

The following is a Spanish translation by Joanna Davies of The ABC of Sustainable Waste Management by the Waste-to-Energy Research and Technology Council (WTERT):

<http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/faq.html>

**SWM considera:**

- ♣ **Propiedades de materiales en Residuos Sólidos Municipales (blandos, duros, compostables, combustibles).**
- ♣ **Costos económicos y ambientales de acción y no acción.**
- ♣ **Efectos a largo plazo tanto en la calidad ambiental como en los recursos de la Tierra: materiales, energía y tierra.**

**Los medios para SWM, en orden de preferencia, son:**

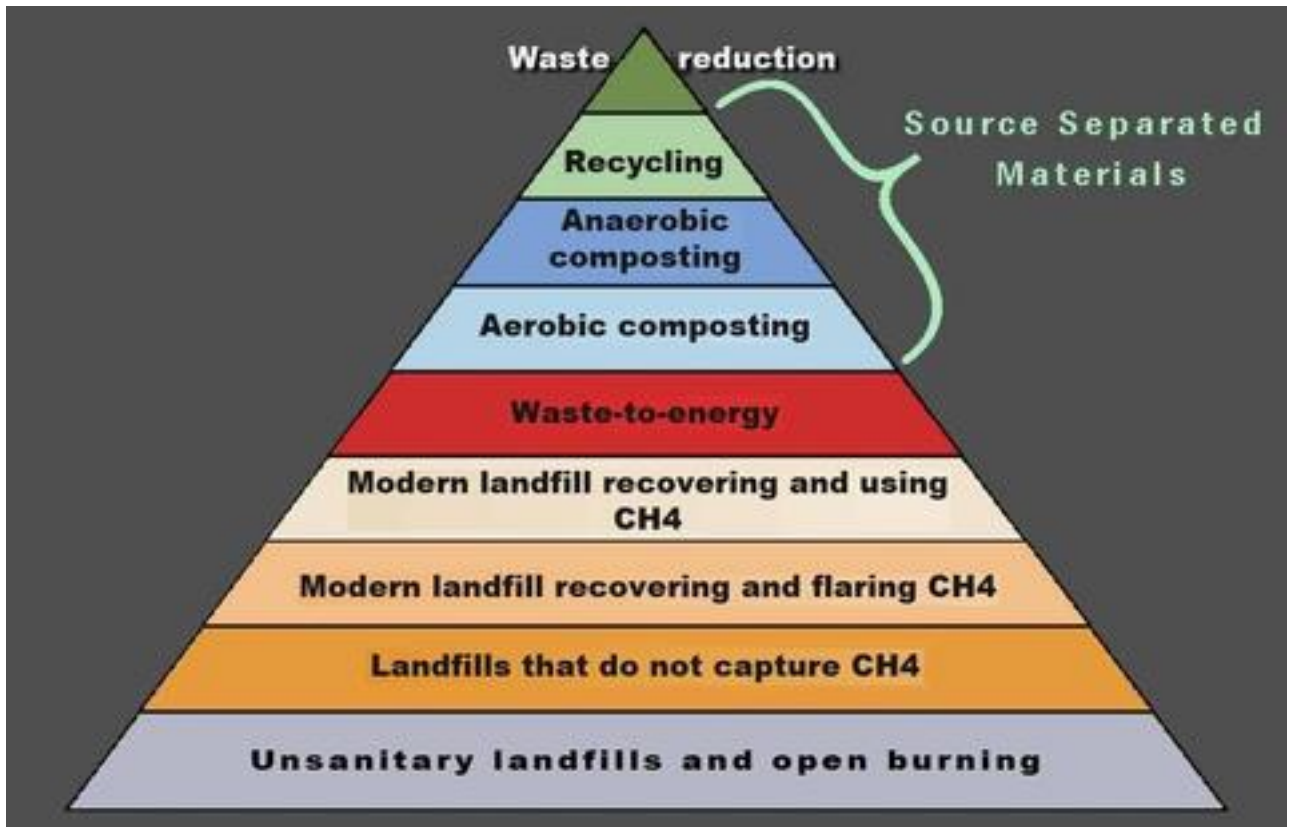
- ♣ **Recuperación de materiales reciclando.**
- ♣ **Para comida separada de la fuente y desechos del jardín solamente: recuperación de combustible y compost por digestión anaeróbica (AD) (generación de metano); o la recuperación de compost mediante compostaje de bioconversión aeróbica.**
- ♣ **Recuperación de energía y materiales por combustión o gasificación.**
- ♣ **El vertido de materiales que no son ni reciclables ni combustibles. Sin embargo, el vertido en vertedero todavía se practica extensamente en los EE. UU. En este caso, debe combinarse con la captura y utilización de gas de vertedero (LFGTE).**

