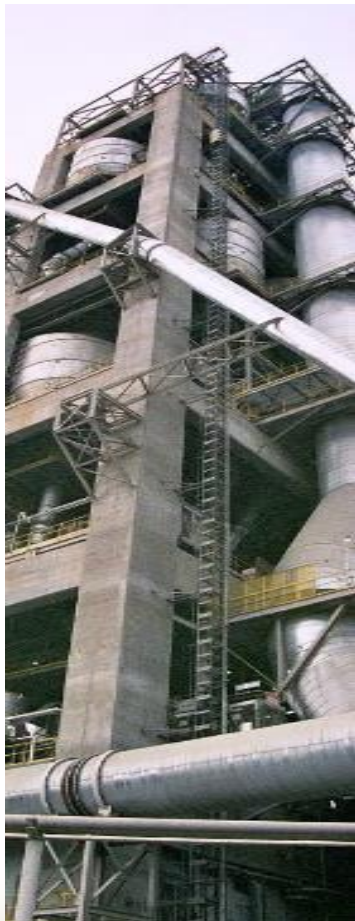
- Altas temperaturas
- Combustión con exceso de O<sub>2</sub>
- Largos tiempos de residencia gases (> 6 seg a > 1.000 °C)
- Filtración natural en ambiente alcalino
- Alta turbulencia
- Enfriamiento rápido de gases
- No hay generación cenizas



- completa destrucción de elementos orgánicos (se transforman en energía térmica)
- elementos inorgánicos se incorporan a la matriz cristalina del producto de forma estable



# Co-procesamiento





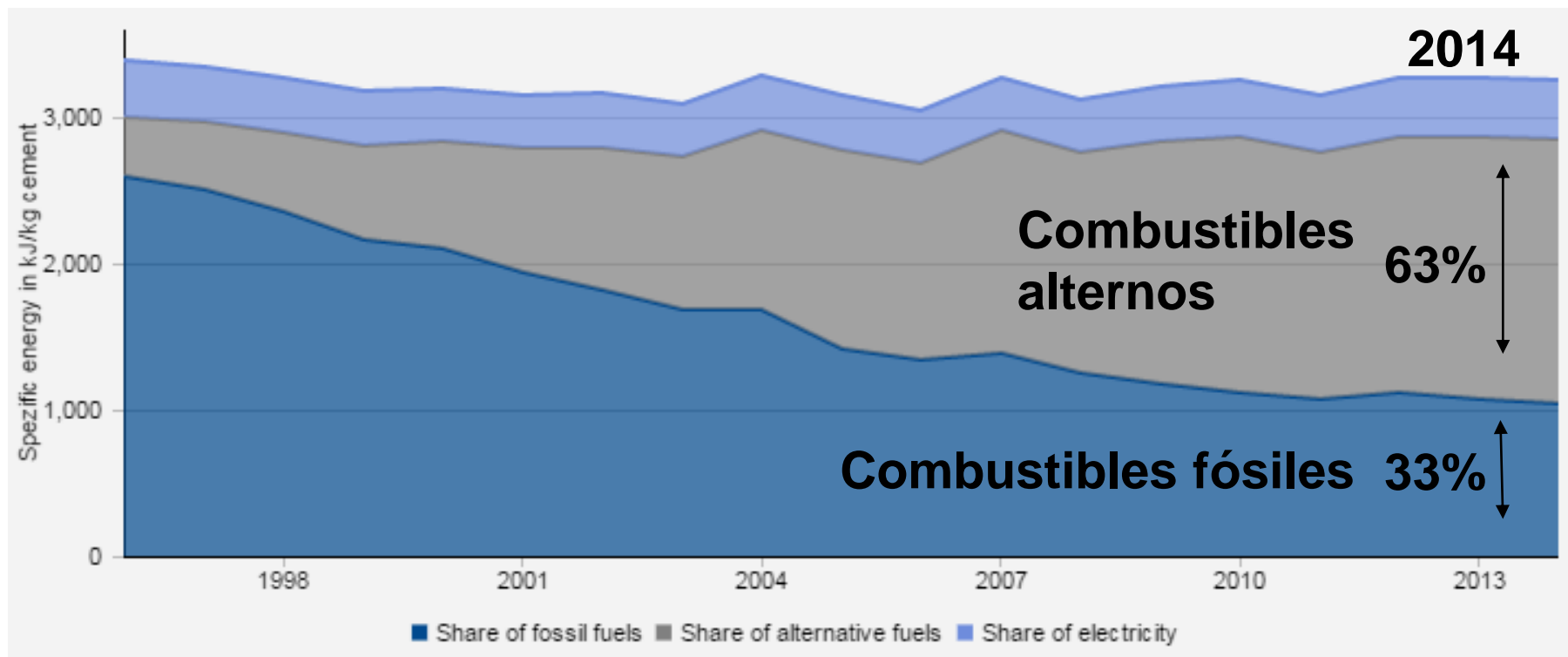
**combustible derivado de residuo (CDR)  
(combustible alternativo).**







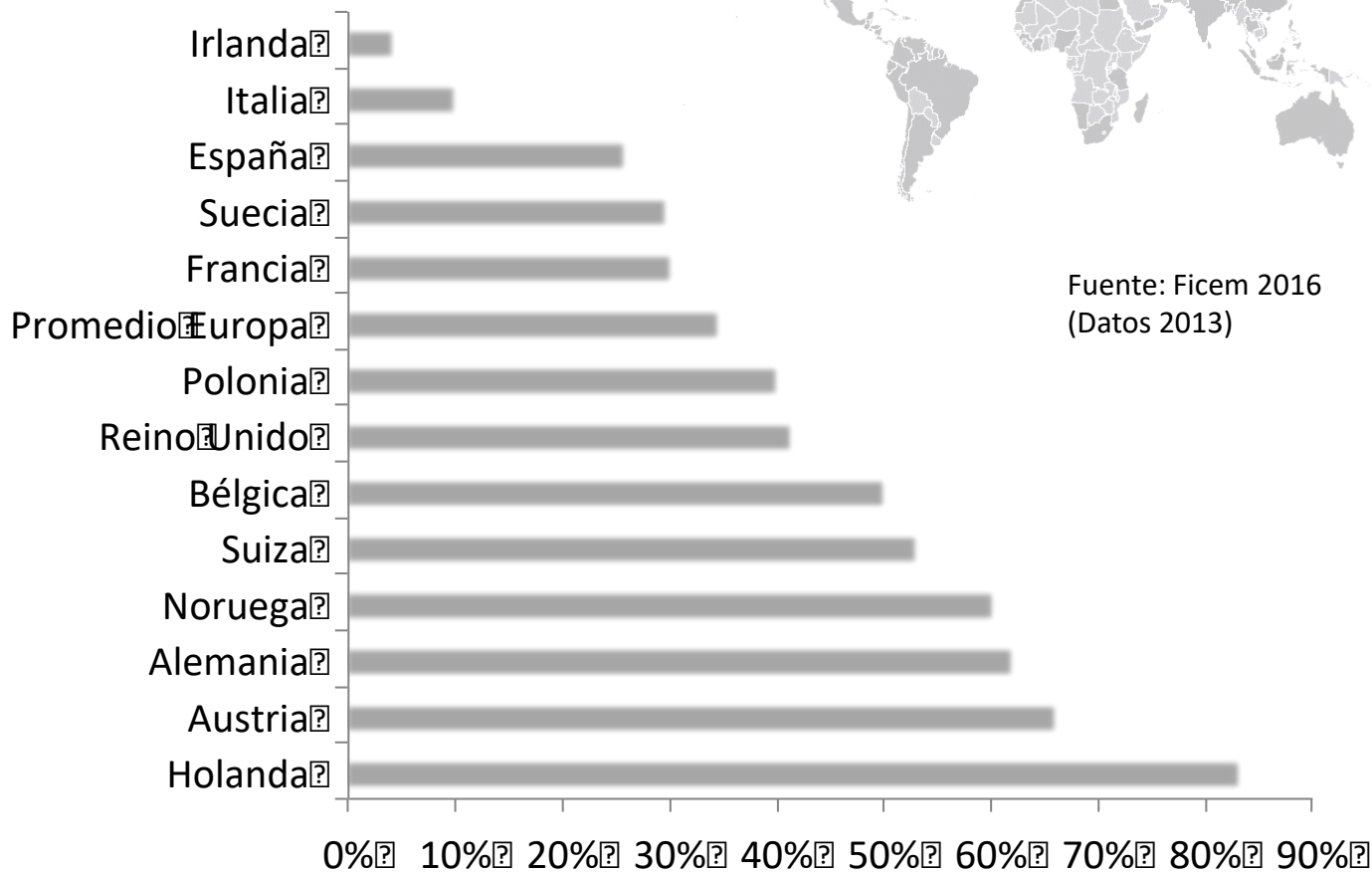
## Sustitución por combustibles alternos en la industria cementera en Alemania



