



## RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y MEDIO AMBIENTE EN LIMA

Marilú Luque Luque

*Pontificia Universidad Católica del Perú  
Departamento de Ciencias, Sección Química  
Apartado 1761, Lima Perú*

### INTRODUCCIÓN

Un residuo es cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de disposiciones en vigor. Se entiende generalmente por residuos urbanos aquellos producidos por cualquier actividad en los núcleos de población o en sus zonas de influencia. Esto implica que los residuos sólidos urbanos son algo más que los residuos generados a nivel domiciliario, ya que han de completar el conjunto de otras actividades generadoras del ámbito urbano [1].

## I. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

La gestión debe enfocarse a la prevención y reducción de riesgos, lo cual implica conocer las características de los productos químicos y de los desechos que los hacen potencialmente peligrosos, así como las condiciones en las que pueden ejercer sus efectos adversos, para desarrollar acciones de control. Implica también contar con sustitutos para reemplazar a los productos químicos peligrosos cuyos beneficios sean importantes y cambiar los procesos de producción y las pautas de consumo, con el fin de minimizar la generación de desechos y promover al máximo el reuso y el reciclamiento de materiales.

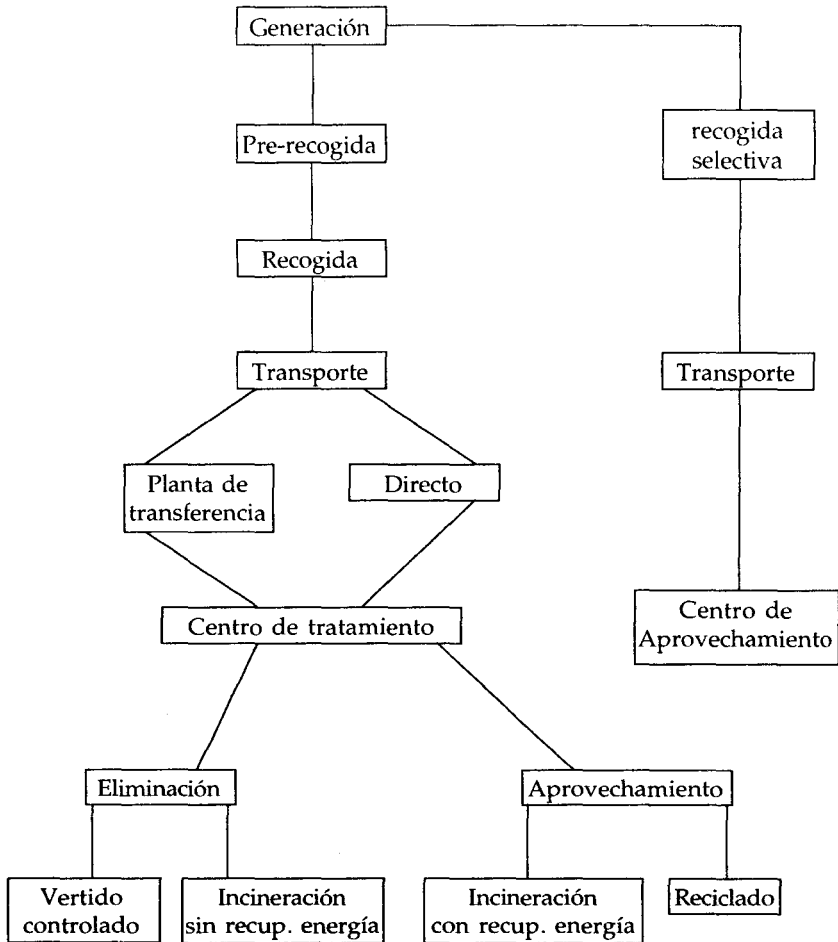
La gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) es el conjunto de actividades encargadas de darles el destino más adecuado de acuerdo con sus características, para proteger la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente. Comprende:

- I. las operaciones de recogida, almacenamiento, transporte, tratamiento y eliminación; y
- II. las operaciones de transformación necesarias para su reutilización, su recuperación o reciclaje.

La figura 1 muestra las etapas que comprende esta Gestión de RSU.

Para la pre-recogida, las municipalidades establecen Ordenanzas que contienen las prescripciones técnicas mínimas obligatorias para presentar los residuos en las condiciones higiénicas más idóneas, y en las horas y lugares previamente establecidos. Para tal efecto, es necesario el uso de bolsas y/o tachos adecuados e incluso el uso de contenedores para recibir un tipo de residuo (vidrio, latas, cartones y papeles, plásticos, etc.) y poder facilitar el reciclaje.

Se entiende por recogida y transporte al conjunto de operaciones de carga, transporte-descarga desde que los residuos son presentados hasta que son descargados, bien en los centros de tratamiento o en las plantas de transferencia. Se establecen servicios especiales para la retirada de escombros, muebles y enseres viejos, vehículos abandonados, residuos de clínicas y hospitales, limpieza de calles y jardines, etc.



*Figura 1: Gestión de los RSU*

Las exigencias económicas y medioambientales hacen que, a veces, sea necesario transportar los residuos a grandes distancias para su tratamiento y/o eliminación. Esta circunstancia hace que los vehículos convencionales de recogida no puedan realizar este servicio pues, al ser muy especializados y caros y estar servidos por dos o más operarios,

deben utilizarse de forma óptima reduciendo al máximo los tiempos improductivos. Los camiones de recogida, después de realizar el itinerario programado y con la caja compactadora llena, se vacían en instalaciones que disponen de equipos de almacenamiento y transporte con capacidad suficiente para trasladar grandes volúmenes de residuos a mayores distancia. Estas instalaciones donde se produce la ruptura de la operación recogida-transporte se denominan Plantas de Transferencia. En general, se estima necesaria su implantación cuando la distancia de transporte al centro de tratamiento es superior a los 15-20 Km [1].

La etapa de tratamiento está constituida por el conjunto de operaciones encaminadas a la eliminación o al aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos. Los sistemas más utilizados actualmente son:

- El Vertido Controlado o Relleno Sanitario.
- La Incineración.
- El Compostaje.
- El Reciclado.