Respuestas a las preguntas más frecuentes sobre la conversión de residuos en energía

**P: ¿Qué es la "jerarquía de gestión de residuos"?**

**R:** Es una forma gráfica de mostrar las prioridades para el manejo de desechos sólidos. La primera prioridad es evitar la generación de desechos (por ejemplo, consumo reducido de productos, menos embalaje) seguido del reciclaje (papel, metales, plásticos) y el compostaje de desechos orgánicos separados por fuente, seguido de la combustión con recuperación de energía ("residuos"). a-energía ") y, finalmente, el vertido. Sin embargo, no todos los vertederos son lo mismo. Los vertederos "sanitarios" modernos requieren una inversión y un esfuerzo serios para proteger las aguas superficiales y subterráneas y para recoger el gas de vertedero (GAS) y usarlo para generar energía. Por lo tanto, la jerarquía ampliada de gestión

de residuos diferencia entre los mejores y peores tipos de vertederos, como se ilustra a continuación.



### **Jerarquía Expandida de Gestión de Residuos**

**P:** ¿Cuál es la generación y disposición de desechos sólidos en los EEUU?

**R:** Los tonelajes de RSU generados, reciclados / compostados, tratados por WTE y desechados en los cincuenta estados de EE. UU. En 2010 (BioCycle / Columbia State of Garbage Survey) [puede ser visto aquí \(SoG 2010\)](#).

**P:** ¿Cuál es el costo para una comunidad para desarrollar y construir una instalación de WTE?

**R:** Dependiendo de la ubicación, el tamaño y otros factores, el costo de capital promedio por tonelada anual de capacidad se estima en alrededor de \$ 650 / tonelada anual (500 euros). Dado que las plantas de WTE tienen una disponibilidad general de 330 días de 24 horas al año, el costo de capital diario es de \$ 600 \* 330 = alrededor de \$ 200,000 por tonelada diaria de capacidad. Por

supuesto, el costo de capital puede ser más bajo o más alto, según la ubicación y el tamaño de la planta.

**P: ¿Cuál es la generación esperada de energía eléctrica?**

R: El procesamiento de plantas WTE típico de MSW generará una red de 500-600 kWh por tonelada para que la utilice la empresa local. Al precio de seis centavos por kWh, los ingresos por tonelada de RSU serían de \$ 30-36.

**P: ¿Las plantas WTE también pueden proporcionar calor?**

R: Sí, muchos E.U. las plantas cogeneran electricidad (500 KWh por tonelada) y calefacción urbana (1000 KWh por tonelada). Por ejemplo, el 30% de la calefacción urbana de Dinamarca es proporcionada por sus 28 plantas de WTE.

**P: ¿Cuáles son los costos para operar la instalación una vez que está completa?**

R: Además de los cargos de capital, una planta de 1000 toneladas por día involucraría al personal de alrededor de 60. Otros costos son los servicios, materiales y suministros y el costo de eliminación de las cenizas.

**P: ¿Cuáles son los beneficios económicos?**

R: 1) El valor de la energía eléctrica generada.

2) La tarifa de entrada (tarifa "de propina") pagada por los municipios que utilizan la instalación de WTE.

3) El valor de la chatarra ferrosa y no ferrosa recolectada.

4) El valor del calor generado conjuntamente que utilizan las plantas industriales adyacentes o para la calefacción urbana.

5) A medida que el cambio climático se haga más evidente (por ejemplo, la tormenta Sandy de 2012), las plantas de WTE también se beneficiarán de créditos

de carbono para energía renovable. Por ejemplo, China ya otorga un crédito de \$ 30 / MWh a la electricidad generada por las plantas de WTE.

**P: ¿Cuál es la cantidad de ceniza generada?**

**R:** oscila entre el 15-25% en peso de los MSW procesados y alrededor del 10% del volumen de los MSW procesados. Alrededor del 85% de las cenizas son cenizas de fondo que en E.U. se utiliza para la construcción de carreteras. En los EE. UU., La "ceniza combinada" se utiliza como una cobertura diaria alternativa en los vertederos, en lugar de en el suelo.

**P: ¿Cuáles son los beneficios ambientales del uso de WTE en lugar de vertederos?**

R: 1) Las plantas de WTE conservan los combustibles fósiles mediante la generación de electricidad. Una tonelada de MSW reduce el uso de aceite en un barril (es decir, 35 galones) o 0.25 toneladas de carbón de alto valor calorífico.

2) WTE tiene emisiones de carbono equivalentes mucho más bajas (ver la pregunta sobre el vertido de residuos a continuación).