Energía específica para producción de cemento (kJ/Kg)



# El Co-procesamiento y su consolidación en Europa





## Costo Combustibles Tradicionales y Tarifas locales.... Elementos clave para el potencial de co-procesamiento (México)

Tasas de Sustitución Alcanzables como promedio nacional (%)  
(Criterio: Rentabilidad justifica inversiones)

A/B	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	15	20	25
10	0	0	0	0	0	5	10	15	20	25	30	30
20	0	0	0	5	10	15	20	25	30	30	30	30
30	0	0	5	10	15	20	25	30	30	30	30	30
40	0	5	10	15	20	25	30	30	30	30	30	30
50	5	10	15	20	25	30	30	30	30	30	30	30
60	10	15	20	25	30	30	30	30	30	30	30	30

- A** Ingresos por servicio gestión de residuos (USD/ton)  
**B** Costo Combustible Fósil tradicional puesto en planta cementera (USD/ton)



# Tecnologías térmicas de aprovechamiento energético de RSU

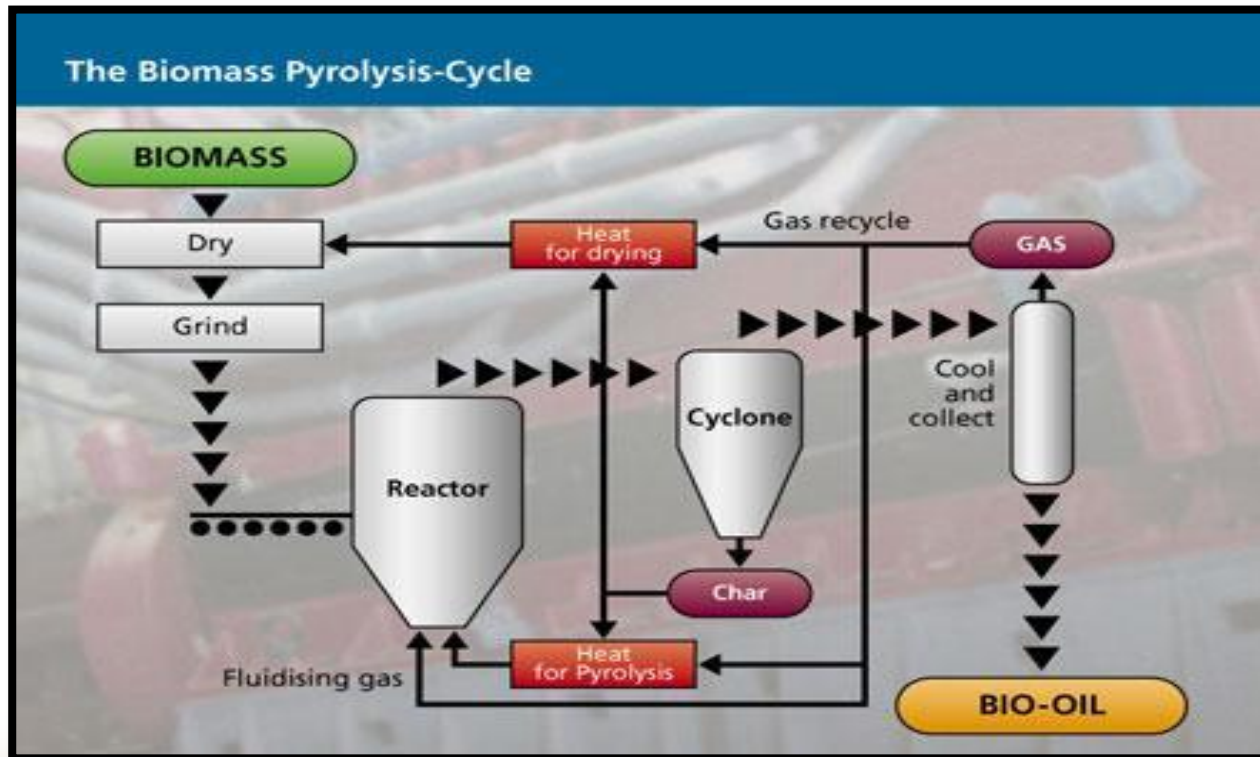


Otras tecnologías térmicas:  
Gasificación, Pirolisis



# Pirólisis

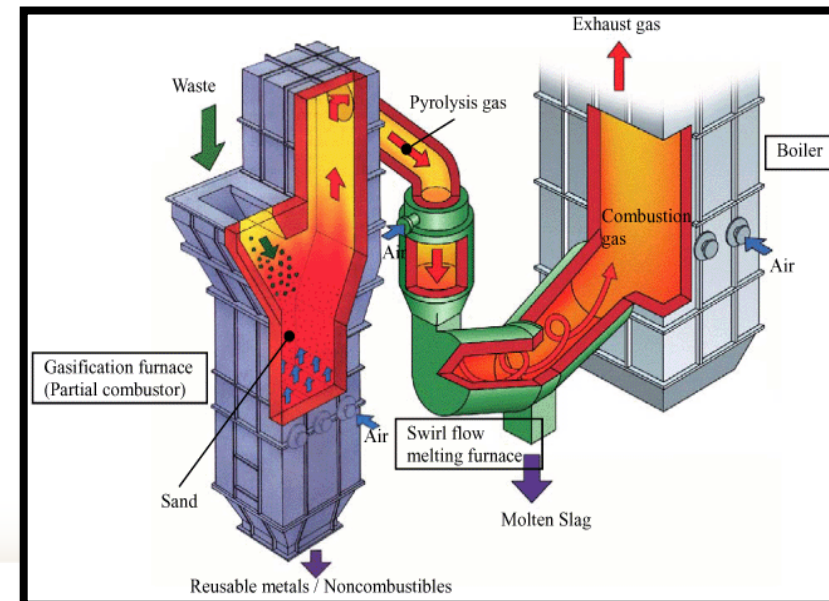
- Descomposición térmica de material en ausencia de oxígeno
- 450°C - 800°C





## Gasificación

- proceso pirolítico optimizado
- oxidación parcial con aplicación de calor. tecnología diseñada para obtener un gas de síntesis,
- gas puede ser empleado para producir combustibles, productos químicos o energía.
- 800-1100°C





## Otras tecnologías térmicas (gasificación, pirólisis, etc.)

- Pirólisis, Gasificación, etc, desde los '70 con diferentes nombres
- Instalaciones complejas; según fabricantes: ventajas frente a incineración tradicional: mayores eficiencias y/o obtención de combustibles líquidos
- Insignificantes en Alemania debido a múltiples malas experiencias
- Actualmente no hay planta de RSU mezclados (de dimensiones considerables) en operación en Europa, África, América Latina (problemas técnicos y sobre todo económicos)
- ...



## Otras tecnologías térmicas (gasificación, pirólisis, etc.)

- ...
- Existen positivas experiencias en Asia, especialmente Japón
- Condiciones marco: totalmente diferentes a Europa y USA
- En Japón costo de tratamiento muy alto, horas de operación anuales muy inferiores (obligación: cenizas vitrificadas reducen costo de disposición)
- En países en vías de desarrollo no existen condiciones para implementar estas tecnologías
- Los altos costos de inversión y operación no justifican el experimento





# Planta de Gasificación Karlsruhe **-cerrada-**



Fuente: Wiemer (2015)



# Procesos térmicos alternativos

Estudio UBA, Alemania 2014, “Sachstand zu den alternativen Verfahren für die thermische Entsorgung von Abfällen“

## Procesos parecen simples, sin embargo ...

- mayor pretratamiento (trituration, pelletization, etc..)
- subproductos requieren tratamientos y manejo adecuado.
- se producen también materiales inertes sin aprovechamiento energético o material.  
-> nuevo problema; económico?

