

RESIDUOS URBANOS e INDUSTRIALES 2023

Dra. Raquel Bielsa

**CLASE 10-2023 Gestión de Residuos especiales
Tecnologías de tratamiento**

Gestión de residuos especiales

1

Gestión de residuos patológicos

2

Gestión de residuos peligrosos

3


Tratamiento de emisiones gaseosas

4

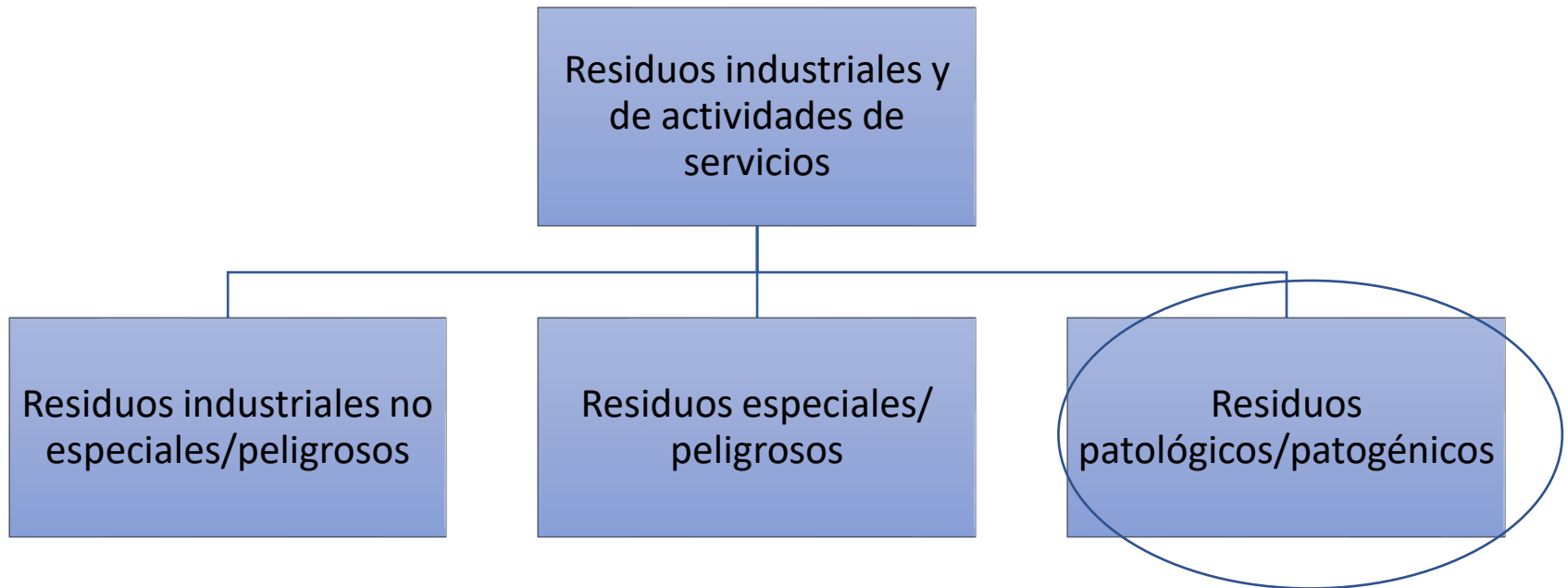
Gestión de residuos electrónicos



Gestión de residuos patológicos



Gestión de residuos patológicos



Gestión de residuos patológicos

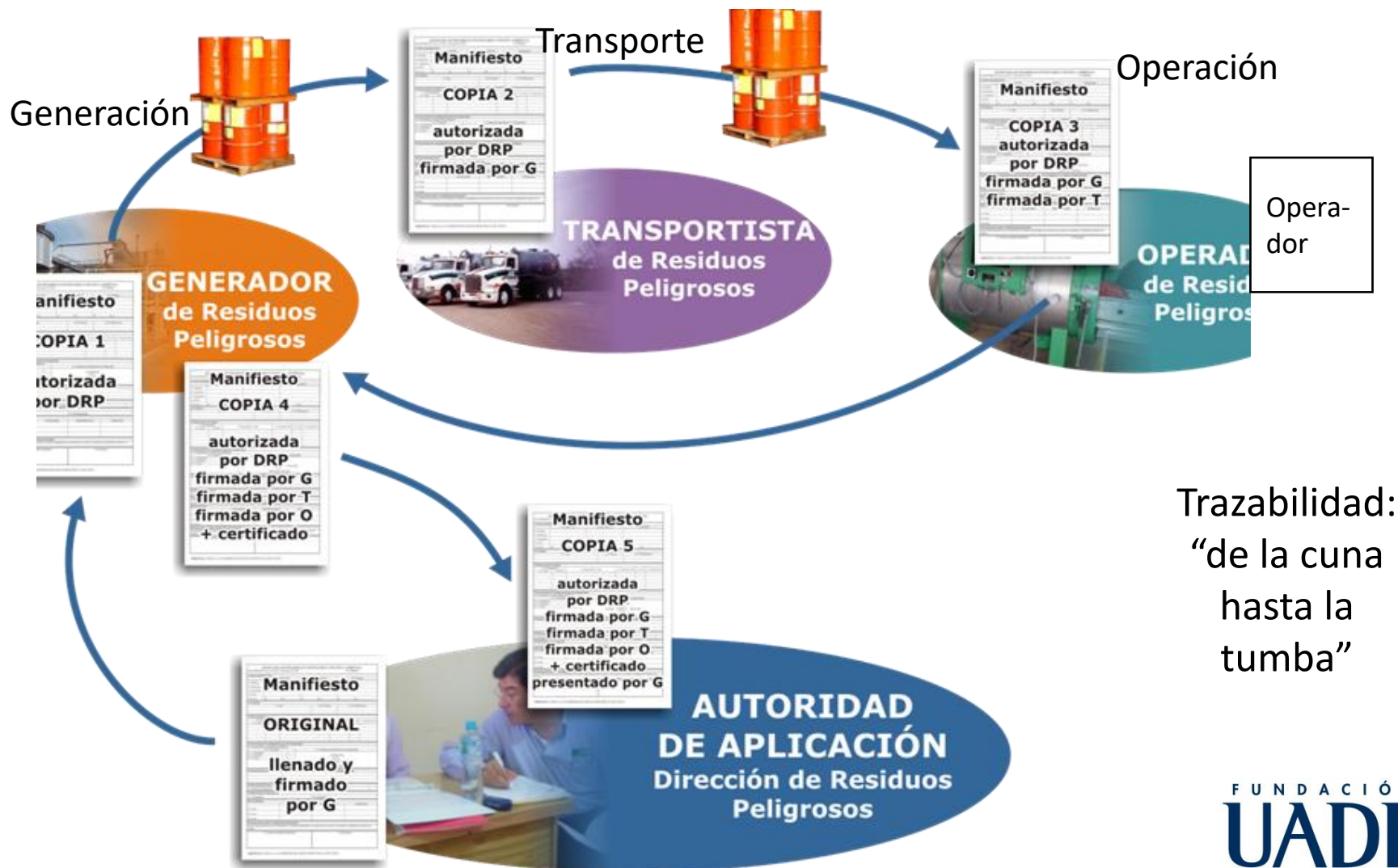
Actores:

Todos los sujetos alcanzados en la gestión de RRPP (públicos o privados) deben registrarse en Registros provinciales y/o nacional, que les otorgará un certificado ambiental anual que los habilita para operar.



Gestión de residuos patológicos

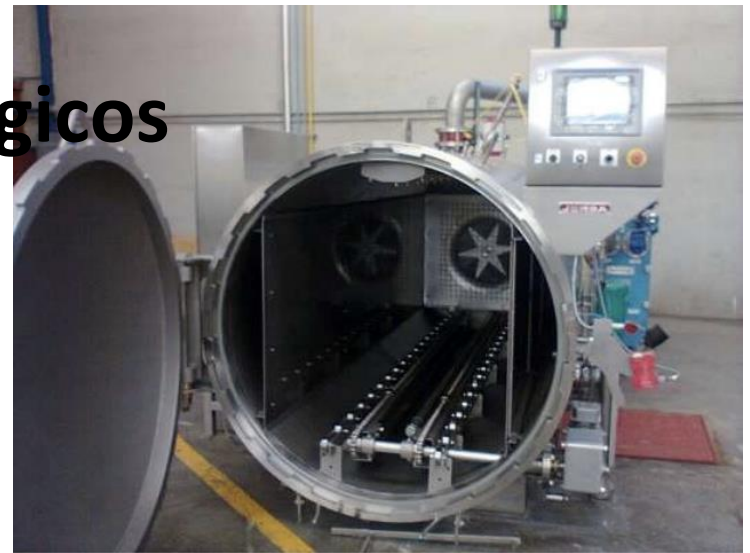
Etapas. Uso de manifiesto



Gestión de residuos patológicos

Tratamiento

Esterilización con autoclave



- Proceso de desinfección/esterilización termal húmedo, en el cual la exposición a vapor saturado de alta temperatura y alta presión de los residuos infecciosos destruye la flora y fauna microbiana tornándola no viable por coagulación de sus proteínas
- **Parámetros de Control**
- Tiempo de residencia
- Temperatura - del orden de 120 °C
- Presión - entre 30 y 150 libras/pulgada²