3) La siguiente figura muestra las emisiones promedio de diez instalaciones WTE, cuatro de EE. UU. Que participaron en la competencia WTERT 2004 por "una de las mejores WTE del mundo (ganada por Brescia, Italia WTE). Puede verse que las emisiones WTE estaban muy por debajo de las normas europeas, y también las de EE. UU.

## Emissions of WTE Facilities competing for 2006 Columbia/WTERT Industry Award

Emissions, mg/Nm <sup>3</sup>	Average of 10 WTEs	E.U. standard	WTEs as % of E.U. standard
Particulates	3.06	10	31%
SO <sub>2</sub>	12.2	50	24%
NO <sub>x</sub>	123	200	61%
HCl	7.88	10	79%
CO	26.3	50	53%
Mercury	0.01	0.05	20%
TOC	0.92	10	9%
Dioxins, ng TEQ/m <sup>3</sup>	0.02	0.10	21%

4) Las plantas de WTE no tienen las emisiones acuosas que se pueden experimentar en los vertederos, ni ahora ni en un futuro lejano.

5) Las plantas WTE reducen el espacio requerido para el vertido en aproximadamente un 90% (un pie cuadrado por tonelada de RSM).

**P: ¿Cuál es la cantidad de MSW generada por el ciudadano estadounidense promedio y cuánto de ella es adecuada para la combustión?**

R: Los estadounidenses generan alrededor de 1.3 toneladas cortas de RSU por persona, cada año. La encuesta nacional 2002 BioCycle / Columbia University mostró que los estadounidenses reciclan aproximadamente el 19.5% de los MSW generados, el compost un 9% adicional, la combustión en las instalaciones de WTE en un 8% y los vertederos en un 63%. El Earth Engineering Center de la Universidad de Columbia ha estimado que del actual MSW generado en los EE. UU., Como máximo el 40% puede reciclarse o compostarse. Por lo tanto, el máximo posible de MSW disponible para la combustión en las instalaciones modernas de WTE será del 60%, en lugar del 8% actual.

**P: ¿Cuál es la cantidad mínima de desperdicio sólido que se necesita para una planta de WTE?**

R: Existen economías de escala en cualquier proyecto de construcción, y la construcción de una planta de WTE no es una excepción. Las plantas más grandes producen menores costos por tonelada de MSW procesada. En los EE. UU., La mayoría de las instalaciones de WTE varían de 500 a 3.000 toneladas por día. En E.U., las plantas más pequeñas están operando.

**P: ¿Cuáles son los requisitos y pasos preliminares que se deben tomar, las negociaciones que se deben completar, los contratos que se deben firmar antes de que se pueda construir una instalación?**

R: Una instalación de WTE requiere un sitio, en primer lugar, que esté debidamente zonificado y cerca de las principales carreteras, autopistas, una subestación de servicios públicos, y tenga agua, alcantarillado e infraestructura industrial adecuada. Se prefieren veinticinco acres, pero algunas instalaciones están ubicadas en tan solo 5 acres si los camiones pueden alinearse fuera del sitio. Antes de que la construcción pueda comenzar, un proyecto necesita asegurar lo siguiente:

1. Caracterización de los residuos en términos de composición, contenido de calefacción, humedad, etc.

2. Control del sitio mediante arrendamiento o propiedad.
3. Conformidad apropiada de zonificación y / o uso del suelo.
4. Permisos ambientales.
5. Interconexiones de servicios públicos.
6. Acuerdo de compra de energía incluyendo garantías de compra.
7. Acuerdos de compra de materiales.
8. Capacidad de eliminación de ceniza (vertedero).
9. Compromisos de suministro de residuos.
10. La solvencia crediticia aceptable de todos los participantes del proyecto, incluido el gobierno, la empresa de servicios bancarios u otra entidad, requiere hacer garantías financieras.
11. Garantías que incluyen entidades gubernamentales a nivel federal, estatal y local.
12. Costo actual de la eliminación de desechos.
13. Disponibilidad y costo de alternativas de eliminación.

Una vez que el sitio y todos los contratos estén asegurados, la instalación puede ser financiada y la construcción puede comenzar. El período de construcción dura aproximadamente 24-30 meses.

**P: ¿Dónde están ubicadas las instalaciones de WTE?**

R: En los EE. UU., Hay 87 instalaciones de WTE ubicadas en 29 estados. Para obtener una lista detallada, busque [www.wte.org](http://www.wte.org) o busque Global WTE en esta página web.

