

La problemática de los desechos sólidos

The solid waste problem

Carlos Bustos Flores*

Recibido: 05/12/08, Revisado: 20/04/09, Aceptado: 20/06/09

Códigos JEL: Q53

Resumen

Los desechos sólidos incluyen principalmente los desechos domésticos (basura doméstica), a veces con la adición de los desechos comerciales recogidos en una zona determinada, ya sea en estado sólido o semisólido. El término desechos residuales se refiere a los desechos que quedan de las fuentes de materiales que contienen los hogares que no han sido separados o enviados para su reprocesamiento. En 1996 el Programa Medioambiental de las Naciones Unidas definió la gestión integral de los desechos sólidos (IWM, por sus siglas en inglés) como “una estructura de referencia para diseñar y llevar a cabo nuevos sistemas de gestión de desechos y analizar y perfeccionar los sistemas existentes” (Seadon, 2006). A nivel local, los desechos sólidos son un problema que cada día se agrava más en nuestras comunidades. Se debe fomentar la constitución de microempresas o asociaciones productivas con enfoque de gestión empresarial que, junto a las tecnologías alternativas con participación social y educación ambiental, son claves para el manejo adecuado de los desechos (Organización Panamericana de la Salud, 2005). Las iniciativas medioambientales para las empresas han significado, en la mayoría de los casos, ahorro de costos y mejoras de calidad en el producto y en el proceso.

Palabras clave: Medioambiente, gestión medioambiental, desechos sólidos.

Abstract

Municipal solid waste (MSW) includes predominantly household waste (domestic waste) with sometimes the addition of commercial wastes collected in a given area; they are in either solid or semisolid state. The term residual waste relates to waste left from household sources containing materials that have not been separated out or sent for reprocessing. In 1996 the United Nations Environmental Programme defined integrated waste management (IWM) as “a framework of reference for designing and implementing new waste management systems and for analysing and optimising existing systems” (Seadon, 2006). At the local level the problem by solid waste gets progressively more difficult in

* Profesor de la Universidad de Los Andes y miembro del Grupo de Investigación sobre Agricultura, Gerencia y Ambiente (GISAGA), Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Mérida. E-mail: carlosbu@ula.ve.

our communities every day. It is necessary to promote the constitution of microbusiness or productive associations with approaches to managerial management and alternative technologies, social participation and environmental education for the appropriate handling of the waste (Pan American Health Organization, 2005). Environmental initiatives for the firms in most cases meant cost saving and improvements in product and in process quality.

Key words: Environmental management, solid waste.

1. Introducción

La protección eficaz del ambiente requiere de la prevención de la contaminación a través de la conjugación de materiales, procesos o prácticas que minimizan los desechos. El manejo de desechos y su separación involucra las actividades relacionadas con su manejo desde que se producen hasta que se colocan en el almacenamiento de contenedores para la recogida. El manejo también incluye el movimiento de contenedores con carga hasta el punto de recogida. La separación de los componentes de los desechos es un paso importante en el manejo y almacenamiento de éstos en la fuente. Los desechos sólidos, como materia residual de las transformaciones productivas realizadas por el ingenio humano, se nos presentan hoy como un reto en cuanto a su disminución y disposición final. A pesar de que los desechos sólidos siempre se han generado en el mundo, el problema tiende a empeorarse debido al desmedido aumento de la producción y el consumo de bienes y servicios. Por tanto, la gestión de éstos mediante su reducción, reciclaje, reuso, reprocesamiento, transformación y vertido debe convertirse en una prioridad para nuestra sociedad.

2. Definición y problemática de los desechos

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI, 2007) define desecho como todo lo que es generado como producto de una actividad, ya sea por la acción directa del hombre o por la actividad de otros organismos vivos, formándose una masa heterogénea que, en muchos casos, es difícil de reincorporar a los ciclos naturales.

Un desecho es “cualquier tipo de material que esté generado por la actividad humana y que está destinado a ser desechado” (Echarri, 1998). Los desechos sólidos se definen “como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque no se van a utilizar. Estos desechos incluyen diversos materiales combustibles como plástico, papel, textiles, madera, etc. y no combustibles como metal, vidrio y otros” (Henry y Heinke, 1999, p. 568). En el caso de desechos sólidos municipales se aplican términos más específicos a los desechos de alimentos putrescibles (biodegradables) llamados basura,¹ y a los desechos sólidos no putrescibles, los cuales se designan simplemente como desechos.

Problemas de salud pública como la reproducción de ratas, moscas y otros transmisores de enfermedades, así como la contaminación del aire y del agua han sido relacionados con el almacenamiento, recogida y evacuación de los desechos sólidos. Una de las maneras de reducir la cantidad de desechos sólidos que tienen que ser evacuados es limitar el consumo de materias primas e incrementar la tasa de recuperación y reutilización de materiales residuales (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

3. Clasificación de los desechos sólidos

La clasificación de los desechos sólidos no es uniforme en todos los organismos y países. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) clasifica los desechos según su fermentabilidad en desechos orgánicos e inorgánicos; según su inflamabilidad en combustibles y no combustibles; según su procedencia en domésticos, de jardinería, de barrido, etc. y según su volumen en convencionales y especiales.

Una clasificación más detallada de los desechos sólidos se recoge en el cuadro 1, en el que se incluyen los generados por hospitales, plantas de tratamiento y de incineración, así como, los agrícolas y pecuarios.