Gestión de residuos patológicos

Tratamiento

Otras Tecnologías para residuos Y1

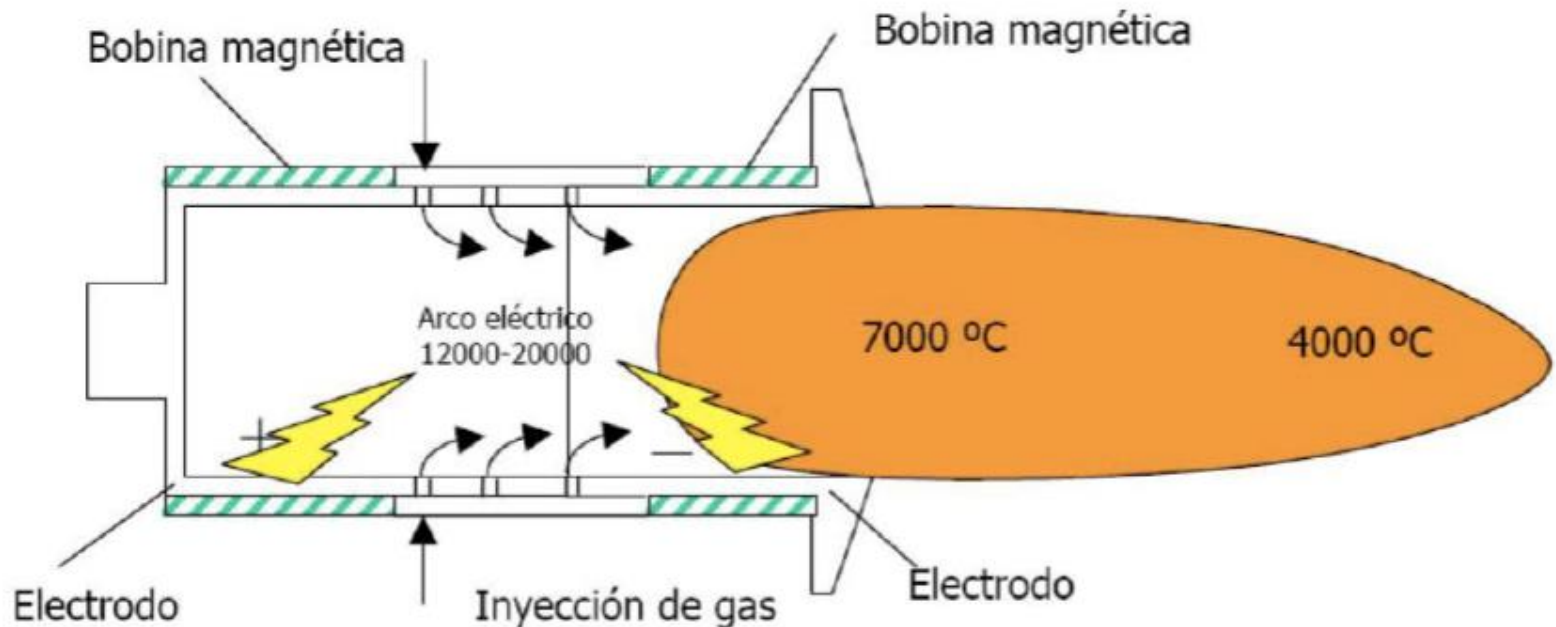
- **Radioondas:** Desactivación electrotérmica. Se utiliza un campo eléctrico que a través de polarización produce movimiento que genera energía focalizada en los componentes de alta constante dieléctrica - agua del citoplasma bacteriano - coagulando proteínas microbianas con ruptura explosiva de la pared celular por aumento de la tensión de vapor del líquido protoplasmático. Elimina los microorganismos a través del calor. Generalmente la tecnología se combina con un reductor de volumen – triturador
- **Desinfección Química:** Los microorganismos se eliminan mediante la utilización de agentes químicos como el cloro y sus derivados. Se necesita trituración previa. La tecnología no es tan efectiva como otras tecnologías más avanzadas e implica un riesgo mayor para el personal que lo maneja. Sin embargo, puede ser un método efectivo para clínicas con poca generación de residuos

Gestión de residuos patológicos

Tratamiento

Otras Tecnologías de tratamiento para residuos Y1.

SISTEMA DE PLASMA – RADIACIÓN



Gestión de residuos patológicos

Tecnologías de
Tratamiento y
Disposición Final




Tratamiento de Residuos Orgánicos - Resolución Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa)


Residuos Orgánicos Provenientes del Exterior considerados de Alto Riesgo

- Establece el registro en dependencias del SENASA para generadores en puertos, aeropuertos, pasos y puestos de fronteras
- Aprueba el Plan Nacional de Prevención de Ingreso de Plagas y Enfermedades a través de Residuos
- El tratamiento de los residuos se llevará a cabo por:
 - Incineración en general
 - Autoclavado en particular





Gestión de residuos peligrosos/ especiales





Gestión de residuos peligrosos

Tratamiento de corrientes RRPP

Y6, Y8, Y9, Y12, Y42



- Incineración - Landfarming (excepción Y6, Y12 e Y42)
- Formulación de combustible alternativo para hornos rotativos de las industrias cementeras en la fabricación del Clinker
- Fabricación de membranas asfálticas (Aceites Y8)
- Regeneración de insumos - reutilización

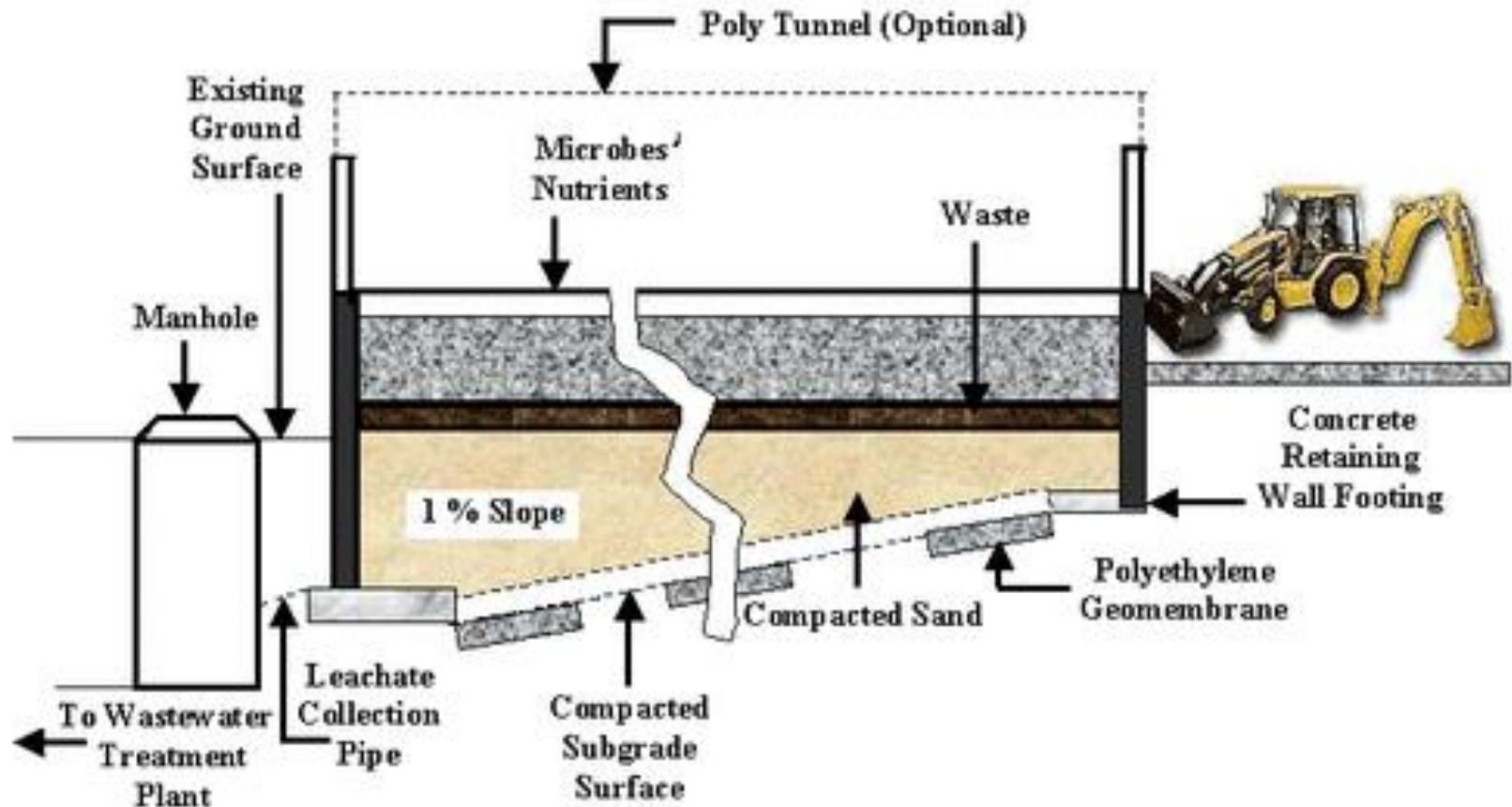
Landfarming: proceso de tratamiento de residuos orgánicos en suelos por sistemas de biodegradación natural



