

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua

A la Libertad por la Universidad !!



FACULTATIVA

Residuos Sólidos y Líquidos Urbanos Municipales. Ejemplo de Caso: Teustepe (Boaco, Nicaragua)

Dr. Ingeniero Tupak Obando R., Geólogo
Doctorado en Geología y Gestión Ambiental
Celular: 84402511
Website: <http://blogs.monografias.com/>

Managua, Mayo -2010

INTRODUCCIÓN

En su sentido más amplio, el término *residuos sólidos* incluye todos los materiales sólidos desechados de actividades municipales, industriales o agrícolas. Sin embargo, para la exposición que sigue, se entenderá por residuos sólidos sólo aquellos que son responsabilidad de un municipio y que usualmente son recolectados por él. Las áreas residenciales y comerciales, junto con ciertas operaciones industriales, son las fuentes de estos residuos municipales “no peligrosos”.

La caracterización de los residuos o desechos sólidos municipales es difícil a causa de la diversidad de sus componentes, muchos de los cuales no se deberían “desperdiciar”. Los objetivos de la administración de los residuos sólidos son controlar, recolectar, procesar, utilizar y eliminar los residuos sólidos de la manera más económica congruente con la protección de la salud pública y los deseos a quienes el sistema da servicio.

Para este fin, en 1989 la Environmental Protection Agency (EPA; Agencia de protección al ambiente) de EUA adoptó una jerarquía de prácticas de administración de residuos, las cuales estaban destinadas a utilizarse como una guía por las comunidades durante la elaboración de planes de administración de residuos (U.S. EPA, 1989). Los cuatro elementos de la jerarquía, en orden de preferencia, son los siguientes:

1. Reducción en la fuente (incluye volver a utilizar los productos y llevar a cabo la formación casera de la conversión en abono [o estercolar la tierra con residuos de traspatio]).
2. Reciclaje de materiales
3. Combustión (de preferencia con recuperación de energía)
4. Rellenos de tierras

CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

¿Qué son los residuos sólidos?

En términos generales, los *residuos sólidos* se definen como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque ya no se van a utilizar. En el caso de los residuos sólidos municipales se aplican términos más específicos a los residuos de alimentos putrescibles (biodegradables), llamados *basura*, y a los residuos sólidos no putrescibles, los cuales se designan simplemente como *desechos*. Los desechos incluyen diversos materiales, que pueden ser combustibles (papel, plástico, textiles, etc.) o no combustibles (vidrio, metal, mampostería, etc.). La mayor parte de estos residuos se desechan con regularidad desde localidades específicas. Existen residuos, en ocasiones llamados *especiales*, como el cascajo de las construcciones, las hojas de los árboles y la basura callejera, los automóviles abandonados y también los aparatos viejos, que se recolectan a intervalos esporádicos en diferentes lugares.

En los componentes de los residuos municipales que hemos descrito no se incluyen muchos otros sólidos que no constituyen normalmente una responsabilidad municipal. Cosas tales como cenizas de plantas generadoras de electricidad alimentadas con carbón, lodos de plantas para el tratamiento de aguas municipales, residuos de predios de crianza de animales, desechos de minas y otros residuos sólidos industriales pertenecen a esta categoría y requieren arreglos por separado para su eliminación. Según Tchobanoglous *et al.* (1977), la porción municipal de los residuos sólidos totales generados representa sólo el 5%, pero es objeto de la máxima atención en virtud del efecto que su eliminación incorrecta puede tener en la salud pública y en el abasto de aguas tanto superficiales como subterráneas.

VERTEDERO MUNICIPAL DE TEUSTEPE (BOACO, NICARAGUA)



ENCONTRAMOS:

