



CAPÍTULO 2

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

a. Componentes de un sistema de manejo de residuos sólidos en condiciones normales

El sistema convencional utilizado para un correcto manejo de los residuos sólidos generados por una población comprende una serie de componentes concatenados entre sí, desde su origen hasta su disposición final.

Generación. Las actividades diarias generan una diversidad de residuos sólidos. En el caso de los residuos domésticos, esta diversidad comprende material desechado, envases o embalajes y restos orgánicos de alimentos. En el siguiente cuadro se presentan indicadores utilizados en la Región para determinar la generación diaria de residuos sólidos por habitante.

Es importante tomar en cuenta que en América Latina y el Caribe, los residuos sólidos domésticos contienen en promedio 50% de residuos orgánicos y alcanzan hasta 80% en localidades menores, urbano-marginales o rurales. En este punto se aplican las prácticas de minimización (reúso de envases, reciclaje de materiales, segregación) con el fin de reducir la cantidad de residuos generados.

También se aplica el término a los residuos sólidos peligrosos, aquellos que por sus características inherentes pueden dañar la salud humana o ambiental y, por lo tanto, deben tener un manejo adecuado. Entre estos, tenemos a los residuos infecciosos provenientes de establecimientos de salud

Cuadro 1
Indicadores de generación diaria de residuos por habitante

Organización	Generación diaria de residuos por habitante (kilogramos)
OPS ^a	0,3 a 0,8
CEPAL ^b	0,5 a 1,2

^a OPS. **Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe.** Washington, D. C. 1998, p. 37.

^b CEPAL. **Gestión ambientalmente adecuada de residuos sólidos.** Chile. 1997, p. 19.

(su generación puede variar de 0,5 a 1,5 kilogramos por cama por día¹) y a aquellos provenientes de actividades productivas con características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables, cuya generación es sumamente variable y depende del tipo de proceso empleado, de la materia prima y de los insumos, entre otros factores.

Almacenamiento o acondicionamiento. Comprende la etapa de acopio temporal, bajo condiciones seguras, de los residuos sólidos en el lugar de generación hasta que son retirados por el servicio de recolección. Existe una amplia variedad de recipientes clasificados en función de su capacidad, como se aprecia a continuación (cuadro 2).

La selección depende del tipo y características de los residuos que van a ser recolectados, del tipo de sistema de recolección empleado, de la frecuencia de recolección y del espacio disponible para la ubicación del recipiente. En América Latina y el Caribe no se ha logrado estandarizar el uso de recipientes adecuados y bolsas de plástico, salvo parcialmente en La Habana, Río de Janeiro y Buenos Aires².

Cuadro 2
Volúmenes de recipientes por tamaño

Tamaño del recipiente	Capacidad
Pequeño	Menor de 150 litros
Mediano	De 150 a 7.000 litros
Grande	Mayor de 7 m ³

Cuando la capacidad técnica lo permite, el sistema de manejo de residuos sólidos incluye una fase de almacenamiento intermedio que presta servicios a un área o localidad determinada y hace uso de contenedores cuya capacidad ha sido definida previamente. Esto optimiza las rutas de recolección, pero demanda vehículos apropiados para la recolección o recambio.

Recolección y transporte. Incluye las actividades propias de la recolección de los residuos sólidos en su sitio de origen de acuerdo con la frecuencia y los horarios preestablecidos, y su traslado hasta el sitio donde deben ser descargados una vez agotada su capacidad. Este sitio puede ser, bien una instalación de procesamiento, tratamiento o transferencia de materiales, bien el relleno sanitario donde se realizará la disposición final. La recolección de los residuos se realiza en promedio cada tres o cuatro días.

La recolección constituye una de las fases más complejas y costosas del manejo de los residuos sólidos y en la mayoría de los casos representa entre 80% y 90% del costo total del servicio. Con el propósito de optimizar el desempeño, se pueden utilizar diversos tipos de sistemas de recolección de acuerdo con las características de la zona atendida: atención puerta a puerta o centros de acopio con o sin traslado de recipientes.

Los vehículos utilizados para realizar la actividad deben ser apropiados para las características locales. Se pueden utilizar vehículos especialmente dise-

¹ Ministerio de Salud del Perú. Dirección General de Salud Ambiental. **Diagnóstico situacional del manejo de los residuos sólidos de hospitales administrados por el Ministerio de Salud.** Lima: DIGESA, 1995, p. 214.