Gestión de residuos peligrosos

Tratamiento de corrientes RRPP Y8, Y9, Y48

Suelos contaminados Landfarming



Gestión de residuos peligrosos

Tratamiento de corrientes RRPP Y8, Y9, Y48

Suelos contaminados Lavado de suelos

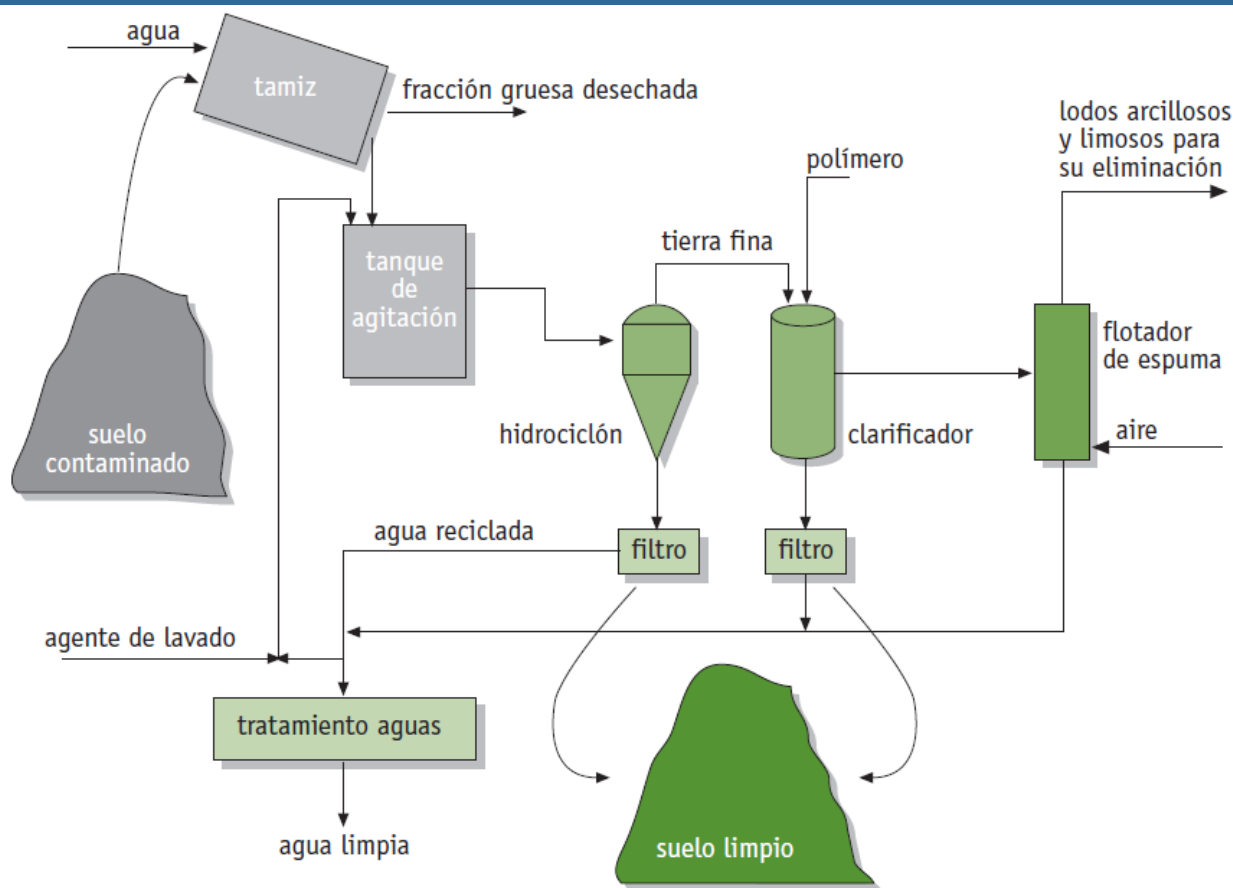


FIGURA 4. *Proceso de lavado de suelos (Adaptado del U.S. Naval Engineering Service Center).*

Gestión de residuos peligrosos

Tratamiento de corrientes RRPP Y10

Residuos de PCBs (Bifenilos Policlorados): Y10

- Operadores Exportadores: Transporte fuera del territorio nacional, tratamiento y/o disposición final en el exterior, Resolución ex - SRNyAH N° 184/95
- Tratamiento de aceites de transformadores con PCBs concentración menor a 5000 ppm.
- Limpieza/Descontaminación de equipos eléctricos, desarmado y reacondicionamiento para reciclado de partes metálicas.

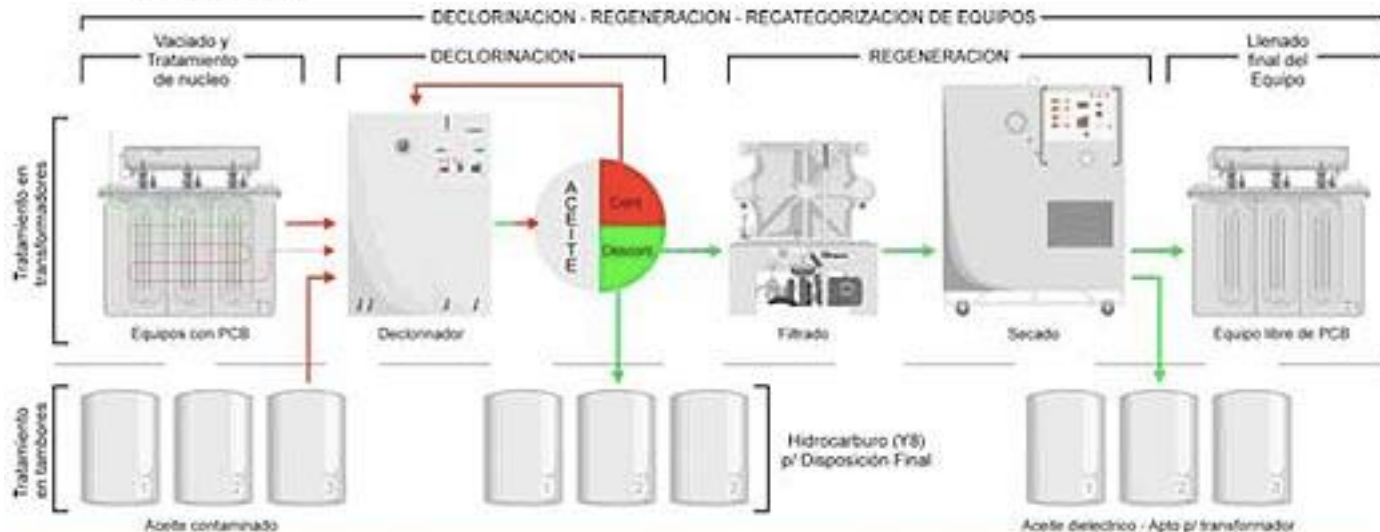
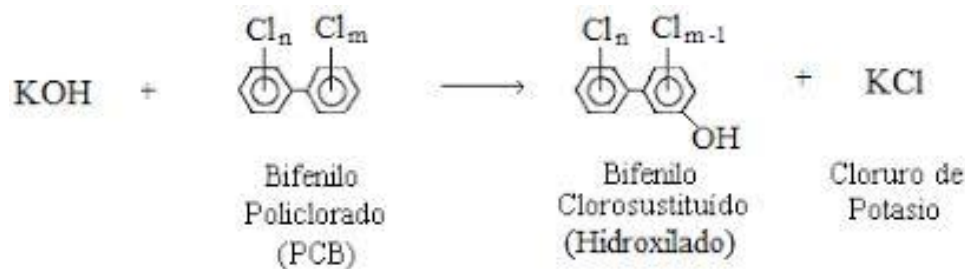


Gestión de residuos peligrosos

Tratamiento de corrientes RRPP Y10

Residuos de PCBs (Bifenilos Policlorados): Y10

Tratamiento de aceites de transformadores con PCBs concentración menor a 5000 ppm.



Esquema de la Decloración, Regeneración y Recategorización de Equipos, de acuerdo al tratamiento que realiza la empresa KIOSHI en Latinoamérica.



Tratamiento de Baterías: Y31/34 Ácido/Plomo, Y26 Niquel/Cadmio

- **Ácido/Plomo**
- **Niquel/Cadmio**





Tratamiento de residuos peligrosos conteniendo metales pesados, sus compuestos y otros no metales peligrosos

Y21 Cromo hexavalente, Y22 Cobre, Y23 Cinc, Y24 Arsénico, Y26 Cadmio, Y31 Plomo

Inmovilización de Constituyentes Peligrosos
Micro y Macro Encapsulado - Inertización/Solidificación
Aplicado también a Y8, Y9 e Y18 (aceites, hidrocarburos, barros)

- **Microencapsulado:** encapsulación de partículas individuales
- **Macroencapsulado:** encapsulación de un aglomerado de partículas, de residuos o aglomerado de materiales microencapsulados

Gestión de residuos peligrosos

Tecnologías de
Tratamiento y
Disposición Final



Tratamiento de Pilas Y23 Cinc, Y26 Cadmio, Y29 Mercurio, Y31 Plomo

**Inmovilización de los Constituyentes Peligrosos
Vitrificación, Cementación y Ceramicación**

**La Comisión Nacional de Energía Atómica – Unidad de Actividad
Tecnología de Materiales y Dispositivos del Centro Atómico
Bariloche, ha ajustado y patentado un método de vitrificación
aplicado a residuos nucleares para la disposición final de pilas y
baterías**

- **Tratamiento térmico de las pilas a fin de eliminar mediante calor las sustancias combustibles (carbón, plástico, papel), para luego separar los metales que componen la carcasa (destilación) y los electrodos internos reducidos a chatarra**
- **Los metales no volátiles se llevan a óxidos en polvo y se mezclan con vidrio para formar bloques**