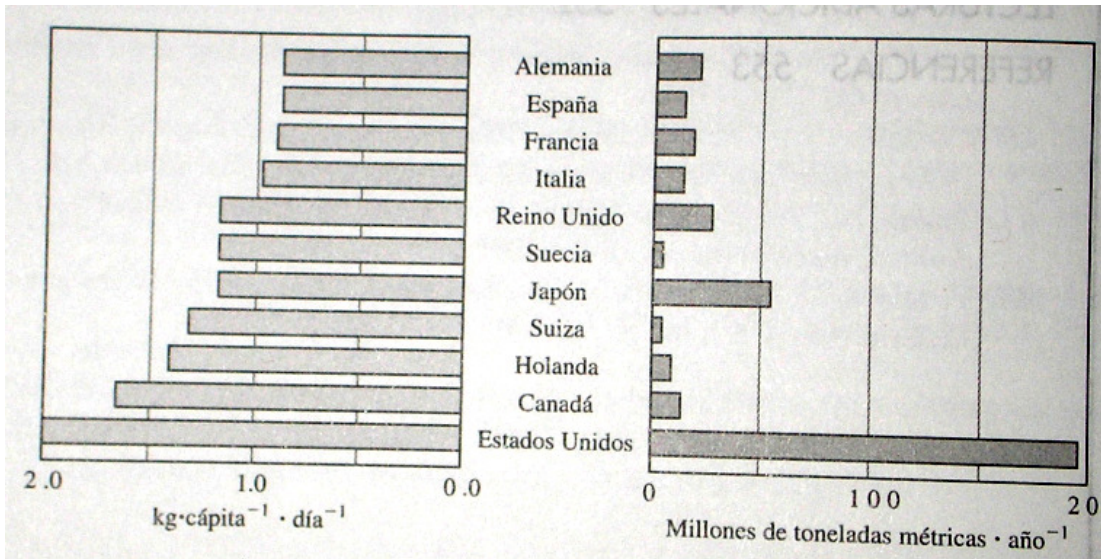
- VIDRIO
- PLÁSTICOS
- PAPEL
- METAL,
- NEUMÁTICOS, ENTRE OTROS

Fotos T. Obando, Junio 2010

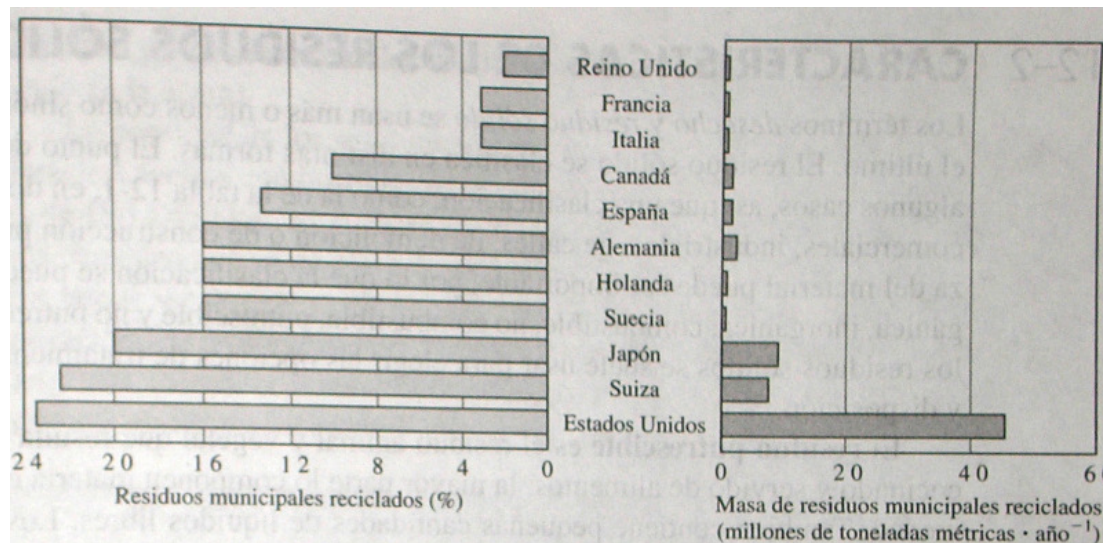
FUENTES DE RESIDUOS SÓLIDOS EN UNA COMUNIDAD

Fuente	Instalaciones, actividades o lugares típicos donde se generan los residuos	Tipos de residuos sólidos
Residencial	Habitaciones separadas unifamiliares y multifamiliares, departamentos de altura baja, mediana y alta, etcétera.	Residuos de alimento, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, recortes de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas, residuos especiales (incluyendo artículos voluminosos, aparatos electrónicos, línea blanca, desechos de jardín recolectados por separado, baterías, aceite y neumáticos), residuos domésticos peligrosos.
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, moteles, imprentas, gasolineras, talleres automotrices, etcétera.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de madera, vidrio, metales, residuos especiales veáse residuos peligrosos, etcétera.
Institucional	Escuelas, hospitales, prisiones, centros gubernamentales.	Como en comercial, antes.
Construcción y demolición	Nuevos sitios de construcción, reparación/renovación de caminos, demolición de construcciones, pavimento roto.	Madera, acero, concreto, tierra, etcétera.