## **II. TRATAMIENTOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

### ***Rellenos sanitarios (vertido controlado)***

Se extiende los residuos en capas de poco espesor sobre el terreno y se compacta para reducir su volumen. Se cubre con materiales adecuados para minimizar los riesgos de contaminación ambiental y para favorecer la transformación biológica de los materiales fermentables.

Los métodos de vertido en el relleno sanitario son tres:

- En trinchera o zanja  
Este método es idóneo para zonas donde el nivel freático no se encuentra cerca de la superficie. Consiste en excavar en el suelo una zanja y los residuos se vierten dentro de ella, se extienden, se compactan y se cubren con el propio material excavado.
- En superficie o área  
Se utiliza cuando el nivel freático es muy alto o las características

de los materiales del suelo, por ejemplo roca no descompuesta, hacen muy costosa la excavación. Los residuos se descargan sobre el terreno, se extienden, se compactan y se cubren con material que hay que extraer y transportar de zonas adyacentes. Los costos por el material de recubrimiento pueden ser elevados.

- En vaguada o depresión  
Es una combinación de los otros dos. El vertido se realiza en vaguadas, barrancos, canteras abandonadas, etc.

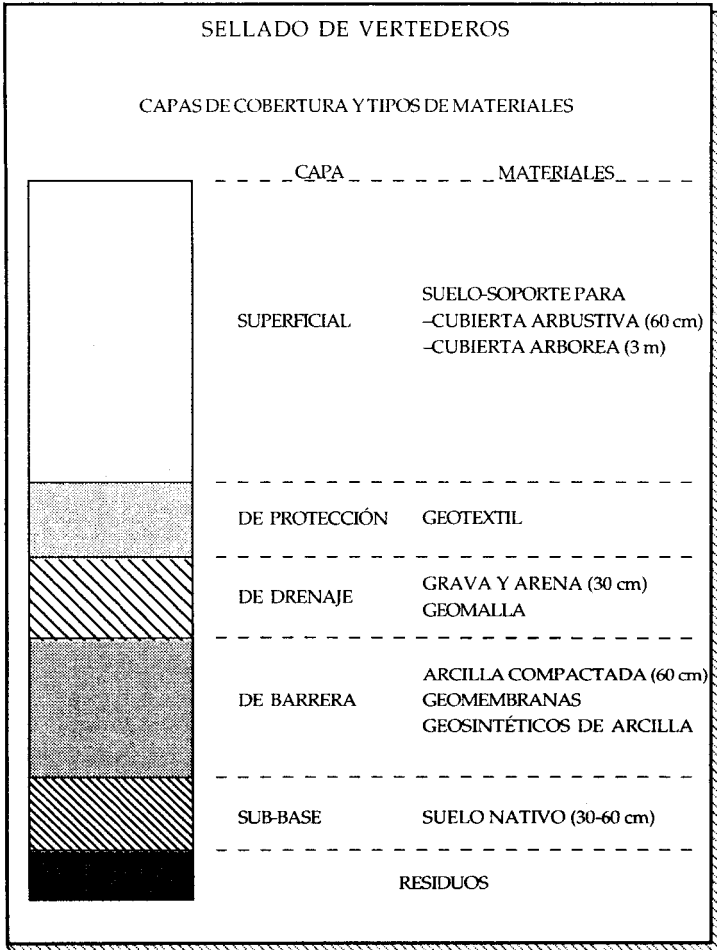
El sistema de tratamiento y explotación del relleno sanitario se realiza siguiendo alguna de las siguientes medidas:

- Compactación de baja densidad, con cobertura donde la baja densidad no retrasa la fermentación anaerobia, por lo que se generan gases hidrocarbonados que salen al exterior produciendo malos olores, o se quedan en la masa de residuos formando bolsas que en el futuro pueden producir socavones y explosiones.
- Compactación de media densidad, con cobertura para conseguir densidades del orden de  $800 \text{ Kg/m}^3$ . Es necesario cubrir los residuos con cierta frecuencia para atenuar los malos olores y la presencia de insectos y roedores, así como para controlar los lixiviados y los problemas de las filtraciones de las lluvias.
- Compactación de alta densidad sin cobertura, la cual consiste en provocar una trituración y una compactación simultáneas que permitan, al mismo tiempo los beneficios de una fermentación aerobia con elevación de temperatura (que elimina los gérmenes patógenos) y eliminación de olores y una compactación de alta densidad de unos  $1000$  a  $1200 \text{ Kg/m}^3$ , (lo que impide la formación de bolsas de gas). No es necesario cubrir con tierra.
- Compactación en balas de alta densidad, donde los residuos se descargan en una prensa de alta compactación para producir unas balas en forma de paralelepípedo de dimensiones constantes. Estas balas se trasladan al área de relleno y se colocan de forma ordenada. Las aguas de lluvia no penetran en la masa de residuos con lo que la carga de lixiviados es muy débil.

Las instalaciones mínimas de un vertedero de RSU son las siguientes [1]:

- \* área de vertido acondicionada para impedir la contaminación del suelo, de las aguas subterráneas o de las aguas superficiales. La protección del suelo y de las aguas subterráneas deberá conseguirse mediante la combinación de una barrera geológica y un revestimiento.
- \* sistema de drenaje interno para la captación de las aguas que circulan a través de los residuos.
- \* sistemas de drenaje externo para el desvío de las aguas de escorrentía.
- \* depósito para la recogida y tratamiento de lixiviados y aguas contaminadas.
- \* sistema adecuado para controlar la acumulación y propagación de los gases producidos por la fermentación de la materia orgánica. Dependiendo del volumen de gases producidos se puede pensar en su aprovechamiento energético.
- \* viales de servicio capaces de soportar el tráfico diario de los camiones que transportan los residuos.
- \* báculos de luz, a lo largo de los viales de servicio y en el área de vertido y de servicios, para asegurar una buena iluminación en el caso de que las instalaciones tengan que funcionar después de la puesta del sol.
- \* cierre perimetral de la finca y creación de una pantalla vegetal que reduzca el impacto visual de las instalaciones.
- \* área de servicios como garaje y taller de maquinaria, depósito de agua, edificio de administración con red de saneamiento, agua, luz y teléfono, aparcamiento, etc.