Gestión de residuos peligrosos

Tecnologías de
Tratamiento y
Disposición Final

Factibilidad de Tratamiento/Disposición Final de Pilas y Baterías en Argentina

- Disposición Final en Relleno Sanitario
- Disposición Final en Relleno de Seguridad
- Inmovilización de sus Constituyentes Peligrosos
- Reciclado de sus Componentes
- Exportación





Tratamiento de Residuos Peligrosos de Asbestos Amianto en Polvos y Fibras: Y36

Tecnologías Aprobadas:



- **"in situ":** Capacidad de Tratamiento 600 kilogramos/día. Sistema de aspiración a través de equipos con filtro absoluto, eficiencia de filtrado 99,999% para partículas de longitud superior de fibra de asbesto/amianto de 5μ , diámetros inferior de 3μ , con sistema de control de grado de saturación por vacuómetro diferencial
- **Estabilización/solidificación y disposición final en relleno de seguridad**
- **Tratamiento por vitrificación**

Gestión de residuos peligrosos

Relleno de seguridad residuos peligrosos

- **Inciso 26 Glosario Decreto 831/93:** Instalación para dar disposición final en el terreno a residuos peligrosos no procesables, no reciclables, no combustibles o residuales de otros procesos de su tratamiento, los cuales mantienen sus características de peligrosidad

• **Artículo 33 Decreto 831/93:** Método de disposición final de residuos que maximiza su estanqueidad a través de barreras naturales y/o barreras colocadas por el hombre, a fin de reducir al mínimo la posibilidad de afectación al medio.

- Método más aceptable para determinados residuos, no procesables, no reciclables, no combustibles, o residuales de otros procedimientos (cenizas de incineración), los cuales aún conservan características de riesgo

- **Debe poseer con el fin de evitar la migración de contaminantes:**

a) Combinación de barreras de material de muy baja permeabilidad recubriendo el fondo y taludes laterales: membranas sintéticas - geomembranas de polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LLDPE), policloruro de vinilo (PVC), polietileno clorosulfonado(CSPE); suelos compactados impermeables - bentonita

b) Capas drenantes de alta permeabilidad a fin de coleccionar y conducir flujos no deseados: suelos, materiales sintéticos

c) Tuberías de conducción

- **Sistema doble de impermeabilización:**

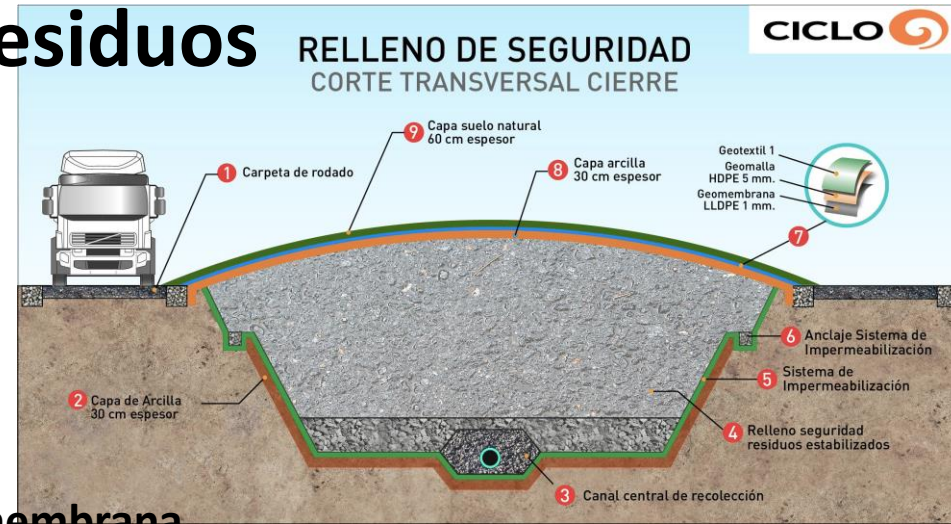
- Dos revestimientos de baja permeabilidad con un sistema de colección y remoción entre ambos

Gestión de residuos peligrosos

Relleno de seguridad residuos peligrosos

Disposición Final - Relleno de Seguridad

- Cobertura Fina Vegetal - Suelo
- Revestimiento de Alta Permeabilidad
- Sistema de Baja Permeabilidad: Geomembrana
- Residuos Peligrosos ESTABILIZADOS (CON CEMENTO O SIMILARES)
- Sistema de Baja Permeabilidad: Geomembrana Primaria
- Sistema de Colección y Remoción de Lixiviados
- Sistema de Baja Permeabilidad : Geomembrana Secundaria
- Revestimiento de Alta Permeabilidad
- Sistema de Detección, Colección y Remoción de Lixiviados
- Sistema de Baja Permeabilidad
- Suelo de muy Baja Permeabilidad
- Subsuelo - Agua Subterránea
- https://www.youtube.com/watch?v=6zd_S0q5s1U



Gestión de residuos peligrosos

Tratamiento de RRPP Y8, Y9

Tecnologías de
Tratamiento y
Disposición Final



Tecnologías Operadores con Equipo Transportable

- Bioestimulación/Bioatenuación/
Biorremediación de suelos y aguas

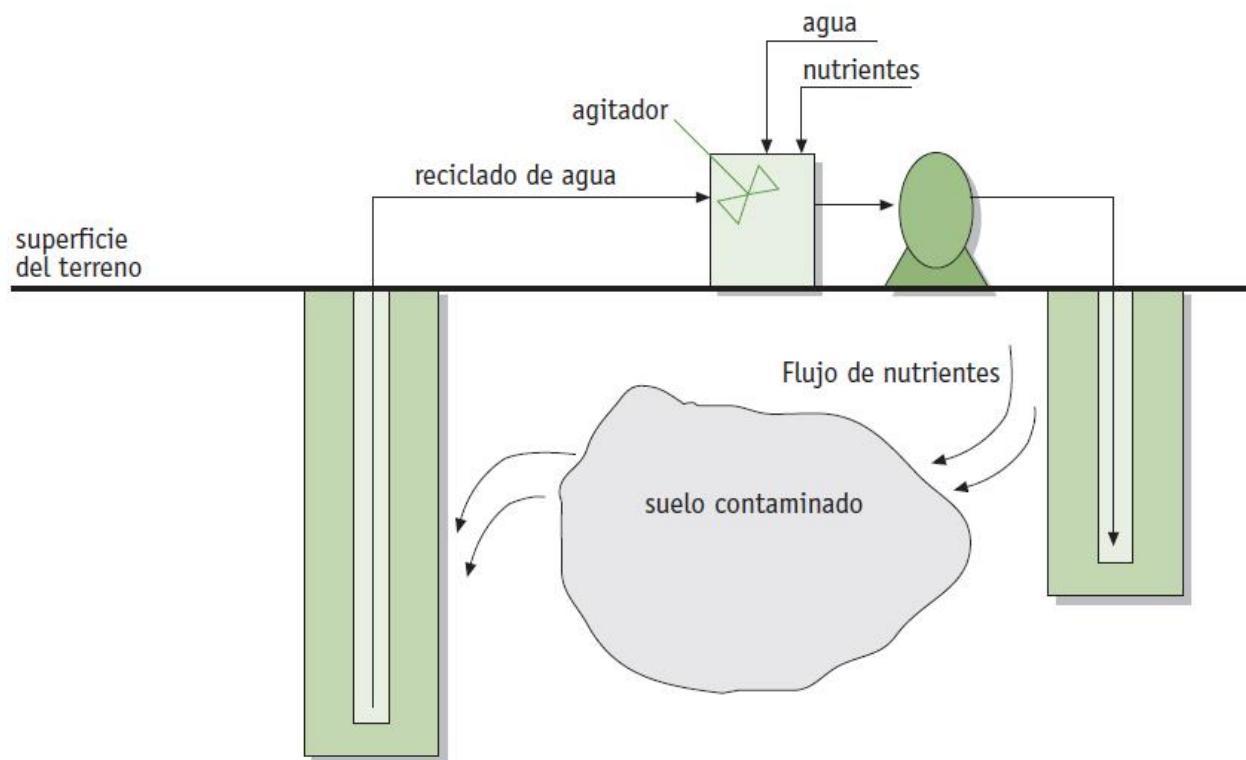


FIGURA 9. Esquema de biorrecuperación asistida.