Servicios municipales (excepto instalaciones de tratamiento)	Limpieza de calles, camellones, limpieza de atarjeas, parques y playas, otras áreas recreativas.	Residuos especiales, basura, basura de las calles, recortes de camellones y árboles, basura de atarjeas, residuos generales de parques, playas y áreas recreativas.
Sitios de planta de tratamiento; incineradores municipales	Procesos de tratamiento de agua, agua residual e industrial, etcétera.	Tratamiento de residuos de fábricas, principalmente formados por lodos residuales.
Residuos sólidos municipales ^a	Todas las anteriores.	Todos los anteriores.
Industrial	Construcción, fabricación, manufactura ligera y pesada, refineries, plantas químicas, centrales eléctricas, demolición, etcétera.	Residuos de procesos industriales, etc. Residuos no industriales incluyendo alimentos, basura, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales, residuos peligrosos.
Agrícola	Cosechas en campo y en surco, huertas, viñedos, avícolas, ganado, granjas, etcétera.	Residuos alimenticios echados a perder, residuos agrícolas, basura, residuos peligrosos.

^aEl término *residuos sólidos municipales (RSM)* incluye todos los residuos generados en una comunidad, excepto los derivados de los procesos industriales y de los residuos sólidos agrícolas.

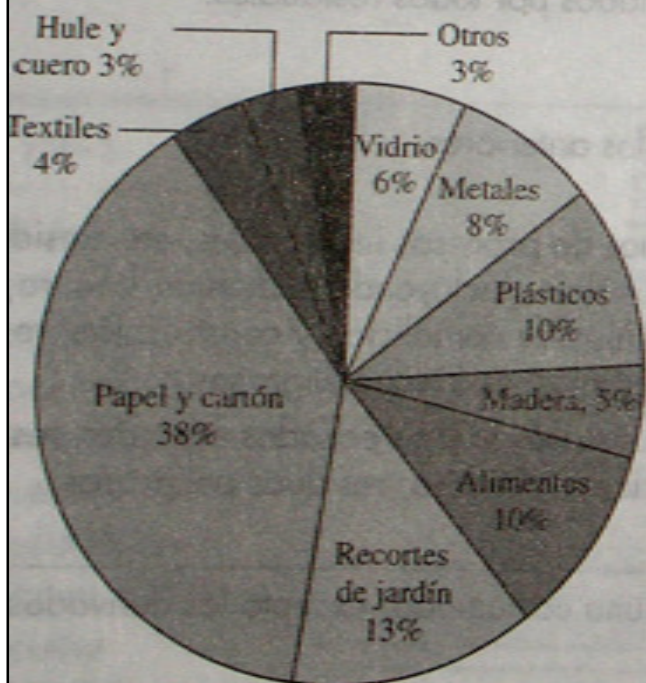


Variabilidad de las masas de residuos sólidos municipales generados por algunos países. (Fuente: *Characterization of Municipal Solid Waste in the United States: 1999 Update, Executive Summary*. EPA 530-julio de 1999.)