Cuando un relleno sanitario o vertedero ha completado su capacidad para recibir residuos, es necesario acondicionar el espacio que ocupa para darle el uso final que se haya previsto en la fase de planificación. Esto es, zona verde, establecimiento de cultivos agrícolas, espacio de ocio (campo de deportes, parque público, área acampada), acondicionamiento paisajístico y reforestación, etc. Para permitir que los residuos de la última capa puedan fermentar, se espera al menos un año para realizar el sellado de un vertedero y su posterior recuperación para el uso previsto en el plan de clausura. El sellado de un vertedero se conforma por una serie de capas (Figura 2), cada una de las cuales tiene una función especial.



*Figura 2: Capas de cobertura de un relleno sanitario*

La capa sub-base es colocada sobre la última capa de residuos, se forma con suelo nativo compactado y se utiliza para perfilar la superficie del vertedero. Puede tener 30 a 60 cm. de espesor.

La capa de barreras sirve para evitar que las aguas de lluvia sigan llegando a la masa de residuos y que los gases del vertedero puedan salir al exterior. Se solía extender una capa de arcilla compactada de unos 30a 60 cm de espesor. Debido a que la arcilla compactada puede agrietarse y que, además, no restringe en forma definitiva el movimiento del gas de un vertedero, es más recomendable el uso de una o varias geomembranas o de recubrimientos geosintéticos de arcilla.

La capa de drenaje, formada por unos 30 cm de grava y arena, tiene la función de transportar fuera de la capa barrera las aguas de lluvia que se filtran a través del material de cubrición. Esta capa puede sustituirse por una geomalla.

La capa de protección está formada por un geotextil que se instala sobre la capa de drenaje para evitar que las raíces de las plantas que se desarrollen sobre la capa superficial puedan dañar las capas de drenaje y barrera.

La capa superficial constituye el “suelo soporte” sobre el que se instala la vegetación prevista en el plan de restauración.

Es necesario reconocer las diferencias entre un botadero y un relleno. Los rellenos sanitarios constituyen sofisticadas instalaciones en las que se compacta y cubre de tierra periódicamente los desechos, así como se canaliza los gases y líquidos en modo tal que éstos no contaminen el aire y el suelo bajo el relleno; son necesarios estudios de ingeniería y un cuidadoso monitoreo profesional. Por ello, los suelos son previamente tratados e impermeabilizados con espesas (y caras) capas de material plástico. Con todo, el inmenso volumen de basuras hace que estas carísimas instalaciones tengan una vida útil muy limitada. En el botadero, en cambio, las basuras se arrojan a cielo abierto, contaminando el aire y el subsuelo. La construcción y operación de un relleno sanitario son actividades especializadas y de alto costo. La ignorancia sobre esas características determina que el público en general y las autoridades no le presten atención, de manera tal que estas actividad transcurre en medio de grandes dificultades.



## *Incineración*

Es un proceso de combustión controlada que transforma la fracción orgánica de los residuos sólidos en materias inertes (cenizas) y gases. No es un sistema de eliminación total, pues genera cenizas, escoria y gases, pero produce una importante reducción de peso (75 al 85%) y volumen (80 al 90%) de los residuos originales, dependiendo del contenido de fracciones de combustibles e inertes.

Entre los factores que condicionan su implantación están el volumen de residuos a incinerar, el poder calorífico inferior (PCI) de los residuos, los costes de inversión y los gastos de explotación. El PCI es fundamental para decidir la incineración de los residuos. Un valor de 1000 Kcal/Kg es el límite mínimo para adoptar este sistema, ya que permite la combustión de los residuos en las grandes incineradoras sin necesidad de combustible adicional (1).

## *Compostaje*

Es un proceso de descomposición biológica, por vía aerobia y en condiciones controladas, de la materia orgánica contenida en los residuos. Las bacterias actuantes son termófilas, desarrollándose el proceso a temperaturas comprendidas entre 50 y 70 °C lo que produce la eliminación de los gérmenes patógenos y la inocuidad del producto.

El compostaje comprende tres fases:

- tratamiento mecánico : segregación y trituración,
- fermentación: parte más importante y delicada;
- maduración.

La fase de fermentación contempla los métodos de fermentación natural y fermentación acelerada. En la fermentación natural, se coloca el producto en hileras de longitud variable y con una sección transversal de 200 a 250 cm de altura por 450 cm de anchura en la base, el material fermentable se removerá periódicamente para permitir la fermentación aerobia. La fermentación natural dura unos tres meses. En la fermentación acelerada, el producto triturado se introduce en unos equipos especiales llamados digestores , se añade agua para conseguir

las condiciones óptimas (humedad adecuada) y se insufla aire para proporcionar el oxígeno necesario para la actuación de los microorganismos. Poseen accionamiento mecánico para el volteo de la fracción a fermentar y se debe controlar la relación carbono/nitrógeno, humedad, temperatura, pH y aireación. La fase de fermentación se reduce a 15 días con este último método.

### **Reciclado**

El reciclado es un proceso que tiene por objeto la recuperación, de forma directa o indirecta, de determinados componentes de los residuos sólidos urbanos. Puede efectuarse con una separación previa de los componentes presentes en la basura para su recuperación directa (recogida selectiva) o al someter las basuras brutas a un tratamiento mecánico global mediante técnicas de trituración, cribado, clasificación neumática, sistemas electromagnéticos, etc. para la separación de las fracciones ligeras, metales, vidrio, materia orgánica y cualesquiera otros elementos cuya recuperación pueda ser interesante.

La tabla 1 muestra las ventajas y desventajas de los distintos sistemas de tratamiento de los residuos sólidos urbanos.