Adicionalmente, existen los desechos peligrosos, que son desechos sólidos o combinación de ellos que pueden ocasionar o contribuir a un aumento en la mortalidad o a un incremento en una enfermedad grave que pueda producir incapacidad o plantear un peligro presente o futuro

Cuadro 1. Clasificación de los desechos sólidos

Tipos	Clases	Ejemplos
Doméstico y Comercial	Orgánicos (combustibles)	Restos de comida, papel de todo tipo, cartón, plásticos de todos los tipos, ¹ textiles, goma, cuero, madera y desechos de jardín.
	Inorgánicos (incombustibles)	Vidrio, cerámica, latas, aluminio, metales ferrosos, suciedad. Artículos voluminosos (línea marrón): muebles, lámparas, bibliotecas, archivadores. Línea blanca: cocinas, hornos, neveras, lavadoras y secadoras. Pilas y baterías provenientes de artículos domésticos y vehículos.
	Especiales	Aceites y cauchos generados por los automóviles.
Institucionales	Igual que los domésticos y comerciales	Se generan en instituciones gubernamentales, escuelas, hospitales ² y cárceles.
Construcción y demolición	Construcción	Ladrillos, hormigón, piedras, suciedad, maderas, grava, piezas de fontanería, calefacción y electricidad.
	Demolición	Similar a los desechos de construcción, pero pueden incluir vidrios rotos, plásticos y acero de reforzamiento.
Servicios municipales	Difusos	Limpieza de calles, playas, cuencas, parques, y otras zonas de recreo, paisajismo. Vehículos abandonados y animales muertos.
Plantas ³	Plantas de tratamiento	Fangos provenientes del tratamiento de aguas residuales.
	Plantas de incineración	Cenizas, vidrio, cerámica, metales, Madera.
Industriales		Desechos de plantas de procesos industriales, chatarra, desechos especiales y peligrosos.
Agrícolas y pecuarios		Desechos de cultivos y estiércol generado por la ganadería de leche y engorde.

Fuente: Adaptado de Tchobanoglous (1994).

1 Polietileno tereftalato (pet/1), polietileno de alta densidad (pe-hd/2), policloruro de vinilo (pvc/3), polietileno de baja densidad (pe-dl/4), polipropileno (pp/5), poliestireno (ps/6), otros materiales plásticos laminados (7). 2 Los desechos sanitarios son manipulados y procesados separadamente de otros desechos sólidos. 3 Los desechos de plantas generadoras de energía son manipulados y procesados separadamente.

para la salud humana o el ambiente. Los desechos peligrosos pueden ser clasificados en tres categorías: radioactivos, inflamables o tóxicos (Henry y Heinke, 1999).

Aye y Widjaya (2006) clasifican los desechos sólidos en dos grandes grupos, orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos que incluyen los putrescibles (que se degradan rápidamente y producen mal olor durante la descomposición), papel, cartón, caucho y madera. Los inorgánicos comprenden plásticos, vidrio, metal y otros.

Otra clasificación usada normalmente contempla tres categorías de desechos sólidos: reciclables, no reciclables/no peligrosos y peligrosos. Los reciclables se dividen básicamente en materiales regulados y no regulados, desechos de cocina y desechos a granel (Tsai *et al.*, 2007).

Varios autores han realizado trabajos de investigación que incluyen la composición de los desechos sólidos en los diferentes países y regiones. Según se resume en el cuadro 2, podemos observar que en países situados en el medio y extremo oriente (Tailandia, China, Palestina) el mayor porcentaje de desechos lo constituyen los orgánicos o putrescibles (O). Se observa un comportamiento similar pero en menor cuantía para Finlandia, Australia, Portugal y el Reino Unido. Mientras que, en Estados Unidos e Italia, el mayor porcentaje es atribuible a cartón y papel (C.P.).

En el cuadro 3, se observa que el porcentaje de los desechos sólidos para Caracas en cartón y papel es superior al de todos los demás países y ciudades consideradas; en plásticos también es mayor a de todos con excepción de Costa Rica. Se intuye que Caracas es un alto consumidor de productos que tienen papel, cartón, y plástico en su conformación o empaque.

4. Métodos de gestión de los desechos sólidos

Hay objetos o materiales que son desechos en determinadas situaciones, mientras que en otras se aprovechan. Diariamente arrojamos a la basura una gran cantidad de artículos que podrían ser utilizados nuevamente. Además, muchos desechos se pueden reciclar si se dispone de las tecno-

Cuadro 2. Composición de los desechos sólidos en algunos países y regiones (%)

Autor	País/Región	C. P.	P.	V.	M.	T.	O.	Otros
Agarwal et al. (2005)	India	6	6	1	0,25	–	38	48,75
Mongkolnc-haiarunya (2005)	Tailandia	7,25	19,9	10,8	0,4	7,25	49,3	5,1
Emery et al. (2007)	Reino Unido	25	10	7	5	4	32	17
Bao-guo et al. (2007)	China	19	3	8	4	2	45	19
El-Hamouz (2007)	Palestina	5,39	14,53	2,2	4,5	–	45	28,38
Gomes et al. (2007)	Portugal	20,3	18	6	5	3,8	27,4	19,5
Giugliano et al. (2008)	Italia	43,5	15,2	5,2	4,8	–	19,8	11,5
Sormunen et al. (2008)	Finlandia	20	13,6	4	4	4	38	16,4
Sormunen et al. (2008)	Australia	9,9	7,3	6,8	7,1	–	38,1	30,8
Sormunen et al. (2008)	Estados Unidos	26,3	15,4	6,2	7,3	5,5	16,4	22,9

C. P.: Cartón y papel; P.: Plásticos; V.: Vidrio; M.: Metal; T.: Textiles; O.: Orgánicos. Fuente: Elaboración Propia.

logías adecuadas y el proceso es económicamente rentable. Una buena gestión de los desechos persigue precisamente no perder el valor económico y la utilidad que pueden tener muchos de ellos y usarlos como materiales útiles en vez de desecharlos (Echarri, 1998).

El gobierno de Nueva Zelanda, según una enmienda realizada en 1996 a su constitución, define la gestión de los desechos sólidos como “reducción, reuso, reciclado, recuperación, tratamiento y disposición final de los materiales generados” (Seadon, 2006). Los materiales pueden ser sustituidos por otros, reusados dentro de los procesos existentes, reciclados hacia un proceso secundario o usados en un proceso diferente.

Ese mismo año el Programa Medioambiental de las Naciones Unidas definió la gestión integral de los desechos sólidos (IWM, por sus siglas en inglés) como “una estructura de referencia para diseñar y llevar a cabo nuevos sistemas de gestión de desechos y analizar y perfeccionar los sistemas existentes”. Esta integración debe comprometer a todos los involucrados en la generación, manipulación y disposición final de

Cuadro 3. Composición de los desechos sólidos en algunos países y ciudades de Latinoamérica (%)

País/ Ciudad	Cartón y papel	Plásticos	Vidrio	Metal	Textiles	Orgánicos Putrescibles	Otros e Inerte
México (DF)	20,9	8,4	7,6	3,1	4,5	44	11,5
Perú	7,5	4,3	3,4	2,3	1,5	54,5	25,9
Costa Rica	20,7	17,7	2,3	2,1	4,1	49,8	3,3
Ecuador	9,6	4,5	3,7	0,7	ND	71,4	ND
Caracas (AM)	22,3	11,7	4,5	2,9	4,1	41,3	11,2

ND: Datos no disponibles. DF: Distrito Federal. AM: Área Metropolitana Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS) 2005

los desechos, es decir, a los usuarios, las empresas privadas y públicas encargadas de la recolección y manejo de los desechos, los gobiernos municipales encargados de los vertederos, los medios de comunicación y la comunidad en general. De esta manera, se lograría reducir la utilización de materiales vírgenes, se utilizaría eficazmente la energía generada por los desechos y se reducirían las emisiones a la biosfera. En pocas palabras, se produciría un menor impacto ambiental (Seadon, 2006).

El trabajo de Masui (2005) analiza el modelo integrado de materiales para países del Asia-Pacífico (AIM/Material model, en inglés) aplicado en Japón. El modelo involucra la simulación de políticas para la reducción del anhídrido carbónico (CO_2) y la gestión de desechos sólidos para mantener el equilibrio económico. Según este modelo, la pérdida del producto interno bruto (PIB), como resultado de las restricciones medioambientales para la reducción de CO_2 bajo el protocolo de Kyoto, y la reducción de desechos sólidos como objetivo del gobierno japonés, se estima en 0,2% para el 2010. Por otra parte, la pérdida del PIB en el 2010 será mitigada en un 55% por la adopción de varias medidas: mayor inversión medioambiental, mejora en la tecnología para la gestión

de materiales (reciclaje) y desechos (reuso), introducción de reformas impositivas para la generación de desechos y cambios en los hábitos de consumo.

Los estudios de Liamsanguan y Gheewala (2007) y Emery *et al.* (2007) muestran que los desechos sólidos municipales pueden gestionarse mediante el análisis del ciclo de vida.²

En la investigación de Liamsanguan y Gheewala (2007) realizada en la provincia de Phuket (Tailandia) se compararon el consumo de energía y la emisión de gases de invernadero mediante dos métodos para la gestión de los desechos sólidos: relleno de tierra sin incineración (no hay recuperación de energía) y con incineración (hay recuperación de energía). Para ambos casos, y ambos parámetros, se encontró que la incineración es superior al relleno de tierra sin recuperación de energía. Sin embargo, los resultados se invirtieron cuando el gas generado en el relleno sin incineración es recuperado para la producción de electricidad.

Emery *et al.* (2007) compararon la incineración, el relleno de tierra, el reciclaje y el abono. Determinaron que la incineración es más favorable que los demás procedimientos. Sin embargo, los altos costos operativos hacen que esta opción no sea la mejor desde el punto de vista económico y ambiental. Concluyen afirmando que la gestión de los desechos sólidos debe realizarse en forma integral, es decir, combinando varias opciones para obtener un beneficio económico y ambiental.

El trabajo de Ahmed y Ali (2004) señala que el sector público y el sector privado pueden trabajar juntos en la gestión de los desechos sólidos. Los esfuerzos que se están haciendo para unir el sector público con operadores del sector privado pueden mejorar la eficacia en el manejo de los desechos y crear nuevas oportunidades de empleo. La competencia entre ambos sectores puede cambiarse por la complementación y la cooperación para el caso de la manipulación de los desechos sólidos, sobre todo, en países en vías de desarrollo. Una buena opción podría ser una integración vertical entre operadores privados a pequeña escala y el sector público.

El trabajo de El-Hamouz (2007) pone de manifiesto la importancia del sector privado en la gestión de los desechos sólidos municipales. En concreto, la investigación fue realizada en un distrito de Palestina y

analiza los problemas ambientales y de baja eficiencia en el servicio de recolección de la basura. Una compañía privada aplicó una estrategia de gestión logística y reprogramó el sistema de recolección de los desechos sólidos municipales. Es decir, la firma se planteó la reasignación de los recipientes en las calles, rutas de los vehículos y horarios de recogida. La solución se probó por un mes y resultó satisfactoria en cuanto a una mejora medioambiental (menor ruido y menos acumulación de desperdicios), eficiencia, costo y calidad del servicio.

Generalmente, la gestión de los desechos sólidos comprende cuatro actividades (Tchobanoglous *et al.*, 1994):

- Reducción en el origen, que es la forma más efectiva de reducir la cantidad de desechos, el costo asociado a su manipulación y los impactos ambientales. Los desechos pueden reducirse a través del diseño, la producción y el envasado de productos con mínimo material tóxico, mínimo volumen de material, una vida útil más larga y la reutilización del producto y los materiales.
- Reciclaje, que implica la separación y recogida de materiales de desecho, la preparación de estos materiales con miras a la reutilización, el reprocesamiento y la transformación en nuevos productos. Es necesario un mercado confiable y cercano para los materiales recuperados con el fin de tener un programa de reciclaje satisfactorio. Adicionalmente, los programas de reciclaje requieren una infraestructura de recolección y procesamiento que permita un abastecimiento confiable y consistente de material recuperado para los fabricantes. Entre los materiales recuperados más comúnmente utilizados en el reciclaje tenemos: aluminio, papel y cartón, vidrio, plásticos y materiales ferrosos como hierro y acero (Henry y Heinke, 1999).
- Transformación de desechos mediante operaciones que alteran su composición química, física o biológica. Un ejemplo de esta transformación lo constituye la combustión y la producción de abono.
- Vertido, que implica la evacuación controlada de desechos encima o dentro del manto de la tierra. Es el método más común, pero el menos deseado, para tratar los desechos sólidos.

Adicionalmente, los materiales de desecho deben recogerse, separarse, seleccionarse y prepararse con miras a la reutilización, el reprocesamiento y la transformación en nuevos productos. Lógicamente, es necesario un mercado confiable y cercano para los materiales recuperados con el fin de establecer un programa de reciclaje satisfactorio.

Van der Zee *et al.* (2004) realizaron una investigación en Holanda sobre la posibilidad de operar rentablemente los depósitos de basura en ese país. En el estudio se aplicó un análisis costo/beneficio y se tomaron en cuenta factores como la potencialidad de materiales reciclables, materiales para reuso y combustibles generados (gas y aceite). Este estudio piloto se probó con éxito en 147 basurales.

El trabajo de Aye y Widjaya (2006) versó sobre un análisis medioambiental y económico para la eliminación de los desechos en los mercados tradicionales de Indonesia.³ Los mercados tradicionales ocupan el segundo lugar en la generación de desechos después de los generados por las familias en ese país. Las opciones comparadas en el estudio fueron: elaboración de abono en plantas locales, elaboración de abono en plantas centralizadas, producción de biogás y la generación de electricidad mediante el diseño de un basurero para tal fin. El basurero diseñado para generar electricidad genera el mayor impacto ambiental de las opciones comparadas. Sin embargo, tiene un significativo menor impacto que la descarga al aire libre. Las opciones de elaboración de abono no difieren significativamente entre sí y tienen un moderado impacto ambiental entre las opciones comparadas. La producción de biogás tiene el menor impacto ambiental, salvo por la acidificación. No obstante, la producción de electricidad a partir de biogás puede disminuir el impacto ambiental de la generación eléctrica. La elaboración de abono en una planta centralizada tiene el más alto beneficio potencial –proporción de costos e impactos ambientales moderados– entre las alternativas comparadas.

El estudio de la viabilidad de las oportunidades para reusar los desechos es analizado en un estudio de Park y Martin (2007). Allí, el término reusar incluye reciclaje, utilización como materia prima para otros procesos e inclusión de los desechos como valor agregado en los productos. Inicialmente, las oportunidades para el reuso de los desechos

son generadas por varios métodos: tormenta de ideas (*brainstorming*, en inglés), investigación teórica y consulta a nivel académico e industrial. Estas oportunidades son evaluadas según tres criterios: técnico, económico y medioambiental y de regulaciones. Los beneficios del procedimiento propuesto son la mejora de la rentabilidad mediante la transformación de desechos costosos en productos valiosos, mejora en el perfil medioambiental de la empresa y protección contra presentes y futuras regulaciones.

La investigación de Paolini *et al.* (2007) realizada en el estado Lara (Venezuela) tuvo como objetivo estudiar la posibilidad de aplicar una metodología medioambiental desarrollada en la universidad de Granada (España) para el diagnóstico y cuantificación del impacto ambiental de los depósitos de basura. Se estudiaron siete depósitos municipales de basura diseminados en el estado. Los índices obtenidos pudieran ser usados como herramienta para la localización apropiada de los depósitos y el seguimiento de su operatividad. Los altos valores de probabilidad de contaminación obtenidos parecen ser un reflejo de la operación incontrolada e ineficiente de los depósitos, así como una inapropiada ubicación de los mismos.

Con el fin de controlar la contaminación del agua, del aire y del suelo se han creado plantas de tratamiento para desechos industriales y municipales, se han instalado equipos para controlar la emisión de gases en chimeneas de incineradores y hornos, y se han realizado rellenos sanitarios para la eliminación de desechos sólidos. En lugar de lo anterior, o como complemento a esto tal vez, sería mejor actuar preventivamente en relación con las personas, las empresas, instituciones, gremios y gobiernos con la finalidad de evitar o reducir al mínimo la producción de desechos mediante el fomento de la conciencia ciudadana y de la responsabilidad empresarial en los riesgos para la salud debido a los desechos, la utilización de energía más limpia, menores recursos naturales y la elaboración de productos más respetuosos del medio ambiente.

Según Porter y Van Der Linde (1995), el debate, ya clásico, entre competitividad y ambiente ha sido incorrectamente estructurado. Por un lado, los ambientalistas se han enfrascado en una lucha por las regulaciones ambientales y han tratado de imponerlas a toda costa y, por el

otro, las empresas han tratado de demostrar la afectación de sus costos y, por ende, el perjuicio a su competitividad y ambos han dejado a un lado los aportes que pueden realizar las innovaciones a la solución de los problemas ambientales. Las innovaciones dirigidas hacia las mejoras ambientales pueden disminuir los costos del producto, promover la productividad de los recursos y reducir embalajes innecesarios o simplificando diseños.

La disminución de la contaminación puede lograrse a través de dos medios primarios: el control de la contaminación, con el que las emisiones y afluentes son tratados mediante la instalación de maquinaria y equipos para tal fin y la prevención, por medio de la cual las emisiones y afluentes son reducidos, sustituidos o no generados, gracias al reemplazo de materiales, el reciclado o innovaciones en el proceso. La prevención de la contaminación se enfoca a la “construcción” de una nueva capacidad para la producción y las operaciones. Sin embargo, como estas actividades están muy ligadas, desde el acceso a las materias primas e insumos, pasando por los procesos de producción, hasta el uso de los productos, se hace necesario internalizar esta forma de funcionamiento a través de toda la cadena de valor (Hart, 1995).

Las iniciativas medioambientales para las empresas han significado, en la mayoría de los casos, ahorro de costos y mejoras de calidad en el producto y en el proceso. Un desafío para la producción es establecer los incentivos que puedan elevar la estrategia medioambiental en las estrategias de negocios, y en la producción de bienes y servicios, de tal manera que los productores puedan entrar al mercado utilizando tecnologías limpias con el mínimo impacto ambiental y previniendo la contaminación.

Las empresas habitualmente “juegan” a ganar o, como máximo, a ganar-ganar; es decir, si con una mejora en la calidad, reducción de costos y un respeto por el medio ambiente ganamos todos, las empresas no tendrían problema en tomar como precepto “lo que es bueno para el ambiente es bueno para la empresa”. Sin embargo, también pudiera ocurrir lo contrario, es decir, que lo que es bueno para el ambiente no sea bueno para la empresa en términos de costos y beneficios. Rebatir esta idea es otro desafío que deben encarar propietarios, directivos o gerentes

de las organizaciones, puesto que, a corto plazo los costos de la implantación de herramientas de gestión medioambiental pueden sobrepasar los beneficios de su aplicación, pero en el largo plazo la situación se revierte. De ahí que, conforme dice Banerjee (2001), “la diseminación de la información medioambiental dentro de las organizaciones es crucial debido a la complejidad e interconexión de la comunicación a todos los niveles de la organización”.

Las normas de certificación para las prácticas medioambientales de los negocios ISO 14000 están tomando importancia dado el reconocimiento ganado por las normas de certificación de calidad ISO 9000. Varios aspectos de la gestión de la calidad total y de la excelencia en gestión medioambiental en la empresa tienen diversas similitudes teóricas. Así por ejemplo, la prevención de la degradación ambiental es superior a la detección y corrección, tal como ocurre con los defectos en calidad total. Los costos ambientales involucran los productos, procesos, empleados, clientes y suplidores, e igualmente sucede en calidad total. La asociación y cooperación con clientes, suplidores y subcontratistas es vital en la excelencia ambiental al igual que en la calidad total (Klassen y McLaughlin, 1993). Por tanto, las empresas con una demostrada capacidad en gestión de la calidad total deberían ser capaces de acumular más rápidamente los recursos necesarios para la prevención de la contaminación que aquellas que no poseen la capacidad antes mencionada (Hart, 1995). Las similitudes filosóficas entre las normas ISO 14000 e ISO 9000 refuerzan esta posición (Puri, 1996).⁴

Para Winsemius y Guntram (1992), la gestión medioambiental en las empresas está definida por cuatro fases. La fase reactiva, en la que la meta es el cumplimiento de las regulaciones gubernamentales en materia ambiental. Aquí la empresa actúa defensivamente y se solucionan los problemas una vez provocados (*end-of-pipe*, en inglés). La fase receptiva, en la que la meta es la optimización (en términos de costos y beneficios) y, si existen las condiciones para llevarla a cabo, incluso se podría llegar a rediseñar algún proceso. La fase constructiva, en la que se acepta la responsabilidad por los daños que puedan ocasionar los productos desde su nacimiento hasta su desaparición. Existe una nueva forma de trabajo con los proveedores, clientes y especialmente con los

competidores para el logro de objetivos comunes como la recolección de desechos, el reciclaje y el etiquetado de productos “verdes” y se le da cabida a la innovación. Finalmente, la fase proactiva, en la que se incorpora el desafío medioambiental como un elemento de calidad en la gestión. Se internaliza el cambio ambiental en toda la organización y al mismo tiempo se focaliza la atención hacia los clientes que ofrecen productos y servicios al mismo costo. La idea es que las empresas puedan ver en la ecología una fuente de innovación y una estrategia comercial con beneficios económicos (Berry y Rondinelli, 1998).

La elaboración de productos respetuosos con el medio ambiente por medio de procesos eficientes –fabricación verde– puede constituir un buen negocio. Las organizaciones pueden mostrar su sensibilidad hacia los productos “verdes” mediante el diseño⁵ y la producción de productos reciclables, la utilización de materias primas reciclables, el uso de insumos menos nocivos como tintas, aceites, pinturas etc., el manejo de componentes más ligeros, el uso de menos energía y la utilización de menos material en los productos (Heizer y Render, 2001).

Entre las barreras más frecuentes en la empresa para la implantación de un sistema de prevención de la contaminación se encuentran las capacidades tecnológicas y los riesgos asociados a la prevención de la contaminación cuando los procesos se encuentran optimizados en calidad, costo y eficiencia; la estructura organizacional y las actitudes gerenciales que causan inercia, comunicación pobre y desviación de los recursos; la resistencia al cambio de la fuerza de trabajo por temor a la pérdida de sus empleos o a un nuevo entrenamiento y capacitación; las políticas públicas, las cuales favorecen el dominio y control de las regulaciones y, finalmente, las restricciones financieras en empresas focalizadas en beneficios a corto plazo y limitaciones en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías (Klassen, 2000).

La investigación de Hanna *et al.* (2000) exploró las relaciones entre el tipo de proceso, el desempeño operacional, el compromiso del empleado y el desempeño ambiental. Se investigó sobre el logro de los objetivos y los resultados obtenidos por 349 equipos de empleados comprometidos con proyectos. El estudio se realizó en el estado de Ohio en los Estados Unidos de Norteamérica y se encontró que en procesos

continuos el 62% de los equipos obtuvo como resultado un impacto ambiental positivo. En contraste, sólo el 6% de los equipos logró similar resultado en procesos artesanales o intermitentes. Los resultados obtenidos apoyan el concepto de una relación positiva entre la actuación operacional y medioambiental. En el contexto del estudio se sugiere que la clave de esta relación positiva puede ser el involucramiento de los empleados.

Sroufe *et al.* (2000) examinaron el papel jugado por los asuntos ambientales durante el diseño de un nuevo producto. Este estudio exploratorio fue realizado en diez compañías en los Estados Unidos e incluyó tres empresas suplidoras de partes automotrices, dos empresas del sector químico, dos fabricantes de muebles y equipos de oficina, un fabricante de componentes para motores de aviación, un fabricante de puertas y ventanas y un fabricante especialista en camiones. Las empresas estudiadas fueron categorizadas en cinco grupos: innovadoras, adoptadoras tempranas, mayoría precoz, mayoría tardía y rezagadas. La investigación identifica las grandes diferencias existentes en las empresas al considerar el diseño para el ambiente (DFE, por sus siglas en inglés) durante el diseño de nuevos productos. Las mayores diferencias se observaron entre las empresas adoptadoras tempranas y la mayoría precoz. El papel de la manufactura ambientalmente responsable (ERM, por sus siglas en inglés) es más formal e integral en las empresas innovadoras y adoptadoras tempranas a través de una cultura corporativa “verde” y la incorporación de procesos como reducción, reciclaje y prevención de la contaminación. Así mismo, se encontró que para la mayoría precoz, mayoría tardía y rezagadas, los factores como el costo, calidad, flexibilidad y tiempo de entrega tienen una fuerte influencia en ellas.

5. Situación actual de los desechos sólidos a nivel regional y local

Venezuela es el país que genera mayor cantidad de desechos domésticos (0,89 kg/habitante/día) y ocupa el segundo lugar para los desechos municipales (1,03 kg/habitante/día) después de Argentina (1,12 kg/habitante/día) tal como se observa en el cuadro 4.

Cuadro 4. Generación de desechos per cápita para algunos países de Suramérica (kg/habitante/día)

País	Domésticos*	Municipales**
Argentina	0,82	1,12
Brasil	ND	0,88
Colombia	0,69	0,69
Perú	0,53	0,71
Ecuador	0,69	ND
Bolivia	0,49	ND
Venezuela	0,89	1,03

ND: Datos no disponibles. *Generados dentro de las casas de habitación y constituyen del 50 al 75% de los desechos municipales. **Incluyen desechos sólidos provenientes de la actividad residencial, comercial, institucional, industrial (pequeña industria y artesanal), barrido y limpieza de áreas públicas. Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005

En cuanto a algunas ciudades de Suramérica, según las cifras del cuadro 5, se advierte que con excepción de Quito, Bogotá y Lima, todas las demás ciudades tienen una generación de desechos municipales per cápita por encima de un kilogramo por persona diariamente y casi de dos kilogramos para Sao Paulo. Llama la atención algunos valores, como por ejemplo, si comparamos los datos de Caracas con los de Sao Paulo observamos que la población de la primera es aproximadamente el 10% de la segunda, pero en cuanto a la generación per cápita de desechos, Caracas representa el 55% con respecto a Sao Paulo; ahora bien, si la relacionamos con Quito, la población es prácticamente la misma pero se genera casi un 50% más de desechos por persona. En resumen, Caracas es una de las ciudades de Suramérica que genera más desechos per cápita diariamente.

Vale la pena resaltar que Venezuela no cuenta con un plan o programa nacional para el manejo integral de desechos, y los esfuerzos adelantados por los Municipios lucen descoordinados e ineficientes. Tanto es así que en las consultas nacionales desarrolladas por VITALIS⁶ a

Cuadro 5. Generación de desechos per cápita para algunas ciudades de Suramérica

Ciudades	Población x 1000 (hab.)	Per cápita
Sao Paulo (Brasil)	18.300	1,99
Buenos Aires (Argentina)	12.544	1,16
Caracas (Venezuela)	1.836	1,10
Montevideo (Uruguay)	1.303	1,23
Quito (Ecuador)	1.841	0,72
Bogotá (Colombia)	6.558	0,72
Lima (Perú)	6.901	0,70

Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005.

más de 150 expertos a finales del 2000 y 2001 la basura sigue apareciendo como el principal problema ambiental del país (CELARA, 2002).

A nivel local, los desechos sólidos son un problema que cada día se agrava más en nuestras comunidades. El estado Mérida (Venezuela) está compuesto por veintitrés municipios, algunos de los cuales se han unido en mancomunidades para el manejo de los desechos sólidos. Una de estas mancomunidades está integrada por cinco municipios que están depositando los desechos sólidos en una planta procesadora de desechos sólidos que entró en funcionamiento en el segundo semestre del año 2006, que “colapsaría si hoy recibiera 350 mil kilos de basura, cantidad que generan los municipios: Libertador, Campo Elías, Sucre, Santos Marquina y Rangel” (Ortegana, 2006).

Si comparamos las cifras del cuadro 5 y del cuadro 6, observamos que el municipio Libertador, sede de la ciudad de Mérida, genera más desechos sólidos por persona que las ciudades de Quito (Ecuador), Bogotá (Colombia) y Lima (Perú). Todos los demás municipios considerados del Estado Mérida generan más desechos sólidos por persona que las ciudades antes nombradas incluyendo Caracas, incluso, más que el promedio a nivel nacional para el país (1,03; cuadro 4). Estas cifras hacen pensar que efectivamente se deben tomar correctivos urgentes

Cuadro 6. Generación de desechos sólidos en cinco municipios del Estado Mérida

Municipio	Población	Total de desechos generados (toneladas por día)	Generación per cápita de desechos sólidos
Libertador	204.879	170	0,83
Campo Elías	82.397	95	1,15
Sucre	44.418	50	1,13
Santos Marquina	16.098	18	1,12
Rangel	15.206	17	1,12

Fuente: Cálculos propios utilizando datos de la gobernación del Estado Mérida, Venezuela

para controlar, en la medida de lo posible, este problema mediante su reducción en las fuentes de origen, el reciclaje, su reprocesamiento, transformación y disposición final.

Algunos gobiernos municipales como el del municipio Libertador del estado Mérida han estado realizando campañas para el manejo y la educación de la población en la gestión integral de los desechos sólidos. Por ejemplo, mediante la colocación de contenedores para la clasificación de los desechos sólidos, inicialmente, en diferentes avenidas de la ciudad, y posteriormente en centros educacionales, hospitalarios, y otros, con el fin de sensibilizar a la comunidad sobre el correcto manejo de los desechos y las ventajas del reciclaje. En el municipio se “generan diariamente 170 toneladas de desechos y, si tenemos éxito al reciclar podremos reducir esta cifra a 130, lo importante es que esto alargaría el periodo de vida de la Planta Procesadora de Desechos Sólidos, a través del aporte de cada uno de nosotros” (Abreu, 2007).

6. Consideraciones finales

Se hace necesario implantar medidas efectivas de reducción o minimización de desechos con la participación de todos, desde la industria y el

comercio hasta la activa participación de la ciudadanía. Asimismo, para estimular procesos como la reutilización de materiales y el reciclaje, será necesario promover mecanismos que creen las condiciones propicias a través de un adecuado nivel tecnológico, oportunidades mercado e incentivos legales para trasladar esta actividad a niveles locales.

Se debe fomentar la constitución de microempresas o asociaciones productivas con enfoque de gestión empresarial que, junto a las tecnologías alternativas con participación social y educación ambiental, son claves para el manejo adecuado de los desechos (OPS, 2005). Se hace necesaria la participación del sector privado, tal como se aprecia en las investigaciones de Ahmed y Ali (2004) y El-Hamouz (2007) y de la comunidad organizada para el manejo adecuado de los desechos sólidos. Adicionalmente, los fabricantes y comerciantes pueden trabajar proactivamente para minimizar la contaminación producto de sus actividades diarias (ver los trabajos de Winsemius y Guntram, 1992, Klassen y McLaughlin, 1993, Hart, 1995, Berry y Rondinelli, 1998 y Klassen, 2000).

Se debe llegar a un consenso y a la formación de alianzas y pactos sociales a través de redes y proyectos, tanto dentro de las organizaciones⁷ como externamente, que abarquen diversas instituciones, gobiernos locales, organizaciones no gubernamentales (ONGs) y el sector privado para el manejo de desechos sólidos. Igualmente, se deben fortalecer los sistemas de información tanto en las empresas⁸ como en el sector público para apoyar la identificación de iniciativas de desarrollo del sector de los desechos sólidos (OPS, 2005).

Finalmente, debemos hacer hincapié en que, bien sean desechos domésticos, municipales o industriales, se debe actuar en forma preventiva o proactiva y no en forma correctiva o reactiva para que los esfuerzos de todos los actores (ciudadanos, empresas y gobiernos) se materialicen, efectivamente, en la disminución de los desechos generados y en su adecuado aprovechamiento mediante un sistema que integre las acciones y medidas desarrolladas por cada uno de los actores (Figura 1).

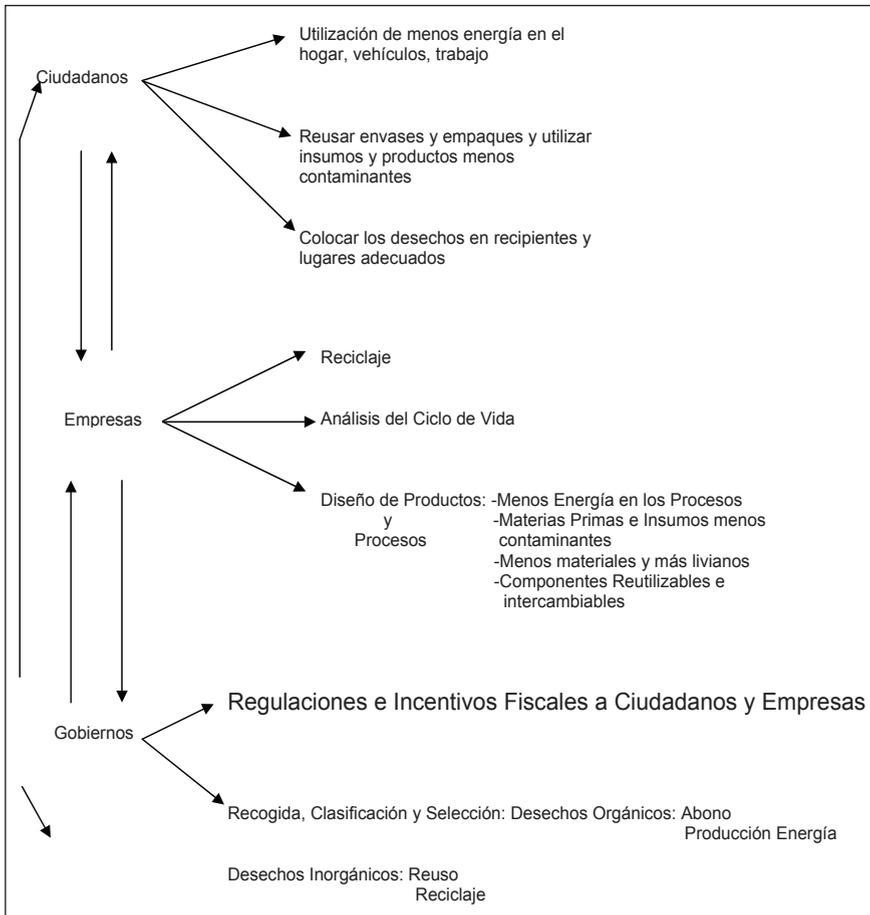


Figura 1. Integración para el manejo de los desechos sólidos. Fuente: Elaboración propia

7. Notas

- 1 Basura muchas veces se designa todo el conjunto de desechos: biodegradables y no biodegradables.
- 2 El análisis del ciclo de vida (ACV) es “un instrumento de gestión que evalúa el impacto global que sobre el ambiente genera cada una de las fases del ciclo de vida del producto” (Regardía, 2004, p. 19). Esta herramienta

- se utiliza para la determinación de las cargas ambientales asociadas a un producto, incluyendo las etapas de extracción y procesado de los materiales; producción, transporte y distribución; uso, reutilización y mantenimiento; y reciclado y disposición de los desechos.
- 3 Un mercado tradicional en Indonesia es un lugar donde concurren diariamente minoristas y mayoristas. La mayoría de estos mercados vende comida, aunque, hay algunas excepciones como por ejemplo Jakarta: centro electrónico, textil y de medicamentos.
 - 4 Citado por Klassen (2000, p. 134).
 - 5 Ver Sroufe *et al.* (2000).
 - 6 Asociación civil sin fines de lucro creada en Venezuela el 13 de agosto de 2000. Su misión es contribuir a la formación de valores, conocimientos y conductas cónsonas con la conservación ambiental y el desarrollo sustentable. Su ámbito de acción es regional, nacional e internacional.
 - 7 Ver Hanna *et al.* (2000), Klassen (2000).
 - 8 Ver Banerjee (2001).