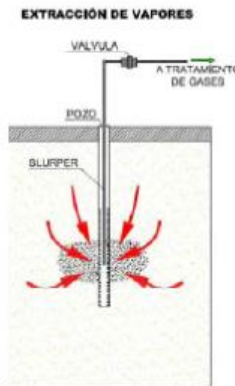
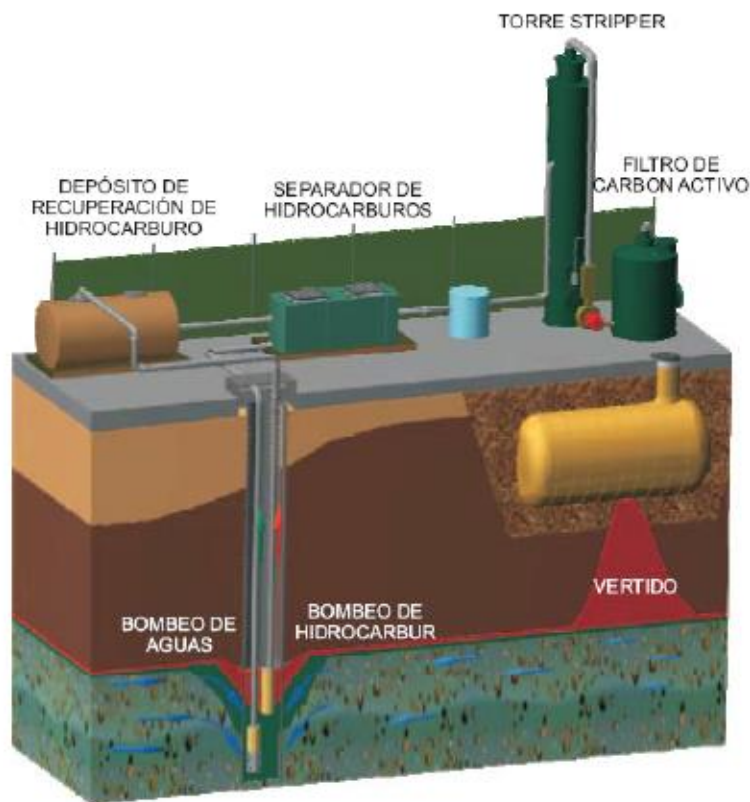
Gestión de residuos peligrosos

Tratamiento de RRPP Y8, Y9

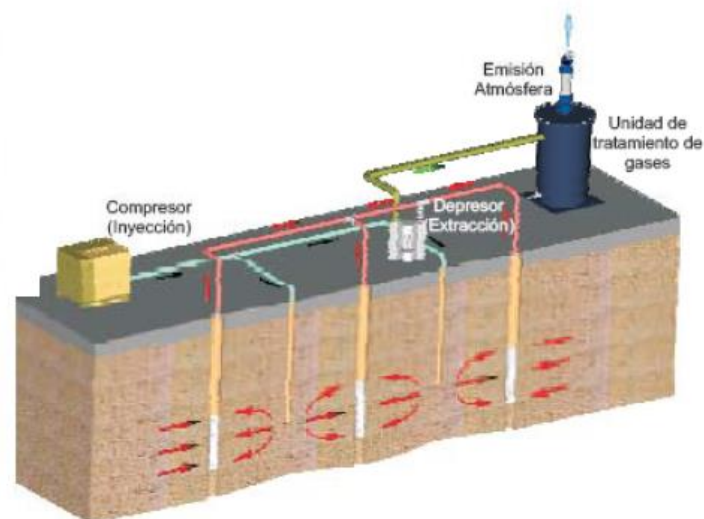
Tecnologías de
Tratamiento y
Disposición Final

Tecnologías Operadores con Equipo Transportable

Bombeo de agua y sobrenadantes



■ Descontaminación de suelos y aguas subterráneas



Gestión de residuos peligrosos

Tratamiento de RRPP Y8, Y9

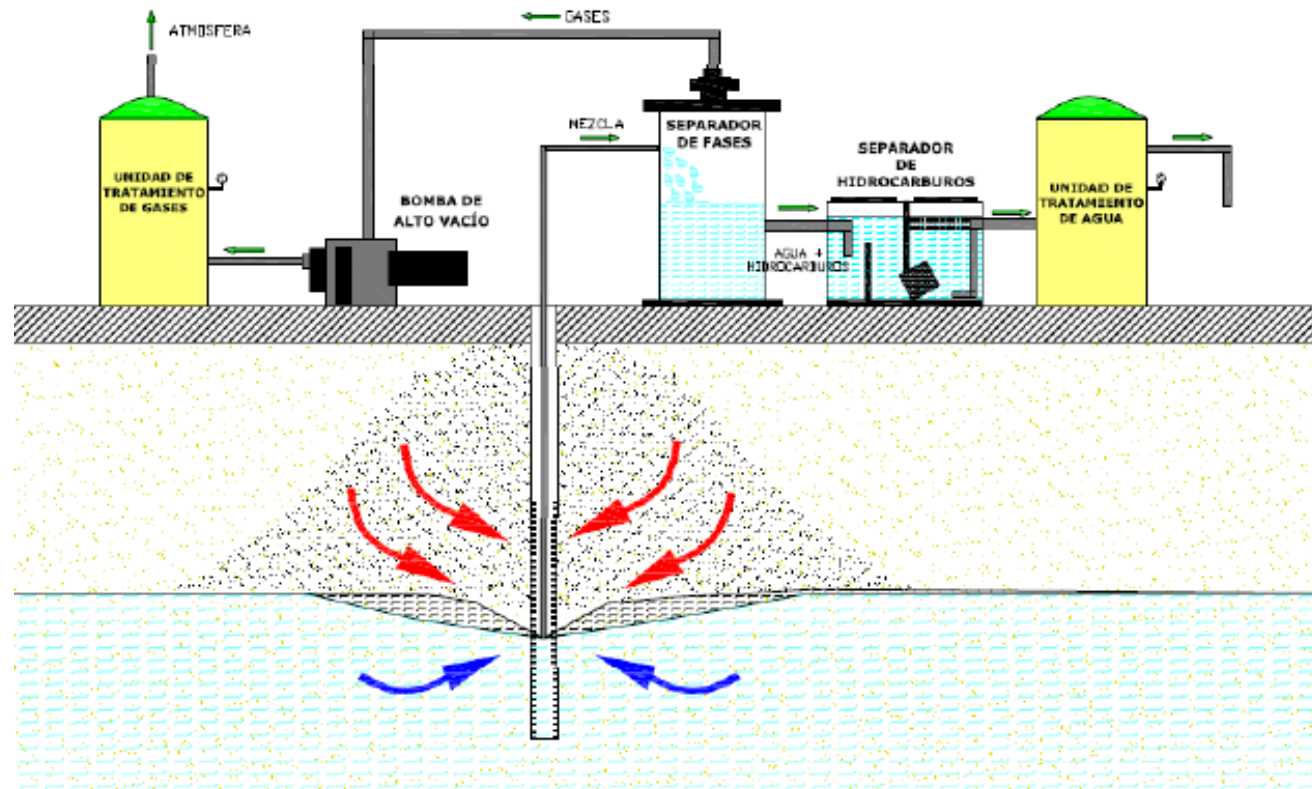
Tecnologías de
Tratamiento y
Disposición Final



Tecnologías Operadores con Equipo Transportable

- Extracción de vapor y gases en suelo por vacío

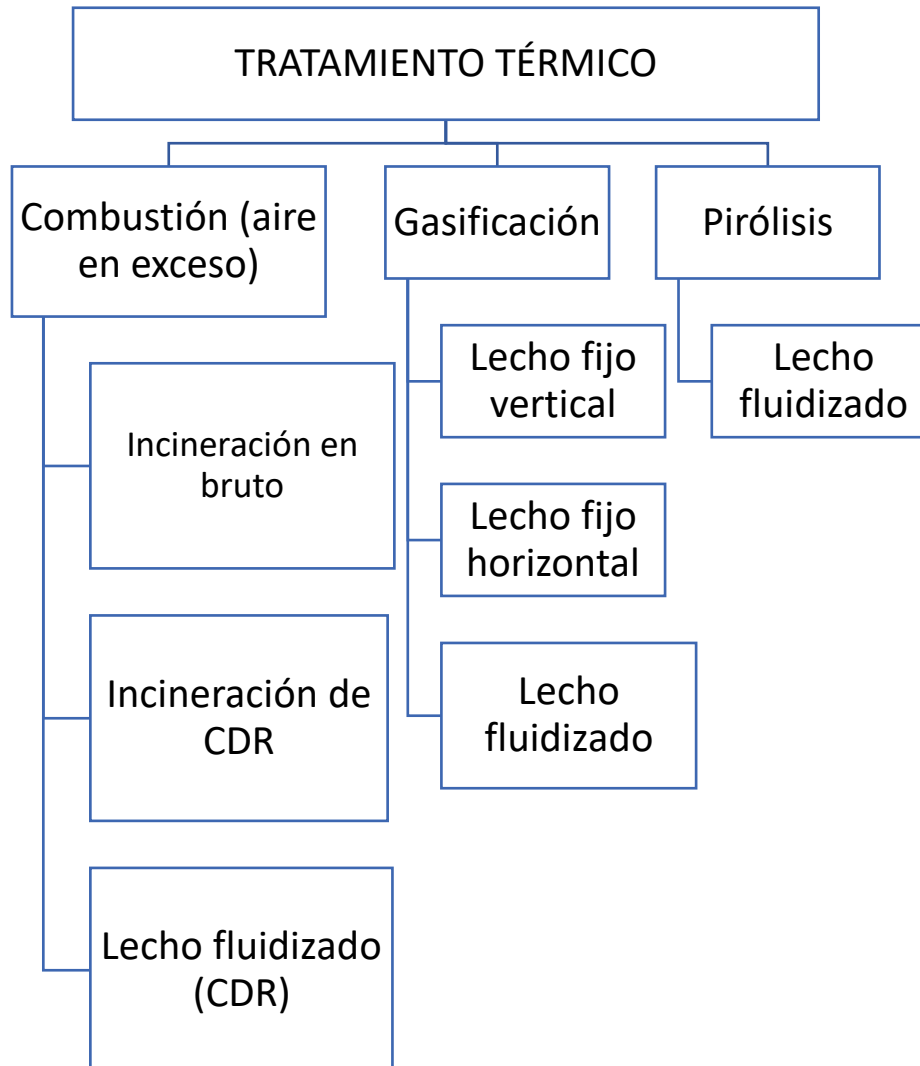
Extracción multifase por alto vacío



Gestión de residuos peligrosos

Tratamientos térmicos

RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS/ ESPECIALES



Gestión de residuos peligrosos

Tratamientos térmicos

	Pirólisis	Gasificación	Incineración (Combustión)
Temperatura de reacción (°C)	250-700	500-1600	800-1450
Presión (bar)	1	1-45	1
Atmósfera	Inerte/N2	Agente de gasificación O2/H2O	Aire
Relación estequiométrica	0	< 1	> 1
Requerimientos energéticos	Reacción endotérmica (requiere energía para reacción)	Reacción exotérmica (no requiere energía para la reacción)	Reacción exotérmica (no requiere energía para la reacción)
Rango típico de aplicación (toneladas residuos por día)	10-100	250-500	120-720 (parrillas RSU en bruto). 36-200 (lecho fluidizado). 10-350 (horno rotatorio). 1-75 (modular de 2 etapas)