*Tabla 1: Ventajas y desventajas de los Sistemas de Tratamiento de los RSU*

<b>Sistemas de Tratamiento</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>
<b>Relleno Sanitario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de fácil implantación.</li> <li>- Escaso impacto ambiental cuando su uso y gestión son correctos.</li> <li>- Posibilidad de utilización, una vez clausurado como campo de deportes, zona de jardines, lugar de acampada, etc.</li> <li>- Capacidad de absorber variaciones accidentales o estacionales de producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se necesitan grandes superficies de terreno con características geológicas e hidrológicas muy especiales.</li> <li>- Hay que alejarlos de núcleos de población con el consiguiente encarecimiento del transporte de los residuos.</li> <li>- No se pueden aprovechar los recursos contenidos en los residuos.</li> </ul>

<b>Sistemas de Tratamiento</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>
<b>Incineración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escasa utilización de terreno.</li> <li>- Posibilidad de implantación cerca del núcleo urbano.</li> <li>- Puede tratarse cualquier tipo de residuo si su poder calorífico es adecuado.</li> <li>- Posibilidad de recuperar energía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inversión alta para su implantación.</li> <li>- Costes operacionales elevados.</li> <li>- Problemas de contaminación atmosférica.</li> <li>- Escasa flexibilidad para adaptarse a variaciones estacionales de la generación de residuos.</li> <li>- Es necesario el aporte de energía exterior para su funcionamiento.</li> <li>- No supone un sistema de eliminación de residuos, por lo que se necesita un vertedero para los rechazos.</li> </ul>
<b>Compostaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se recupera la fracción orgánica de los residuos para su empleo en la agricultura.</li> <li>- Se obtiene un producto (compost) que es un buen generador orgánico de los suelos.</li> <li>- Se pueden recuperar otros materiales con un valor comercial que reducirá los costes de producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si el control del proceso no es correcto se pueden producir malos olores y la supervivencia de organismos patógenos.</li> <li>- Pueden aparecer metales pesados.</li> <li>- Las plantas no deben estar a más de 50 Km. Del potencial consumidor.</li> <li>- No existe una definición de lo que es un compost aceptable.</li> <li>- Hay que disponer de un vertedero para la eliminación de los rechazos.</li> </ul>
<b>Reciclado Instalación Industrial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reintroducción en el ciclo de consumo, de materiales con un cierto valor comercial</li> <li>- Reducción del volumen de residuos destinados al relleno.</li> <li>- La venta de los subproductos con un valor adecuado en el mercado, puede reducir los costos de tratamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fuertes inversiones para la implantación del sistema.</li> <li>- La producción de rechazos hace necesario el uso de un relleno complementario.</li> <li>- Algunas materias primas recuperadas contienen impurezas por lo que no son bien aceptadas en el mercado.</li> </ul>

### III. LOS RESIDUOS SOLIDOS Y EL MEDIO AMBIENTE

Toda la sociedad busca deshacerse de los residuos domiciliarios que a diario produce. El rápido crecimiento demográfico y la concentración de la población en los centros urbanos son algunos factores que han incrementado de manera alarmante el problema de los RSU. Lima Metropolitana, por ejemplo, no solamente es la ciudad más grande del país sino que absorbe a un tercio (29.3%) del total de habitantes del Perú, sin que haya otra ciudad que le pueda hacer contrapeso (2). Al problema del volumen se agrega otro, que le está indisolublemente ligado, el de la composición de los desechos. Cada vez más, lo que las personas dejan de usar está compuesto por productos que la naturaleza no puede descomponer por sí sola (biodegradar). Así, el empleo de materiales de rápido envejecimiento y el uso, cada vez más generalizado, de envases y embalajes fabricados con materiales no degradables contribuyen al problema de los RSU. La tabla 2 muestra algunos ejemplos del tiempo de degradación de algunos residuos que usualmente se desechan.

En cambio, en las sociedades rurales y en las ciudades pequeñas, el volumen de basura es tan pequeño y poco variado que puede ser fácilmente dispuesto cerca de los habitantes luego de haber sufrido una considerable disminución, ya que en el mundo rural todo desecho doméstico se aprovecha, sea para alimentar a los animales, abonar la tierra o para ser reutilizado de mil maneras una y otra vez.

*Tabla 2:* Tiempo de degradación biológica [2]

<b>Residuo</b>	<b>Tiempo de degradación</b>
Papel	3 meses
Fósforo	6 meses
Corazón de una manzana	6-12 meses
Colilla de cigarro	1-2 años
Chicle	5 años
Lata de gaseosa o cerveza	10 años
Encendedor descartable	100 años
Envase de plástico	más de 100 años
Vidrio	no se biodegrada nunca

Los desechos de la producción humana ya no pueden ser enterrados, puesto que la naturaleza no tiene capacidad de absorberlos y cada vez hay menos lugares libres para convertirlos en botaderos muertos. En los países desarrollados, se puede encontrar junto a cada relleno sanitario una población vecina que sufre por su cercanía. Y no necesariamente se trata de poblaciones de bajos ingresos, como todavía sucede en los países no desarrollados [2]. El período de vida útil de los rellenos sanitarios ya no se mide en décadas, sino en lustros y tan pronto como se abre un relleno sanitario se está planeando la apertura del siguiente para los próximos 5 años. Autoridades y compañías de aseo norteamericanas y europeas han explorado la posibilidad de exportar sus basuras hasta nuestras costas, puesto que la legislación no les permite enterrar desechos tóxicos.

Los RSU son algo más que los residuos generados a nivel domiciliario, ya que contemplan el conjunto de otras actividades generadas dentro del ámbito urbano. Los residuos sólidos pueden ser inorgánicos y orgánicos. Los inorgánicos, son los subproductos de cualquier naturaleza, no sujetos a descomposición y los orgánicos, son los subproductos de organismos vivos, susceptibles de descomponerse.

También se clasifica a los residuos, según su origen, como residuos comerciales, domiciliarios, de poda de jardines, especiales e industriales [3].

