CAPITULO 3

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS MATERIALES RECICLABLES
   1. Materiales reciclables
      1. Papeles

El principal problema en la fabricación del papel es la cantidad de recursos que consume dicho proceso (árboles, agua y energía). Por ejemplo, para fabricar una tonelada de papel se consume aproximadamente:

* 14 árboles los cuales tardan más de 7 años en renovarse a través de nuevas plantaciones
* 40 mil litros de agua; y,
* Alrededor de 7600 kwh de energía.

Para reducir el consumo de estos recursos actualmente se procede con la recuperación del papel usado desechado de tal forma que reemplace, en algunos casos en parte, a la materia prima para la fabricación de dicho producto. Los ahorros estimados según el DED es que con el reciclaje disminuye la tala de árboles, se llega a consumir hasta un 55% menos de energía y sólo el 10% del agua requerida por el uso de la madera. Sin embargo no siempre es posible utilizar el material recuperado como materia prima pero en algunas ocasiones se la puede combinar con la materia prima virgen.

En la actualidad el reciclaje de este material sigue creciendo en cuanto a importancia se refiere y gracias a esto los fabricantes de papeles están aumentando el uso de papeles recolectados como su materia prima. Además de reducir la tala de árboles otro aspecto que incrementa la importancia de esta actividad es que el aprovechamiento de este tipo de desechos reduce la necesidad de construir nuevos botaderos sanitarios debido a que se convertirían en desperdicios urbanos.

Actualmente las pocas empresas que reciclan papeles comprar el material directamente a los chamberos, los cuales se encargan de recolectar los papeles y cartones en diferentes formas como los papeles de los empleados en oficinas e imprentas, las cajas usadas de cartón corrugado, periódicos, revistas, envases usados de cartulina, guías telefónicas, papeles de envolver, etc.

La separación se hace en grupos dependiendo de las características del papel desechado por ejemplo: los papeles blancos usados en las oficinas servirán para producir nuevos papeles blancos para escribir; las cajas usadas de cartón corrugado servirán para producir papeles color café para embalaje, etc. Actualmente la separación es realizada por la empresa que fabricará el producto, es decir que los chamberos únicamente recolectan y lo entregan. Los métodos tradicionales para la separación y clasificación de los papeles recuperados consisten en moverlos a través de una cinta de transporte, mientras trabajadores ubicados a lo largo de la cinta van retirando categorías específicas de papeles, que son posteriormente prensados en grandes fardos, cada uno conteniendo un tipo especial de papel usado.

Se puede decir entonces que los equipos y el diseño del proceso de reciclaje dependerán del tipo de papel que se recicla en la planta; y, obviamente la materia prima (papel recuperado) dependerá del tipo de papel que se fabrique en dicha planta.

Evidentemente los papeles que se recolectan y que ya han sido clasificados para su reciclaje poseen impurezas de todo tipo, como por ejemplo: las cajas de cartón corrugado que contienen electrodomésticos pueden tener tanto por fuera como por dentro grapas, cintas adhesivas, gomas, etc; los cuales son utilizados para sellar la caja. Otro ejemplo que tenemos son los cuadernos que pueden llevar los espirales metálicos y forros plásticos; también podemos considerar los periódicos que poseen tinta y posiblemente otras impurezas.

Todos estas impurezas (plásticos, metales, tintas, gomas, adhesivos, químicos, etc.) son altamente contaminantes para el proceso de fabricación del papel reciclado y por este motivo deben ser eliminadas o reducidas al máximo para lo cual es necesario un estricto control de calidad que garantice la minimización de las cantidades de impurezas.

Dependiendo del tipo del papel el porcentaje de papel reciclado puede variar y por lo general la industria que más utiliza el papel reciclado como materia prima son las productoras de papel para embalaje o las fabricantes de cartón corrugado.

Otra de las industrias que utilizan un alto porcentaje de papel reciclado como materia prima son las productoras de pañuelos faciales o papeles higiénicos, cartulinas, papeles de envolver y ciertas categorías de papeles de impresión y escritura como con el caso de las imprentas y los diarios.

Generalmente es muy difícil hacer una distinción entre el papel fabricado a base de papel reciclado o el que no a excepción de los expertos que trabajan en la industria de la imprenta y en la fabricación de envases de cartón corrugado. La tecnología involucrada en el proceso de reciclaje de papeles hace que incluso en las categorías en las cuales la apariencia del papel es el atributo más importante, como en los pañuelos faciales o papeles higiénicos, en los papeles para impresión y escritura y en el papel para periódicos, el proceso de destinturado sea realizado en conjunto con la operación de remoción de impurezas, para así remover todas las partículas de tinta adheridas a las fibras vegetales.