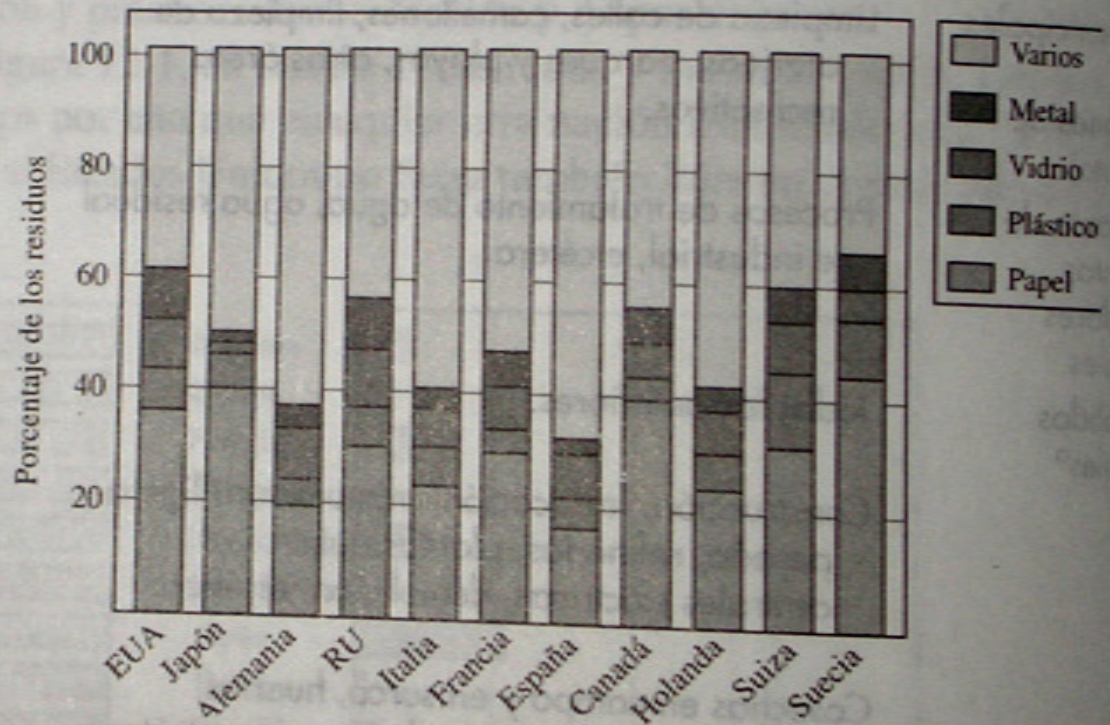


Variabilidad de las pautas de reciclaje de residuos sólidos municipales en algunos países. (Fuente: *Characterization of Municipal Solid Waste in the United States: 1999 Update, Executive Summary*. EPA 530-julio de 1999.)

Composición normal de los residuos sólidos municipales. "Otros" incluye residuos inorgánicos diversos y electrolitos de orina y heces en pañales desechables. (Fuente: *Characterization of Municipal Solid Waste in the United States: 1999 Update, Executive Summary*. EPA 530-julio de 1999.)



Composición variable de los residuos sólidos municipales en el mundo. (Fuente: *Characterization of Municipal Solid Waste in the United States: 1999 Update, Executive Summary*. EPA 530-julio de 1999.)



VERTEDERO MUNICIPAL DE TEUSTEPE (BOACO, NICARAGUA)



Fotos T. Obando, Junio
2010



ENCONTRAMOS:

- MONTÍCULOS DE TIERRA
- DESECHOS DE ÁRBOLES
- PLÁSTICOS
- ANIMALES MUERTOS
- DESECHOS LÍQUIDOS, ENTRE OTROS

CRITERIOS PARA LA ESCOGENCIA DE SITIO PARA VERTEDERO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Selección del sitio

La ubicación del sitio es quizá el obstáculo mayor que se debe superar en la realización de un relleno sanitario. La oposición de los ciudadanos de la localidad elimina muchos sitios potenciales. La elección de un lugar para un relleno sanitario requiere tener en cuenta las siguientes variables:

- Lugares restringidos, como humedales, llanuras de inundación y zonas de impacto sísmico.
- Oposición de la ciudadanía.
- Proximidad a carreteras principales.
- Límites de carga de carreteras y puentes.
- Limitaciones en pasos a desnivel.
- Pautas y congestión de tránsito.
- Ubicación del nivel freático y de acuíferos de abastecimiento.
- Condiciones y topografía del suelo.
- Disponibilidad de material de cubierta.
- Clima (por ejemplo, inundaciones, deslizamientos de lodo, nieve).
- Requisitos de zonificación.
- Áreas de amortiguamiento en torno al sitio (por ejemplo, árboles altos en el perímetro del sitio).
- Ubicación de construcciones históricas, especies amenazadas y factores ambientales similares.

Residuos sólidos de origen doméstico

Aquellos residuos generados por la actividad doméstica constituyen uno de los principales problemas ambientales de las grandes ciudades. La tasa diaria de generación de residuos sólidos urbanos (RSU) está en el rango 0,5-1,5 kg/habitante, dependiendo del nivel de desarrollo económico y del grado de urbanización. En general, a mayor nivel económico y mayor urbanización, se tiende a generar una mayor cantidad de RSU por habitante. La Tabla siguiente muestra los rangos de composición típica:

TABLA 4.1. Composición típica de los residuos sólidos urbanos.