## Proceso térmicos alternativos son viables bajo ciertas condiciones ...

- Existencia restricciones legales (p.ej. Vitrificación cenizas Japón)
- Cuando se requieran subproductos de ciertas características (p.ej. escoria vitrificada)
- Tratamiento de fracciones especiales del residuo (p.ej. sustancias altamente tóxicas o con cloro, fracciones con bajo poder calorífico: tierras contaminadas),
- Como proceso previo para (plantas termoeléctricas, cemento, cal) sustituyendo combustibles fósiles

**Para residuos urbanos mezclados: Incineración (los otros no pueden competir)**



# Procesos térmicos alternativos

Estudio UBA, Alemania 2014, “Sachstand zu den alternativen Verfahren für die thermische Entsorgung von Abfällen“

- **Japón:** introducción exitosa de tecnologías térmicas alternativas
- Condiciones marco Japón (operativa y económicas) extremadamente diferentes al resto del mundo:
  - *Vitrificación de cenizas (exigencia legal)*
  - *Eficiencia energética juega menor rol en selección de tecnología (en la práctica incluso menor eficiencia energética)*
  - *Precio tratamiento en Japón extremadamente alto (> resto del mundo)*

**Para determinar qué tecnología es apropiada y viable se recomienda**

- *Balance de masa*
- *Balance de energía*
- *Estudiar condiciones marco regionales, legales y sociales*



# 2

## Procesos térmicos Hablemos de costos...

# Aspectos económicos Incineración

## Costos

- Inversión total (alta)
- Costos operación (altos)

## Ingresos

- tipping fees (tasas por basuras recepcionadas, como tratamiento alternativo a rellenos)
- Ventas energía (eléctrica /calor)
  - *Tarifas especiales de incorporación de energía de residuos puede incrementar entradas*
  - *Tarifas especiales pueden no perdurar en el tiempo*
- Eventualmente: derechos de emisión GEI

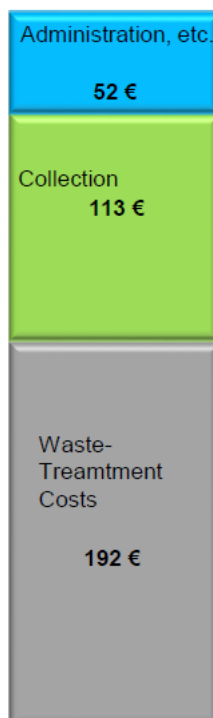


## Costs / Revenues – Residual Waste/t (Hamburg)



**468.700 t residual waste treated in incineration**

**Costs** /t (rd. 357 €)



**Revenues** /t (rd. 357 €)



1) aus Abfallbehandlung



# Incineración

Estimación de costos de una IRSU en países industrializados y emergentes – las cifras indicativas

Capacidad de incineración 150,000 t/a	Inversión inicial	Costo de capital por tonelada de residuo	Costos de O y M por ton	Costo total por tonelada	Ingresos por la venta de energía por tonelada	Costo por cubrirse por tonelada de residuo
Base de costos en la UE (config. técnica avanzada, 2 líneas de hornos)	135 - 185 millones EUR	80 - 115 EUR/t	180 EUR/t	260 - 295 EUR/t	60 EUR/t (calor y electricidad) 27 EUR/t (electricidad)	200 - 235 EUR/t
Base de costos en países emergente (config. técnica básica, 1 línea de horno)	30 - 75 millones EUR	22 - 55 EUR/t	20 - 35 EUR/t	42 - 90 EUR/t	2 - 10 EUR/t (electricidad)	40 - 80 EUR/t

Tabla 2: Ejemplo de estimaciones de costos individuales de plantas de IRSU para países industrializados y emergentes. Los costos se derivaron de IRSU suizas con altos estándares técnicos y se ajustaron a una IRSU con configuración básica para países emergentes. Ej. Los costos de inversión se calculan del 20% al 40% de los costos de Suiza, mantenimiento y materiales auxiliares del 20% al 50%, personal y costos de disposición o de escoria del 10% al 20%, y costos del seguro al 50%. Ambos estándares deben cumplir con los estándares de emisiones nacionales e internacionales. Las principales diferencias son el diseño arquitectónico, el número de líneas de hornos, el nivel de automatización y la calidad de los materiales utilizados en la planta. Supuestos de la estimación: índice de utilización del 100% durante una vida útil de 15-20 años, tasa de interés anual del 6%.



## Coprocesamiento

Estimación de costos de una planta cementera de coprocesamiento en países en vías de desarrollo – las cifras son únicamente indicativas

Inversión inicial	Costo de capital por tonelada y año de residuo	Costos de O y M por ton	Costo total por tonelada	Ingresos* por tonelada	Costo** por tonelada de residuo	Observación
5 – 25 mill. de EUR incluyendo pre-procesamiento	10 – 25 EUR/t	10 – 20 EUR/t	20 – 45 EUR/t	1 – 5 EUR/t	19 – 40 EUR/t	PCI 10 MJ/kg, preseleccionado y una capacidad de 50,000 t/a, operación a 20 años, 6% p.a. IR

\* Ingresos en la forma de sustitución de combustibles fósiles. Sin subsidios.

\*\* Costos a cubrirse con primas, subsidios, etc.

Tabla 3: Ejemplo de elementos de costos individuales comparativos del coprocesamiento derivados de experiencias de la asociación de GIZ-Holcim





## Pirólisis / Gasificación

Estimación de costos de una planta de pirólisis/gasificación en países en vías de desarrollo – las cifras son únicamente indicativas

Inversión inicial	Costo de capital por tonelada de año de residuo	Costos de O y M por ton	Costo total por tonelada	Ingresos* por tonelada	Costo** por tonelada de residuo	Observación
80 – 120 mill. de EUR	35 – 45 EUR/t	30 – 40 EUR/t	65 – 85 EUR/t	2 – 5 EUR/t	63 – 80 EUR/t	Capacidad 250,000 t/a, operación de 20 años, 6% p.a. IR

\* De la venta de productos finales

\*\* Costos a cubrirse con primas, subsidios, etc.

Tabla 7: Ejemplo de elementos de costos individuales comparativos de una planta de pirólisis en Alemania [37].



### Incineración

Temperaturas hasta 1.200 °C

Soporta mezclas de materiales

Tiempos de residencia 2 seg

Generación de escorias y cenizas

Baja Eficiencia energía eléctrica y  
alta en energía térmica

Alta inversión (instalación nueva) /  
costo



### Pirólisis

Proceso en ausencia de O<sub>2</sub>

Requiere materiales “puros”

Requiere quema de gases

Generación de escorias y cenizas

Baja Eficiencia energía eléctrica y  
alta en energía térmica

Alta inversión (Instalación nueva) /  
costo



### Co-procesamiento

Temperaturas hasta 2.000 °C

Soporta mezclas homogéneas

Tiempos de residencia >6 seg

No genera escorias ni cenizas

Eficiencia energía térmica >90%

Baja Inversión (Instalación  
existente)/ costo



# 3

## El Programa EnRes



# Energía **de** Residuos



# Programa **de** Res

## Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos en México



## Programa EnRes

<p><b>Objetivo</b></p>	<p><b>El aprovechamiento energético ha sido introducido como opción para la gestión de residuos en México</b></p>	
<p><b>Contrapartes principales</b></p>	 <p><b>SEMARNAT</b> SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	 <p><b>SENER</b> SECRETARÍA DE ENERGÍA</p>
<p><b>Comitente</b></p>	<p>Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ)</p> <div style="text-align: right;"> <p>On behalf of <b>BMZ</b>  Federal Ministry for Economic Cooperation and Development</p> </div>	
<p><b>Duración</b></p>	<p>05 / 2014 – 04 / 2019</p>	