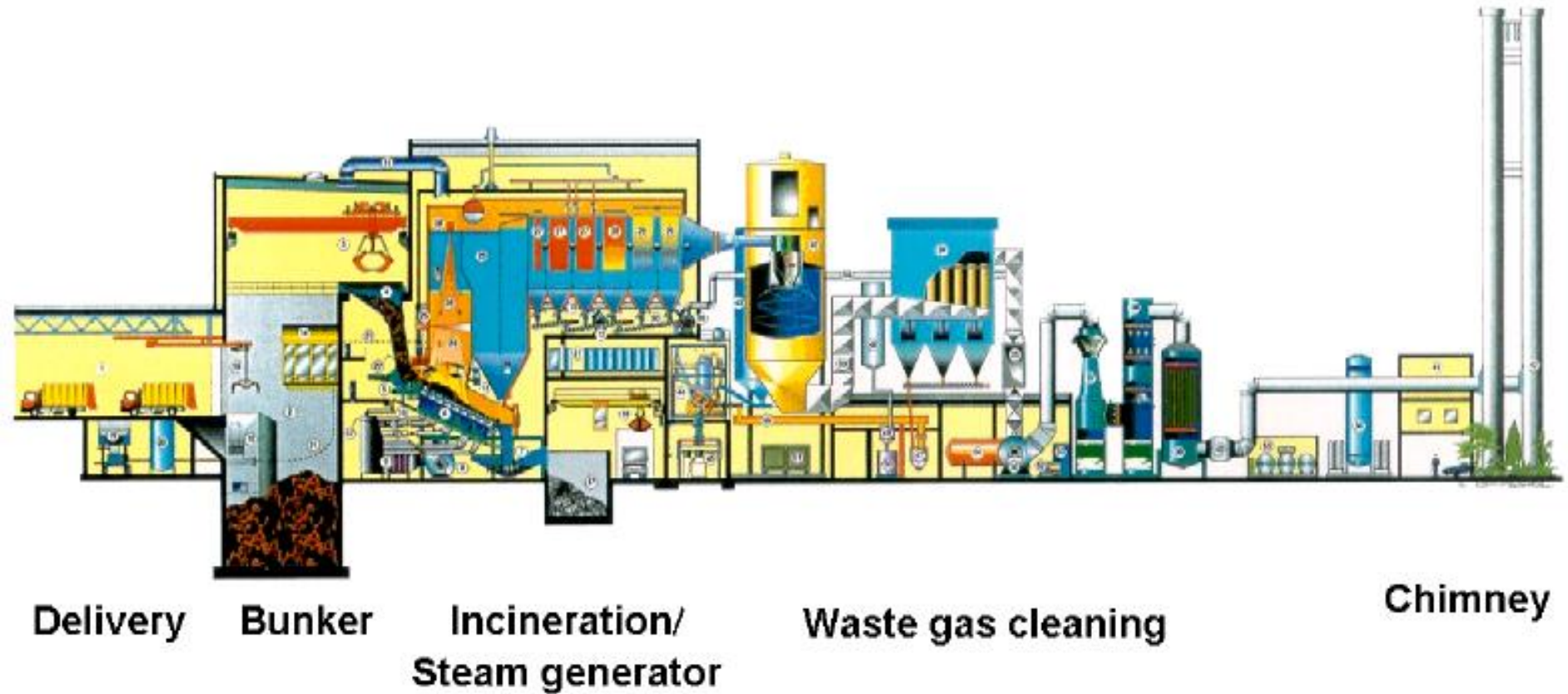
Gestión de residuos peligrosos

Tratamientos térmicos

	Pirólisis	Gasificación	Incineración (Combustión)
Información sobre costos	Altos costos de capital, operación y pre tratamiento de RSU	Costos altos de operación y mantenimiento	Alta capacidad reduce costo específico por tonelada de RSU (Parrillas). Costos menores de tratamiento de gases de salida y mayores de pretratamiento de RSU (lecho fluidizado)
Productos a partir del proceso			
Fase gaseosa	H ₂ , CO, Hidrocarburos, agua, N ₂	H ₂ , CO, CO ₂ , CH ₄ , H ₂ O, N ₂	CO ₂ , H ₂ O, O ₂ , N ₂
Fase sólida	Cenizas, coke	Escorias, cenizas	Escorias, cenizas
Fase líquida	Aceite de pirólisis y agua	---	---

Gestión de residuos peligrosos

Incineración en parrillas



Gestión de residuos peligrosos

Incineración en parrillas



Gestión de residuos peligrosos

Incineración en parrillas





Tratamiento de emisiones gaseosas



Tratamiento de emisiones gaseosas

Las emisiones atmosféricas gaseosas y de partículas procedentes de los sistemas de tratamiento térmico de residuos pueden controlarse con 5 clases de equipamientos:

- Precipitadores electroestáticos, filtros de mangas, filtros electroestáticos de lecho de grava para el control de partículas
- Separación en origen, controles de combustión, tratamiento de gases de combustión (control de NOx)
- Separación en origen, depuración húmeda o seca (Control de SO₂ y gas ácido).
- Controles de combustión (control de CO e hidrocarburos)
- Separación en origen, controles de combustión, control de partículas (control de la contaminación no específica).

Los dispositivos de control se seleccionan para conseguir la eficacia de separación requerida. Dependerá por lo tanto de la legislación en materia de emisiones que se debe cumplir en el sitio donde se encuentra la unidad de tratamiento y de las emisiones que produce el procesamiento térmico de los RSU.

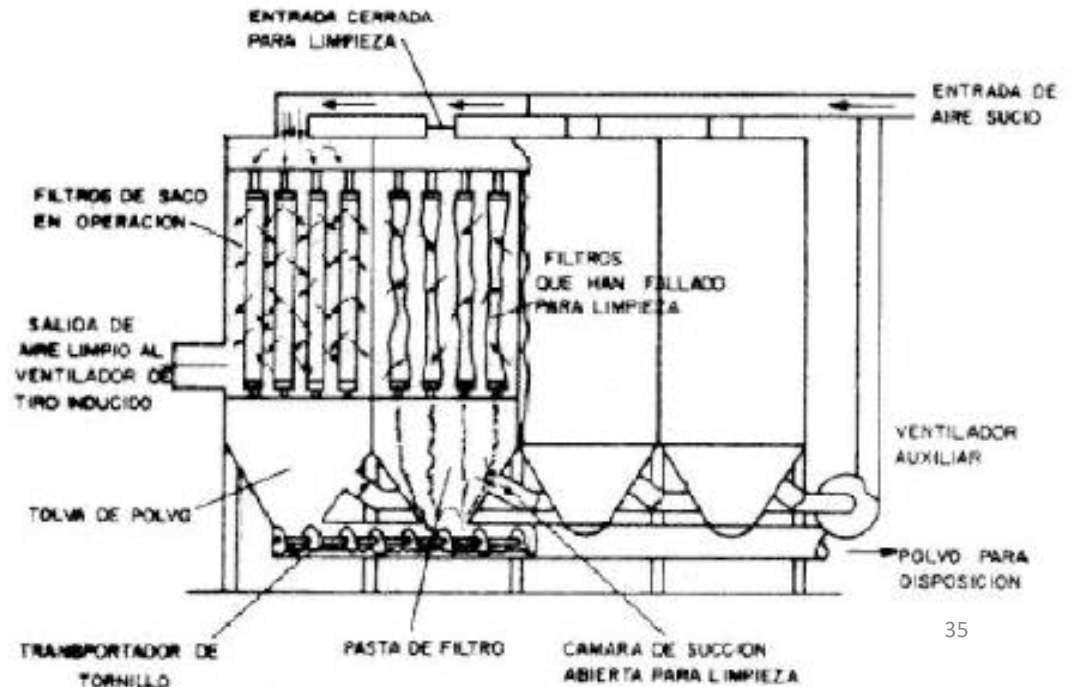
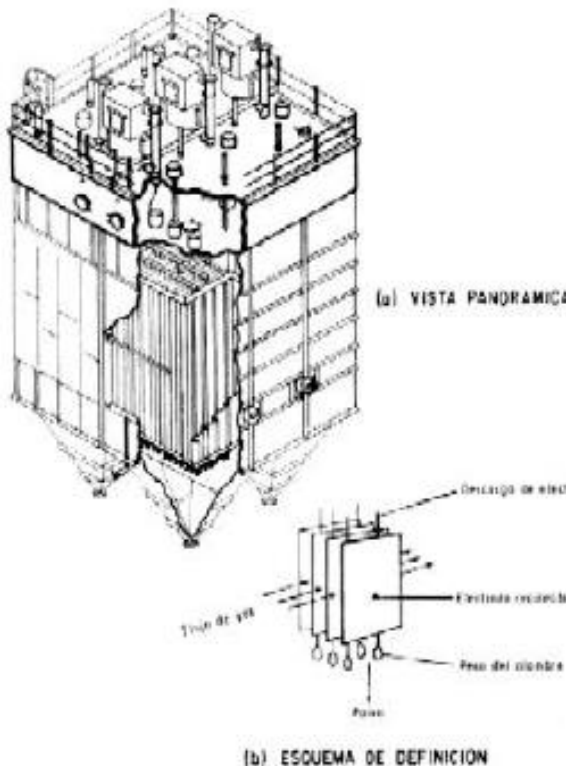
Tratamiento de emisiones gaseosas