Componentes	% En peso, base húmeda
Material orgánico	40-50
Papeles y cartones	15-22
Escorias, cenizas y lozas	4-6
Plásticos	10-15
Textiles	4-6
Metales	2-3
Vidrios	1-3
Otros	6-7

RESIDUOS LÍQUIDOS DE ORIGEN DOMÉSTICOS

Tal como se muestra en la Tabla 4.3, los residuos líquidos derivados de la actividad doméstica están constituidos principalmente por las aguas generadas por las actividades de lavado (ropa, utensilios, alimentos, personas) y las aguas sanitarias (fecales). La tasa de generación diaria de residuos líquidos domésticos está en el rango 0,1-0,4 (m³/persona).

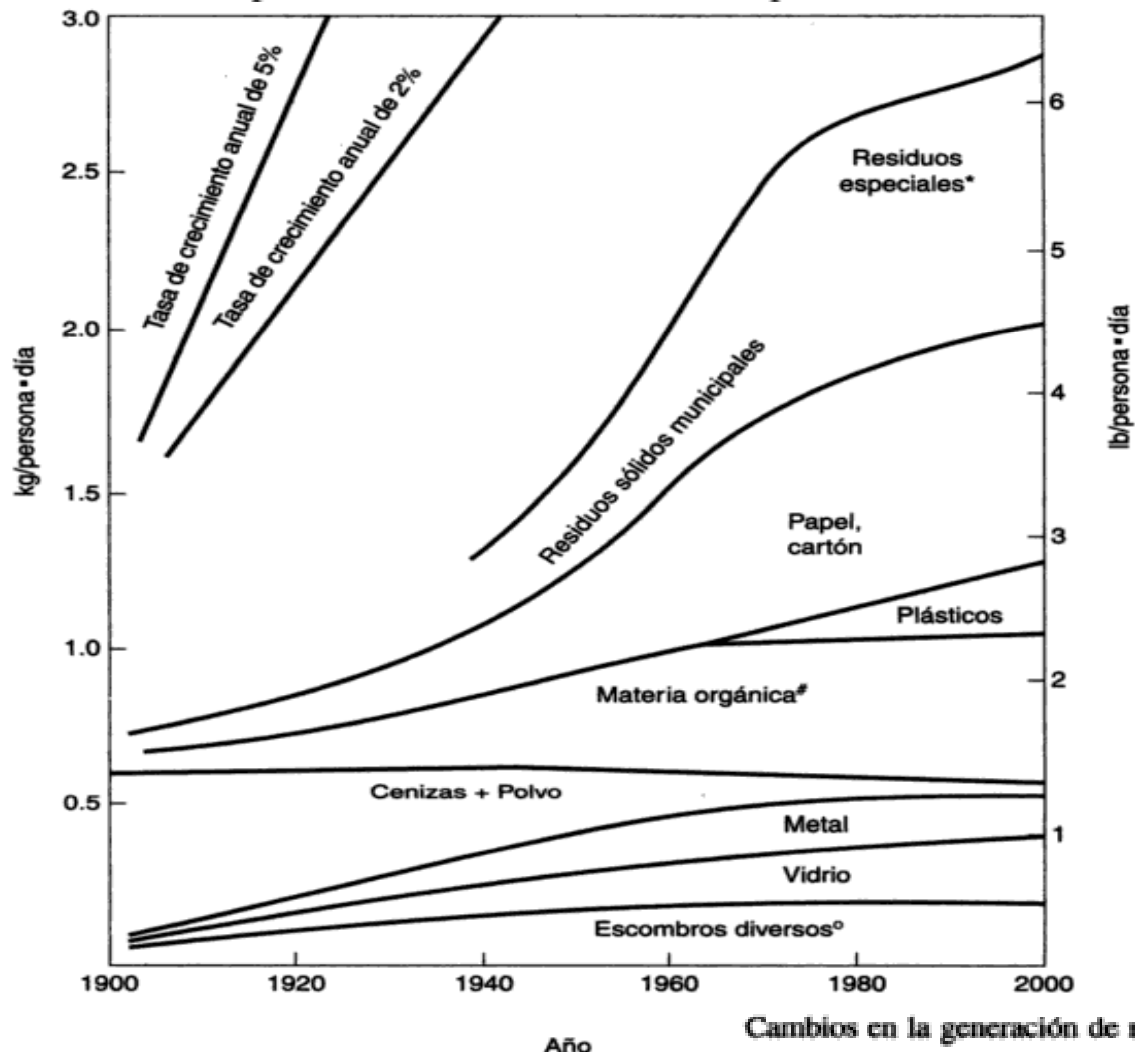
TABLA 4.3. Composición de aguas residuales domésticas.