Los desechos domiciliarios contienen materiales contaminantes desconocidas o poco conocidas por el público común y las autoridades. Por ejemplo, el cadmio de las pequeñas baterías eléctricas, los restos de detergente, los plásticos, el plomo y otros metales de inmensas cantidades de productos domésticos, los restos de desinfectantes, esmaltes de uña de uso corriente en los domicilios, restos infectados de hospitales y domicilios, así como sus respectivos envases, son sólo una muestra del inmenso poder contaminante de nuestros desechos. Todo esto ha dado origen a una nueva necesidad en el tratamiento de los desechos, que consiste en recuperar de ellos ya no solamente aquello que pueda ser reutilizado con fines comerciales, sino aquello que no debe ser arrojado a la naturaleza sin procesos previos que lo conviertan en material inerte, o en el último de los casos que lo aíslen del resto.

En Europa existe legislación específica al respecto, la comunidad Económica Europea la concuerda de modo tal que se espera que a los rellenos sanitarios del año 2010 sólo lleguen los llamados desechos finales [2]. Se entiende por desecho final todo aquello que no puede ser recuperado por la tecnología actual disponible, sea con fines de reutilización o con el propósito de aislarlo de la naturaleza.

#### **IV. RELLENO SANITARIO EN LIMA**

Aproximadamente, Lima produce basura alrededor de 4000 TM/día, pero sólo se recoge adecuadamente la mitad; el resto se deposita en las calles o son comercializados en las chancherías (3). Gran parte de esta basura al estar en contacto con los rayos solares reacciona químicamente y genera una serie de gases. Ante esto mucha gente opta por quemar la basura, que equivale a quitar la basura de la vista y pasarla al aire, disponible para regresar a nuestros pulmones.

La falta de recojo de la basura o su depósito en lugares no adecuados (botaderos, playas, ríos, etc.), trae consigo la acumulación de moscas, ratas y perros vagos y, consecuentemente, el riesgo de contraer enfermedades.

Por Acuerdo N° 001-96-AMA de fecha 31 de enero de 1996, la Asamblea Metropolitana de Alcaldes acordó por unanimidad declarar en "EMERGENCIA AMBIENTAL" a la ciudad de Lima Metropolitana, en atención a la grave situación y problemas existentes en la recolección, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos. [4]

Los indicadores producidos por la Supervisión Municipal de Servicios de Limpieza (SUMSEL) reflejan que en el año 1996 en la Provincia de Lima, se había generado un volumen total de residuos sólidos ascendente a un promedio de 3,275 TM diarias de las cuales sólo el 41% tuvo un proceso de disposición final ambiental adecuada (Rellenos Sanitarios operados legalmente). Una parte substancial, 30%, no había sido recogida y el resto tuvo su destino final en algún botadero a cielo abierto situado en las márgenes de los ríos u otras zonas dentro y fuera de la provincia de Lima. [4]

Los servicios de transporte y disposición final de desechos sólidos urbanos, producidos y recolectados en Lima Metropolitana, están conformados por las siguientes actividades:

- a) transferencia de los desechos sólidos urbanos de vehículos recolectores a vehículos de transporte.
- b) transporte de los desechos sólidos urbanos , al lugar de disposición final; y
- c) disposición final.

La legislación sobre desechos regula el relleno sanitario, la recuperación de productos no orgánicos y el aseo urbano. Acerca de los rellenos sanitarios, el D.S. N° 6-STN. 01/1964 señala que éstos constituyen uno de los métodos de disposición final que más se adecuan a nuestra realidad, y que, por ello, son reglamentados en dicha norma [2].

Sin embargo el decreto no establece la obligatoriedad de los rellenos sanitarios. Se acepta sólo dos tipos de rellenos sanitarios [3]:

- i) por área, que consiste en verter la basura en sitios bajos, depresiones naturales, hondonadas, etc., compactarlas y cubrirlas con tierra; y,
- ii) por zanjas o trincheras, excavando zanjas, vertiendo la basura, compactándola y cubriéndola con tierra; y

Es importante poner de relieve que no señalan disposiciones específicas sobre lixiviados y gases [2].

Acerca de los desechos especiales, la ley reglamenta el tratamiento de los desechos hospitalarios, escombros y vehículos abandonados, desechos de mercado y desechos de playa. Los desechos hospitalarios de comidas pueden ser destinados a la alimentación de animales, excepto en el caso de los residuos provenientes de los enfermos. Estos últimos deben ser inutilizados antes de salir del hospital. Aquellos destinados a la alimentación de animales deben ser sometidos a un tratamiento térmico de 100 °C, por 15 minutos, antes de la ingestiva. Todos los otros residuos hospitalarios deben ser incinerados.

En relación a los residuos orgánicos, se cuenta con una norma específica. Un Edicto Municipal establece la creación de la Empresa

Municipal de Servicios Agropecuarios (EMSAGRO), encargada de recolectar, procesar y distribuir los residuos orgánicos (se incluyen los de los hogares, restaurantes y hospitales). EMSAGRO debe controlar y registrar a los porticultores que recolectan residuos orgánicos, los mismos que no pueden usar desechos del barrido de mercados, de salas de hospitalización, restos de basura ni productos decomisados en los camales [3].

La utilización de los residuos a ser usados para alimentar cerdos está normada por el D.S. N° 034-85-SA (07/1985), que sólo permite la utilización de residuos de restaurantes y hospitales, sometidos al tratamiento térmico. Para ello los criadores de cerdos deben contar con un equipo de pailas, quemadores y depósito para combustible. Los hospitales deben dar los residuos orgánicos aprovechables a la administración de los parques oficiales de Manchay y Ventanilla y otros autorizados en el resto del país.

De acuerdo a la legislación debería haber un tratamiento particular para los residuos especiales (hospitalarios e industriales). Las clínicas y hospitales deberían tener incineradores para los desechos propiamente hospitalarios (desechos quirúrgicos, medicinas, etc.). Sin embargo, ninguno de ellos cuenta con el incinerador operando de manera eficiente, o con los filtros, mallas y temperaturas requeridos para una adecuada incineración.

Según el Centro de Estudios y Promoción del desarrollo (DESCO), hasta 1996 solamente dos hospitales operaban sus incineradores (y en malas condiciones), el resto simplemente no los utiliza. De la información recabada por distritos, únicamente la ESMLL -para el Cercado- y la Municipalidad de Miraflores contaban con un recojo específico de desechos de hospitales y de clínicas. De estos desechos, adecuadamente recolectados, únicamente los recogidos por ESMLL tendría una adecuada disposición final. Lo que ocurre con los residuos hospitalarios constituye un grave problema para la ciudad.