## Programa EnRes:

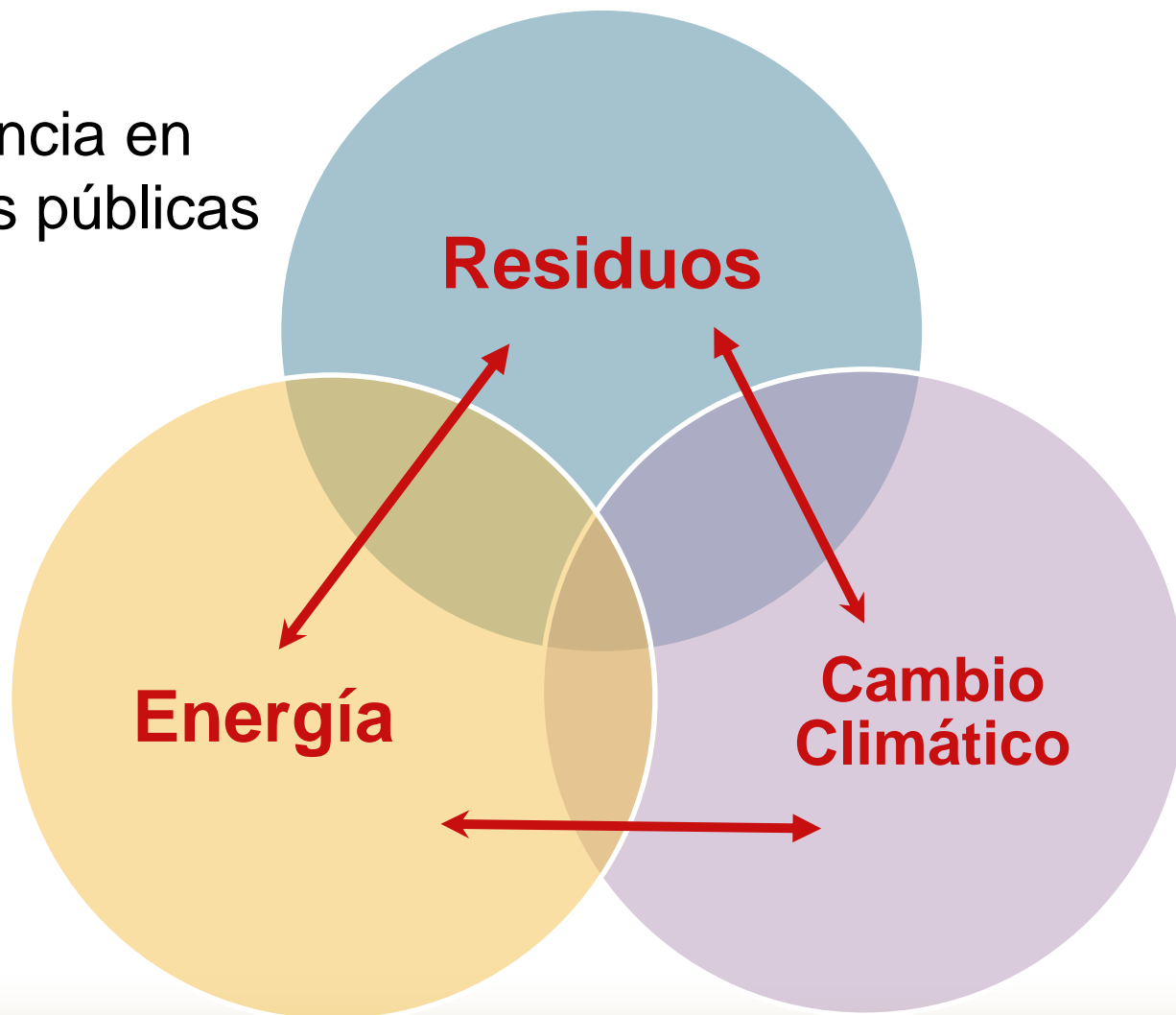
- **Facilitar intercambio entre actores** (política pública no se hace entre 4 paredes y/o con lobby de sectores interesados)
- **Generar espacio para transferencia de conocimiento**
- **Elevar nivel de discusión (actualmente emocional y dogmática)** con argumentos técnicos, estratégicos, políticos, de desarrollo, ambientales, sociales y económicos
- **Romper falsos mitos**
- **Quebrar tabúes, transparentar costos**
- **Evidenciar problemas de “soluciones mágicas”**

## Hipótesis:

Valorización energética sólo es posible si se cuenta con una gestión integral de residuos (sustentable en lo económico, social y ambiental)



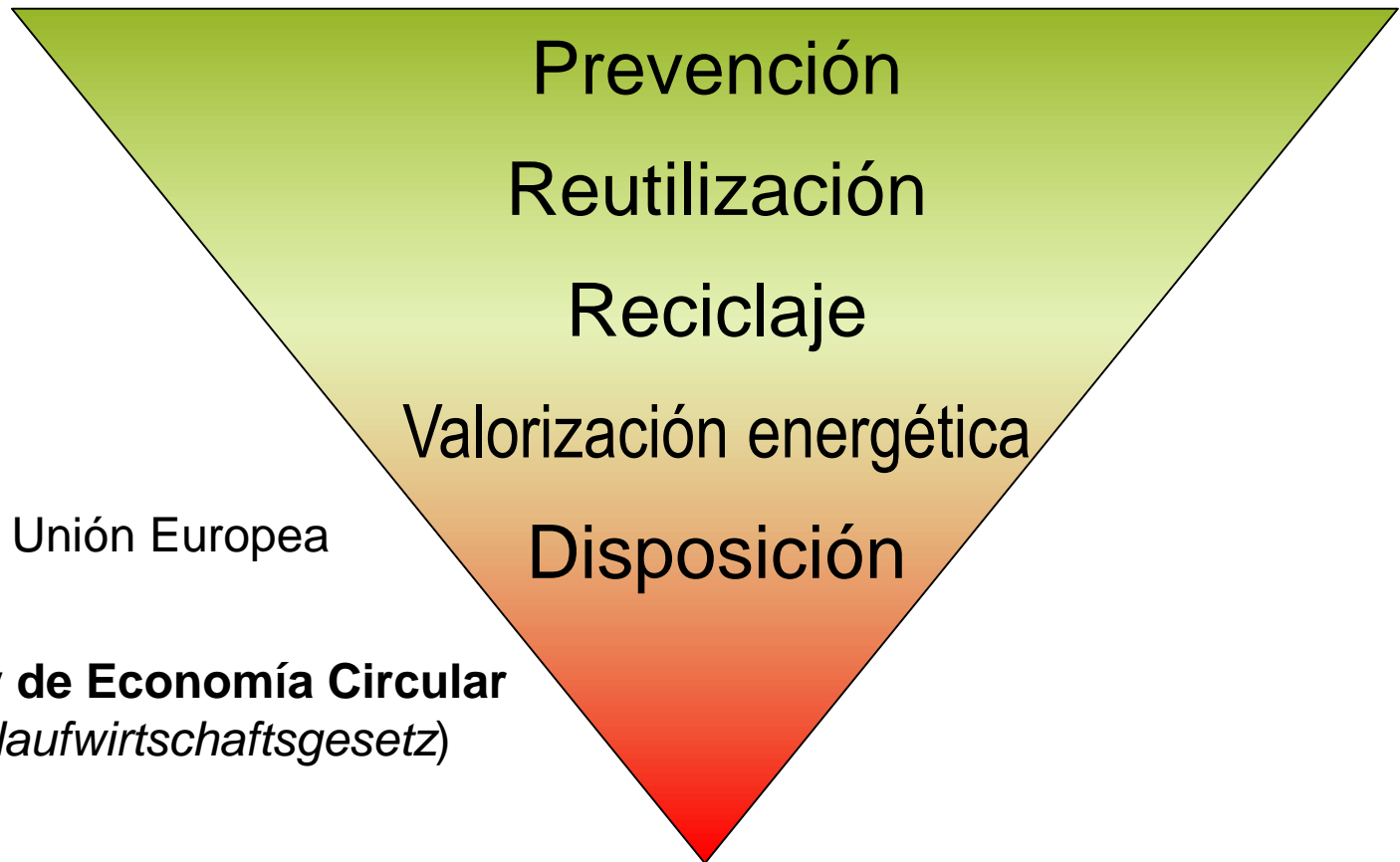
## Coherencia en políticas públicas







# Jerarquía de manejo de residuos



- Directiva de la Unión Europea 2009/98/EC
- Alemania: **Ley de Economía Circular** (*KrWG - Kreislaufwirtschaftsgesetz*)