Composición	Concentración (kg/m ³)	Tasa de generación típica (g/hab/día)
DBO ₅	0,10-0,40	18-50
DQO	0,25-1,00	40-115
Sólidos suspendidos	0,10-0,35	18-50
Nitrógeno total	0,02-0,08	5-13
Fósforo	0,01-0,02	0,4-2
Grasas	0,05-0,15	10-25
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	10 ⁶ -10 ⁹	—

Cambios en los residuos sólidos municipales

Hasta finales de la década de 1940, el grueso de los residuos sólidos municipales consistía en cenizas de hornos quemadores de carbón y residuos de alimentos. Los pocos materiales usados, como metales y trapos, que eran recuperables, se recolectaban de manera informal por los pepenadores. Con el desplazamiento de la floreciente población de los años cincuenta a las ciudades, la densidad de la población urbana aumentó, creció la popularidad de la calefacción con petróleo y gas natural, y la sociedad se hizo cada vez más industrializada. Las dos causas radicales de la creciente urgencia de los problemas que plantean los residuos sólidos son la urbanización y la industrialización. La primera (la afluencia de personas a las áreas metropolitanas) afecta los hábitos de vida y en consecuencia las características de los residuos. Además, en virtud del mayor número de personas, las áreas que requieren recolección de residuos sólidos se han expandido y los predios destinados a la eliminación de los residuos están más lejos. La industrialización, debido a que genera productos de bajo costo y que ahorran trabajo, ha creado una sociedad “desechable”. Durante los años sesenta y setenta apareció una profusión de productos nuevos. En el caso de latas, botellas, recipientes de plástico, aparatos, neumáticos y muchos otros artículos se consideraba que era más económico tirarlos que reciclarlos. La recuperación de materiales se ha hecho más difícil en virtud del uso de numerosos materiales sintéticos, plásticos ligados y aleaciones no ferrosas. Los empaques de alimentos de preparación rápida, ferretería, artículos para el hogar y otras mercancías ha creado un enorme conjunto de materiales fáciles de desechar. Los residuos sólidos aumentaron de manera significativa en cuanto a cantidad y complejidad con el advenimiento de la sociedad “desechable” y el crecimiento de la industria de alimentos empacados

En la actualidad se generan más residuos de alimentos en las plantas procesadoras que en los hogares o granjas. Aunque éstos son un problema a causa de su gran volumen, alta concentración, índole estacional y ubicación rural, el cambio ha hecho posible un mejor control a través de un enfoque de eliminación de desechos que abarca toda la industria y cuyos costos cubren los usuarios de los productos. El crecimiento de la industria procesadora de alimentos no parece haber modificado la cantidad de residuos de alimentos que generan los residentes urbanos, pero el aumento en los empaques asociado con los alimentos de preparación rápida es sin duda una parte de la razón de la creciente producción de residuos per cápita.



Cambios en la generación de residuos sólidos en Estados Unidos desde 1900.

Protección de la salud pública y del ambiente

En condiciones de calor y humedad los residuos orgánicos se convierten en lugares ideales para la multiplicación de organismos causantes de enfermedades. Los organismos patógenos, aun si están ausentes al principio, tienen fácil acceso a los residuos por intermedio de vectores. En el caso de los residuos sólidos los vectores (portadores) usuales para la transmisión de enfermedades (agua, aire y alimentos) no son importantes; las moscas, los roedores y los mosquitos son los vectores primarios. Las enfermedades principales que son motivo de preocupación y que se asocian con las moscas y mosquitos son gastroenteritis, disentería, hepatitis y encefalitis (Pfeffer, 1992). Wilson (1977) ha sugerido las siguientes medidas para reducir los peligros para la salud relacionados con animales:

- Uso de recipientes bien cerrados para los residuos orgánicos
- Compactación de los residuos hasta al menos 600 kg/m^3 ($1,000 \text{ lb/yd}^3$) para reducir los lugares que favorecen la reproducción de insectos y el acceso de roedores
- Procesamiento antes de 2 días (las larvas de mosca eclosionan en unos pocos días)
- Desmenuzamiento de los residuos para favorecer la descomposición aerobia, la cual es un proceso productor de calor y por tanto poco atractivo para insectos y bichos

La generación de organismos nocivos y su transmisión no es la única preocupación relacionada con la salud. Muchos materiales potencialmente peligrosos, como recipientes de disolventes y plaguicidas, residuos médicos y partículas de asbesto, aunque están prohibidos, pueden estar presentes en los residuos cuando éstos se recolectan. La contaminación del aire que causan las partículas y los contaminantes gaseosos de predios destinados a rellenos de tierras e incineradores municipales es otro problema ambiental relacionado con la eliminación de residuos sólidos.