² OPS. **Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe.** Washington, D. C.: OPS, 1998, p. 46.

ñados para ello, como los que están dotados de compactación transitoria³, camiones de baranda o de tolva basculante e incluso, para las pequeñas poblaciones y áreas marginales, tractores agrícolas conectados con remolque y carretas de tracción animal, entre otros.

Es importante destacar que los residuos peligrosos siempre deben ser recolectados en forma separada, utilizando vehículos especiales de acuerdo con el tipo de residuo.

La recolección de los residuos sólidos se complementa con servicios de limpieza de calles y áreas públicas. También existen casos en que el sistema de recolección forma parte de un programa de reciclaje, por lo que los vehículos están acondicionados para la recogida diferenciada de residuos.

En América Latina y el Caribe se ha logrado una cobertura de recolección de hasta 89% en las ciudades grandes y de 50% a 70% en las de menor tamaño⁴.

Transferencia. Constituye una fase intermedia entre la recolección y la disposición final de los residuos sólidos. Se puede definir como la operación de trasbordo de los residuos recolectados con vehículos de pequeña capacidad a vehículos de mayor capacidad (hasta 60 m³), los cuales transportarán dichos residuos hasta el punto de disposición final. De este modo, se aumentará la eficiencia del sistema de recolección. Las instalaciones donde se realiza esta operación pueden estar dotadas o no de sistemas de compactación y la actividad puede llevarse a cabo directamente o contar con almacenamiento intermedio. En este último caso, se trata de una operación de trasbordo indirecto.

En términos generales, la instalación de estaciones de transferencia se suele justificar en situaciones donde el sitio de disposición final está ubicado a distancias mayores de 20 kilómetros desde el último punto de recolección o el tiempo de viaje es mayor al que representa el 15% de la jornada de trabajo.

Aprovechamiento. Tiene como objetivo la recuperación de materiales, preferiblemente en el sitio de origen, a fin de disminuir el volumen de residuos por manejar y lograr su aprovechamiento económico. Aquí se incluye la separación de materiales que pueden ser utilizados directamente sin cambiar su forma o función básica (reúso) o para ser incorporados a procesos industriales como materia prima y ser transformados en nuevos productos de composición semejante (reciclaje).

Aun cuando son muchas las ventajas que se atribuyen al aprovechamiento, tales como generación de empleo organizado, reducción del volumen de residuos, disminución de las necesidades del equipo recolector, incremento de la vida útil de los rellenos sanitarios, entre otros, se debe garantizar la existencia de un mercado consumidor para los materiales recuperados.

Tratamiento. El procesamiento de los residuos mediante métodos físicos, químicos o biológicos se realiza con el fin de reducir su volumen o característi-

³ Existe en el mercado una amplia variedad de equipos, cuya capacidad varía de 4,58 a 38,22 m³, equivalentes a 6,0 y 50,0 yd³, respectivamente.

⁴ OPS. Op. cit., p. 50.

cas de peligrosidad, entre otros objetivos. Los métodos con mayor perspectiva de aplicación en la Región son el compostaje, la lombricultura y la incineración. La decisión sobre la implantación de alguno de estos sistemas debe ser resultado de un análisis profundo y sistemático que tome en cuenta las condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales de la localidad.

Es importante destacar que estas opciones no son soluciones finales ni definitivas. En todos estos procesos se generan residuos que deben ser dispuestos en un relleno sanitario.

Disposición final. Constituye la última etapa operacional del manejo de residuos sólidos y debe realizarse con condiciones seguras, confiables y de largo plazo. El método aplicable prácticamente para todo tipo de residuos es el relleno sanitario, definido como una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo en instalaciones especialmente diseñadas y operadas como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros como para minimizar efectos adversos para el ambiente y para la salud pública. Se puede considerar también como un método de tratamiento, en tanto que el relleno se convierte en un digestor donde se dan cambios físicos, químicos y biológicos.

En la operación de un relleno sanitario se utilizan principios de ingeniería para confinar los residuos en un área definida, que es cubierta diariamente con capas de tierra y compactada para reducir su volumen. Además, se prevé la aplicación de sistemas que permitan controlar los líquidos y los gases producidos por el efecto de la descomposición del material orgánico presente en los residuos. Su éxito radica en la adecuada selección del sitio, la calidad del diseño de la obra y, por supuesto, de su óptima operación y control.