- *Agendas internacionales*
- *Procesos de reforma*
- *Planes Estratégicos*

## Transición energética



## Agenda 2030

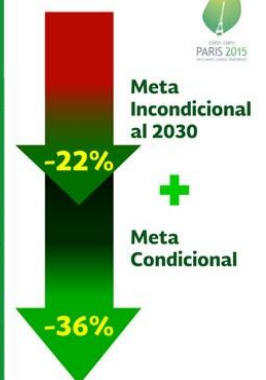


## NDC de México



**Meta de mitigación**  
**Gases de Efecto Invernadero**  
**Millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-e**

Fuentes de Emisiones	Línea Base				Incondicional	
	2013	2020	2025	2030	2030	A
Transporte	174	214	237	266	218	-18%
Generación Eléctrica	127	143	181	202	139	-31%
Residencial y Comercial	25	27	27	28	23	-18%
Petróleo y Gas	80	123	132	137	118	-14%
Industria	115	125	144	165	157	-5%
Agricultura y Ganadería	80	88	90	93	86	-8%
Residuos (líquidos y sólidos urbanos)	31	40	45	49	35	-28%
Subtotal	633	760	856	941	776	-18%
USCUS	32	32	32	32	-14	-144%
<b>TOTAL</b>	<b>665</b>	<b>792</b>	<b>888</b>	<b>973</b>	<b>762</b>	<b>-22%</b>





## 4 líneas de trabajo

1. Marco regulatorio y normativo

2. Financiamiento e Instrumentos económicos

3. Desarrollo de capacidades

4. Sensibilización y multiplicación

Cooperación y coordinación  
interdisciplinaria  
(intra-/ inter-institucional)





## Coordinación Interinstitucional



## 1. Marco regulatorio y normativo

- **Armonización del marco legal / normativo**
- **Contribución al Programa Especial de Transición Energética (PETE)**
- **Lineamiento (*NOM*) Calidad de Biometano**
- **Ley residuos y reglamento Quintana Roo**



## 2. Financiamiento e Instrumentos económicos

- Estudio Fuentes de Financiamiento
- Estudio Instrumentos Económicos / Estímulos Fiscales y propuestas
- Códigos SCIAN (actividad económica)
- Talleres sector financiero
- Cooperación con banca





## 3. Desarrollo de capacidades

- Conferencias, talleres, charlas
- Plataformas de intercambio
- Estándares de competencia (CONOCER)
- Acuerdo de colaboración con ANEAS
- Cursos/diplomados para profesionales
- Desarrollo de Guías
- Misión técnica a Alemania
- Curso online SEMARNAT



## Convenio ANEAS – GIZ para el aprovechamiento energético de los lodos de PTAR en México

El programa Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos (EnRes) de la Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ) contempla el aprovechamiento energético de los residuos urbanos y específicamente de los lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) para la producción de biogás. Para alcanzar este objetivo, el programa buscó establecer una alianza estratégica con la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento (ANEAS).

Es por ello que el pasado 27 de septiembre se llevó a cabo en la sala de talleres de la oficina de representación de GIZ, la firma del acuerdo de colaboración entre la GIZ, representada por la Mtra. CorinnaKüsel, Directora Residente de la GIZ y el Ing. Álvaro Zurita, Director del Programa EnRes, y ANEAS representada por el Ing. Ramón Aguirre Díaz, presidente de esa institución. Con este convenio de colaboración se busca garantizar la activa participación de ambas partes, para implementar diversas actividades cuyo fin último es fomentar el aprovechamiento energético de lodos de PTAR.

Entre dichas actividades se encuentra la implementación de rondas de trabajo para retroalimentar guías técnicas sobre el manejo de biogás; encuentros de intercambio entre organismos y empresas, que permitan estrechar sus lazos de solidaridad y colaboración para que compartan sus inquietudes con respecto al manejo de biogás; desarrollo de material didáctico y cursos de capacitación para operadores que se implementarán en el 2017.

### PUBLICACIONES RECIENTES

Diputados se reúnen con el Consejo Directivo de ANEAS

Jueves 13, 2016

Puntos de vista acerca de la cuantiosa reducción en en el PPEF 2017 de los recuesos para APyS

Jueves 13, 2016

Se reunieron Presidentes de Consejos de Cuenca y Diputados de la CAPyS

Lunes 10, 2016

Puerto Vallarta, sede de la 4ta reunión de Consejo Directivo de ANEAS

Martes 04, 2016

Encuentro Amistoso Meter Madness Toluca 2016

Miércoles 28, 2016

### CATEGORÍAS

ANEAS Internacional

ANEAS Nacional

Artículos Nacionales

Noticias

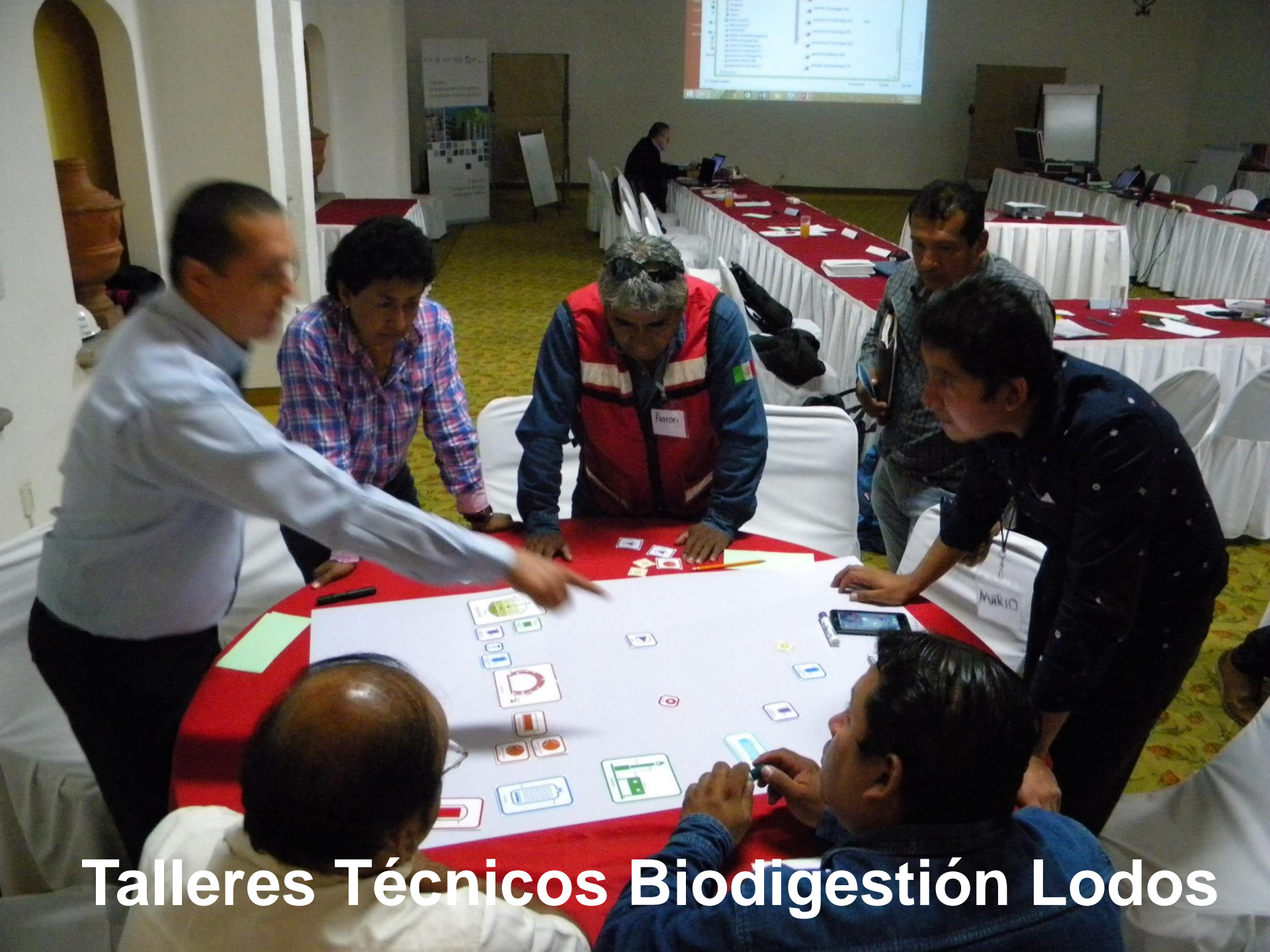
Sin categoría

Subsector Internacional

Subsector Nacional

Tweets [por @ANEASdeMexico](#)