* + 1. Vidrios

Gracias al auge que ha tenido en los últimos años el plástico, la industria del vidrio se ha visto prácticamente sustituida gracias a la gran utilidad de los envases de plásticos que cumplen de igual y a veces de mejor forma con los beneficios que puede ofrecer un envase de vidrio. Además la elasticidad que muestran este tipo de envase es un ingrediente más para decir que la industria del vidrio se encuentra en graves problemas.

Sin embargo el vidrio no deja de ser necesario, pero las fábricas procesadoras de envases de este tipo se ven en la obligación de recuperar el vidrio ya utilizado para reciclarlo a tal punto que en algunos países como en Argentina se ha provocado problemas impositivos para las empresas que recolectan vidrio gracias a la recuperación clandestina. Con el pasar del tiempo el reciclaje del vidrio se comenzó a convertir en un asunto legal para dejar a un lado la actividad clandestina. A más de esto se ha implementado la colocación de contenedores en las esquinas para clasificar los desechos, pero este programa de clasificación no ha tenido el éxito deseado debido a la cultura de la gente y en algunos casos se presentaron quejas debido al ruido que representa la acumulación del vidrio, un ejemplo de esto es lo que se dio en el barrio de Núñez en la ciudad de Buenos Aires.

Al reciclar el vidrio, éste puede recuperar el 100% de sus características que cuando es fabricado de materia prima virgen. Gracias a esto los fabricantes de producto en base a vidrio tienen la posibilidad de reducir sus costos y autogestionar de manera fácil y eficaz el medio ambiente.

**DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL VIDRIO**

El vidrio es un silicato que funde a 1.200 grados. Está constituido esencialmente por sílice que proviene principalmente del cuarzo, acompañado de caliza y otros materiales que permiten dar el color que dependerá del uso que se le dé al producto.

Básicamente existen dos clasificaciones básicas para el vidrio. La primera es desde el punto de vista de su aplicación y la segunda es analizada desde el punto de vista del color. Existe otra clasificación para el vidrio (ver tabla 3.1) un poco más compleja pero no se la analizará ya que escapa del objetivo de esta tesis.

Desde el punto de vista de su aplicación, el vidrio se clasifica en industrial y doméstico:

* *Vidrio industrial* es aquel que no se utiliza para el almacenaje de productos alimenticios pero sí para productos químicos o biológicos. El vidrio plano también forma parte de esta clasificación el cual es usado para la formación de ventanas, cristales blindados, fibra óptica, bombillas, etc.
* *Vidrio doméstico* es el que se utiliza para el almacenamiento de productos alimenticios tales como conservas, vinos, yogures, etc. En esta clasificación cae el vidrio que el ciudadano deposita como desecho para su recolección.

Desde el punto de vista del color tenemos las siguientes clases con sus respectivos porcentajes de utilización:

* *Vidrio verde* es el utilizado en botellas de vidrio, cava, licores y cerveza. Desde el punto de vista del color es el vidrio más utilizado en un porcentaje del 60% aproximadamente.
* *Vidrio blanco* es el que se usa en bebidas gaseosas, zumos y alimentación en general. Este tipo es utilizado en menos porcentaje que el anterior pero sin embargo su porcentaje de utilización es considerable por su 25%.
* *Vidrio extraclaro* es aquel que se emplea básicamente en aguas minerales, tarros y botellas de decoración. En utilización ocupa el tercer lugar con un 10%.
* *Vidrio opaco* es utilizado en menor proporción (5%) y se lo emplea en botellas para cervezas y algunas botellas para laboratorio.

Algunos estudios indican que más del 42% del vidrio reciclado proviene del tipo doméstico. Esto nos indica que dicho sector es muy importante para la producción de vidrio recuperable.

* + 1. Plásticos

Todos conocemos los principales beneficios del plástico. Sabemos que es económico, liviano, flexible, duradero y muchas veces se presenta como un excelente aislante eléctrico y acústico. Sin embargo, en materia de reciclaje el plástico presenta muchos inconvenientes:

1. La clasificación suele ser complicada debido a que se separan en siete categorías que veremos más adelante; además dicha clasificación se hace de acuerdo con la resina las cuales son incompatibles unas con otras.
2. Cuando hablamos de envases, las tapas por lo general no está fabricadas en base al mismo tipo de plástico lo cual complica aún más la separación.
3. Las características del plástico no son fácilmente recuperables como en el caso del vidrio; durante el proceso de reciclaje es necesario incluir algunos aditivos para recuperar algunas propiedades.
4. La separación, el lavado y el posterior tratamiento son muy costosos de por sí y cuando se llega al producto final se vuelve inaccesible para el consumo humano.

DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PLÁSTICOS

La palabra polímero proviene del griego *poly* que significa *muchos* y *meros* que significa *segmento*. Éstos se definen como sustancias cuyas moléculas son aproximadamente múltiplos de unidades de peso molecular bajo. La unidad de bajo peso molecular se la conoce como monómero; y, según el número de unidades de monómeros que contiene se denominan dímeros, trímeros, tetrámeros, pentámeros, etc.

Entre las principales características de los plásticos tenemos:

1. Poseen una alta relación entre resistencia y densidad.
2. Tiene excelentes propiedades para aislamiento térmico y eléctrico, sin embargo hay ciertas excepciones debido a que en algunos experimentos realizados últimamente se han logrado obtener plásticos conductores.
3. Son resistentes a los ácidos, álcalis y disolventes.
4. Las enormes moléculas de las que están compuestos pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, dependiendo del tipo de plástico. Las moléculas lineales y ramificadas son termoplásticas; es decir que se ablandan con el calor lo que les da las propiedades de flexibilidad; mientras que las entrecruzadas son termoendurecibles, es decir que se endurecen con el calor, lo cual les da la propiedad de durabilidad.

**CLASIFICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS**

Según la Sociedad de Industrias del Plástico (SPI por su siglas en inglés) los plásticos se los clasifica en siete categorías. En la parte inferior de los productos elaborados a base de plástico, se pueden observar números desde el 1 hasta el 7, estos números corresponden al tipo de plástico los cuales se detallan en la Tabla 3.2. Estos números ayuda en la clasificación de este tipo de material para su posterior procesamiento además de garantizar una maximización del número de veces que se recicla dicho material ya que la calidad de un plástico se deteriora rápidamente al combinarlo con otro plástico diferente.

PVC

El PVC es utilizado en la fabricación de tubería rígida, perfiles, juguetes, pisos, loseta, tapicería, envases, calzados, recubrimiento de cables, etc.

Cuando un producto elaborado a base de PVC es desechado, éste es considerado como un material tóxico ambientalmente nocivo y no sustentable gracias a su contenido de cloro y aditivos que lo convierten en un veneno ambiental a través de su ciclo de vida incluyendo la disposición final. Debido a su composición el reciclaje de este tipo de material resulta muy difícil de realizar ya que su quema genera sustancias cancerígenas como las dioxinas.

#### PU

Normalmente el PU es utilizado como aislante y después del PVC es el plástico más tóxico debido a que en su producción se consume aproximadamente el 11% de la producción mundial de cloro, utiliza muchos productos intermedios y genera subproductos tóxicos como fosgeno, isocianatos, tolueno, diaminas, CFCs, etc. Cuando el PU es quemado libera compuestos tóxicos incluyendo cianuro de hidrógeno y dioxinas. Adicionalmente se ha descubierto que al enterrarlas, las espumas de PU se degradan generando lixiviados tóxicos. El PU es el segundo plástico más toxico en el mercado. De acuerdo con la industria, la espuma de PU flexible es reciclable en otros productos de alta calidad. A pesar de ser menos problemático que el PVC, no se recomienda emplear PU como alternativa al PVC.

#### PS, ABS, PC

El PS requiere de menos aditivos que el PVC sin embargo la producción de éste se hace mediante el uso de ciertas sustancias que son consideradas cancerígenas como el benceno, estireno y 1,3-benceno. Cuando este tipo de plástico es quemado, esto produce la liberación de estireno y algunos hidrocarburos lo que genera cloruro de hidrógeno y dioxinas siempre y cuando se encuentren presentes retardantes de flama halogenados. Técnicamente se puede decir que el PS es reciclable, sin embargo su porcentaje de recuperación es muy bajo y además no es recomendable utilizarlo como sustituto del PVC.

En la producción del ABS; el cual es un plástico duro empleado en tuberías, defensas de automóviles y juguetes; se emplea butadieno, estireno y acrilonitrilo, éste último es un producto altamente tóxico y por su compleja composición química este tipo de plástico es muy difícil de reciclar.

El PC; usado en la fabricación de discos compactos y garrafones de agua; no requiera aditivos en su fabricación, sin embargo se emplea fosgeno y solventes como el cloroetano y clorobenceno durante su producción además de un disruptor endocrino como el bisfenol-A. A pesar de estas desventajas, se están realizando estudios para fabricar el PC sin estos compuestos y sí han sido diseñados procesos de recuperación de PC para la elaboración de productos de menor calidad.

#### PET

En Estados Unidos y Europa, el PET es el plástico reciclado con más frecuencia. Este tipo de plástico se emplea generalmente en envases y botellas. Por lo general, el PET contienen estabilizantes y retardantes de flama y además la cantidad total de los pigmentos y aditivos que contiene puede alcanzar hasta un 30% de su peso. Durante su producción se emplean sustancias irritantes y es posible agregar metales pesados como catalizadores los cuales terminan liberados al ambiente. A pesar de esto no se considera que el PET provoque daños severos a la salud y en comparación con el PVC el riesgo de reciclarlo es mucho menor.

#### HDPE, LDPE, PP

Las estructuras del PE y del PP son más simples y no necesitan la adición de aditivos plastificantes pero sí la de aditivos estabilizantes UV y antioxidantes. Frecuentemente en la producción de PP se emplea cloro pero sí existe un proceso libre de cloro. Tanto el PE como el PP pueden ser sustitutos para todos los usos del PVC, poseen poco riesgo al ser reciclados, tiene el más alto potencial de reciclaje mecánico y además, los dos son versátiles y baratos. A pesar que las materias primas que se utilizan para la elaboración de estos plástico, etileno y propileno, son altamente inflamables pero poco dañinas para el medio ambiente y su conservación.

#### Biopolímeros

El petróleo y los combustible fósiles son la base para la mayoría de los plásticos los cuales por definición son productos no sustentables. Existe un grupo de plásticos que resultaría muy poco práctico reciclar, estos son aquellos utilizados en la elaboración de utensilios de una corta vida útil o aquellos usados en la fabricación de envolturas para alimentos. La producción de los biopolímeros puede ser considerada como limpia ya que los productos de los cuales está compuesto este tipo de plástico como el metano y el metanol pueden ser reaprovechados y el material restante transformado en carbono para el suelo.

La diferencia entre los plásticos biodegradable y los biopolímeros radica en que los plásticos biodegradables pueden ser producidos a partir del petróleo, y ser degradados posteriormente por microorganismos y los biopolímeros son producidos a base de almidón, celulosa o bacterias.

* + 1. Aluminio

El aluminio es un metal que por sus características se torna en un material adecuado para algunas aplicaciones pero su obtención demanda una elevada cantidad de energía. Sin embargo esta desventaja puede ser compensada cuando el aluminio es reutilizado debido a que el costo de realizar esta actividad es sumamente bajo, el precio del mismo es muy estable en el mercado y al reciclarlo se reduce en un 95% la contaminación atmosférica generada durante su fabricación. Por esto es que se dice que cuando una persona arroja una lata de aluminio se desperdicia una cantidad de energía similar a la que se gastaría si se hubiera llenado la misma lata hasta la mitad de gasolina y luego se la tire.

El aluminio es el metal más abundante de la Tierra debido a que ocupa el 8.1% de la corteza terrestre. Fue descubierto en 1820 y en ese tiempo valía mas que el oro gracias a su difícil extracción y por esto también era considerado un metal precioso. Su primer uso fue como sonajero del hijo de Napoleón y poco a poco el empleo del aluminio se ha extendido. Además con el pasar del tiempo el precio de este metal fue cayendo debido a las mejoras en los procesos de extracción hasta colapsar en el año de 1889. En 1963 apareció la primera lata de bebida fabricada enteramente de aluminio hoy las latas son la aplicación mas importante del aluminio.

Sus principales características radican en su peso ya que es un material sumamente ligero y en relación al acero o al cobre, se estima que el aluminio representa aproximadamente un tercio de la densidad de éstos. Además posee otras características muy importantes como su ductilidad, su resistencia a la corrosión, su durabilidad, maleabilidad, su fácil mecanizado y fundición.

A excepción del acero, las aplicaciones del aluminio exceden a las de cualquier otro metal y más aún cuando se tratan de actividades económicas. En estado natural y puro, el aluminio es frágil y blando lo cual no sería muy útil; sin embargo, cuando se encuentra aleado con pequeñas cantidades de cobre, manganeso, silicio, magnesio u otros metales; sus aplicaciones son muy variadas a tal punto que se utiliza en la elaboración de partes de aviones o cohetes en los cuales el peso es un factor preponderante. Y así se pueden enumerar una gran cantidad de usos para el aluminio pero se mencionarán los principales debido a que el estudio del aluminio no es el objetivo de esta tesis:

* Combustible sólido en cohetes y en el explosivo termita.
* En las estructuras de aviones, automóviles, tanques, buques, blindajes, etc.
* En el área de embalaje para la elaboración de papel de aluminio, latas, tetrabrikcs, etc.
* En la industria de la construcción es utilizado para las ventanas, puertas y perfiles.
* También se lo usa en la elaboración de utensilios de cocina, herramientas, etc.
* Es muy importante para la transmisión eléctrica debido a que su ligereza permite una mayor separación de las torres de alta tensión disminuyendo los costos de infraestructura en comparación con el cobre.
* Otro uso son los recipientes criogénicos de hasta 200º C y en la calderería.

Una de las consideraciones que se tiene que tomar muy en cuenta son la precauciones en el uso del aluminio debido a que muchas personas presentan cuadros alérgicos como dermatitis hasta desórdenes digestivos al ingerir alimentos preparados en recipientes de aluminio. Esto se da porque el aluminio parece no tener biológicamente ninguna función beneficiosa. En algunos casos ha habido evidencias de toxicidad cuando el aluminio es consumido en grandes cantidades.

* 1. Alternativas de reciclaje

Es posible que se encuentren algunas alternativas para llevar a cabo el reciclaje sin embargo esto no significa que sean las únicas formas de llevarlo a cabo ya que hay la posibilidad que cada persona se invente una nueva forma la cual dependerá de la creatividad que ésta posea. Lo que sí es importante que se tenga en claro es que no hay una forma mejor o peor cuando se habla de materia de reciclaje, todo dependerá de las circunstancias en que este se de o de las necesidades que se tengan. Existen algunos métodos para llevar a cabo el reciclaje como ya se dijo con anterioridad a saber:

* Separación en la Fuente
* Separación Manual después del Recogido
* Separación Mecánica
* Reciclaje por Barrios
* Recolección Comercial

SEPARACIÓN EN LA FUENTE

La separación en la fuente consiste en la recuperación de los materiales reciclables en el lugar en que los desechos son originados. Normalmente estos lugares son los hogares, escuelas, industrias y los sectores comerciales. Una vez que los materiales han sido separados, éstos son llevados a los centros de acopio para su almacenamiento para su posterior procesamiento y su posible exportación.

Existen algunas ventajas al utilizar este método de reciclaje. Una de ellas es que los materiales que han sido recuperados no contaminan tanto debido a que no están mezclados con otros que pueden producir algún tipo de contaminante. La separación en la fuente ayuda a reducir la cantidad de desechos sólidos que llegan a los rellenos sanitarios y por lo tanto éstos se ven beneficiados con una vida útil más larga. Además otra ventaja es que los costos de recolección de las Municipalidades se ven reducidos gracias a este tipo de reciclaje.

Los programas masivos de concientización a la ciudadanía se transforma en un factor que determinará el éxito o fracaso de la utilización de la separación en la fuente.

SEPARACIÓN MANUAL DESPUÉS DEL RECOGIDO

Este tipo de separación consiste en que una vez que los materiales han sido recogidos, éstos son separados manualmente cuando llegan a los centros de acopio. Otra forma de llevar a cabo este tipo de separación es con los chamberos, los cuales la hacen en el origen para luego venderlas en los centros de acopio o fábricas de reciclaje.

No es recomendable llevar a cabo este tipo de separación cuando se presentan problemas de salud o seguridad ya que los materiales ya han sido mezclados con otros y gracias a esto, es posible que los materiales reciclables ya se encuentren contaminados.

SEPARACIÓN MECANICA

Esta separación se puede considerar como otra forma de clasificar los desechos una vez hecha la recolección. Aquí se utilizan medios mecánicos o electromecánicos para la separación de los mismos. La ventaja de este métodos es que permite recuperar la mayor cantidad de residuos sólidos que los métodos manuales.

RECICLAJE POR BARRIOS

Este método requiere mucho de la colaboración comunitaria debido a que consiste en que los residentes de un sector o barrio determinado decidan formar contenedores en los cuales se arroja la basura dependiendo de las características de los desechos que se depositan.

RECOLECCION COMERCIAL

Este tipo es normalmente utilizada por una empresa que se dedica única y exclusivamente a la recolección de los desechos pero una vez que han sido clasificados por la familia o por una empresa determinada. Es una clase de separación en la fuente pero la recolección se lleva a cabo de forma tercerizada.