Si bien en la Región se ha incrementado progresivamente el uso de rellenos sanitarios, aún existe un gran porcentaje de residuos que son dispuestos inadecuadamente. En un estudio realizado por la OPS en 33 ciudades, se determinó que en 57% de ellas la basura va a parar a rellenos sanitarios y en 29% a rellenos semicontrolados⁵. El 14% restante corresponde a residuos vertidos en botaderos clandestinos y a la disposición en las vías públicas donde no hay recolección. Se debe reconocer, sin embargo, que esto ocurre solo en algunas grandes ciudades que por su tamaño producen desviaciones estadísticas, lo que puede conducir a un optimismo exagerado; la situación en general —y en especial al interior de los países de la región— no es tan positiva.

Para la disposición final de los residuos peligrosos, es común la eliminación en las denominadas "celdas de seguridad" o en sistemas de confinamiento similares bajo tierra.

b. Efectos de los desastres naturales en el sistema de manejo de residuos sólidos

Por lo general, el manejo de los residuos sólidos urbanos en situaciones normales no es tan eficiente como se desea, principalmente en países en vías

⁵ OPS. Op. cit., p. 63.

de desarrollo. Si bien la cobertura de recolección de residuos sólidos puede alcanzar altos niveles en zonas urbanas, la situación es muy distinta en localidades del interior o en las zonas rurales. De manera similar, existe regularmente el problema de la falta de zonas adecuadas para la conveniente disposición final de los residuos.

Es fácil imaginar cómo puede afectar una catástrofe a un sistema que ni siquiera antes era satisfactorio. Los desastres naturales tienden a afectar de distinta manera los sistemas de manejo de residuos sólidos. Las inundaciones pueden poner al descubierto los residuos enterrados y arrastrarlos a los ríos o a otras fuentes de agua potable.

Es probable que ocurra la generación adicional de residuos por malezas (plantas y árboles), escombros, cadáveres y animales muertos, e inclusive la remoción de residuos sólidos de puntos de disposición final existentes. Algunos eventos como las erupciones volcánicas generan en el ambiente gran cantidad de cenizas, que al depositarse requieren un manejo especial.

La catástrofe probablemente interrumpa el sistema normal de recolección de residuos y quizás agregue todavía más cantidad de ellos. Incluso aun cuando exista una rápida respuesta, en ocasiones los vehículos recolectores no podrán llegar hasta los puntos de almacenamiento porque los caminos se encontrarán obstruidos o simplemente por las averías que habrán sufrido las vías de acceso.

Los puntos de disposición final podrían quedar fuera de uso por estar inaccesibles. Asimismo, la existencia de tierras para la disposición final puede ser un problema que se tornará crítico en ambientes insulares.

Ante una situación de desastre, los encargados de las instalaciones del sistema de manejo de residuos sólidos (estaciones de transferencia, plantas de tratamiento, rellenos sanitarios, etcétera) deben reportar ante el comando de la emergencia la situación de la instalación después del desastre.

Otro aspecto que debemos tomar en cuenta es la generación de residuos en albergues o campamentos, debido a su particular densidad poblacional y a sus deficientes condiciones de saneamiento, y en los establecimientos de salud.

Algunos de estos temas se desarrollan a continuación.

Variaciones en el conjunto de usuarios que se atienden en condiciones normales

Después del terremoto de 1999 en Armenia (Colombia), las empresas públicas (EPA) tuvieron que enfrentar, entre otros problemas, la pérdida del catastro de usuarios, porque el que existía ya no tuvo vigencia. Algunos usuarios murieron, otros perdieron sus viviendas y otros cambiaron de localización, de tal forma que en noviembre de 2002, la EPA reportó la pérdida de 16.234 suscriptores junto con la alteración de los niveles de estratificación socioeconómica, puesto que los suscriptores parcialmente afectados pasaron a estratos más bajos y debieron ser subsidiados sin que se contara con recursos disponibles para tal fin. La EPA debió realizar el servicio de aseo en forma integral, inclusive en los albergues producto del proceso de reconstrucción. Esto significó pérdidas económicas para la empresa, ya que durante el desastre y en la etapa posterior debió continuar prestando el servicio sin que se presente el consecuente incremento en sus ingresos ni la recuperación de los usuarios que antes formaban parte de su catastro.