# Talleres Técnicos Biodigestión Lodos






Guía técnica para el manejo y aprovechamiento  
de biogás en plantas de tratamiento  
de aguas residuales

 Programa Aprovechamiento Energético  
de Residuos Urbanos en México

MÉXICO GOBIERNO DE LA REPÚBLICA

SENER SECRETARÍA DE ENERGÍA

SEMARNAT SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

cooperación alemana DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

giz

ANEAS

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA





Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit

[www.bmub.bund.de](http://www.bmub.bund.de)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit



**Viaje Delegación Alemania**



## Viajes Delegación Alemania

# Reuniones con expertos internacionales: Procesos térmicos



A man with long hair and a beard, wearing a blue blazer and khaki pants, stands on the left side of the frame, gesturing with his hands as if presenting. He is facing a group of approximately 20 people seated around a long, light-colored conference table. The room has large windows in the background, and the ceiling is a grid of recessed lights. The text at the bottom of the image reads: 

**Reuniones con empresas de biogás**  
**Cooperación con Asociación Alemana de Biogás**

Proceso biol...



Organic material (polymeric chain)



Aerobic biodegradation (+ O<sub>2</sub>)



Biomass

Biodegradation (- O<sub>2</sub>)



Biogás

=

Energía

# Cursos técnico-financieros Biodigestión





# Cursos técnico-financieros Biodigestión

**El Banco Nacional de Comercio Exterior, S.N.C. y el programa  
Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos en México (EnRes)  
se complace en invitarlo al**

**Taller: Introducción a la evaluación básica de riesgos técnicos y económicos en  
proyectos de gestión de residuos urbanos con aprovechamiento energético**

**Martes 10 y miércoles 11 de julio de 2018**

**“ Sede del evento por confirmar ”**



**Dirigido a los actores involucrados  
en el sector financiero mexicano  
(áreas de evaluación de proyectos,  
riesgo, jurídico, etc.)**

**Cupo limitado**

: **1107 7367**

Correo Electrónico: [enres@giz.de](mailto:enres@giz.de)



# Foro Internacional EnRes 2015



MEXICO  
SENER SEMARNAT  
giz

MÉXICO-ALEMANIA  
DIÁLOGOS POR UN FUTURO SUSTENTABLE | ENERGÍA DE RESIDUOS  
FORO INTERNACIONAL 2015  
VALORIZACIÓN ENERGÉTICA  
DE RESIDUOS URBANOS  
Experiencias y estrategias globales

MEXICO  
SENER SEMARNAT  
giz



Residuos de manejo especial

 Residuos de manejo especial	 Residuos de manejo especial
 Residuos de manejo especial	 Residuos de manejo especial

CDMX



Foro Internacional EnRes 2015

ENERGIA  
OS URBANOS  
strategias globales



# Foro Internacional EnRes 2015



[www.foroenres2015.mx](http://www.foroenres2015.mx)



**FORO INTERNACIONAL 2015**  
**VALORIZACIÓN ENERGÉTICA**  
**DE RESIDUOS URBANOS**  
Experiencias y estrategias globales

**MÉXICO-ALEMANIA**  
DIALOGOS POR UN FUTURO SUSTENTABLE | ENERGÍA DE RESIDUOS

MÉXICO  
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA



SENER  
SECRETARÍA DE ENERGÍA

SEMARNAT  
SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES

Embajada  
de la República Federal de Alemania  
Ciudad de México



**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

INICIO

AGENDA DEL EVENTO

PRESENTACIONES

REGISTRO

PROGRAMA ENRES

CONTACTO

Octubre 7 y 8, 2015  
Hotel Camino Real, Polanco  
Cd. De México



[www.foroenres2018.mx](http://www.foroenres2018.mx)



FORO  
INTERNACIONAL  
VALORIZACIÓN ENERGÉTICA  
DE RESIDUOS URBANOS  
Avances y Retos 2018



# Foro Internacional EnRes 2018





# Guía Waste to Energy

## 4. Cantidades apropiadas de residuos para el aprovechamiento energético

	> 150,000 toneladas métricas de fracciones de residuos idóneos disponibles al año	50,000 a 150,000 toneladas métricas de fracciones de residuos aptos al año	10,000 a 50,000 toneladas métricas de fracciones de residuos idóneos al año	< 10,000 toneladas métricas de fracciones de residuos idóneos al año
4	Incineración	Incineración	Incineración	Incineración
	Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento
	Digestión anaeróbica	Digestión anaeróbica	Digestión anaeróbica	Digestión anaeróbica
	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario
	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación



<https://www.giz.de/en/downloads/Guia%20GIZ%202017%20WasteToEnergy%20-%20SP.pdf>



Potencial para la valorización energética de residuos urbanos en México, a través del coprocesamiento en hornos cementeros

 Programa Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos en México

MÉXICO GOBIERNO DE LA REPÚBLICA

 SENER SECRETARÍA DE ENERGÍA

SEMARNAT SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

cooperación alemana DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

**giz** Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



## Semana de la Sustentabilidad Año Dual México-Alemania 2016



## ANEAS Convención Anual 2017 - Puebla





## GreenExpo-EnviroPro 2017

## MEXIREC 2017



## 2 Estándares de competencia Biogás (CONOCER)





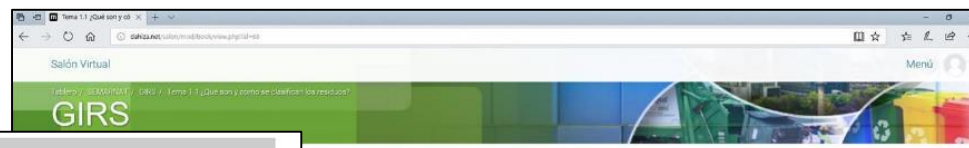
## Cursos/diplomado para profesionales



**Instituto  
Politécnico  
Nacional**



# Curso Residuos Online SEMARNAT



¡Bienvenidos al curso!

## Gestión integral de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial




**SEMARNAT**  
SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES

### Tema 1.1.1.1

Desde la aparición de los residuos sólidos urbanos (RSU) se han generado muchos tipos de objetos que se consideran residuos. En otras palabras, los residuos sólidos son los objetos que ya no son útiles para su propietario y que se han convertido en basura.

<p><b>Generación</b></p> <p>Se refiere a la cantidad de residuos que se producen y suele medirse en kilogramos o toneladas.</p>	<p><b>Generación Per Capita</b></p> <p>Se refiere a la cantidad de residuos que se produce una persona en un día.</p> <p>Sus unidades son: <b>kg /persona /día</b></p>
<p><b>Composición</b></p> <p>Se refiere a los diferentes elementos que contiene una cantidad de residuos sólidos.</p>	<p><b>Peso volumétrico</b></p> <p>Se refiere a la relación entre el volumen y el peso de los residuos, y sus unidades de medición suelen ser kg/m<sup>3</sup>.</p>

En México existen Normas Técnicas que definen los parámetros y procedimientos para realizar un estudio de generación y composición

- NMX-AA-015-1985 (método de cuarteo),
- NMX-AA-019-1985 (peso volumétrico in situ)
- NMX-AA-022-1995 (selección y cuantificación de subproductos)
- NMX-AA-061-1985 (determinación de la generación)



La generación y composición de los residuos sólidos urbanos ha variado significativamente durante las últimas décadas





**Fundación de la Asociación  
“Consejo Nacional de Biogás”**





## 4. Sensibilización y multiplicación

### Proyectos demostrativos

- Biodigestores en PTAR León Guanajuato (Iodos)
- Biodigestor Xalapa (BID / GEF)
- Naucalpan (EPA, GMI-Global Methane Initiative, CCAC)
- Cozumel (Municipio, PASA)
- SIMEPRODE-Monterrey
- Análisis Técnicos Proyectos Atlacomulco y Aguascalientes



**LEON, GUANAJUATO**  
**Lodos PTAR (SAPAL, FYPASA)**



¿DE VISITA EN XALAPA? CONOCE LOS ÚLTIMOS EVENTOS Y LOS SITIOS MÁS ATRACTIVOS
DESCUBRE XALAPA



**XALAPA**  
H. AYUNTAMIENTO

nuestra  
Capital

¿Qué estás buscando?