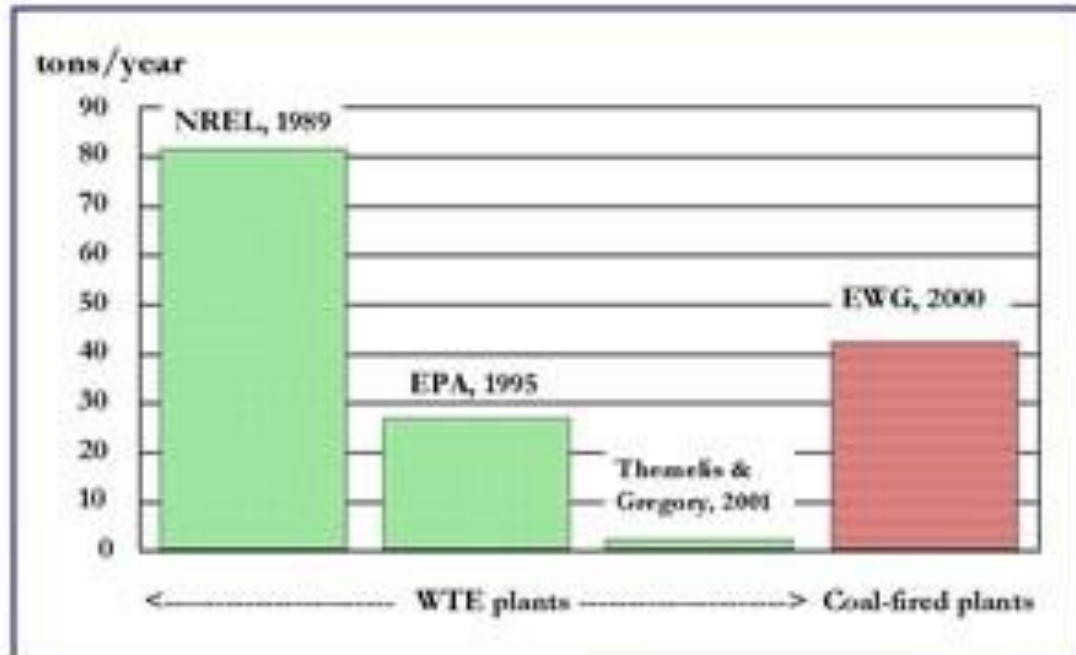
**P: ¿Dónde están las instalaciones de WTE ubicadas en los Estados Unidos que pueden aceptar y eliminar los desechos generados por fuentes comerciales que no son peligrosos?**

R: Muchas instalaciones de WTE combinan desechos especiales no peligrosos, como productos domésticos no especificados y productos que no se pueden reciclar. De hecho, WTE es un método preferido por algunos fabricantes para

deshacerse de productos farmacéuticos y de las agencias encargadas de hacer cumplir la ley que buscan destruir sustancias controladas que ya no se necesitan como evidencia en juicios penales. Para determinar si una instalación de WTE acepta desechos comerciales o especiales no peligrosos, revise la lista de instalaciones en su área y comuníquese con el operador de la instalación. De hecho, todos los tipos de desechos se pueden quemar en un WTE adecuadamente diseñado, con la excepción de los desechos radiactivos.

**P: ¿Cómo se comparan las emisiones de WTE con las de otros tipos de plantas que generan energía? ¿Qué tipos y cantidades de emisiones descargan las instalaciones de WTE en el aire, el agua o la tierra? ¿Cómo se comparan las emisiones típicas de WTE con las emisiones típicas de vertederos por tonelada de RSU?**

R: La industria de WTE recibe los nuevos estándares de la "Máxima Tecnología de Control" (MACT) de la Ley de Aire Limpio de la EPA. En una carta de 2002, U.S.E.P.A. Los Administradores Auxiliares Jeffery Holmstead, Oficina de Aire y Radiación, y Marianne Lamont Horinkontly completaron una modernización de más de \$ 1,000 millones para instalaciones existentes, la Oficina de Residuos Sólidos y Respuesta a Emergencias, reconoció el "papel vital de los desechos municipales a energía del país" industria "y concluyó que" estas plantas producen 2.800 megavatios de electricidad con un impacto ambiental menor que casi cualquier otra fuente de electricidad ". La siguiente tabla muestra las emisiones de dioxinas / furanos TEQ en los EE. UU. procedentes de diversas fuentes que también incluyen WTE. La siguiente figura compara las emisiones de mercurio de las WTE y las centrales eléctricas de carbón en los EE. UU.



**P: ¿Con qué frecuencia se construyen nuevas plantas de WTE y dónde?**

R: En los EE. UU., La mayoría de las plantas operativas de WTE se construyeron en el período 1980-1995. Los precios de la energía y los costos de eliminación de los vertederos disminuyeron a mediados de la década de 1990, haciendo que las plantas WTE sean más difíciles de desarrollar. Sin embargo, se han construido o se están construyendo nuevas unidades WTE en Florida y Hawái. Las áreas urbanas atestadas y los lugares donde las aguas subterráneas están cerca de la superficie se benefician más de las instalaciones de WTE. En el exterior, se han construido más de 200 nuevas plantas de WTE desde 1996 y algunas están en construcción. En total, hay más de 700 plantas de WTE en el mundo ubicadas en 37 naciones, incluidas Bermuda, Singapur y China. Se están construyendo nuevos WTE en el Reino Unido, Azerbaiyán y otras naciones.