Generación. Las características de los desechos cambian como consecuencia de los desastres. De acuerdo con el área geográfica afectada y su ubicación, los efectos en las características de los desechos serán mayores (volumen, composición, etcétera). La ocurrencia de fenómenos como terremotos suele ocasionar el incremento de la cantidad de residuos sólidos; por ejemplo, en la ciudad de Armenia, Colombia, en tiempos normales se recolectaban y disponían 160 toneladas por día; en el primer mes después del terremoto de 1999 se pasó a disponer y recolectar 420 toneladas por día⁶.

Almacenamiento. Los lugares habituales destinados para tal efecto no pueden ser utilizados o resultan inaccesibles como consecuencia de la destrucción o la inseguridad que representan las infraestructuras después del desastre, lo que trae como consecuencia la proliferación de vectores.

Recolección. Las rutas de recolección se ven sustancialmente afectadas como consecuencia de la destrucción de edificaciones y la acumulación de escombros en las vías de acceso. Cuando el desastre es un sismo, con frecuencia las personas improvisan sus albergues frente a los restos de su vivienda, con el fin de cuidar sus pertenencias, lo que imposibilita el acceso de vehículos o del medio de transporte utilizado en la recolección. A ello hay que añadir que los vehículos que tradicionalmente se dedican a la recolección se prestan para realizar otras actividades de apoyo tales como la repartición de alimentos y la organización de albergues.

Transporte y transferencia. Usualmente, este es el servicio menos afectado debido a que sus instalaciones tienden a ubicarse en las afueras de las

zonas urbanas y sus recorridos se hacen sobre las vías principales, las cuales son las primeras en despejarse después de un desastre.

Tratamiento. Debido a que la mayoría de los sistemas de tratamiento requieren, en condiciones normales, desechos preseleccionados, su uso suele verse afectado como consecuencia de la mezcla de desechos.



Bloqueo de vías por escombros.

⁶ Tras el episodio de Armenia, la energía se desconectó durante cinco días y todos los productos de las refrigeradoras caseras e industriales entraron en procesos de descomposición: carne podrida en las viviendas, plazas y supermercados. Para estas contingencias, se deben tomar medidas como mantener los alimentos secándolos al calor y adicionándoles sal, si las condiciones del clima en la localidad afectada así lo permiten. En Armenia también se incrementó la cantidad de residuos por la gran cantidad de ropa y zapatos en mal estado que la población eliminaba, además de los empaques de la ayuda recibida.

Disposición final. El uso de los sitios de disposición final puede verse muy afectado por su inaccesibilidad y por los daños estructurales producidos, después de desastres naturales tanto de tipo climatológico como de origen geológico, ya que la demanda de uso aumenta y la presión de recibir todo tipo de materiales se incrementa. También puede ocurrir que estos sitios se utilicen para el depósito o descarga de grandes cantidades de escombros y restos de demolición, lo que acortará ostensiblemente su vida útil. En el caso de Armenia⁷, los escombros del terremoto fueron llevados al relleno municipal, lo que saturó su capacidad y agravó el problema de la disposición final.

En el cuadro 3 se resumen los efectos que tienen los diferentes tipos de desastres naturales sobre los sistemas de manejo de residuos sólidos.

Cuadro 3
Posibles efectos de diferentes tipos de desastres sobre el sistema de manejo de residuos sólidos

	Terremotos	Huracanes/ tornados	Inundaciones	Tsunamis
Daños a estructuras y obras civiles	Daños severos	Daños fuertes	Daños fuertes	Daños mínimos
Fallas en el transporte	Daños severos	Daños severos	Daños severos	Daños fuertes
Reducción de equipamiento	Efectos severos	Efectos severos	Efectos severos	Efectos fuertes
Reducción de personal	Efectos severos	Efectos severos	Efectos severos	Efectos mínimos
Contaminación de suelo, agua y aire	Efectos severos	Efectos severos	Efectos severos	Efectos mínimos

Leyenda: **Daño severo:** colapso de estructuras o vías. **Efecto severo:** consecuencias graves sobre algún componente. **Daño fuerte:** estructuras afectadas parcialmente. **Efecto fuerte:** algún componente ha sido afectado parcialmente. **Efecto mínimo:** sin mayores trastornos o consecuencias.

Adaptado de OPS. **Gestión de salud ambiental después de desastres naturales.** Publicación Científica 430.

⁷ De acuerdo con lo referido en los documentos expedidos por la Corporación Autónoma Regional del Quindío (1999, 2001), la Procuraduría Judicial II Ambiental y Agraria del Departamento de Caldas y el Eje Cafetero (2002) y la carta Empresas Públicas de Armenia (2002).