Tecnologías para controlar partículas

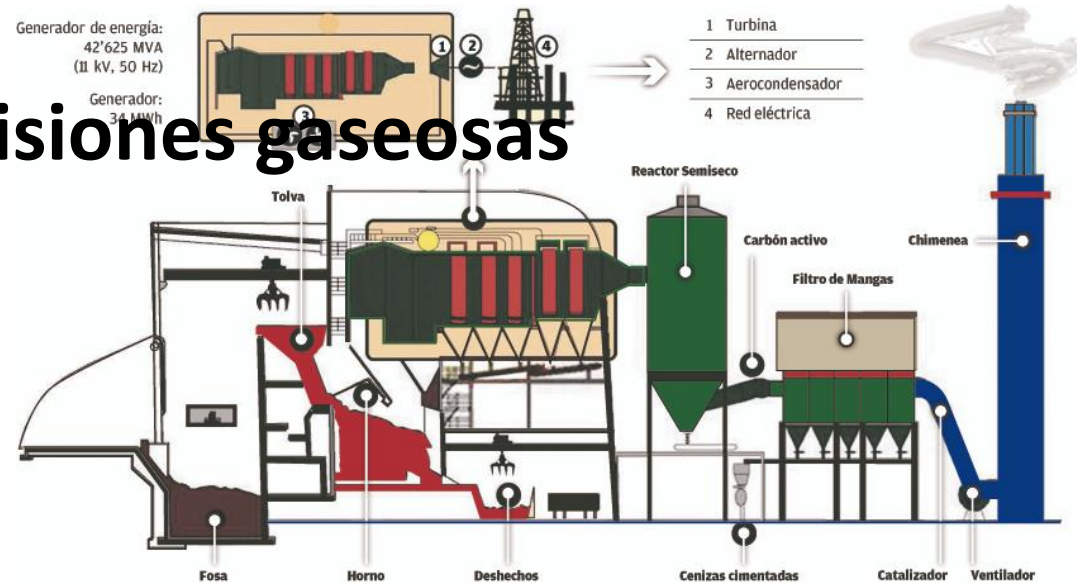
Precipitadores electrostáticos (por atracción electrostática)

Filtros de mangas (por filtrado mecánico)

Filtros electrostáticos de lecho de grava (Combinación de los anteriores)



Tratamiento de emisiones gaseosas

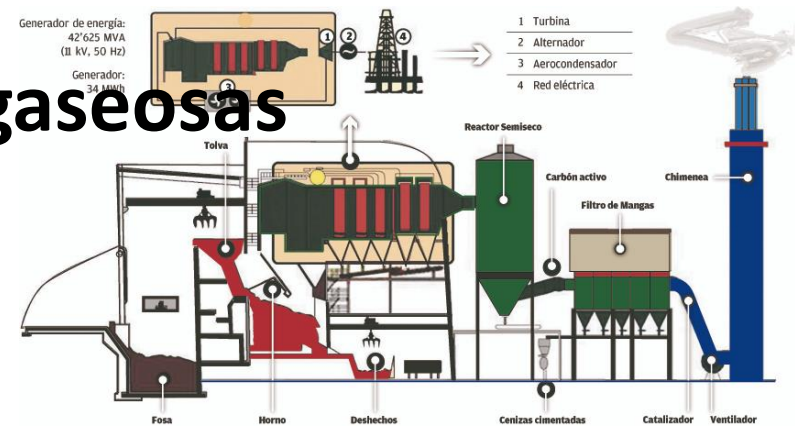


Tecnologías de control de NO_x en gases de combustión

Reducción catalítica selectiva
(Inyección de NH₃ y catalizador)

Reducción no catalítica selectiva
(Tecnología Exxon, inyección NH₃)

Tratamiento de emisiones gaseosas



Tecnologías control de gases ácidos
en gases de combustión

Separación en origen. No alimentar el horno con RSU con alto cloro y azufre

Depuración húmeda. Se utiliza solución cal.

Sistema complejo. Genera residuos sólidos.

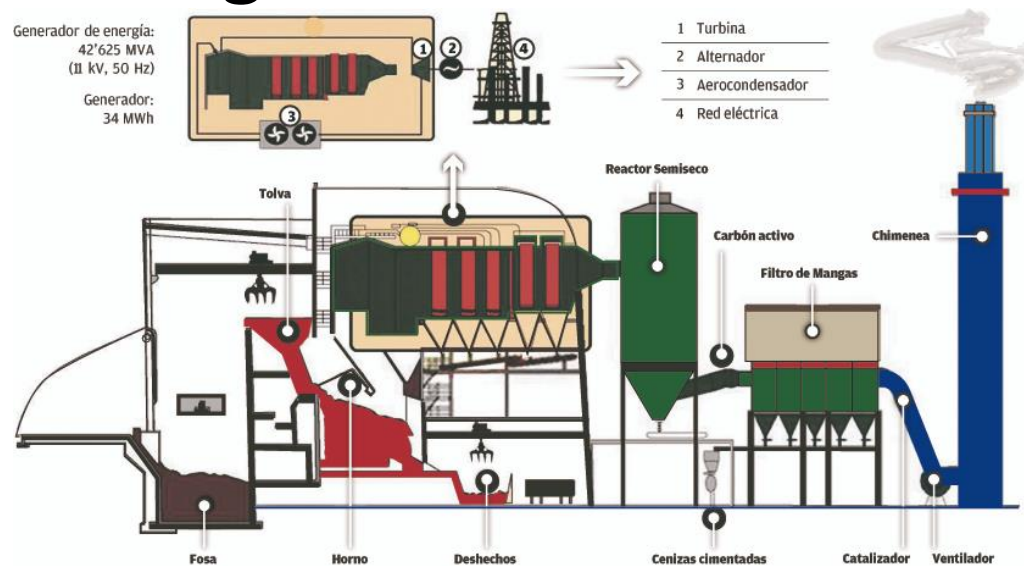
Rendimiento 98% HCl 79% SO₂

Depuración seca

Secado de rocío 98% SO₂

Inyección en seco 99% HCl y SO₂

Tratamiento de emisiones gaseosas



**Tecnologías control de
dioxinas, furanos y metales**

Separación en origen. No alimentar RSU con alto cloro

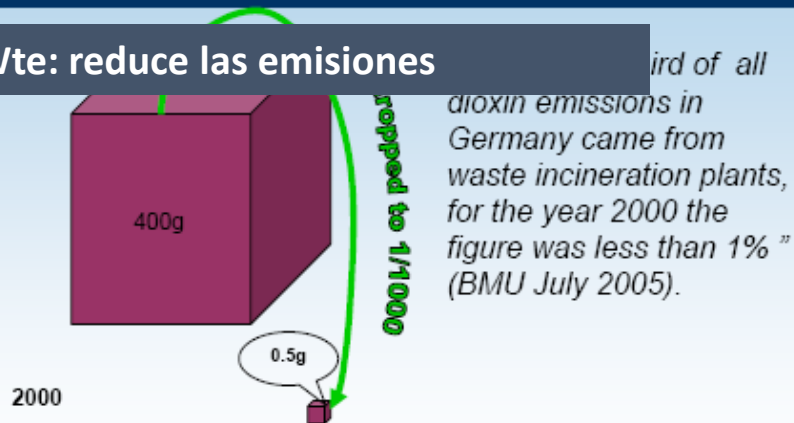
Controles de combustión

Control de partículas

Tratamiento de emisiones gaseosas

WtE: reduces emissions

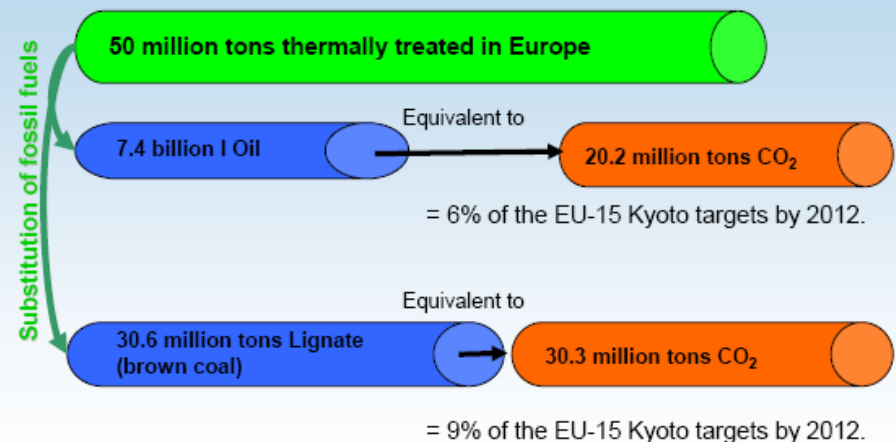
Wte: reduce las emisiones



Si Fuente: Ministerio de Medioambiente de Alemania (BMU), julio de 2005

Control de emisiones

Wte: contribución a la protección del clima





Tratamiento de emisiones gaseosas

Cuestiones clave del tratamiento térmico

- ◆ Depende de la escala para las condiciones operativas y los precios
- ◆ Las economías de escala se realizan por encima de las 400.000 toneladas/año
- ◆ Produce electricidad y energía térmica – si vendemos ambas, entonces la planta es definitivamente viable
- ◆ También produce cenizas en el fondo de la caldera (fácilmente neutralizadas y reutilizadas con alguna clase de tratamiento posterior) y cenizas volátiles tóxicas (que requieren tratamiento especial)
- ◆ Puede reducir el volumen de residuos en 70% - 85% según el proceso
- ◆ Transforma la fracción orgánica por completo en cenizas y, por ende, elimina todos los impactos ambientales de consideración
- ◆ Es más costosa con precios que oscilan entre 50 y 150 USD/tonelada, según el proceso y el sistema de financiamiento