**P: ¿Cuáles son los componentes de la ceniza?**

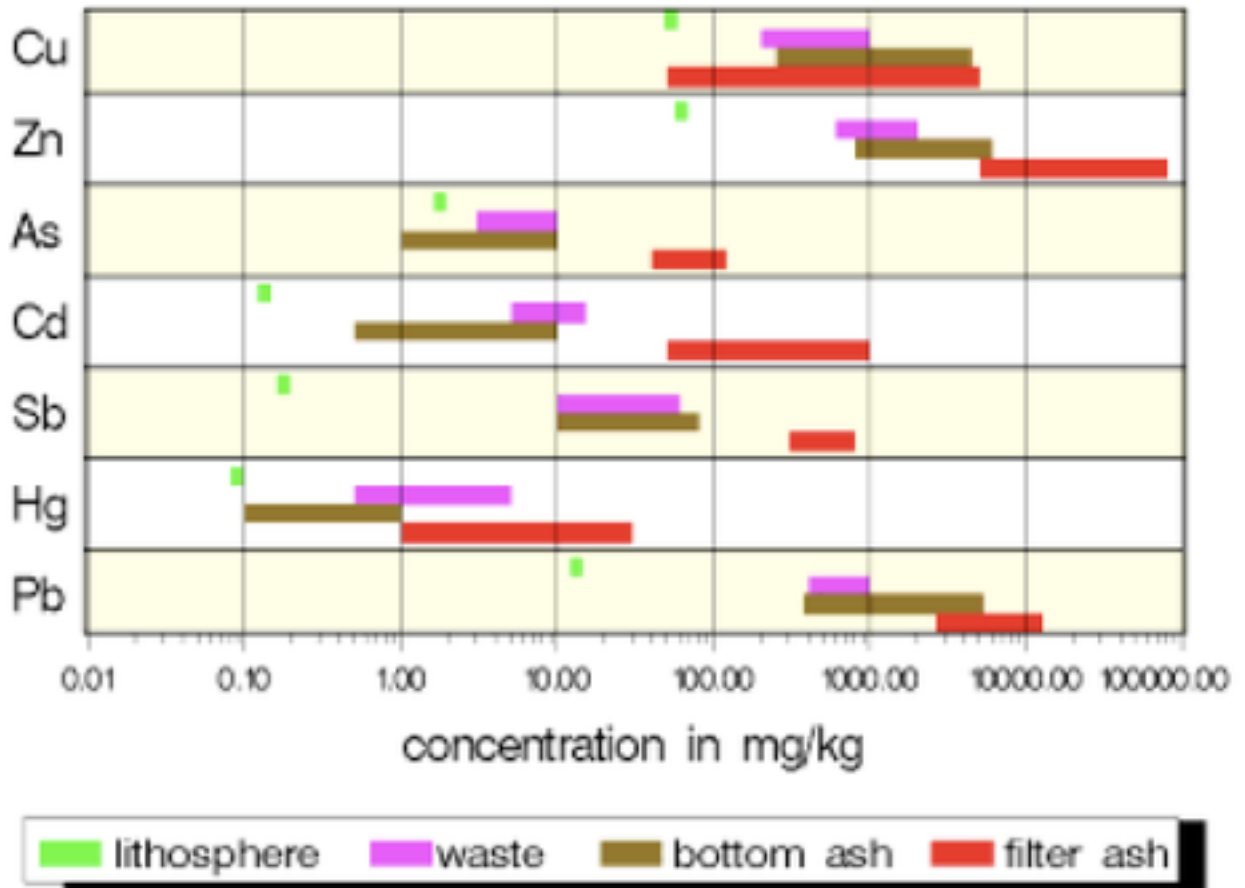
R: Generalmente, los residuos de WTE se pueden diferenciar en dos fracciones: El término cenizas volantes se refiere a las partículas finas que se eliminan del gas de combustión. Sin embargo, generalmente las cenizas volantes también incluyen residuos de otros dispositivos de control de la contaminación del aire, como los

depuradores. La ceniza volante típicamente asciende al 10-20% en peso de la ceniza total.

El resto de la ceniza WTE se llama ceniza de fondo (80-90% en peso). Los principales componentes químicos de la ceniza son sílice (arena, cuarzo), CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> para una planta WTE de combustión masiva. Por lo general, la ceniza tiene un contenido de humedad de 22-62% en peso seco. La composición química de la ceniza depende en gran medida de la materia prima MSW original y del proceso de combustión.