El entierro de residuos sólidos o de los restos de su incineración puede poner en peligro la calidad de las fuentes de aguas subterráneas o superficiales. Son necesarios diseños apropia-

VERTEDERO MUNICIPAL DE TEUSTEPE (BOACO, NICARAGUA)



**DAÑOS AMBIENTALES,
ECOLÓGICOS Y SOBRE
TODO A LA SALUD
PÚBLICA LOCAL.**

Fotos T. Obando, Junio 2010



OPORTUNIDADES FUTURAS

En todo Estados Unidos, Canadá y Europa hay una creciente tendencia hacia el reciclaje, la conversión en abono y, en menor medida, a la reducción de las fuentes. En la mayor parte de los casos la fuerza impulsora de estas tendencias es la falta de espacio para rellenos y la consecuente legislación sobre desviación de residuos. Un estudio de las prácticas de administración de residuos sólidos en 15 estados de EUA puso de manifiesto que cada uno de ellos había aprobado reglamentos de reciclaje, y la mayoría fomentaban la conversión en abono y la reducción de las fuentes (Ham, 1992). Además de estos nuevos enfoques hacia la administración de residuos, surgirán oportunidades para mejorar las prácticas más antiguas, de los sistemas de recolección a la incineración y a la eliminación final. La administración de residuos, para que sea eficaz, debe integrar todos estos aspectos de un sistema de residuos sólidos para el máximo beneficio de aquéllos a quienes el sistema sirve. Todos los componentes están interrelacionados y un cambio en uno puede afectar a todos los demás. En consecuencia, ninguna actividad se puede examinar en forma aislada.

Legislación

El control de los residuos sólidos debe comenzar desde la manufactura y la mercadotecnia, mucho antes de que los productos lleguen al consumidor. Esto requiere una legislación eficaz y la cooperación de la industria. El diseño del producto, su empaque y los hábitos de consumo del consumidor son áreas donde son posibles mejoras significativas en la reducción de los residuos si se cuenta con la voluntad política y corporativa para apoyar estas medidas. La estandarización de las botellas de cerveza y de vino, y la prohibición de recipientes de bebidas desechables son ejemplos del tipo de legislación que se puede aplicar para conservar los recursos y liberar al municipio de la carga que significa ocuparse de estos artículos desechados.

Recolección

Para la mayor parte de los municipios es probable que continúen las prácticas actuales de recolección con camiones empacadores y equipos de dos o tres personas. No obstante, en circunstancias especiales son posibles enfoques más novedosos e innovadores. Algunos de ellos son los siguientes:

- Los vehículos de recolección de una sola persona que automáticamente recogen, descargan y devuelven recipientes son eficientes en condiciones ideales. Sin embargo, los autos estacionados, los árboles bajos y los recipientes de tamaño no uniforme crean problemas (Stone, 1977).
- Los sistemas neumáticos de recolección de residuos sólidos con tubos de 450 mm de diámetro mínimo son comunes para el transporte a distancias cortas desde hospitales, grandes complejos de apartamentos y fuentes similares (Stone, 1977). Estos sistemas se utilizan de manera ocasional para distancias más largas, hasta unos 3 km. Esta clase de sistemas han funcionado con éxito en Suecia y Japón, y también en Disney World en Florida desde finales de la década de 1960, y podrían tener aplicaciones de tipo municipal en Estados Unidos y Canadá (Zandi, 1977).
- Las tuberías para suspensiones líquidas tienen potencial para el transporte de residuos sólidos a distancias más grandes que los sistemas neumáticos. Los tubos podrían conectarse directamente a los edificios o complementar un sistema neumático (Zandi, 1977). En uno u otro caso, los residuos se deben moler y mezclar con agua antes de descargarse a la tubería. Los altos costos iniciales del sistema y de la molienda de los sólidos han desalentado su uso. Sin embargo, el surgimiento de bombas de molino de bajo costo para sistemas de recolección de aguas residuales puede alentar el uso de sistemas más sencillos para los residuos sólidos. Parece ser que un sistema común para el manejo tanto de residuos sólidos como de aguas residuales también tiene potencial.