INICIO
GOBIERNO
PROGRAMAS Y SERVICIOS
SALA DE PRENSA
TRÁMITES EN LÍNEA
TRANSPARENCIA

## Xalapa transformará desechos orgánicos en energía: Rogelio Álvarez



Escuchar

Comunicado No. 1563

- Se construirá un biodigestor con una inversión de 9 millones de dólares, provenientes del GEF.

Xalapa, Ver., 11 de septiembre de 2016.- Como parte de los trabajos que el Ayuntamiento de Xalapa ha venido realizando con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), se ha

TWEETS

Tweets por @AytoXalapa

Xalapa Enríquez  
@AytoXalapa

En la fotografía encontramos el reflejo de nuestra sociedad: Américo Zúñiga xalapa.gob.mx/blog /2016/10/1...



Insertar
Ver en Twitter

AVISOS

### Últimos días para inscribirse en la carrera Zombies vs Humans



### Festival Cultural Mictlán





**XALAPA**

**Cooperación con Municipio, BID (GEF)**



Noticias  
Estado  
México

INICIO ESTADO POLÍTICA SOCIEDAD

Inicia Naucalpan proyecto

Publicado en Municipios



Con la participación de instituciones y especialistas que permitirá aplicar acciones para reducir residuos orgánicos, y convertir el problema de la basura

EL UNIVERSAL TRANSICIÓN 2018 FOTOS VIDEO GRÁFICOS Mx

## Autorizan recursos para biodigestor

● Proyecto buscará generar electricidad con basur



Con tres abstenciones y dos votos en contra del PRI y de Morena, el cabildo de Naucalpan aprobó el convenio para el biodigestor. Foto: REBECA JIMÉNEZ. EL UNIVERSAL

18/06/2018 | 01:25 | Rebeca Jiménez Jacinto



GUARDAR



FACEBOOK



TWITTER

[rebeca.jimenez@eluniversal.com](mailto:rebeca.jimenez@eluniversal.com)

Naucalpan, Méx. — El cabildo autorizó recursos para suscribir un convenio para obtener electricidad con Basuras de orgánicos

CRÓNICA.com.mx

Portada Nacional Estados Ciudad Cultura Academia Negocios Mundo Espectáculos

Ciudad

## Presenta Naucalpan proyecto para producir energía eléctrica con los desechos orgánicos

por CRISTINA HUERTA GUTIÉRREZ 2018-09-26 - 00:00:00



El gobierno de Naucalpan participó como caso de éxito en el Tercer Encuentro Nacional México ante el Cambio Climático, con la presentación de un proyecto para generar energía eléctrica a partir de residuos orgánicos, que al tiempo que mitiga la producción de gases de efecto invernadero (GEI) es redituable financieramente.

Al participar en uno de los talleres de este encuentro, Roger Peniche Sala, asesor de la Secretaría Técnica de la presidencia municipal, indicó que el gobierno de Naucalpan puso en marcha el proyecto Manejo y Aprovechamiento

de Residuos Orgánicos Mediante Valorización Energética, que llamó la atención a nivel nacional e