Según análisis realizados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), de 119 hospitales a cargo del Ministerio de salud, 86% tiene quemadores de desecho. No funciona 94 % de éstos y el 6% restante, no opera adecuadamente.



En relación a la maleza, periódicamente el servicio municipal debería recolectarla de ciertos puntos para trasladarla al relleno sanitario. Pocos municipios tienen definidos estos puntos. El desmonte es responsabilidad de los propios vecinos que la generan; algunos municipios habilitan lugares para su disposición y usualmente son llevados a las zonas de relleno de playas donde se juntan con la maleza y los desechos domiciliarios [2].

Los desechos industriales deben ser llevados a "áreas especiales para tal fin". De acuerdo a la legislación, aquellas industrias que generan desechos tóxicos deberían contar con mecanismos adecuados para su transporte a los rellenos sanitarios en los que se habilitan celdas especialmente tratadas para su disposición final. Pocas empresas se preocupan de ello y no existe la debida fiscalización para sancionar a los infractores. Se requiere que el Perú cuente con un listado de desechos peligrosos, cuya importación ya ha sido prohibida desde 1991 por el Decreto Legislativo 757. Esta prohibición no se ha hecho efectiva por no estar aprobada la calificación legal de desecho peligroso [5]. Mientras estos estudios se llevan a cabo, es preciso separar la disposición de los desechos industriales y hospitalarios de los desechos sólidos domésticos.

En Lima Metropolitana hay 3 instalaciones que se consideran que se acercan a lo que se considera un relleno sanitario y 16 grandes botaderos. Estas 19 instalaciones reciben las 3,000 a 3,500 toneladas métricas de desechos diarios de la ciudad [2]. El 45% de lo recolectado no llegaría a los rellenos sanitarios sino a los 16 grandes botaderos [5].

Ninguna de las tres instalaciones con funcionamiento aprobado por la autoridad puede ser considerado un relleno sanitario moderno, en especial en lo que respecta a los sistemas para evitar que los lixiviados vayan al subsuelo. El caso más sensible es el del Callao, por su proximidad a las aguas del sistema del Río Chillón. Pero los casos más graves son por cierto los inmensos basurales de la ciudad de Lima. Los tres lugares legales para la disposición final se muestran en la tabla 3.

Para muchos distritos resulta demasiado caro el transporte del producto hasta los rellenos sanitarios. Los vehículos de recojo no están diseñados para transportar largas distancias, se pierde tiempo para un segundo recorrido de recojo domiciliario. De allí que sea necesario la

Tabla 3: Rellenos Sanitarios autorizados en Lima Metropolitana [2]

Ubicación	Zona de atención	TM/día
Zapallal (Puente Piedra)	Cono Norte	1,200
Portillo grande (Lurín)	Cono Sur	300
Cucaracha (Callao)	P. C. Callao	350
Total a los rellenos:		1,850
Total que va a otros lugares:		más de 850

Los desechos manipulados por triciclos y demás agentes informales representan alrededor de 800 TM/día

instalación de plantas en lugares intermedios (plantas e transferencia), donde la carga de varios camiones compactadores se transfiere a vehículos pesados que acarrean el material hasta los rellenos sanitarios. La ESMLL administraba la planta de transferencia de Acho, que abastece al relleno del Zapallal. Las municipalidades de San Isidro y, recientemente, Miraflores tienen plantas de transferencia en sus circunscripciones, que reciben solamente los desechos recogidos por ellos [2]. Existen lugares que en un momento operaron como rellenos sanitarios, con autorización y procedimientos adecuados, pero las administraciones dejaron de utilizarlos, sin clausurarlos. El resultado es que se han convertido en botaderos, como los micro rellenos de Huáscar en Villa El Salvador y Viscachera en San Juan de Lurigancho [2]. La Figura 3 es un mapa donde se ubican los más importantes botaderos de la ciudad.

Los botaderos se encuentran generalmente junto a los ríos, contaminando las aguas superficiales y subterráneas. Los botaderos que están frente al mar contaminan las playas de la Costa Verde, particularmente en los distritos de San Isidro, Magdalena y San Miguel. Dichas playas reciben desechos de construcción con el objetivo de ganar tierra al mar, los que llegan acompañados por basuras domésticas y desmontes de áreas verdes que no ayudan a consolidar el suelo y terminan contaminando las playas. Una combustión espontánea de los desechos de San Isidro a inicios de 1994 sirvió para evidenciar este hecho. La municipalidad intentó sofocar dicho fuego como si fuera un incendio superficial [2].