Incineración

Las perspectivas futuras de la incineración como componente de un plan integral de administración de residuos sólidos dependerá en gran medida de las actitudes del público y de las acciones de los encargados de elaborar las políticas nacionales. En países europeos como Suiza y Dinamarca, las políticas nacionales que promueven la incineración (para residuos que no se convierten en abono ni se reciclan) han dado como resultado que la combustión sea la forma predominante de manejo de los residuos. En Estados Unidos la legislación sobre desviación de residuos aprobada en muchos estados ha enfocado los esfuerzos en el reciclado y la conversión en abono. La disminución del relleno sanitario (o entierro de residuos) en efecto ha reducido la presión para construir incineradores. Otros factores, identificados por Ham (1992), que han limitado el crecimiento de la incineración en la administración de residuos sólidos son:

- Los costos y los problemas técnicos asociados con la satisfacción de los estrictos estándares para emisiones de contaminantes del aire en continuo cambio
- El manejo y eliminación de los residuos de la combustión, los cuales se consideran como peligrosos en algunos estados
- La preocupación pública respecto a la contaminación del aire
- El temor de invertir en unidades de largo plazo y que demandan mucho capital a causa de las fluctuantes prioridades en la administración de los residuos sólidos

Existe una creciente tendencia para producir material más limpio para la incineración o la conversión en abono, y por tanto ceniza o abono residuales más limpios. A medida que los controles para la contaminación del aire para los incineradores y los reglamentos que gobiernan el uso de abono se hagan más estrictos, se harán esfuerzos aún mayores para mejorar la materia prima.

Los rellenos de tierras

El relleno de tierras es el elemento común de todos los métodos de eliminación, pues se aplica a los residuos sólidos tal como se recolectan o a lo que queda de ellos después del procesamiento. Para las regiones donde el costo es el factor determinante para la eliminación de residuos sólidos, el entierro de residuos no procesados continuará como método predominante. Incluso en países muy desarrollados en donde la incineración es común y los terrenos escasean, existen predios potenciales para relleno sanitario. En el Reino Unido, por ejemplo, el 25% del espacio que dejan las operaciones mineras de superficie en un año podría dar cabida a todos los residuos residenciales y comerciales, con el 75% restante disponible para residuos industriales inertes y cascajo de la industria para la construcción (Holmes, 1981).

Aunque es mucho lo que hemos aprendido acerca de los rellenos de tierras desde los tiempos del tiradero al aire libre, quedan todavía muchas preguntas sin responder; por ejemplo:

- ¿En qué condiciones se debe proyectar un relleno sanitario para mantenerse seco, y cuándo sería provechosa la adición (o recirculación) de líquido?
- ¿Cuáles son las consecuencias de la eliminación conjunta de residuos sólidos municipales y lodos de aguas negras o residuos industriales?
- ¿Cuándo se deben proyectar los rellenos con una contención completa, y cuándo considerar la atenuación por suelos y la migración de lixiviados?
- ¿Qué circunstancias deben existir para que sea práctica la recuperación de gas de los rellenos? (En Italia, la recuperación de gas que proviene de los rellenos sanitarios es obligatoria por ley.)

Es necesario dar respuesta a éstas y a muchas otras preguntas para que el diseño de los futuros rellenos tenga una base racional. Las soluciones estarán influidas por las características del predio y el clima, desde luego, pero también por los tipos de procesamiento, recolección y control de las fuentes que anteceden al entierro de residuos y por el tamaño del área a la cual se da servicio. El control de estos últimos factores dependientes de los sistemas (entre otros) es la función de la administración de residuos. Las pautas para ésta se establecen en un plan administrativo de residuos elaborado en armonía con los objetivos de la autoridad local, regional o nacional involucrada. Estos objetivos, y su orden de prioridad, varían de una localidad a otra. En una región, la protección del abasto de aguas subterráneas podría ser el requisito principal, mientras que en otra predominará el uso mínimo de rellenos o la recuperación máxima de energía. Si los objetivos se establecen con claridad por medio de un plan integral, es más probable que las decisiones de tipo político y las que tomen los administradores estén en armonía y sean por tanto más aceptables para el público.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN