

---

## **GESTIÓN DE RESIDUOS Y AGUA EN EL MARCO DE LA SUSTENTABILIDAD**

### **GARBAGE AND WATER MANAGEMENT IN A SUSTAINABILITY CONTEXT**

#### **Martín Amorena**

Universidad de la República Oriental del Uruguay  
Ingeniero Industrial Mecánico de la Universidad de la República Oriental del Uruguay,  
Montevideo, Uruguay  
Departamento de Producción Industrial, Facultad de Ingeniería  
Julio Herrera y Reissig 565, CP: 11700  
Montevideo, Uruguay  
[mamorena@fing.edu.uy](mailto:mamorena@fing.edu.uy)

#### **Gerardo Gazzano**

Universidad de la República Oriental del Uruguay  
Contador Público, Economista de la Universidad de la República Oriental del Uruguay,  
Montevideo, Uruguay  
Departamento de Producción Industrial, Facultad de Ingeniería  
Julio Herrera y Reissig 565, CP: 11700  
Montevideo, Uruguay  
[ggazzano@fing.edu.uy](mailto:ggazzano@fing.edu.uy)

#### **Lorena Silveira**

Universidad de la República Oriental del Uruguay  
Ingeniera Alimentaria de la Universidad de la República Oriental del Uruguay,  
Montevideo, Uruguay  
Departamento de Producción Industrial, Facultad de Ingeniería  
Julio Herrera y Reissig 565, CP: 11700  
Montevideo, Uruguay  
[loresilv@fing.edu.uy](mailto:loresilv@fing.edu.uy)

**RESUMEN:** Los modelos de desarrollo han estado generando crecientes niveles de contaminación afectando a las generaciones actuales y comprometiendo las posibilidades de desarrollo de las futuras generaciones. Se hace necesario tomar conciencia del problema y de posibles soluciones, aspectos que son abordados al tratar dos de sus componentes: la gestión de residuos y el consumo de agua. La sustentabilidad para ser real, objetiva y viable, debe convertirse en un paradigma alternativo en el cual los recursos ambientales, como potenciales capaces de reconstruir el proceso económico dentro de una nueva racionalidad productiva, promuevan un proyecto social fundado en las autonomías culturales, en la democracia y en la

productividad de la naturaleza<sup>1</sup>. “La basura no es un desecho, es materia prima” El principio que debe regir la gestión de residuos consiste, entre otros, en no enviar energía a disposición final. Las malas prácticas de uso de agua tienen efectos importantes sobre el medio ambiente y la economía. Por ende, es imprescindible la concientización y capacitación sobre la importancia de conservar este recurso y, por lo tanto, de la necesidad de hacer un uso racional del mismo. La utilización de buenas prácticas en el uso del agua (tanto a nivel nacional, empresarial, como individual) son variadas y se resumen en el presente trabajo. “Nadie tiene derecho a ser ineficiente en el uso de recursos, aunque pague por ellos, ya que su despilfarro puede hacer que a otros les haga falta”.

**Palabras clave:** Producción Sustentable. Producción más limpia. Residuos. Reciclaje. Agua.

**SUMMARY:** Development models have generated increased levels of contamination, affecting actual generations and putting in risk the possibilities of development of future generations. It's necessary to be conscious of the problem and of possible solutions, aspects that are treated when we consider two of their components: garbage management and water consume. For being real, objective and feasible, sustainability must become an alternative paradigm in which environmental resources, being potentially capable of reconstructing the economic process within a new productive rationality, promote a social project based on cultural autonomies, on democracy, and on the productivity of nature. “Garbage is not waste; it is raw material” The principle that should rule garbage management, among others, is not to send energy to final disposal. Bad practices in water use have important effects on the environment and the economy. Therefore, awareness and training on the importance of preserving this resource, and hence of the necessity of a rational use of it, are essential. Good practices in water use (at a national, organizational, or individual level) are varied and are compiled in the present essay. “Nobody has the right to be inefficient when using resources, even if he pays for them, since his wasting could become in scarce for others”

**Keywords:** Sustainable Production. Clean Production. Garbage. Recycling. Water.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Universidad de la República interactúa de manera permanente con el sector privado y, en particular, con la industria manufacturera. Es por este motivo que constituye un impulsor y promotor de innovación, investigación y desarrollo, cuya aplicabilidad apunta a mejoras en la productividad y en la calidad de vida de los consumidores de bienes y servicios.

Los sistemas productivos que se han estado desarrollando principalmente a partir de la Revolución Industrial, son cada vez más consumidores de recursos agotables que provee la naturaleza. Por consiguiente, el consumo actual se está sosteniendo en limitaciones de recursos que se dejan a las generaciones futuras.

A la vez, estos sistemas productivos han estado generando volúmenes cada vez mayores de residuos que resultan contaminantes. Se generan entonces dos problemas simultáneos: la contaminación del ambiente y el legado de un medio ambiente deteriorado para las

---

<sup>1</sup> LEFF, Enrique. “De quien es la Naturaleza. Sobre la Apropiación Social de los Recursos Naturales”. Gaceta Ecológica, No. 37, INE/SEMARNAP, México, Edición 1995.

generaciones futuras.

Se hace necesario entonces apuntar a la generación de políticas que posibiliten atenuar los impactos de estos dos problemas. Ello implica profundizar en técnicas y métodos de producción limpia (que minimicen la generación de residuos y que resulten menos contaminantes) y en reducir el consumo de recursos agotables. Estas recomendaciones se tratan en tres niveles: a nivel del gobierno, a nivel de empresas y a nivel de personas, apuntando respectivamente a la generación de políticas, a la aplicabilidad de nuevos métodos de producción y a la adopción de nuevos hábitos de consumo.

Al momento actual, es muy poco lo que se hace a nivel mundial en torno a esta problemática, en particular en los países de menor nivel de desarrollo. Se hace necesario entonces que, desde todos los ámbitos (en particular desde el universitario) se promueva la sensibilización en torno al tema y sus posibles soluciones.

El presente trabajo alcanza a dos componentes de esta problemática: la generación de residuos y el consumo de agua. Se trata de contextualizar el problema en torno a estos dos componentes y generar propuestas de tratamiento que puedan ser consideradas al momento de generar políticas, métodos de producción y hábitos de consumo.

## 2. GESTIÓN DE RESIDUOS

### 2.1 Introducción: Producción y consumo sustentables

**Sustentabilidad** es satisfacer las necesidades de las generaciones del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades. Para saber si algo es sustentable, debe considerar el equilibrio entre tres aspectos: economía, entorno (ambiente) y equidad social (conocidos como “las 3 e”)<sup>2</sup>.

Desde una perspectiva meramente ecológica, el **desarrollo sustentable** se percibe como la interrelación entre sistemas económicos altamente dinámicos y sistemas ecológicos menos cambiantes donde:

- La vida humana pueda continuar indefinidamente
- Los seres humanos como individuos, puedan desarrollarse
- Sobreviven las particularidades culturales de las sociedades, y
- Los efectos de las actividades humanas se mantengan dentro de unos límites que no permitan la destrucción de la diversidad, complejidad y funcionamiento de los sistemas ecológicos soportes de la vida<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Fuente: Declaración de Río, 1992.

<sup>3</sup> Constanza, R. (eds.) 1991. Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability, Columbia Univ. Press, New York.

La sustentabilidad debe pensarse no sólo desde la óptica de la producción, sino también desde la del consumo. En este sentido, debe hablarse más bien de producción sustentable y consumo sustentable. Una **producción sustentable** se puede lograr a través de la reducción en el uso de energía, materias primas, materiales tóxicos etc. Procesos más eficientes traen beneficios ambientales y económicos. La producción más limpia contribuye a la producción sustentable.

**Consumo sustentable** es el uso de productos y servicios que responden a necesidades básicas y que conllevan a una mejor calidad de vida y que, además, minimizan el uso de recursos naturales, materias tóxicas, emisiones de desechos y contaminantes durante todo su ciclo de vida y que no comprometen las necesidades de las futuras generaciones. Es claro que el consumidor individualmente no puede lograr los objetivos de un consumo sustentable. Es una responsabilidad de todos: gobiernos, industria, ONGs, consumidores etc. Se utiliza el enfoque de ciclo de vida para evaluar el impacto ambiental de los productos y actividades comerciales. Esto permite analizar los impactos y concentrarse en las áreas en las que se puede hacer una mayor contribución. Es en este sentido que la gestión de los residuos se transforma en un punto esencial, visto tanto desde el punto de vista de la producción como desde el punto de vista del consumo sustentable.

## 2.2 Definiciones y tipos de residuos

- **Concepto de residuo**

Aquellas cosas muebles de las que el propietario desea desprenderse o ya se desprendió, aunque ello pueda implicar o implicó el pago de un precio a cambio, o cuyo registro y tratamiento es un asunto de interés público. Cualquier sustancia, objeto o materia del cual su poseedor se desprende o tenga intención o la obligación de desprenderse. Residuos son todas aquellas materias generadas en las actividades de consumo y producción que no alcanzan, en el contexto en que son producidas, ningún valor económico. Esto puede ser debido tanto a la falta de tecnología adecuadas para su aprovechamiento, como a la inexistencia de mercados para los productos recuperados. La norma ISO 14000 no presenta definición de residuo. Tipos de residuos (según su estado físico) Sólidos (residuos), Líquidos (vertidos) y Gaseosos (emisiones). En este trabajo se hará referencia a los residuos sólidos. Tipos de residuos (según el lugar donde se generan): Domésticos: basura doméstica que incluye muebles y electrodomésticos fuera de uso. Contienen materia orgánica, inorgánica y residuos con sustancias nocivas (por ejemplo: pilas, baterías, lámparas y tubos de iluminación, jeringas,

etc). Industriales y comerciales: residuos similares a los domésticos, a los que se agregan los residuos de construcción y los específicos de la producción en el caso de industrias (por ejemplo: lodos industriales, pelos de curtiembres, etc). Servicios de salud: son los residuos hospitalarios, cuyo tratamiento está establecido por ley. Municipales: son los generados en espacios de uso público. Incluye los recogidos por las máquinas barredoras, residuos de alumbrado público, de espacios verdes, de mercados y de ferias municipales. En las ciudades, debido al volumen, surge el concepto de RSU (Residuo Sólido Urbano). El crecimiento progresivo en la producción de residuos se ha convertido en un gran problema. Este hecho ha provocado el desarrollo de distintos procesos para el tratamiento y gestión de residuos en los últimos veinte años, y ha supuesto, paralelamente, el inicio de un movimiento social e institucional cada vez más amplio, que intenta frenar el crecimiento de la cantidad de basuras mediante el reciclado de subproductos y la reducción en el consumo. Otra clasificación diferencia los residuos especiales, como los que requieren una supervisión especial por ley.

- **Concepto de desecho**

Residuo no es desecho. El desecho es lo que queda de los residuos una vez que se le han extraído todos los componentes que disponen de energía y que pueden ser reciclados. El desecho, o bien es materia prima que no se volvió producto, o bien es un producto por el cual ya pagamos y que como consumidores no le encontramos más utilidad. Siendo más estrictos, todos los productos son desechos en potencia, solo hay que esperar que al final de su vida útil lo deseche el consumidor como basura o el industrial como residuo.

- **Concepto de contaminación**

“Es un cambio perjudicial en las características físicas, químicas y biológicas de nuestro aire, tierra y agua, que puede afectar o afectara nocivamente la vida humana y la de especies beneficiosas.” (Odum, Eugene. Ecología. Edit. CECOSA. México, 1986).

“Es alterar nocivamente una sustancia u organismo por efecto de residuos procedentes de la actividad humana o por la presencia de determinados gérmenes microbianos.” (Diccionario Pequeño Larousse, 1986).

“Impregnación del aire, el agua o el suelo con productos que afectan a la salud del hombre, la calidad de vida o el funcionamiento natural de los ecosistemas.” (enciclopedia multimedia Encarta 1999).

La contaminación consiste, básicamente, en la incorporación de residuos sobre un medio por encima de su capacidad para eliminarlos. No es, pues, una cuestión de qué productos se introducen, sino de su cantidad. Los principales medios contaminados son: agua, suelo y aire. Es importante señalar que, aunque también existe contaminación de manera

natural, la mayor y peor contaminación que se está dando en estos momentos se debe a la actividad humana, como resultado de su alta tecnología que en su búsqueda de proporcionar una mejor forma de vida a sus habitantes no se percata que está abusando de los recursos naturales, los desperdicia y los corrompe, sin preocuparse de devolver un poco de lo mucho que le quita a la Biosfera. En las grandes ciudades se generan diariamente gran cantidad de basura y de contaminación. Todo residuo genera contaminación: contiene sustancias nocivas (A) y generan emisiones (B) durante su recuperación o eliminación (por ejemplo: metales pesados, dioxinas, furanos, etc). Dependiendo de estos dos factores  $A + B \Rightarrow$  Potenciales de riesgo.

En lo Cuadro 1 se muestran los distintos tipos de sustancias contaminantes que pueden aparecer en residuos.

Cuadro 1: Presencia de sustancias nocivas en residuos

<b>Producto</b>	<b>Sustancia nociva</b>
Emplomado de botellas de vino, licores, etc.	Plomo
Baterías de Cadmio y Niquel	Cadmio y Niquel
Baterías de Plomo	Plomo
Baterías primarias	Mercurio, Cadmio, Niquel, Zinc
Termómetros	Mercurio
Lámparas y tubos de iluminación	Mercurio y Plomo
Restos de pinturas	Plomo

Fuente: LATU-Uruguay, Ecología, ed. 2002

Las industrias son generadoras de muchos residuos que contienen contaminantes que son perjudiciales para el ambiente, como ser aceites usados, pilas y baterías, metales, tintas, componentes electrónicos, combustibles, pinturas, vidrio, madera, lodos, plásticos, cueros tratados, pelos, metales, insecticidas, materiales explosivos, etc.

### 2.3 Etapas en la gestión de residuos

La gestión de residuos es el conjunto de operaciones realizadas desde su generación hasta su destino final más adecuado desde el punto de vista ambiental y sanitario, de acuerdo con sus características de volumen procedencia, costes, posibilidades de recuperación y comercialización y directrices administrativas. Puede conceptualizarse entonces como las actividades asociadas al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de residuos atendiendo consideraciones ambientales y principios de salud pública. Cada etapa, que se presenta en la Figura 1, tiene un costo

asociado, por lo que puede afirmarse que en esta cadena existe un costo total para la colectividad.



Figura 1: Etapas en la gestión de residuos

Fuente: LATU-Uruguay, Responsable de la Gestión de Residuos, ed. 2002

Todo lo que se actúe sobre las diversas etapas, permitirá reducir el costo total, y cuanto más se haga en la etapa de generación, mayor será la reducción del costo total. Es por ello que lo que genera mayor impacto es la reducción en origen.

### 2.3.1 Generación

El desarrollo tecnológico ha provocado mejoras en la productividad y ha contribuido a la reducción del ciclo de vida de los productos, lo que sumado al aumento de los hábitos de consumo, genera un mayor volumen de residuos, en especial de residuos inorgánicos. La naturaleza carece de capacidad para absorber residuos inorgánicos y tiene una capacidad limitada de absorber los residuos orgánicos, lo que se ve reflejado en contaminaciones en los cursos de agua, etc. El esquema básico que se muestra en la Figura 2, visualiza el ciclo de los materiales, desde su ingreso a los procesos de producción de bienes y servicios hasta que llega al consumidor.

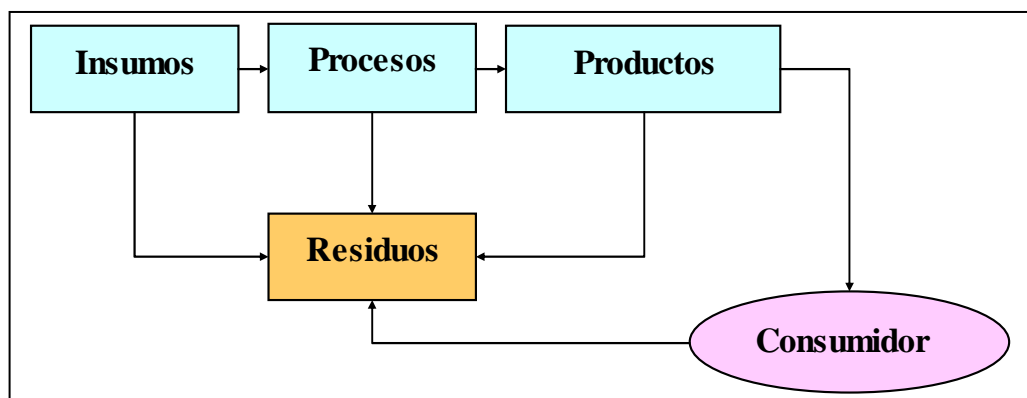


Figura 2: Ciclo de los materiales

Fuente: Elaborado por los autores

Cuando un consumidor paga el precio del bien o servicio que consume, asume el costo

de todas las materias primas e insumos utilizados en su producción, así como la remuneración a los factores de producción, incluidos los correspondientes a la mano de obra y los capitales (utilidades). Una vez que se consume el bien o servicio, queda algo material (mueble o inmueble<sup>4</sup>) sin valor para el consumidor y que lo que desea descartarse. Se genera pues un residuo, que también tendrá un costo para la sociedad: el costo de su tratamiento y disposición. Normalmente, este costo es asumido por los gobiernos, quienes cobran a los generadores a través de tributos. Pero los residuos y desechos generan otro impacto: la contaminación del ambiente. Y este costo generalmente es pasado desde los consumidores actuales a las generaciones futuras, de la misma manera que las generaciones actuales están asumiendo el costo de las contaminaciones provocadas por generaciones anteriores de consumidores. El consumidor es dueño del residuo que genera y es “responsable” por él.

### **2.3.2 Manipulación, separación y almacenamiento en origen**

La manipulación y separación de residuos incluye las actividades que se realizan con ellos antes de ser colocados en los contenedores de almacenamiento para ser recogidos. Una de las herramientas de calidad que son aplicables para esta etapa son “Las 5 S”<sup>5</sup>, como forma de segregar lo que no se suele utilizar y puede ser aprovechado. En el lugar donde se generan los residuos, suele haber cierta manipulación de ellos. Por ejemplo: botellas plásticas que son apretadas para sacarles el aire de manera de ocupar menos espacio en los recipientes de basura. También puede existir separación, como ser: ubicar residuos orgánicos aparte de los inorgánicos. Esta actividad es muy importante para la recuperación y reutilización de materiales. En cuanto a los contenedores de almacenamiento de residuos, deben considerarse aspectos como ser: su localización, efectos que produce el almacenamiento en los componentes de los residuos, salubridad, estética, etc. La manipulación en origen incluye actividades de procesamiento, como ser: compactación, incineración y compostaje. Cabe considerar que en el caso de residuos calificados como peligrosos, el envase que lo acompaña también lo es. Los procesos de tratamiento de residuos son muy intensivos en mano de obra, por lo que suelen resultar no rentables (el costo del tratamiento es mayor que el beneficio que se obtiene). Un residuo sólido reciclado pasa a ser insumo de otro proceso, en la medida que el valor de reciclarlo lo justifique. Se requiere entonces darle un valor al residuo sólido reciclado, de manera que exista mercado en el que se realicen las transacciones.

---

<sup>4</sup> Por ejemplo, terreno contaminado con plomo.

<sup>5</sup> Manual de las 5 S, Rolando Alfredo Vengas Sosa, [www.gestiopolis.com](http://www.gestiopolis.com)



### **2.3.3 Recolección, transferencia y transporte**

Esta etapa comprende la recolección de los residuos y su transporte desde el generador hasta el lugar donde descarga el camión recolector (que puede ser: planta de procesamiento o vertedero). La recolección de residuos domiciliarios suele realizarse por medio de los gobiernos departamentales o locales. En el caso de residuos de empresas, es la propia generadora quien se ocupa de esta actividad. El problema de la recolección radica en las distancias a recorrer, en el caso de que sean grandes. Para grandes distancias, suelen planificarse estaciones de transferencia. En estas estaciones, el residuo es colocado en un vehículo de transporte más grande y es transportado al lugar de evacuación.

### **2.3.4 Separación, procesamiento y transformación**

Antes de ser llevados a disposición final, los residuos recogidos pueden tener separación, procesamiento y transformación. Es el caso en que son utilizados, por ejemplo, para la producción de compost o para ser reciclados<sup>6</sup>. Esta etapa incluye la separación de componentes de los residuos, la separación de metales y otros objetos, la reducción de tamaño y la incineración. El objetivo de esta etapa consiste en reducir la energía, el volumen y el peso de lo que será destinado a disposición final. Los residuos orgánicos suelen ser transformados mediante procesos químicos y biológicos. El proceso químico más utilizado es la incineración, transformándolo en energía. El proceso biológico más utilizado es el compostaje aerobio. Rige aquí también la consideración de la rentabilidad. El residuo reciclado será incorporado como insumo en un proceso productivo. El productor optará por su utilización en la medida que el costo insumo reciclado no sea superior que el de la materia prima original.

### **2.3.5 Evacuación**

Es la etapa en que los residuos son depositados en plantas de disposición final: vertederos controlados o descontrolados (sin autorización administrativa y generalmente a cielo abierto). El desecho que no se puede evitar o reciclar puede ser incinerado o trasladado a un vertedero. Es esencial considerar, aspectos referentes a la localización de estas plantas y a la infraestructura asociada. Requiere analizar aspectos vinculados a la planificación urbana y a la calificación de suelos. Los suelos deben ser lo menos permeables posibles y libres de rocas fracturadas, a los efectos de evitar que los metales líquidos puedan contaminar los acuíferos. Hay que considerar que las tierras en las que hayan existido vertederos no podrán ser utilizadas para localizar viviendas. Los vertederos pueden ser: aeróbicos (sin compactación) o

---

<sup>6</sup> En el capítulo de Tratamiento de residuos se exponen algunas posibles técnicas que pueden ser utilizadas.

anaeróbicos (que usan la técnica del vertido compactado). En el vertedero aeróbico se produce fermentación de la materia orgánica, debido a la presencia suficiente del oxígeno atmosférico. El vertedero anaeróbico, consiste en la acumulación de los residuos en áreas previamente acondicionadas, compactándolos y cubriéndolos diariamente con capas de tierra. En ellos se puede producir biogás (por fermentación anaeróbica). ¿Qué hacer con los vertederos al final de su vida útil? Se pueden impermeabilizar (como se muestra en la Figura 3) con arcillas o membranas irrompibles, canalizar a unidades de tratamiento de efluentes (lixiviados) y rellenar con tierra (una vez que se ha llenado), dejando una chimenea para salida de gases.

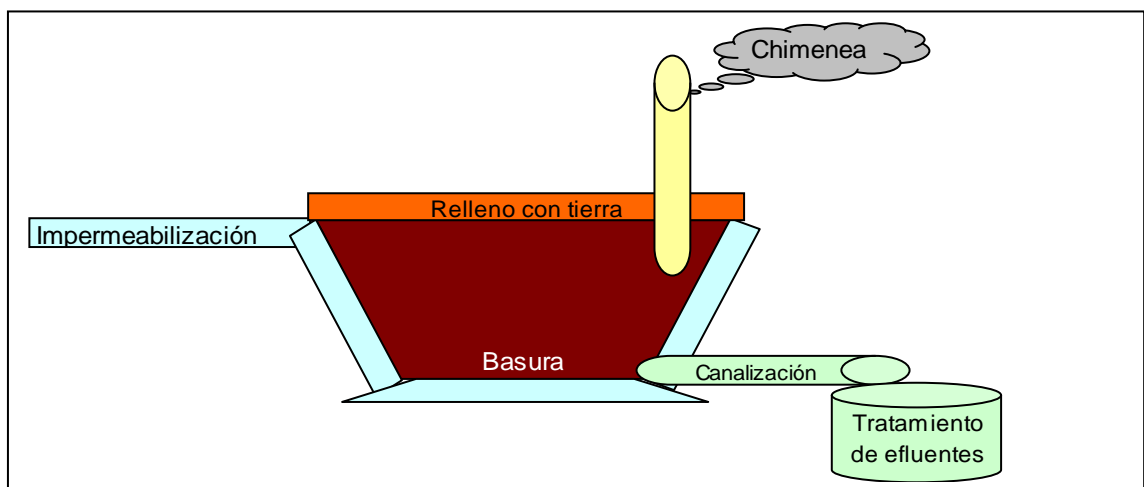


Figura 3: Forma de un vertedero al finalizar su vida útil  
Fuente: Elaborado por los autores

## 2.4 Las 6 R

A nivel general, se suelen identificar 3 R vinculadas a la gestión de residuos: reducir, reutilizar y reciclar. Hemos, sin embargo, preferido utilizar 6 R (como se muestra en la Figura 4), agregando otras tres: recuperar, responsabilidad y rediseñar. La idea central para la gestión de residuos, consiste en aplicar estas seis actividades antes que el residuo sea evacuado.

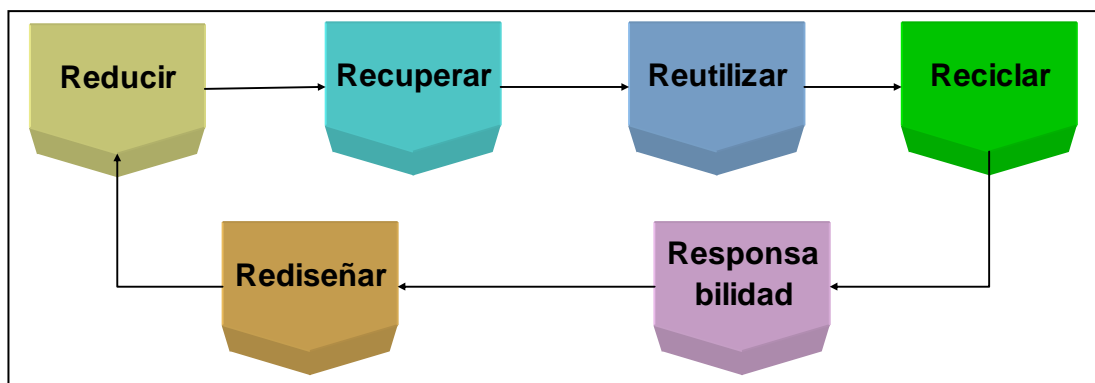


Figura 4: Las 6R  
Fuente: Elaborado por los autores

**Reducir** es lo primero que debería realizarse, porque es la mejor forma de prevenir. Esto quiere decir que hay que evitar que se genere mucha basura consumiendo menos y comprando de manera más responsable con el ambiente. Cabe considerar que cuando se adquiere un bien, se está adquiriendo también la responsabilidad por el residuo que genera. Para el caso de las empresas, este costo debería ser considerado al momento de decidir la compra. En este sentido, es recomendable, entre otras cosas consumir menor cantidad de insumos y no generar stock innecesarios, comprar artículos con menor envase y que utilicen materiales reciclables, evitar comprar insumos que contengan sustancias peligrosas o tóxicas, procurar no comprar productos descartables. Para ser más responsables con el ambiente, habría que reducir el volumen de productos que consumimos así como el uso de todo aquello que proceda de recursos naturales que puedan terminarse algún día. No olvidar que para fabricar productos de todo tipo, se utilizan materias primas, agua, energía, minerales, etc., que pueden agotarse o tardar muchísimo tiempo en renovarse.

**Recuperar** consiste en tomar los residuos y separar los componentes que lo integran de manera de poder utilizarlos en las etapas siguientes (reutilización o reciclaje). Por ejemplo: de residuos de demoliciones, separar el hierro del hormigón, utilizando el primero para reciclar y el segundo para cimentación (reutilización).

La **reutilización** consiste en volver a utilizar materiales que se generaron como residuos.

El **reciclaje** consiste en la recuperación de materiales ya usados para reutilizarlos en la fabricación de nuevos productos similares. Se busca con ello reducir la demanda de recursos al planeta, ya que son limitados y no deben ser desperdiciados. Este paso debe ser el último de los mencionados. Si no se puede reducir el consumo de algo en particular, ni tampoco reutilizarlo, entonces, al comprarlo, tener en cuenta siempre si ese producto puede reciclarse. El reciclaje es entonces un estado intermedio entre el derroche de recursos y el ahorro de recursos y la búsqueda de la eficiencia. En la sección de "Tratamiento de residuos" se puede observar con algo más de detalle algunas formas de reciclaje. Existen materiales que pueden ser reciclados, es decir, vueltos a utilizar como materias primas en procesos productivos diversos. Tal es el caso del papel y el cartón, las maderas, los vidrios, varios metales, etc.

Conceptualmente debe considerarse a la basura como un producto útil que se encuentra en el lugar equivocado: el cesto. Los materiales que se tiran no necesariamente deberían ir al cesto, sino que es posible que sean reciclados o reutilizados. Por lo tanto, si no es posible reducir, es decir evitar que exista basura, lo que se puede hacer es procurar que no se conviertan en residuos. Existe la posibilidad de "reciclar" ciertos residuos utilizando el ciclo

biológico de la materia. Se trata de los orgánicos (restos de comida, cáscara de frutas, etc.), que pueden emplearse para la fabricación de compost. ¿Qué es esto? Un fertilizante natural que aprovecha los nutrientes de nuestros residuos para convertirlos en alimento para detritos (organismos descomponedores) e indirectamente para las plantas. Existen personas de escasos recursos que viven de recoger esta basura que venden en el mercado para su reciclado. La separación de los residuos a nivel doméstico, contribuye con la tarea por ellos ejecutada.

Hay dos tipos de reciclado: primario y secundario. En el primario o de ciclo cerrado, un producto se recicla para producir nuevos productos del mismo tipo; por ejemplo papel periódico o latas de aluminio, para elaborar productos cuya materia prima es aluminio o papel periódico. En el secundario o de ciclo abierto, los materiales de desecho, como plásticos, se transforman en diversos productos para los que se deben encontrar usos. El reciclaje secundario es menos deseable porque se están haciendo productos que en un tiempo serán residuos y no se ahorra en la fuente donde se generó su uso del material que se quiere reciclar.

**Responsabilidad** consiste en habilitar canales de comunicación y de información, mediante los cuales los consumidores ejerzan su derecho de manifestarles a los productores su disconformidad cuando observan que los bienes por ellos elaborados dañan el ambiente. A la vez, incluye la obligación de los productores de informar a los consumidores y a la sociedad las acciones generadas para evitar dañar el ambiente. En etapas más avanzadas, debería incluir la obligación de informar a la sociedad el nivel de contaminación generado, cuando no sea posible evitarlo totalmente. Como un primer paso, se podría informar a los consumidores cuánta energía y materiales se han utilizado en elaborar el bien que se ofrece.

**Rediseñar** implica que algunos productos deben ser diseñados nuevamente para hacerlos menos contaminantes, menos consumidores de recursos, etc. Este es un aspecto muy importante, ya que en la medida que se ataque el problema de la contaminación desde el diseño de los procesos, menores serán las medidas mitigadoras que deberán ser asumidas y, por lo tanto, menores los costos asociados a ellas. El siguiente esquema (Figura 5) muestra la relación entre la producción más limpia y la gestión de residuos. Como se puede observar, en la medida que se apliquen técnicas de producción más limpia, mayores serán los beneficios y menores los costos de la gestión de residuos.

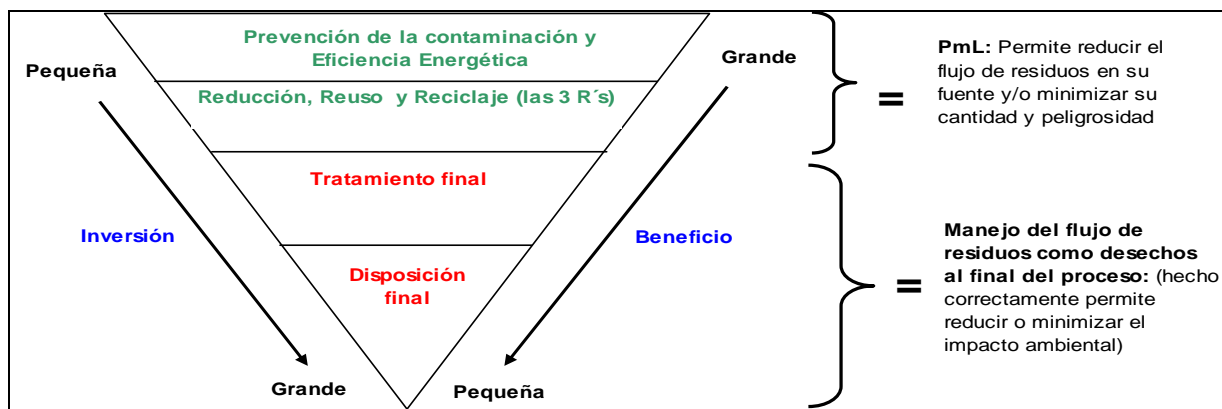


Figura 5: Enfoque del manejo piramidal de residuos

Fuente: Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (2003)

## ¿Qué se puede hacer en aplicación de las 6 R?

### A nivel doméstico:

#### **Reducir**

- consumir menor cantidad de productos no necesarios, con los que nos “bombardean” constantemente en anuncios publicitarios,
- evitar la utilización de bolsas de plástico para la compra, llevar siempre una de tela o el carrito de compras,
- evitar el uso del papel de aluminio,
- procurar no consumir productos de “usar y tirar”, elegir alternativas de cristal, cerámica o tela.

#### **Reutilizar**

- los frascos y latas pueden utilizarse para guardar infinidad de cosas. Además, es posible hacer manualidades con ellos, transformándolos en elementos decorativos,
- comprar líquidos en botellas retornables de vidrio o plástico, es decir, aquellas que se tienen que devolver en la tienda o en el mercado al comprar otras nuevas,
- al utilizar papel para escribir, no hacerlo sólo en una de las caras y luego tirar la hoja. Se puede utilizar el otro lado para notas, borradores, tomar apuntes, dibujar, etc. También se puede utilizar el papel viejo para envoltorios,
- utilizar filtros lavables (en vez de filtros de papel) para preparar el café,
- en lugar de tirar los juegos a la basura, se pueden regalar a otros niños, por medio de asociaciones de caridad, por ejemplo,

- la ropa que se ha quedado pequeña, puede servir a otros. Recordar que no todos los seres humanos tienen las mismas oportunidades,
- también la madera y los trapos viejos pueden ser aprovechados y reutilizados.

## **Reciclar**

¿Qué es lo que se puede reciclar sin problema?

Papel, cartón, vidrio, plásticos y restos de comida (para hacer abono orgánico: compost).

### **A nivel empresarial**

- Trabajar fuertemente en el diseño y rediseño de procesos, a los efectos de hacerlos menos contaminantes,
- procurar utilizar papel reciclado,
- promover la reutilización del papel y otros residuos,
- contactar organizaciones que se ocupan de la recogida de papel usado y otros residuos para su posterior reciclaje,
- promover la devolución y retorno derivados del consumo de sus productos,
- emplear menor cantidad de material por unidad de producto,
- rediseñar los procesos de manufactura y sus productos (incluyendo servicios) para usar menos recursos y producir menos desechos,
- fabricar productos de mayor duración,
- elaborar productos fáciles de reutilizar, reciclar y reparar, desarrollando así industrias de refabricación en las que desarmen, reparen y armen nuevamente los productos usados y descompuestos.

### **A nivel de políticas públicas:**

- generar políticas públicas para una gestión más responsable del ambiente a todo nivel,
- promover el uso de técnicas constructivas que minimicen la generación de residuos,
- aplicar las 6 R en sus propios ámbitos de actuación.

## **2.5 Balance de masas**

Este concepto surge al momento de cuestionarse ¿cuántos residuos se generan en una fábrica?

En la siguiente figura se muestran las variables a ser consideradas en el balance de masas de un proceso de producción.

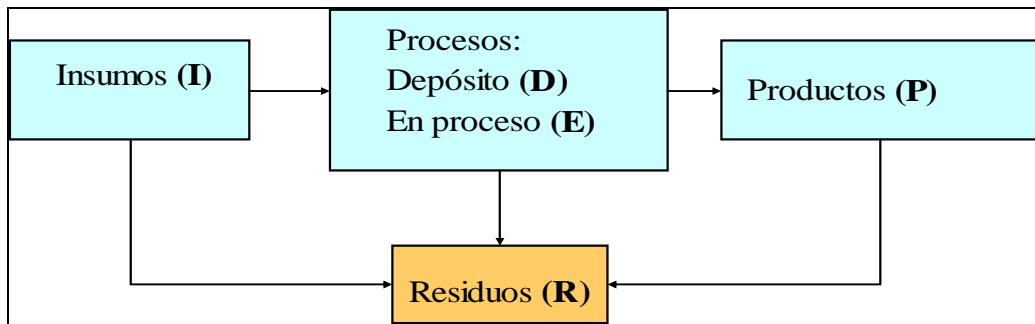


Figura 6: Variables para balance de masas  
Fuente: LATU-Uruguay, Responsable de la Gestión de Residuos, ed. 2002

La primera ecuación básica es que  $I = P + R$ . Por ejemplo, si ingresan 10 toneladas de insumos y salen 8 toneladas de producto, debería generarse 2 toneladas de residuos. Pero no toda la materia prima que ingresó al proceso, necesariamente haya llegado al producto final o al residuo. Parte de ella pueda estar almacenada y parte en procesamiento.

Por ello, la ecuación a completar es que:  $I + D + E = P + R$ . Este balance debería cerrar (al menos en los grandes números). ¿En qué unidad medir los residuos? Las unidades más utilizadas son: metros cúbicos (volumen) o kilogramos (masa).

## 2.6 Gestión de residuos y costos

Otro concepto que debería ser manejado a nivel empresarial es el de costos asociados a la gestión de los residuos. Toda empresa utiliza sustancias y energía como insumos de sus procesos y como salida de estos tiene productos y residuos.

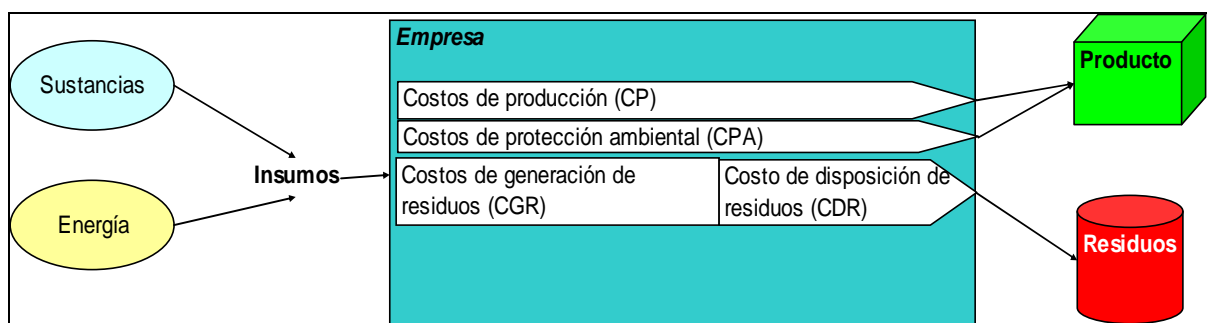


Figura 7: Costos asociados a los procesos  
Fuente: LATU-Uruguay, Economía Ambiental, ed. 2002

Como se muestra en la Figura 7, en todo proceso existen diversas categorías de costos asociados.

- Por un lado están los costos de producción (CP) propiamente dichos, que surgen de la contabilidad tradicional y que las empresas suelen cuantificar
- Están también los costos de protección ambiental (CPA), que incluye los relativos a las medidas que aplica la empresa para atenuar los impactos ambientales adversos. Incluye por ejemplo los costos asociados al manejo de residuos peligrosos, los de clasificación y reciclaje interno, etc. Estos costos son también cuantificados por las empresas y, junto a los costos de producción, se integran al costo del producto terminado.
- Por otro lado están los costos de generación de residuos (CGR), que van desde la compra, transporte, almacenamiento y manipulación de materiales que se transforman en residuos. Incluye por ejemplo: parte de materia prima descartada, envases adquiridos, productos no conformes generados durante el proceso, pérdidas y mermas, etc. Estos costos, vinculados a la no calidad, suelen no estar cuantificados en la contabilidad tradicional. Las empresas suelen no ser conscientes de que “pagan” por generar residuos.
- Finalmente están los costos de disposición de residuos (CDR), que son pagados por la empresa y que suelen no integrarse como costos directos al producto.

Estos dos últimos costos son los costos de residuos (CR).

$$CR = CGR + CDR$$

Adicionándoles los costos de protección ambiental, se obtienen los costos ambientales de la empresa (CA).

$$CA = CDR + CPA$$

Finalmente, sumando los costos ambientales y los costos de producción, se obtienen los costos totales de producción (CTP).

$$CTP = CP + CA$$

Y como se puede observar en el diagrama, parte de los costos totales de producción, terminan como residuos. Es el concepto mencionado que las empresas, sin proponérselo explícitamente, “pagan” para generar residuos. Los sistemas contables de las empresas en general no están preparados para calcular los costos totales de producción abiertos de acuerdo



a las cuatro categorías mencionadas. Este es un tema que requiere ser profundizado por las empresas de manera de disponer de mejor información para la toma de decisiones. Al momento de elaborar sistemas de medición de costos vinculados al ambiente, es necesario considerar, al menos el plan de cuentas, explicitar los rubros en los que interesará desagregar la información sobre los costos totales, y el lugar donde se originaron los costos, las secciones de la empresa para las que también me interesará obtener los costos totales desagregados. Un esquema del tipo que se muestra en lo Cuadro 2, puede contribuir a la identificación de los costos según el aspecto ambiental considerado.

Cuadro 2: Distribución de costos ambientales

<b>Costos ambientales</b>	<b>Residuos</b>	<b>Energía</b>	<b>Aire</b>	<b>Agua</b>	<b>Otros</b>	<b>Total</b>
1. Aprovechamiento de residuos (reciclaje)						
2. Disposición de residuos						
3. Valor de material perdido como residuo						
4. Mano de obra						
5. Impuestos y tasas ambientales						
.....						
Total						

Fuente: LATU-Uruguay, Economía Ambiental, ed. 2002

Por otro lado, están los beneficios ambientales, que de alguna manera también deben ser cuantificados. Los beneficios pueden ser un ingreso (por venta de un material reciclado, por ejemplo) o una reducción de costos (menor generación de desperdicios, por ejemplo). También pueden existir algunos beneficios indirectos que habría que analizar la posibilidad de analizarlos, como ser: el obtener un mayor número de clientes por realizar una gestión responsable con el ambiente. Una planilla, como se muestra en lo Cuadro 3, puede contribuir a visualizar fácilmente la relación costo beneficio.

Cuadro 3: Hoja resumen de Residuos

<b>Costo ambiental</b>	<b>Importe</b>	<b>Medidas ambientales</b>	<b>Beneficios</b>
1. Aprovechamiento de residuos (reciclaje)			
2. Disposición de residuos			
3. Valor de material perdido como residuo			
4. Mano de obra			
5. Impuestos y tasas ambientales			
.....			
Total			

Fuente: LATU-Uruguay, Economía Ambiental, ed. 2002

## **2.7 Tratamientos de residuos**

Cada residuo tiene parte de energía y puede generar contaminación en mayor o menor medida. Lo básico en la gestión de residuos es que a disposición final llegue la menor cantidad posible de sustancias contaminantes y de energía. Ello requiere que al residuo sea tratado antes de llegar a disposición final, lo que tiene un costo. ¿Quién asume este costo? En una gestión responsable de residuos, debería regir el principio de que “pague quien contamine”. En una gestión responsable con el ambiente debería regir el principio de que quien genera el residuo, se ocupe de evitar, o al menos reducir, la contaminación.

### **2.7.1 Papel**

La fabricación de papel es un proceso destructivo. Se estima que se consumen entre 200 y 300 toneladas de madera para obtener una tonelada de pulpa. Luego, en la fase de fabricación de papel, se utiliza agua y reactivos, cloro, etc. De aquí la importancia que asume, en este caso, la primera R (reducir el consumo de papel), por ejemplo mediante el uso más intensivo de medios electrónicos. También es importante la reutilización, por ejemplo: utilizar la parte de atrás de las hojas impresas antes de tirarlas. ¿Qué se hace con el residuo en la etapa de reciclaje? Lo primero es el prensado (enseguida de la recolección), con la finalidad de reducir costos de transporte. Luego se ingresa en una etapa en la que se le quitan impurezas y separación de tintas, para pasar después al secado y posteriormente al proceso que culmina en papel reciclado, cartón gris, papel higiénico, etc.

### **2.7.2 Residuos orgánicos**

El reciclaje de residuos orgánicos consiste principalmente en el compostaje, que puede ser aeróbico (que utiliza aire), anaeróbico o combinado. El compostaje es el proceso de descomposición biológica de la materia orgánica contenida en los residuos, que tiene como objeto su transformación en un producto orgánico utilizable para la mejora de suelos en agricultura. Estas técnicas consisten en transformar las moléculas biodegradables contenidas en los residuos orgánicos en moléculas simples, mediante la acción de bacterias y microorganismos. El proceso de compostaje puede generar metano o bióxido de carbono (el anaeróbico), de cuya combinación resulta ácido sulfúrico, con su olor característico. Estos procesos se hacen en contenedores cerrados, de donde puede extraerse biogás. El lixiviado que se genera en los contenedores debe ser estabilizado y puede transformarse para ser usado como fertilizante. El compostaje aeróbico se hace a cielo abierto, movilizándolo los residuos orgánicos para que les ingrese aire y con controles de humedad y temperatura. Son más

intensivos en mano de obra y requieren mucho espacio. Generan también lixiviados que deben ser tratados. Es recomendable que el compostaje se haga en suelos que no permitan que los lixiviados lleguen a las aguas subterráneas.

### **2.7.3 Plásticos**

El reciclaje de los plásticos suele ser de tipo mecánico, triturándolos en gránulos que se utilizan en la fabricación de nuevos plásticos. Cabe diferenciar los termofijos de los termoplásticos. Los primeros no pueden modificar su forma y, por ello, no pueden ser reprocessados (ejemplos: baquelita y poliuretanos). Pueden usarse sí como cargas inertes luego de ser molidos. Por su parte, los termoplásticos pueden ser reprocessados varias veces. Se incluyen aquí el polietileno, el PVC y el PET, entre otros. Sólo requieren del cuidado en que no se deben mezclar; por ejemplo, un pet puede ser utilizado para producir pet. Las bolas de leche limpias se suelen utilizar para la fabricación de bolsas de residuos. La quema de plásticos (para producir energía) no requiere de separación, pero requiere que se haga en condiciones controladas (con filtros especiales para no generar contaminación atmosférica).

¿Qué usar: bolsas de papel o de nylon? Ya vimos que tanto en la fabricación de papel como en la de plásticos, se generan efectos adversos en el ambiente. En algunas grandes cadenas de supermercados se ofrecen a sus compradores bolsas que no contaminen con basura porque no llevan petróleo; Se trata de bolsas biodegradables hechas con maíz, trigo y caña de azúcar. Estas fábricas de bolsas están creciendo un 20% anual y están generando un primer efecto adverso: los campos que antes eran exclusivamente usados para que el humano consuma, hoy están siendo usados para esta industria de las bolsas. Una ventaja adicional de las bolsas biodegradables es que desaparecen con el oxígeno. Pero esta desaparición tarda por lo menos 4 meses (período en el que son residuos) y llegaría a producir un gas indeseable (metano) que es mucho peor que el dióxido de carbono. Esto nos incorpora un nuevo concepto: el de la consideración de los efectos ambientales a lo largo de toda la cadena de producción, desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final de los productos consumidos.

### **2.7.4 Vidrio**

En el reciclaje de vidrios, debe haber una etapa de separación, ya que no puede mezclarse el vidrio transparente con el de color. Luego de separado se pasa por una fase de molienda y limpieza, antes de ingresarse al proceso productivo. El envase plástico tuvo un auge importante ya que tiene asociado un menor costo de transporte y no se rompe. No

obstante, con el incremento del precio del petróleo, se hace menos atractivo. Esto hace que algunos países estén pasándose al vidrio nuevamente, el que a su vez tiene la ventaja de la reutilización. Actualmente se está trabajando en técnicas que utilizan plástico en la fabricación de envases de vidrio (de manera que pesen menos).

### **2.7.5 Elementos ferrosos**

Se incluyen aquí latas y demás metales, los que una vez convertidos en chatarra son reciclables en su totalidad. Requieren para ello mucha temperatura y generan, especialmente, varillas para la construcción. Se consume mucho menos energía fabricando metales a partir de chatarra que a partir de los minerales.

### **2.7.6 Neumáticos**

Son un gran problema para los países. La quema no controlada de neumáticos genera monóxido de carbono, que es sumamente contaminante cuando ingresa a los flujos sanguíneo de los seres humanos. Por otra parte, en los neumáticos dejados a cielo abierto, ingresa agua y los transforma en una fuente de generación de mosquitos. Una forma de tratar los neumáticos ha sido el reencauchutaje (reutilización), el que ha quedado en desuso en los tamaños chicos debido a que es poco rentable su fabricación. Como formas de reciclaje está: su uso como rompeolas, elementos de contención en puertos y estacionamientos, etc. Otra forma de tratarlos es cortándolos en pequeños trozos y, mediante quema controlada, utilizarlos para producir energía. Otra técnica consiste en utilizar pequeños trozos de neumáticos incorporándolos en el asfalto, cuando se construyen carreteras, lo que contribuye a reducir la contaminación sonora.

### **2.7.7 Otros residuos**

En el caso de las pilas, por ahora se están recolectando y se vuelcan en contenedores de hormigón, ya que es un residuo muy contaminante para los suelos. En el caso de las baterías, se puede extraer de ellas el plomo y el ácido sulfúrico. Las lámparas contienen metales pesados. Se puede extraer mercurio de ellas. Los equipos de refrigeración, en particular los viejos, contienen gases refrigerantes. Los residuos de la construcción pueden segregarse en metales reciclables y los hormigones secos pueden utilizarse para rellenos. Finalmente, están los residuos categorizados como peligrosos, incluidos los hospitalarios, que requieren de tratamientos específicos, generalmente dispuestos en las normativas gubernamentales.

### **2.7.8 Incineración**

Estas técnicas consisten en incinerar los residuos para producir energía. Debe realizarse en condiciones controladas para no producir daños al ambiente. En la Unión Europea, se estima que un 15% de los residuos son incinerados.

### **2.8 Unidades de tratamiento**

Las unidades de tratamiento son en sí un emprendimiento, que debe ser analizado como tal desde un punto de vista financiero, económico y social. Un agente privado que se ocupe de la inversión en unidades de tratamiento, lo hará en función de un análisis costo – beneficio. Dependerá la decisión de: la inversión inicial asociada, los costos de funcionamiento, los posibles volúmenes de residuos reciclados que se produzcan y de su precio de venta. La decisión final será como la de cualquier proyecto de inversión, dependiendo del resultado de los indicadores financieros (tasa interna de retorno, valor actual neto, período de recupero, etc.). Lo que resulta evidente es que en la medida que los costos de material reciclado sean mayores que los del material original, no existirá mercado para los primeros. Veamos un ejemplo. Muchos fabricantes, queriendo parecer ambientalistas o ecológicos, dicen que el empaque está hecho de cartón (100%) reciclable. En realidad, ese envase terminará como un residuo más. Si se deseara recuperar la pulpa de papel contenida en dicho envase, para hacer más papel o utilizarlo en otro empaque, esto generaría una cadena de costos.

En definitiva, la recuperación de materiales genera una cadena productiva de costos que deben ser recuperados en el precio de venta del material reciclado, el cual debe ser competitivo (en este caso, en relación al precio de la pulpa de papel tomada a partir de un árbol). Cuando las unidades de tratamiento son asumidas por el sector público, debe tenerse en cuenta no sólo los aspectos financieros, sino también aspectos económicos, como ser: ahorro de costo de disposición final comparado con el costo del tratamiento, incremento en la productividad de suelos por el uso de compost, beneficios generados en la sociedad por evitar daños en la salud y en el ambiente. Finalmente, debe también hacer una evaluación social, cuantificando de alguna forma el impacto positivo que se genera en la distribución de la riqueza, al generar un mercado para los clasificadores y hurgadores, con los que también puede contribuir en la medida que les organice su labor para ser ejecutada en condiciones dignas. En resumen el tratamiento de residuos requiere de un costeo y un análisis ambiental cuidadoso para determinar su verdadero valor y su contribución al desarrollo sustentable.

## **3 GESTIÓN DEL AGUA**

### **3.1 Prácticas de utilización de agua a nivel industrial**

#### **3.1.1 Generalidades**

De acuerdo a los diagnósticos de PML realizados por el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles -CPTS en industrias del sector manufacturero, éstas no hacen, en general, un uso adecuado del agua.<sup>7</sup>

Las malas prácticas de uso de agua tienen efectos importantes sobre el medio ambiente y la economía de las empresas. La reducción en el consumo de agua permite manejar menores volúmenes de agua en las descargas y en su tratamiento, lo cual además del ahorro en los costos de suministro de agua, origina la reducción de costos de tratamiento y disposición de efluentes; el ahorro en el consumo de energía (como consecuencia de reducir el consumo de energía eléctrica, si es que se bombea el agua, y/o si se consume agua caliente); el ahorro de insumos por la optimización en el uso de reactivos químicos; la disminución de la inversión por la reducción del tamaño de la planta de tratamiento, en caso de que se requiera instalarla o el aumento de su eficiencia, si ya existe. La disminución del consumo de agua reduce el volumen de los efluentes, y por consiguiente incrementa la concentración de los contaminantes (en mg/L) en dichos efluentes, pero esto no implica que se esté generando una mayor carga contaminante. El incremento de la concentración es beneficioso debido a que facilita el tratamiento de los contaminantes y reduce los costos de operación del sistema de tratamiento de aguas residuales. Por ello, en general, la forma correcta de evaluar el desempeño ambiental en una planta en función de sus descargas, es en términos de la cantidad de carga contaminante generada (en kg contaminante/unidad de producto o kg/día) y no sólo en términos de la concentración del efluente (en mg/L o kg/m<sup>3</sup>).

#### **3.1.2 Costo del agua**

Cuando el agua procede de un pozo se tiene la idea de que “el agua no cuesta”. Sin embargo el costo del agua de pozo, en algunos casos particulares, puede incluso ser superior al costo del agua captada de la red municipal. El costo asociado con el abastecimiento de agua de pozo en una planta, tiene varios componentes que dependen del tipo de pozo y del volumen de agua demandado. Al margen de la fuente de suministro de agua, la inversión y costo de mantenimiento de la instalación necesaria para abastecer las diferentes áreas de la planta (instalación de tuberías, medidores, válvulas, tanques de presión, tanques de almacenamiento

---

<sup>7</sup> Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, Guía Técnica de Producción Más Limpia para Curtiembres, pág. 107.

y otros), se incrementa en función del volumen de agua demandado. Por otra parte, están los costos derivados del manejo de aguas residuales, los que dependen de lo demandado.

### **3.1.3 Medidas generales para optimizar el consumo de agua a nivel de la planta**

Concientizar y capacitar al personal: Es importante concientizar y capacitar al personal sobre la importancia de conservar el recurso agua y, por ende, de la necesidad de hacer un uso racional del mismo. Debe comprenderse de que el agua es un insumo importante y valioso, que tiene un costo que afecta a la rentabilidad de la empresa, y la mayor parte del agua utilizada se convierte en agua residual, que debe ser tratada, con sus respectivos costos.

Instalar medidores de agua: Se recomienda su instalación en aquellas secciones de la planta donde consume gran cantidad de agua, de forma de conocer el volumen total (L o m<sup>3</sup>).

Desarrollar un programa de monitoreo del uso de agua: Explicar al personal la forma de calcular los volúmenes de agua que se necesitan en cada operación y las formas de verificar que la dosificación de agua sea la correcta (por ej. con el uso de un medidor). Cada unidad o área de trabajo, debe asumir responsabilidad directa y rendir cuentas por el volumen de agua consumido en sus operaciones. Debe registrarse el uso de agua en la planta (m<sup>3</sup>/día), en cada una de sus diferentes áreas de producción y, si es posible, en cada una de sus operaciones. Asimismo, se debe calcular, al final de cada mes, los consumos específicos de agua (en m<sup>3</sup>/unidad de producción o materia prima) y compararlos con los índices de consumos específicos establecidos por la empresa. Finalmente, se evalúan los logros alcanzados por el programa de ahorro de agua.

Realizar balances de agua: Los balances de agua se realizan para evaluar la distribución del consumo de agua en varias operaciones y secciones de la planta; para comparar el consumo teórico de la curtiembre con el consumo actual, obtenido con datos de los medidores de agua; para identificar fugas o pérdidas de agua, para encontrar oportunidades de ahorro del consumo de agua.

Identificar y reparar o evitar pérdidas de agua por fugas o rebalses: Generalmente las fugas ocurren en tuberías, mangueras, válvulas, grifos, inodoros, tanques de almacenamiento y otros. La identificación, reparación y prevención de pérdidas de agua debe realizarse en todas las áreas de la planta, incluyendo el sistema de abastecimiento de agua de la planta, áreas de producción, baños, comedores, oficinas, etc. Asimismo, se debe identificar la presencia de fugas y pérdidas mientras la planta no está trabajando. Periódicamente, la empresa debería leer el medidor principal de agua al final del día de trabajo, y luego a primera hora de la mañana siguiente, a fin de calcular el volumen de agua consumida durante la

noche. El volumen de agua consumido por una planta mientras no está funcionando, es generalmente igual al volumen de agua desperdiciada por fugas, rebalses o usos ajenos a la producción.

Fuentes de agua alternas: Cuando el agua requerida para la operación no requiere grado de potabilidad, ni debe ser aportada por la red municipal, podemos tener posibilidad de grandes ahorros, al usar una fuente de abastecimiento diferente. Las fuentes alternas pueden incluir la captación directa de aguas superficiales, acuíferos subterráneos, y escurrimientos de lluvias.

Instalar equipos ahorradores de agua en toda la planta: Por ejemplo, grifería de cierre temporizado, pistola de cierre automático para mangueras, válvulas reguladoras de presión, válvulas con flotadores de cierre para tanques de almacenamiento de agua, duchas de bajo caudal, etc. existen dispositivos estándar para adaptar componentes hidráulicos y sanitarios, tales como inodoros, regaderas, llaves de lavabo y mangueras para riego. Entre los dispositivos que pueden considerarse para mejora mediante estas adaptaciones, están:

**Inodoros:** Si los excusados del inmueble son del tipo de tanque y palanca, con consumos superiores a 10 l/descarga. Se puede sustituir el excusado por otro más moderno, de bajo consumo (de 6 l/descarga); o adaptar el excusado con algún mecanismo de control en el tanque o de mejora al sifón para que use menos cantidad de agua.

**Mingitorios:** Existen algunos mingitorios antiguos que usan entre 7 y 9 litros por descarga; ahí las válvulas ahorradoras pueden reducir la descarga a algo cercano a los 3 litros. Mas aún, el uso de equipos sensores infrarrojos permite ahorros significativos, además de aumentar la comodidad e higiene para los usuarios, ya que opera únicamente cuando se requiere y se eliminan dobles descargas o los atascamientos frecuentes con las válvulas manuales.

**Regaderas:** Algunas regaderas pueden generar consumos de hasta 100 litros por ducha, y esto se puede disminuir instalando restrictores de flujo, o bien cambiando regaderas por otras de bajo consumo. En este caso debe elegirse apropiadamente el modelo de regadera, conforme al rango de presión disponible en el inmueble.

**Grifos:** Las llaves de lavabos, fregaderos, lavaderos, etc. pueden adaptarse con restrictores de flujo o con aireadores. Los lavabos en oficinas pueden hacerse muy eficientes mediante electrónicos.

**Bebederos:** Cuando la potabilidad del suministro es apropiada, o cuando hay sistemas de purificación local y existen bebederos, estos pueden ajustarse con restrictores de caudal o con válvulas de tiempo, para evitar desperdicios.



**Aspersores para riego:** Se pueden adaptar relojes y otros dispositivos de tiempo a los aspersores de agua para riego de jardines, para que puedan operarse y pararse automáticamente durante la noche, cuando la evaporación de agua es mínima.

Cambios de procesos: Un cambio de proceso equivale a reemplazar la forma en que se usa el agua, con alguna otra que hace la misma función de manera distinta. El cambio de proceso se puede referir también a eliminar por completo cierta práctica de uso de agua. Los enfoques básicos para ahorrar cantidades significativas de agua incluyen el mantenimiento regular al equipo, la conversión a procesos químicos o secos, y la eliminación de unidades de aire acondicionado que usan agua. Se debe considerar el convertir todos los equipos de enfriamiento por agua, a sistemas de enfriamiento a circuito cerrado de glicol. Esta lista es para fines ilustrativos y no es exhaustiva puesto que los pasos para cambiar algún proceso deben ser específicos para cada sitio.

Recuperación y reutilización: Son ejemplos de esta práctica la reutilización del agua evaporada durante el proceso de elaboración de leche en polvo, los cuales son recuperados para su utilización en los procesos, por ejemplo, de limpieza de instalaciones.

### **3.2 Prácticas de utilización de agua a nivel doméstico**

A nivel del usuario doméstico, los ciudadanos también podemos contribuir a la utilización de buenas prácticas en la utilización del agua. Para ello, es imprescindible la concientización y valorar la importancia que tiene el manejo responsable del agua. Las prácticas permiten un ahorro de hasta un 50% del agua utilizada en el cuarto de baño. La utilización de prácticas de ahorro de agua en la cocina y el lavado permiten ahorrar hasta un 45% de agua. Las buenas prácticas en el jardín, la piscina y el lavado del coche permiten ahorrar hasta un 60% de agua.

### **3.3 Prácticas de utilización de agua a nivel nacional**

La disponibilidad en condiciones idóneas del recurso agua, hace necesario el diseño y práctica de una estrategia para el desarrollo de éste como parte de las políticas nacionales. Con el fin de garantizar este propósito a continuación se describen algunas políticas que pueden llevarse adelante a nivel nacional.

Política educacional : Contar con una política educacional que aplicada a todos los niveles de enseñanza, forme, difunda el conocimiento sobre el recurso, desarrolle destrezas en su utilización y que sea, en fin, apta para inculcar en los educandos hábitos que les permitan conservar y proteger el agua. La promoción de prácticas de producción más limpia en lo

referente al recurso del agua, es la forma más efectiva para que el tema se internalice y se apropien a nivel del Gobierno, sector financiero y sector productivo, para que los empresarios, consultores, asesores y demás técnicos y sociedad civil en general, logren tener el conocimiento más que básico, también especializado en el tema. Por esto es necesario promover a nivel de formación de la educación primaria, secundaria, universitaria y tecnológica la capacitación en prácticas, procesos y tecnologías más limpias, y apropiadas.

Generar Diagnósticos y Programas para Sectores Priorizados: La elaboración de diagnósticos de sectores priorizados, dándole preferencia a los sectores de mayor significado económico, social y ambiental, de tal manera que se puedan establecer proyectos específicos dirigidos a diseñar alternativas específicas de producción más limpia, en lo referente al agua, por cada sector diagnosticado. Con base en los diagnósticos se podrán generar programas y proyectos por sector y estratos empresariales, de tal manera que se reduzcan los costos y se incrementen los beneficios ambientales.

Vinculación del sector productivo con el sistema científico tecnológico: Un sistema económico que transite el camino de la producción limpia, hacia el desarrollo sustentable, debe trabajar estrechamente con el sistema científico - tecnológico para un adecuado desarrollo de capacidades. El fortalecimiento y vinculación del sector productivo con el sistema científico tecnológico es una condición fundamental para avanzar en la construcción.

Promover Transferencia de Tecnologías Más Limpia: El sector productivo necesita para implementar producción más limpia, el acceso a la información técnica, especialmente respecto a casos exitosos en su sector, también a programas especiales de apoyo y estímulo con que cuentan las instituciones públicas respectivas, a la información técnica práctica, a la identificación de las mejores tecnologías y a las prácticas empresariales disponibles, entre otros. Las instituciones públicas pueden asegurar un adecuado flujo de información y soporte a la transferencia de las mejores tecnologías disponibles y prácticas empresariales, apoyados en publicaciones técnicas, guías ambientales sectoriales, y talleres especializados, entre otros.

#### **4 CONCLUSIONES**

A partir de lo explicado, se concluye que existe un amplio espacio de aporte de ideas y sugerencias orientadas a la sensibilización de gobiernos, empresas y consumidores, a los efectos de que podamos vivir en un medio con reducidos impactos ambientales adversos y dejando a las generaciones futuras un entorno que no comprometa su desarrollo. En este sentido, se aportan conceptos e ideas que apuntan a dos componentes básicos: generación de residuos y consumo de agua.

La gestión de residuos forma parte de los procesos de producción, los que requieren que se ejecuten considerando la importancia de la sustentabilidad, es decir, que no comprometan el desarrollo de las generaciones futuras. En este sentido, deben considerar factores tales como la contaminación que generan y los recursos que se integran en sus procesos. La producción sustentable debe ser responsable, tanto en su consideración con el medio como con la calidad de vida en el futuro. Para ejecutar una producción responsable, es esencial la aplicación de “las 6 R” por parte de las organizaciones: reducir el consumo de energía (en todas sus formas) que ingresa al proceso productivo, recuperar de los residuos partes que se puedan volver a utilizar, reutilizarlas, aplicar técnicas de reciclaje o favorecer su aplicación, rediseñar los procesos de manera de ser menos contaminantes y más eficientes en el uso de recursos y conservar una conducta de responsabilidad, manteniendo sistemas de información y comunicación con los actores sociales. La gestión de residuos, siguiendo estos principios y su consideración a lo largo de toda la cadena productiva, es parte esencial de una gestión sustentable y responsable. Pero su implementación encuentra obstáculos de diverso tipo, entre los que se encuentran factores de política ambiental, factores culturales y factores de mercado. ¿Por dónde comenzar? Por elaboración de políticas gubernamentales que promuevan superar estos factores y donde la educación, a todos los niveles, juega un rol fundamental.

Se han presentado diferentes prácticas y ejemplos, en relación al recurso agua, para orientar y facilitar la producción y consumo sustentable. Estas abarcan: desde la reducción del consumo, y por ende de los efluentes generados, a prácticas de reutilización y recuperación de efluentes; así como modificación de políticas, procesos y hábitos.

A todo nivel (nacional, empresarial e individual) es imprescindible la educación, como herramienta para lograr la toma de conciencia acerca de la importancia y valor de éste recurso y, por ende, la adopción, desde el convencimiento, de las prácticas más adecuadas en cada caso.

Se hace necesario profundizar, en subsiguientes estudios, en un aspecto relacionado y no menos importante: la eficiencia energética y la sustentabilidad.

## **BIBLIOGRAFÍA**

BOADA ORTIZ, Alejandro. **El reciclaje, una herramienta no un concepto: reflexiones hacia la sostenibilidad.** Facultad de Administración de Empresas -Universidad Externado de Colombia.

CENTRO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES. **Guía técnica de Producción Más Limpia para curtiembres.** La Paz, Bolivia, Edición 2003.

CONSTANZA, R. **Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability**. Columbia Univ. Press, Edición 1991.

DECLARACIÓN DE RÍO. 1992.

EDITORIAL PLANETA. **Diccionario Pequeño Larousse**, Edición 2000.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **Norma ISO 14000**, Edición 2004.

LATU SISTEMAS. **Ecología**. Uruguay, Edición 2002.

LATU SISTEMAS. **Economía Ambiental**. Uruguay, Edición 2002.

LATU SISTEMAS. **Responsable de la gestión de residuos**. Uruguay, Edición 2002.

LAURÍA SORGE, Rodolfo. **Sustentabilidad: una base para programas productivos sustentables**. Monografias.com.

LEFF, Enrique. **De quien es la Naturaleza. Sobre la Apropiación Social de los Recursos Naturales**. Gaceta Ecológica No. 37, INE/SEMARNAP, México, Edición 1995.

MICROSOFT. **Enciclopedia multimedia Encarta**. Edición 1999.

ODUM, Eugene. **Ecología**. Edit. CECSA. México, 1986.

SALINAS CHAVEZ, Eduardo. **El desarrollo sustentable desde la ecología del paisaje**. Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, Cuba.

VENGAS SOSA, Rolando Alfredo. **Manual de las 5 S**. [www.gestiopolis.com](http://www.gestiopolis.com).