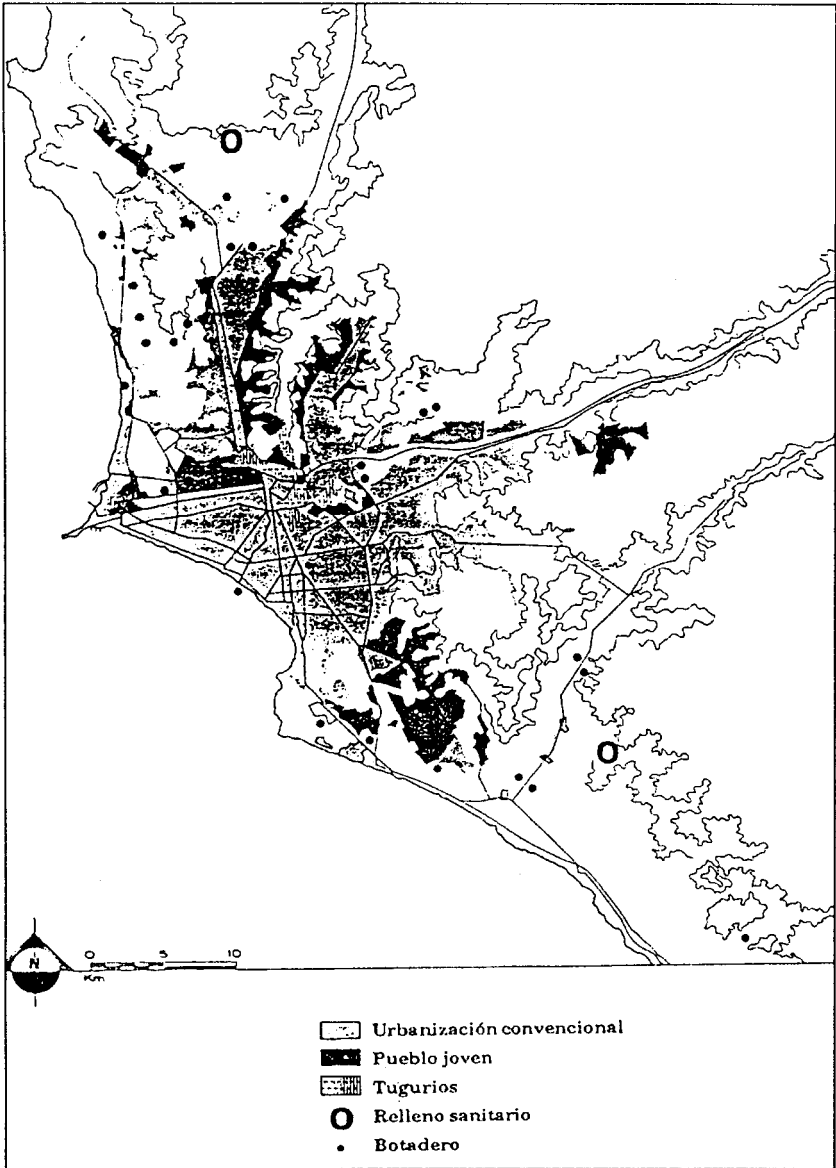


Figura 3: Botaderos de Lima Metropolitana

Según un estudio realizado por el Instituto Metropolitano de Planificación en Mayo de 1993, los tres botaderos más importantes son: Playa Oquendo (258.8 m<sup>3</sup>), ribera del río Chillón (270.314 m<sup>3</sup>) y ribera del río Rímac (131.667 m<sup>3</sup>) [5]. Como se manifiesta en el estudio, los botaderos están ligados a la crianza insalubre de porcinos. La carne de estos animales, convertida en alimentos de consumo popular, expande el parásito de la cisticercosis cuyas consecuencias son mortales.

Si se examina los lugares de disposición final más conocidos de la ciudad de Lima, se encuentra que la mayoría de ellos quedan en medio de lugares habitados. El antiguo Relleno Sanitario del Sur ahora es terreno donde se sitúan de manera peligrosa y precaria los asentamientos humanos Alberto Fujimori y Susana Higuchi. Los actuales rellenos sanitarios del norte y del sur también tienen conflictos con la ciudad. El primero en Zapallal, distrito de Puente Piedra, está alejado de lugares habitados, pero ocupa la porción central de las Laderas de Carabayllo, en las que podrían edificarse urbanizaciones de interés social. La vecindad de un relleno hace difícil pensar en la mencionada urbanización. Al sur, se ha habilitado Portillo Grande, cercano a los distritos de Pachacamac y Lurín. La zona, es apropiada para una instalación de este tipo pues no está cercana a napas freáticas, ya tenía chancherías y pollerías en sus inmediaciones, por lo que hay quienes no querían la cercanía a las basuras. En América del Sur, el 80% de las ciudades dispone de sus desechos en botaderos a cielo abierto [2].

### *Instituciones que intervienen en el servicio*

Es importante la legislación sanitaria que se refiere a la salubridad pública, limpieza pública, desechos y alimentos. Los dos primeros están contenidos en el Código de Saneamiento Ambiental promulgado en Octubre de 1990; los otros se contemplan en decretos, resoluciones y ordenanzas [2]. En lo que se refiere a las normas legales que se ocupan de regular la limpieza pública en Perú, se cuenta con el Reglamento de Aseo Urbano, Decreto Supremo 033-83-SA. Esta norma es amplia y detallada y se ocupa de la recolección, transporte y la disposición final [3]. El Ministerio de Salud, a través de DIGESA, desempeña un papel fiscalizador y normativo en relación con todo lo relativo a saneamiento. Aprueba el funcionamiento de rellenos sanitarios y el tratamiento de desechos especiales provenientes de las industrias. Sin embargo, sus

labores son ya bastante recargadas, pues tiene a su cargo el control de calidad del agua y otras funciones a nivel nacional, lo que impide que su actuación en Lima sea más efectiva [5].

El Estado, a través del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, Decreto Legislativo N° 613, determina que corresponde al Ministerio de Salud dictar las normas generales en lo referente a salubridad pública; siendo competencia de los gobiernos locales dictar las normas específicas en este tema en su jurisdicción y velar por su correcta aplicación. La Limpieza Pública contempla las etapas de recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos urbanos, así como la educación ambiental de sus habitantes. Se requiere el ordenamiento del servicio metropolitano de disposición final y del tributo municipal metropolitano que permita su financiamiento. Corresponde a la Municipalidad Metropolitana de Lima autorizar los lugares en que se instalarán las plantas de transferencia de desechos sólidos urbanos, al igual que autorizar los lugares en que se implementen los rellenos sanitarios, con arreglo a las disposiciones que dicten la Municipalidad Metropolitana de Lima y el Ministerio de Salud.

Los municipios distritales son responsables de la recolección de los residuos en sus respectivas jurisdicciones, establecerán la hora y ruta del vehículo recolector y el traslado a un lugar donde tengan una adecuada disposición final. El Consorcio VEGA-UPACA-Empresa RELIMA a partir del 1° de Julio de 1996, asumió la responsabilidad de la disposición final de toda la provincia de Lima y de la recolección en el distrito del Cercado (Lima), al disolverse la Empresa de Servicios Municipales de Limpieza de Lima (ESMLL). RELIMA es la responsable de la disposición final de toda la provincia de Lima y la ESLIMP lo es para la Provincia Constitucional del Callao. RELIMA también se encarga de la recolección en el distrito del Cercado (Lima). En 1991 se creó la ESLIMP-Callao (Empresa de servicio de Limpieza del Callao). Esta empresa administra el único relleno sanitario legalmente establecido en la provincia del Callao (Cucaracha) y por el que percibe los ingresos del arbitrio por relleno sanitario.

En Lima existen pequeñas empresas cooperativas encargadas del recojo y de los desechos domésticos de los lugares donde no llega el camión compactador. Ya algunos distritos de Lima han privatizado total o, parcialmente el servicio de recojo domiciliario. Acerca de la recupe-

ración de los desechos no-orgánicos (papeles y cartones, metales, vidrios, plásticos, madera y carbón, huesos, caucho), la ley considera que “las basuras constituyen un recurso susceptible de ser aprovechado mediante procedimientos técnicos sanitarios”. Dicha norma establece que sólo está permitida la segregación “en el mismo lugar en que se efectúe la disposición final de las basuras, en locales adecuados” [3].

Si bien la normativa ambiental del país se establece desde otras instancias gubernamentales, la vigilancia sobre las condiciones sanitarias de cada distrito es competencia municipal. Es por eso que las municipalidades más grandes del país cuentan con personal y equipo especializado en vigilar las condiciones sanitarias de los establecimientos públicos. También cuentan con laboratorios de análisis de la calidad de los alimentos que se expenden al público.

### *Los circuitos de recuperación de desechos*

El sistema formal recoge y dispone adecuadamente de 2/3 de los desechos generados en Lima. Mucho de lo que no pasa por la ruta “formal” sustenta un conjunto de prácticas destinadas al reciclaje y al reuso.

#### *Los papeles y cartones*

Tiene dos fuentes principales: los lugares de producción especializada (imprentas, que desechan papeles estropeados, oficinas), y los lugares en los que se produce papel como una parte de sus desechos globales. El papel obtenido por los recolectores es luego vendido al depósito de algún acopiador. Todas las fábricas papeleras compran papel recuperado, el cual debe pasar por un proceso de destintado; sin embargo, otras industrias utilizan el papel como insumo tal como se encuentra. Los usos del papel recuperado varían de acuerdo con su calidad. No hay fábricas informales de papel, debido al alto costo de la maquinaria y a la necesidad de financiamiento para adquirirla. Es pública la venta de papel higiénico elaborado con material recuperado. Este es producido por las fábricas formales existentes, sin control de calidad ni pago de impuestos, bajo dos modalidades: producción dirigida al mercado de la calle y del interior del país, y producción por encargo de otros, que alquilan la maquinaria y llevan sus propios insumos.

## *Los plásticos*

El plástico de desecho se produce en los hogares y en los comercios. Algunos intermediarios efectúan labores de separación por color y desarrollan actividades de trituración convirtiendo el plástico en pellet, que es el insumo listo para ser procesado por la industria al plástico. Las dificultades para trabajar con el plástico residen en el alto costo de separación de los diversos tipos de plástico, ya que no pueden ser mezclados al momento de la producción. Existen unas 500 empresas ilegales que producen objetos de plástico, la mayoría dedicadas a producir sin ningún tipo de control de calidad una serie de bolsas, baldes, bateas, juguetes, etc. Al reciclarse, el material presenta una disminución en la resistencia. Las fábricas no controladas producen aproximadamente el 80% de las bolsas que se fabrican en el país, el 50% de los juguetes y el 50% de los materiales para la industria [2].

## *Vidrios rotos*

El vidrio roto será destinado al reciclaje y las botellas al reuso. Los productores principales de vidrio roto son las embotelladoras de bebidas y las vidrierías. Los más importantes insumos vírgenes que utilizan las fábricas de vidrio son la sílice, el óxido de calcio y el óxido de sodio que se obtiene del carbonato de sodio. El carbonato de sodio tiene que importarse y significa el 50% de los costos de los insumos. El costo de importación de estos productos hace ventajosa el uso de vidrio recuperado el cual además presenta otras ventajas: reduce el consumo de energía al necesitar menos tiempo de fusión, reduce el tiempo global de producción y es barato comparado a los insumos vírgenes. El mayor inconveniente reside en que el vidrio recuperado necesita ser lavado para entrar al proceso. Aproximadamente entre el 30 y 40% de los insumos de una fábrica grande se compone de vidrio roto. Hay fábricas que dependen exclusivamente del vidrio recuperado, que producen botellas de licores de segunda, de fuerte coloración y con burbujas en su interior.

## *Ropa usada*

Se emplea para la fabricación de papeles y textiles (materiales no sintéticos). Si la ropa y los trapos no pueden ser reusados, su destino más común es el relleno de colchones.

El uso de desperdicios para alimentar cerdos es una práctica común en muchos países. Está probado que este uso es ventajoso y sanitariamente apropiado, siempre que estos desechos son almacenados diferenciadamente y reciban un tratamiento térmico.

A pesar de su relevancia, la recuperación de desechos es una actividad legalmente marginal. Para la legislación, la recuperación es competencia de los servicios públicos, por lo que la labor del recuperador está fuera de la ley y formalmente prohibida, viéndosele como un intruso. La legislación sanitaria ordena el decomiso del medio de transporte utilizado para la recuperación, además de la detención y captura policial de las personas que la efectúan [2].

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Otero del Peral, Luis Ramón. Guía profesional para la Gestión Ecológica de los Residuos Sólidos Urbanos. Ecodossier. Madrid, 1996.
2. Gustavo Riofrío, Luis Olivera, Juan Carlos Callirgos. Basura o Desechos? el destino de lo que botamos en Lima. DESCO. Lima, 1994.
3. Ministerio de Salud, INAPMAS. Compendio de Legislación Ambiental Peruana. Tomo II. Lima, 1995.
4. Ministerio de Salud, INAPMAS. Legislación Ambiental Peruana. Lima, 1998.
5. Iturregui, Patricia. Problemas Ambientales de Lima. Fundación Friedrich Ebert. Lima, 1996.
6. Passaro, José Fernández. Residuos Hospitalarios: problema mortal. *Panorama Ambiental* N° 3, Marzo 1997, p. 6-9. Lima.