El Dr. Jurgen Vehlow de Karlsruhe Research y un asociado de investigación de EEC ha compilado datos de composición de ceniza de varios estudios (ver la figura a continuación).

P.ej. El Hg puede variar de 0.1 a 10 ppm en cenizas de fondo y de 1 a 30 ppm en cenizas volantes (antes del Tratamiento).



**P: ¿Se puede usar la ceniza de WTE para algo útil?**

R: Las cenizas de WTE se han reutilizado en la construcción desde principios de los 70. Las aplicaciones comunes son el material de sub-base, el relleno estructural y el agregado en asfalto u hormigón. Sin embargo, en el pasado, las concentraciones de contaminantes de cenizas volantes excedieron los valores de umbral permitidos. Por lo tanto, la reutilización de cenizas está restringida a procesos probados. Debido a que no existen estándares nacionales en los EE. UU. Menos del 5% de la ceniza de WTE se utiliza de forma beneficiosa (en comparación con la reutilización de cenizas de fondo de ~ 70% en Alemania y ~ 90% en los Países Bajos). El gobierno de las Bermudas utiliza toda la ceniza de WTE en productos de hormigón para arrecifes artificiales o para la reducción de la costa. El Consejo de Investigación y Tecnología de Residuos de Energía está

adoptando un enfoque innovador para nuestro entendimiento y uso beneficioso de la ceniza. Un grupo de investigación interdisciplinario e interinstitucional llevará a cabo un proyecto integral sobre aplicaciones de reutilización tales como áridos de ingeniería, bloques de cemento, asfalto, remediación de terrenos abandonados y minas abandonadas, y concreto. Uno de los objetivos principales es recomendar especificaciones estándar autorizadas a nivel nacional.

**P: ¿Qué sucede con la ceniza que no se usa?**

R: Las cenizas que no se pueden reutilizar se depositan en vertederos. Por lo general, las cenizas combinadas de WTE no reúnen los requisitos para su eliminación sin restricciones, pero se colocan en rellenos monofilares, mientras que es más fácil colocar las cenizas del fondo solas, ya que rara vez exceden las concentraciones máximas permitidas para el vertido. Por el contrario, las cenizas volantes solas pueden tener que manejarse como desechos peligrosos y, por lo tanto, presentan problemas adicionales si no se estabilizan antes de su eliminación.

**P: ¿Qué leyes y regulaciones ambientales deben seguir las plantas de WTE?**

**¿Existen reglas separadas emitidas por el gobierno federal y los estados?**

R: Las instalaciones de WTE están reguladas principalmente por la Ley de Aire Limpio federal y la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos. La Ley de Aire Limpio requiere que las plantas obtengan permisos cuyas disposiciones se basan en el tamaño y la tecnología de la planta. Los reguladores federales y estatales imponen límites de emisiones para el dióxido de azufre, el cloruro de hidrógeno, los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono, las partículas, el cadmio, el plomo, el mercurio y las dioxinas. Las condiciones de operación, monitoreo, informes, capacitación y requisitos de seguridad también se aplican según la Ley de Aire Limpio. La Ley de Conservación y Recuperación de Recursos requiere la prueba de los residuos de cenizas de las plantas para determinar que la ceniza no es peligrosa y se desecha o reutiliza adecuadamente. Los estados a menudo toman la autoridad para hacer cumplir las regulaciones y

requieren límites ambientales aún más estrictos en la operación de las instalaciones que los impuestos por las reglas federales. Los requisitos específicos del estado pueden incluir límites de emisión, pruebas o informes más estrictos que las normas federales; manejo adicional de desechos sólidos, reciclaje, ruido, selección de sitios, transporte y regulaciones relacionadas; y uso de agua o límites de manejo de aguas residuales.