8. Referencias

- Abreu, A. (2007). "Campaña de Reciclaje tomará avenida Las Américas." *Diario Frontera*, (Mérida) miércoles 14 de marzo de 2007.
- Ahmed, S. y Ali, M. (2004). "Partnerships for solid waste management in developing countries: linking theories to realities." *Habitat International*, 28 (2004), pp. 467-479.
- Aye, L. y Widjaya, E. (2007). "Environmental and economic analyses of waste disposal options for traditional markets in Indonesia." *Waste Management*, 26 (2006), pp. 1180-1191. Available online at www.sciencedirect.com, 2007.
- Banerjee, S. (2001). "Managerial Perceptions of Corporate Environmentalism: Interpretations from Industry and Strategic Implications for Organizations." *Journal of Management Studies*, 38, 4 (2001), pp. 489-513.
- Berry, M. y Rondinelli, D. (1998). "Proactive Corporate Environmental Management: A New Industrial Revolution." *Academy of Management Executive*, 12, 2 (1998), pp. 38-50.

- Comité de Enlace Regional Ambiental del Estado Lara (CELARA) (2008). “Conservación y Desarrollo Sostenible en Venezuela 1992-2002. Visión de la Sociedad Civil en la Implementación de la Agenda 21.” www.ambiente-ecologico.com/ediciones/informesEspeciales/005_InformesEspeciales_ConservaciónYDesarrolloSostenibleEnVenezuela1992_2002.zip, 2008.
- Echarri, L. (2008). “Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente.” En: <http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologiaHipertexto/13Residu/100Resid.htm>, 2008.
- El-Hamouz, A. (2007). “Logistical management and private sector involvement in reducing the cost of municipal solid waste collection service in the Tubas are of the West Bank.” *Waste Management* (2007). Available online at: www.sciencedirect.com, 2008.
- Emery, A., Davies, A., Griffiths, A. y Williams, K. (2007). “Environmental and economic modelling: A case study of municipal solid waste management scenarios in Wales.” *Resources, Conservation and Recycling*, 49 (2007), pp. 244-263. Available online at www.sciencedirect.com, 2008.
- Hart, S. (1995). “A Natural-Resource-Based View of the Firm.” *Academy of Management Review*, 20, 4 (1995), pp. 986-1014. Available online at <http://www.jstor.org>, 2007.
- Hanna, M., Newman, W. y Johnson, P. (2007). “Linking operational and environmental improvement through employee involvement.” *International Journal of Operations & Production Management*, 20 2 (2000), pp. 148-165. Available online at: <http://www.emerald-library.com>, 2007.
- Heizer, J. y Render, B. (2001). *Dirección de la Producción. Decisiones Estratégicas*. Madrid: Pearson Educación, 2001.
- Henry, G. y Heinke, W. (1999). *Ingeniería Ambiental*. México, D.F.: Prentice Hall, 1999.
- Klassen, R. (2000). “Exploring the Linkage between investment in manufacturing and environmental technologies.” *International Journal of Operations & Production Management*, 20, 2 (2000), pp. 127-147. Available online at <http://www.emerald-library.com>, 2008.
- Klassen, R. y McLaughlin, C. (1993). “TQM and Environmental Excellence in Manufacturing.” *Industrial Management & Data Systems*, 93, 6 (1993), pp. 14-22.

- Liamsanguan, C. y Gheewala, S. (2007). "LCA: A decision support tool for environmental assessment of MSW management Systems." *Journal of Environmental Management*, (2007).
- Masui, T. (2005). "Policy evaluations under environmental constraints using a computable general equilibrium model." *European Journal of Operational Research*, 166 (2005), pp. 843-855. Available online at www.sciencedirect.com, 2007.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), (2007). "Guía para la Gestión Integral de los Desechos Sólidos Urbanos." En:
http://193.138.105.50/filestorage/download/?file_id=72852, 2008.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS), (2005). En:
<http://www.bvsde.paho.org/sde/ops-sde/bv-residuos.shtml>, 2007.
- Ortegana, M. (2006). "Pronostican el Colapso de la Planta Integral". *Diario Frontera* (Mérida, Venezuela), (sábado 1º de Julio de 2006).
- Paolini, A., Ramos, A. y Zamorano, M. (2007). "Environmental diagnosis and planning actions for municipal waste landfills in Estado Lara (Venezuela)." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (2007). Available online at www.sciencedirect.com, 2007.
- Park, S. y Martin, A. (2007). "A novel assessment tool for reusability of wastes." *Journal of Hazardous Materials B139* (2007), pp. 575-583.
- Porter, M. y Van der Linde, C. (1995). "Green and Competitive." *Harvard Business Review*, (September-October, 1995).
- Seadon, J. (2006). "Integrated waste management-Looking beyond the solid waste horizon". *Waste Management*, 26 (2006), pp. 1327-1336. Available online at www.sciencedirect.com, 2007.
- Sroufe, R., Curkovic, S., Montabon, F. y Melnyk S. (2000). "The new product design process and design for environment. Crossing the chasm." *International Journal of Operations & Production Management*, 20, 2 (2000), pp. 267-291. Available online at <http://www.emerald-library.com>, 2008.
- Tchobanoglous G., Theisen H. y Vigil S. (1994). *Gestión Integral de Desechos Sólidos*. 1 y 2. Madrid: Editorial McGraw Hill.
- Tsai, W., Chou, Y., Lin, Ch., Hsu, H., Lin, K. y Chiu, Ch. (2007). "Perspectives on resource recycling from municipal solid waste in Taiwan." *Resources*

Policy, 32, (2007), pp. 69-79. Available online at www.sciencedirect.com, 2007.

Van der Zee, D., Achterkamp, M. y De Visser B. (2007). "Assessing the market opportunities of landfill mining." *Waste Management*, 24 (2004), pp. 795-804. Available online at www.sciencedirect.com, 2007.

Winsemius, P. y Guntram U. (1992). "Responding to the Environmental Challenge." *Business Horizons*, (March-April), pp. 12-20.