# Cooperación con UNAM

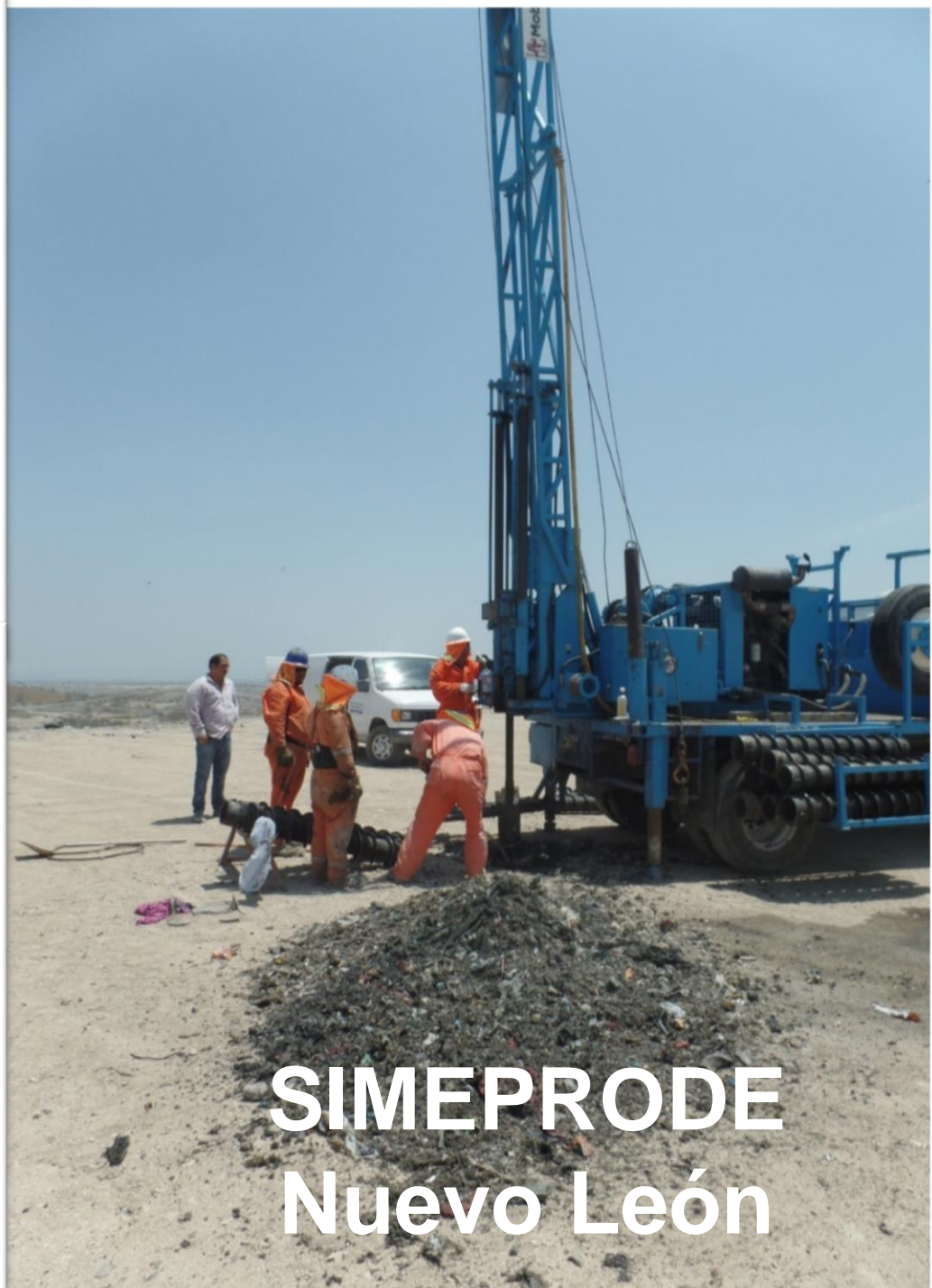


## NAUCALPAN



# COZUMEL

## Cooperación con Municipio y PASA



**SIMEPRODE**  
**Nuevo León**





**Atlacomulco**

# Evaluación Técnica 08/18



Atlacomulco



# Evaluación Técnica 08/18



**Aguas calientes**

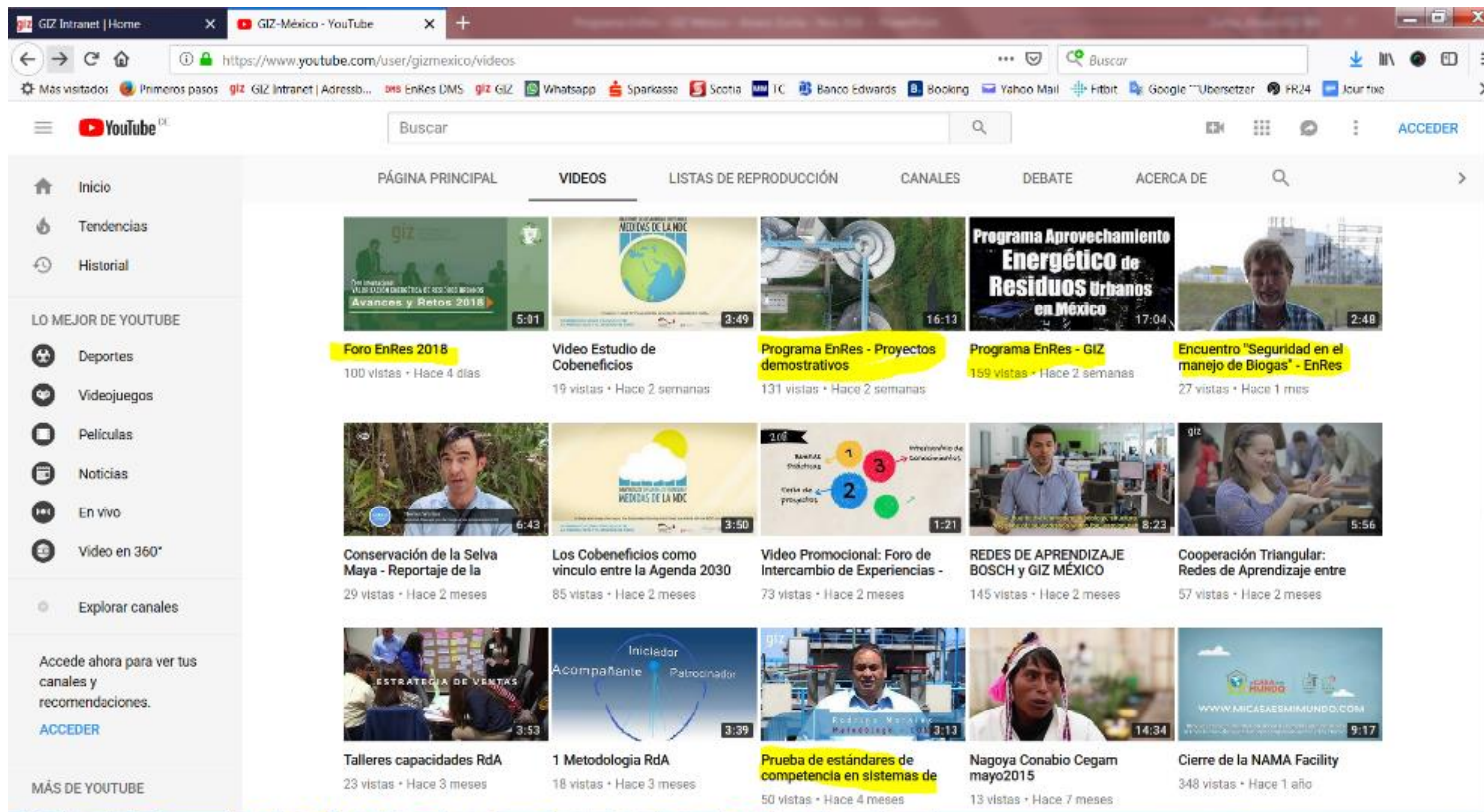


## Ciudad de México: 2 mega-proyectos cuestionados (proyectos no forman parte de EnRes)





<https://www.youtube.com/user/gizmexico/videos>



The screenshot shows a web browser window displaying the YouTube channel page for GIZ-México. The browser tabs include 'GIZ Intranet | Home' and 'GIZ-México - YouTube'. The address bar shows the URL 'https://www.youtube.com/user/gizmexico/videos'. The page features a search bar, navigation tabs for 'PÁGINA PRINCIPAL', 'VIDEOS', 'LISTAS DE REPRODUCCIÓN', 'CANALES', 'DEBATE', and 'ACERCA DE'. A left sidebar contains navigation options like 'Inicio', 'Tendencias', 'Historial', and 'LO MEJOR DE YOUTUBE'. The main content area displays a grid of video thumbnails with titles, view counts, and upload dates. The videos include:

- Foro EnRes 2018**: 100 vistas • Hace 4 días
- Video Estudio de Cobeneficios**: 19 vistas • Hace 2 semanas
- Programa EnRes - Proyectos demostrativos**: 131 vistas • Hace 2 semanas
- Programa EnRes - GIZ**: 159 vistas • Hace 2 semanas
- Encuentro "Seguridad en el manejo de Biogas" - EnRes**: 27 vistas • Hace 1 mes
- Conservación de la Selva Maya - Reportaje de la**: 29 vistas • Hace 2 meses
- Los Cobeneficios como vinculo entre la Agenda 2030**: 85 vistas • Hace 2 meses
- Video Promocional: Foro de Intercambio de Experiencias -**: 73 vistas • Hace 2 meses
- REDES DE APRENDIZAJE BOSCH y GIZ MÉXICO**: 145 vistas • Hace 2 meses
- Cooperación Triangular: Redes de Aprendizaje entre**: 57 vistas • Hace 2 meses
- Talleres capacidades RdA**: 23 vistas • Hace 3 meses
- 1 Metodología RdA**: 18 vistas • Hace 3 meses
- Prueba de estándares de competencia en sistemas de**: 50 vistas • Hace 4 meses
- Nagoya Conabio Cegam mayo2015**: 13 vistas • Hace 7 meses
- Cierre de la NAMA Facility**: 348 vistas • Hace 1 año



<https://www.youtube.com/watch?v=ml9A3BNd1Ro&feature=youtu.be>

**Programa Aprovechamiento  
Energético de  
Residuos Urbanos  
en México**

1:57 / 17:03

Programa EnRes - GIZ

159 vistas

 6  0  COMPARTIR  GUARDAR ...



<https://www.youtube.com/watch?v=LR8AR-j8Hr8>



Programa EnRes - Proyectos demostrativos

131 vistas

👍 4    🗨️ 0    ➔ COMPARTIR    ➕ GUARDAR    ⋮



<https://www.youtube.com/watch?v=nFdMFvLxAnU>

YouTube



MÉXICO GOBIERNO DE LA REPÚBLICA  
SENER SECRETARÍA DE ENERGÍA

Foro Internacional  
VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS URBANOS  
**Avances y Retos 2018**

0:07 / 5:00

Foro EnRes 2018  
100 vistas

9 0 COMPARTIR GUARDAR ...





# 4

## Consideraciones finales y Recomendaciones



# Comentarios y Recomendaciones

- 1. Conocer cantidades y características de residuos:** Plan de gestión de residuos de medio/largo plazo (poder calorífico, etc)
- 2. Se requiere sistema de gestión de RSU eficiente:** Sólo municipios capaces de ejecutar separación, recolección, transporte y disposición final podrían tener capacidad de operar plantas WtE
- 3. Tarifas: WtE (Waste to Energy) requiere recursos financieros:** Si municipio no puede financiar su sistema de recolección y transporte de RSU, se debe reconsiderar la construcción de una planta WtE.
- 4. Ingresos por energía no cubren costos de planta:** hacer cálculo realista de futuros ingresos generados por venta de energía; buscar sistemas adicionales (tarifas p.ej.)



## Comentarios y Recomendaciones

5. **Se requiere personal calificado:** Asegurar que se pueda contratar y retener personal calificado y que operarios reciban formación adecuada.
6. **WtE es sólo una parte de un sistema de gestión de RSU:** Asegurar que planta de WtE no sea elemento aislado
7. **Térmicos: Altos estándares de emisiones:** Inexistencia o incumplimiento de normas lleva a no alcanzar estándares. Aplicar en licitaciones normas internacionalmente reconocidas
8. **Garantizar certeza jurídica de inversionistas:** Proporcionar ambiente que garantice seguridad jurídica (cumplimiento normas), basada en transparencia y confianza.
9. **Adaptación de tecnología WtE al país:** Hay pocas experiencias con plantas WtE. Solicitar a vendedores referencias y constancia de operación probada en contexto similar.



# ¡Gracias por su atención!

Contacto: Alvaro Zurita, GIZ  
**[alvaro.zurita@giz.de](mailto:alvaro.zurita@giz.de)**