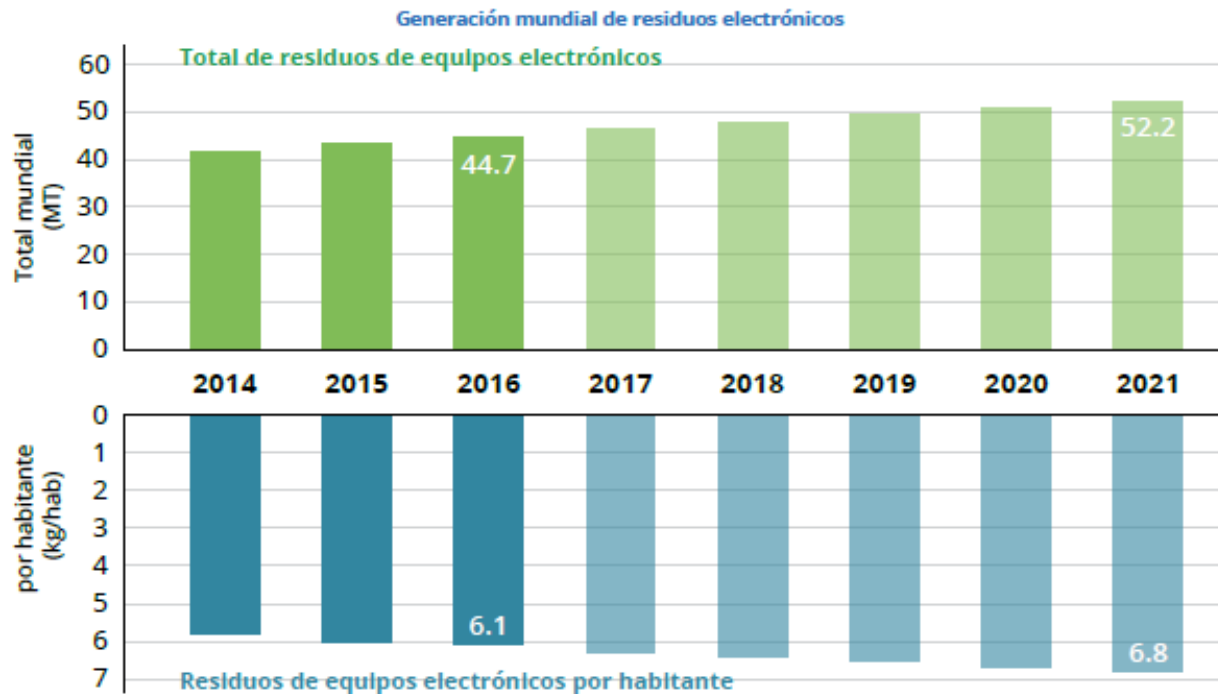
Gestión de residuos electrónicos



Gestión de residuos electrónicos

Definición:

•Aparatos eléctricos y electrónicos desechados o a desecharse, sus componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte de los mismos, procedentes tanto de hogares particulares como de usos profesionales, a partir del momento en que pasan a ser residuos.



Gestión de residuos electrónicos

Clasificación (UE)

A. Clasificación de los AEE con arreglo a las 10 categorías definidas en el Anexo I de la Directiva sobre RAEE 2012/19/EU¹⁵

EU-10	Nombre completo
1	Grandes electrodomésticos
2	Pequeños electrodomésticos
3	Equipos de informática y telecomunicaciones
4	Aparatos electrónicos de consumo y paneles fotovoltaicos
5	Aparatos de alumbrado
6	Herramientas eléctricas y electrónicas
7	Juguetes o equipos deportivos y de ocio
8	Productos sanitarios
9	Instrumentos de vigilancia y control
10	Máquinas expendedoras

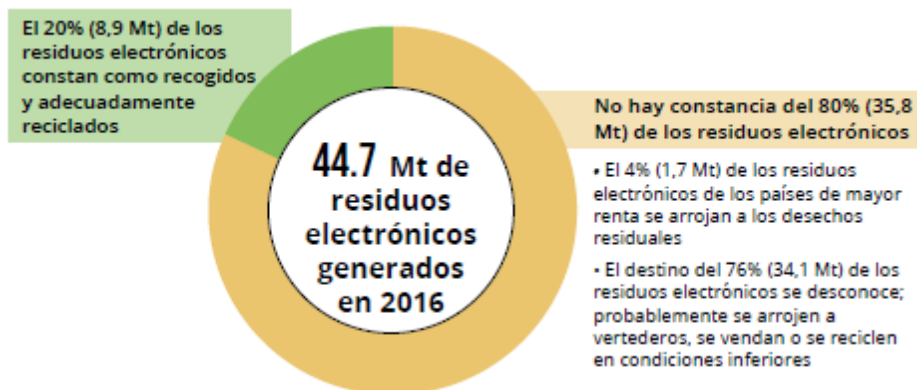
Gestión de residuos electrónicos

PROBLEMÁTICA

- Aumento de consumo
- Precios bajos, cambios tecnologías
- Inadecuado tratamiento de más 76%
- Falta de tratamiento.
- Contaminación aguas, suelos.

Giuyu, China.

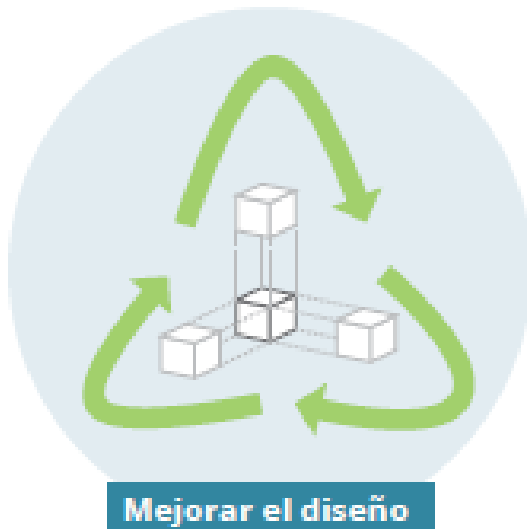
<https://www.youtube.com/watch?v=lqciRHo03H4>



Gestión de residuos electrónicos

ESTRATEGIA

REDUCIR



REUTILIZAR



RECICLAR



Gestión de residuos electrónicos

MINERÍA URBANA
ECONOMÍA CIRCULAR.



Valor estimado de las materias primas

55 000 MILLONES DE EUROS



https://www.youtube.com/watch?time_continue=18&v=j8jKZKzpTM0&feature=emb_logo

Gestión de residuos electrónicos

Ciudad de Buenos Aires



Son considerados como Residuos Sólidos Urbanos Sujetos a Manejo Especial (RME) asimilables a los Residuos Especiales de Generación Universal (REGU - Resolución 522/2016 MADyS) en concordancia con la Ley 1854 de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.

Generadores individuales:

Cuando los vecinos los llevan a los Puntos Verdes Móviles o a los Puntos Verdes Especiales se aseguran que se recuperen los materiales reciclables, como es el caso de los metales y disminuye el efecto que este tipo de residuos podrían generar en el ambiente.

Generadores institucionales o empresas:

Deben entregarlos a empresas o ONG autorizadas.



Gestión de residuos electrónicos

- **ESPAÑA**

- La plataforma Recyclia gestionó 57.520 toneladas de **residuos de aparatos eléctricos y electrónicos** en 2019, consiguiendo duplicar en sólo tres años el volumen de residuos recogidos para su reciclaje.
- Recyclia registró también otro crecimiento destacado durante 2019 con el despliegue de 17.664 nuevos puntos de recogida para aparatos electrónicos y para pilas y baterías, un 22% más que en 2018. Esto eleva su red a **79.271 puntos de recogida**, de los que 38.326 se destinan a aparatos electrónicos y 40.945 a pilas y baterías. Este crecimiento se ha debido en gran medida al aumento de la red de recogida de Tragatón/Tragatinta, iniciativa para gestionar los residuos de cartuchos de impresión, que cerró 2019 con 7.652 puntos.
- Asimismo, Recyclia plataforma ha reforzado su posición como **la entidad del sector de gestión de residuos con más fabricantes e importadores** de aparatos electrónicos y pilas y baterías adheridos, concretamente 1.616, un 4% más que en 2018. En este sentido, cabe señalar que los adheridos a Recyclia comercializan, en su conjunto, uno de cada dos aparatos domésticos de informática y telecomunicaciones de pequeñas dimensiones y uno de cada cuatro aparatos profesionales puestos en el mercado en nuestro país.