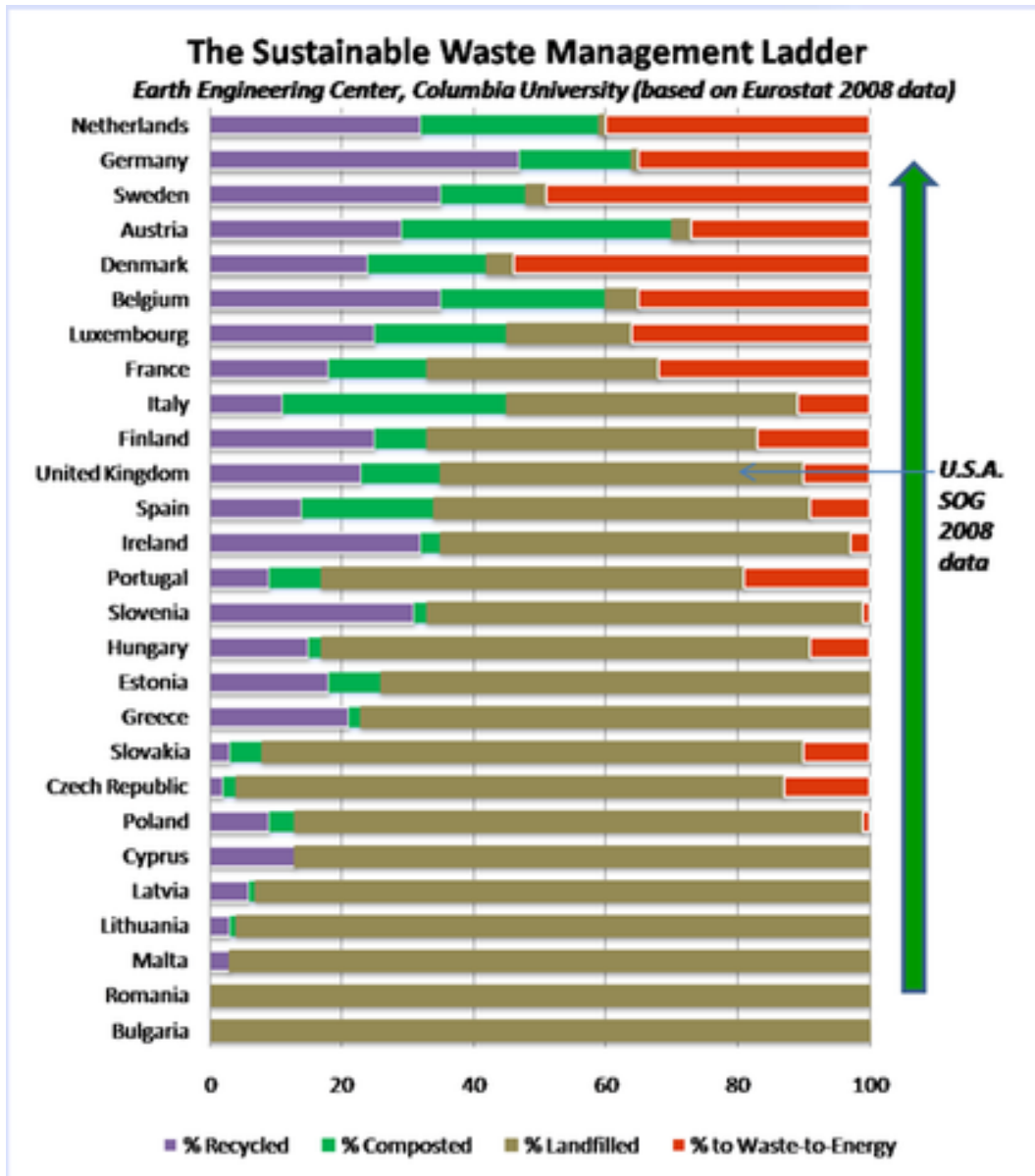
**P: ¿Cuáles son las diferentes tecnologías de WTE?**

R: La tecnología dominante es la quema masiva y el principal proceso utilizado es el desarrollado por Martin (Munich, Alemania) con una capacidad anual instalada de aproximadamente 60 millones de toneladas métricas. Continúa el proceso de quema masiva de AE & E Company (tecnología Von Roll) con 35 millones de toneladas en todo el mundo. Otras tecnologías de quema masiva son la rejilla de rodillos (DB), el proceso de Westinghouse, el proceso de Keepel-Seghers y el proceso de Fisia Babcock. Hay varias plantas en los EE. UU. que se basan en el proceso de Combustible derivado de desperdicios (RDF) que fragmenta previamente los desechos en pedazos pequeños y separa algunos de los materiales no combustibles (metales y vidrio).

**P: ¿El reciclaje es compatible con el uso de las instalaciones de WTE en una comunidad?**

R: Como regla general, las comunidades que invierten en plantas de WTE, debido a los beneficios energéticos y ambientales descritos anteriormente, también hacen todo lo posible por reciclar antes de enviar los desechos no reciclables a su WTE. A pesar de todas las buenas intenciones y esfuerzos, algunos materiales de desecho no son reciclables económicamente en los Estados Unidos debido al costo comparativamente bajo de los combustibles fósiles. Por ejemplo, de los 25 millones de toneladas de plásticos generados anualmente en los EE. UU., Solo se reciclan 1.5 millones de toneladas, 3.5 millones se queman y 20 millones de toneladas se arrojan a vertederos, a pesar de que su valor calorífico es más alto que

el mejor carbón de EE. UU. El siguiente gráfico muestra que las naciones que prácticamente han eliminado el vertido de residuos lo han hecho, invariablemente, mediante una combinación de reciclaje y WTE.



**P: ¿Por qué la Ciudad de Nueva York no puede reciclar lo mismo que San Francisco, de quien se dice que recicla el 60% de sus RSU?**

R: Es fácil hacer malabarismos con el % de las tasas de reciclaje, pero la evidencia real de una buena gestión de los desechos está dada por la cantidad de toneladas de

RSM que una ciudad arroja a vertederos. La página web oficial de SF, SFgov.org, informa que SF genera 4.000 toneladas de RSU por día, de las cuales el 60% se deposita en vertederos. Por lo tanto, los ciudadanos de San Francisco (con una población de 760,000 habitantes) tienen un relleno de 0.96 toneladas per cápita que es ligeramente más alto que el promedio de California de 0.9 toneladas y casi lo mismo que en Nueva York. Los destinos turísticos generalmente generan más RSU per cápita.

**P: Los datos de EPA muestran que las instalaciones de WTE tienen muy bajas emisiones de dioxinas (un total de menos de 10 gramos de TEQ o 1% del total de los EE. UU.). Sin embargo, me dijeron que si los WTE se probaban con más frecuencia que una vez al año, los resultados serían más altos.**

R: La formación y las emisiones de dioxinas no están relacionadas con la alimentación de RSU sino con el funcionamiento del sistema de control de la contaminación atmosférica (APC) de la instalación. Probar el APC una vez al año (tres pruebas durante un período de dieciocho horas) para las dioxinas es adecuado, de manera similar a la prueba anual de emisiones de automóviles requerida por Nueva York y otros estados.

**P: ¿No es cierto que las dioxinas son una sustancia tóxica y, por lo tanto, cualquier cantidad emitida, por pequeña que sea, es mala?**

R: Algunas dioxinas son tóxicas (la EPA ha determinado que 50 gramos de dioxinas totales medidas equivalen a 1 gramo de dioxinas tóxicas, 1 gramo de EQT). Sin embargo, las dioxinas existen en la naturaleza como resultado de actividades humanas (biomasa, carbón y combustión de MSW, producción de metales, etc.) y naturales (incendios forestales, volcanes). Hace quince años, la EPA informó emisiones de dioxinas de 12,000 gramos de EQT. Como resultado de la implementación de las tecnologías de control máximas alcanzables (MACT) de la EPA, las emisiones de EE. UU. Han disminuido a 1.200 gramos de EQT (12

gramos de WTE, 60 gramos para las centrales eléctricas de carbón, 500 de "quemado de patio trasero") "). Cabe señalar que incluso cuando las emisiones de dioxinas eran diez veces más altas que ahora, no ha habido una sola evidencia registrada de una persona enferma o muriendo por envenenamiento por dioxinas en los Estados Unidos. Aparte de la sustancia química industrial Seveso (Italia) accidente y las acusaciones sobre el uso del Agente Naranja en la guerra de Vietnam, el único caso reportado de envenenamiento por dioxinas fue recientemente cuando se mezcló una cantidad indeterminada de dioxinas en la comida del Sr. Yushchenko, el actual Presidente de Ucrania. Ha sobrevivido a esto ataque.

**P: ¿No es WTE un método de eliminación más costoso que el vertido en vertederos? ¿Por qué gastar este dinero?**

R: El relleno sanitario es más económico, excepto en casos como la ciudad de Nueva York, donde los MSW deben ser trasladados a largas distancias. Por ejemplo, en el caso de Nueva York, la tarifa de vertedero es de aproximadamente \$ 30, pero el transporte en camión cuesta \$ 70 adicionales. Sin embargo, cuando se incluyen los costos ambientales "externos", WTE es menos costoso en todos los casos. Por un lado, el uso cada vez mayor de la tierra para el vertido no es sostenible. En el caso del relleno sanitario de Freshkills de la ciudad de Nueva York, se perdieron alrededor de 3.500 acres de terreno debido a los vertederos durante un período de cincuenta años. La carga ahora se ha trasladado a Pensilvania y otros estados, pero a esto se ha agregado el costo ambiental del transporte de camiones de RSU de Nueva York a la Autoridad Palestina.

**P: ¿Cuál es la ventaja de los gases de efecto invernadero (GEI) al enviar una tonelada de RSU a un WTE en lugar de enviarlos a un vertedero?**

R: En comparación con los vertederos que no recuperan ningún GRS (es decir, el 80% de los vertederos mundiales), la ventaja de WTE sobre el vertido, incluida la reducción de GEI y la generación de electricidad es de una tonelada de CO<sub>2</sub> / tonelada MSW. Comparando con los vertederos que practican la recuperación de biogás y así recuperar el 50% de biogás, reduce la ventaja de WTE a alrededor de 0,5 toneladas de CO<sub>2</sub> /tonelada.