

### 3.3 El Vidrio

#### 1 ¿Qué es el vidrio?

El vidrio es un material obtenido por la fusión de compuestos inorgánicos a altas temperaturas, y el enfriamiento de la masa resultante hasta un estado rígido, no cristalino.

El principal componente del vidrio es la sílice ( $\text{SiO}_2$ ). La sílice, sola, sería un vidrio ideal para muchas aplicaciones, pero las altas temperaturas necesarias para su fusión y las dificultades para darle forma limitan su uso a algunas aplicaciones especiales.

Para reducir la temperatura de fusión de la sílice, es necesario utilizar un fundente, y para ello sirve el óxido de sodio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ). Como el conjunto  $\text{SiO}_2$ - $\text{Na}_2\text{O}$  es soluble en agua, se añade un tercer elemento, el óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ), que le confiere al vidrio la estabilidad química necesaria. Este vidrio se denomina vidrio soda-cal.

El vidrio soda-cal, también llamado «vidrio común», representa el 90% de todo el vidrio fabricado en el mundo. El vidrio soda-cal, además de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{CaO}$ , que constituyen aproximadamente el 90% de su composición, posee otros elementos, algunos provenientes de la propia materia prima usada, como el óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), y otros agregados a propósito para brindarle al vidrio características deseables, como es el caso del óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

El  $\text{Al}_2\text{O}_3$  se le añade al vidrio para mejorar su durabilidad química, inhibir su cristalización durante el enfriamiento y controlar su viscosidad, propiedad muy importante en todas las etapas de fusión, conformación y recocimiento del vidrio.

El  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  es una impureza presente en la mayoría de las materias primas naturales. Para los vidrios incoloros de alta calidad es necesario minimizar la cantidad de este óxido en la formulación, pues presenta gran influencia en la coloración del vidrio. Vidrios transparentes de alta calidad utilizan arenas con niveles de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  inferiores a 0,01%.

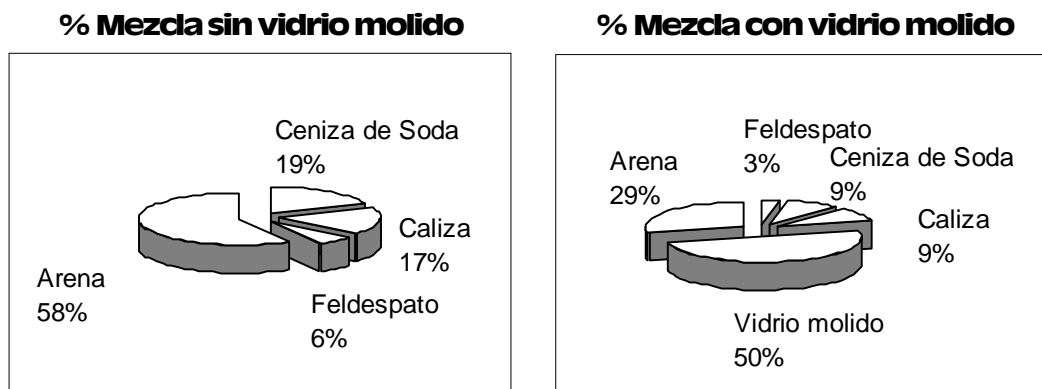
#### Materias primas del vidrio

Arena, soda, caliza y feldespato son las materias primas básicas en la fabricación del vidrio tipo soda-cal.

A esa mezcla se le añaden trozos de vidrio generados internamente en la fábrica o comprados, procedimiento que reduce sensiblemente los costos de producción.

FIGURA 1

#### Formulación de un vidrio soda-cal (valores típicos)



## 2 ¿Tienen todos los vidrios la misma composición?

Aunque todos los vidrios partan de una misma base, poseen composiciones diferentes, de acuerdo con la finalidad a la que se destinan. De este modo, hay:

- vidrio soda-cal, también denominado «vidrio común»;
- vidrio borosilicato (contiene óxido de boro);
- vidrio de plomo (contiene óxido de plomo);
- vidrios de formulaciones específicas.

## 3 Algunos productos de vidrio

- ***Vidrio para envases***

Botellas, potes, frascos y otros envases fabricados con vidrio común en colores blanco, ámbar y verde.

Son los únicos productos de vidrio fabricados en Uruguay con una capacidad instalada de 45 mil toneladas anuales (unos 125 ton/día), de las cuales 50% es para exportación<sup>20</sup>. La capacidad instalada en Brasil es de 3.430 ton/día<sup>18</sup>.

- ***Vidrio plano***

Vidrios planos lisos, vidrios cristales, vidrios impresos, vidrios templados, laminados, y coloreados, fabricados en vidrio común.

- ***Vidrios domésticos***

Tazas, bandejas, vasos, platos, ollas y otros productos domésticos fabricados en diversos tipos de vidrio común, borosilicato, de plomo, vidrio-cerámica.

- ***Fibra de vidrio***

Mantas, tejidos, hilos y otros productos para aplicaciones de refuerzo o aislamiento, fabricados con vidrio borosilicato.

- ***Vidrios técnicos***

Lámparas incandescentes y fluorescentes, tubos de TV, vidrios para laboratorio, vidrios para termos, vidrios para anteojos y aislantes térmicos, fabricados en vidrio común, de plomo y de fórmulas específicas.

## 4 Procesos para la fabricación del vidrio

En la actualidad, la industria del vidrio utiliza procesos de fabricación específicos de acuerdo con el tipo de producto final que se desea. Una primera clasificación divide esos procesos en Primarios (automáticos y manuales) y Secundarios.

Los procesos primarios se caracterizan por la producción de vidrio a partir de la fusión de materias primas a altas temperaturas, mientras los procesos secundarios son los que transforman el vidrio en otros productos, es decir, cualquier proceso en el que la materia prima para la fabricación sea el propio vidrio, tal como: espejos, vidrios templados, vidrios laminados, entre otros.

## 5 El reuso del vidrio

El vidrio es un material no poroso, que resiste temperaturas de hasta 150° C (vidrio común), sin perder ninguna de sus propiedades físicas y químicas. Esta particularidad permite que los objetos de vidrio puedan ser reutilizados varias veces para un mismo propósito.

La posibilidad de poder lavar y esterilizar los envases de vidrio con un alto grado de seguridad, hizo que el uso de envases de vidrio retornables sea bastante difundido.

Los envases de vidrio retornables se emplean básicamente para contener cervezas, refrescos y agua, sus características físicas y mecánicas están normalizadas. Una vez consumido el producto, son devueltos a las propias embotelladoras de bebidas para su lavado y esterilizado, en locales habilitados, antes de ser utilizados de nuevo.

Las botellas retornables de vidrio, por el hecho de que deben ir y volver a las fábricas, y se deben abrir y tapar varias veces, deben ser más resistentes y por lo tanto más pesadas que los otros envases. Existe una tendencia, lenta pero bien definida, de ir sustituyendo progresivamente estas botellas retornables por botellas más livianas y desechables, destinadas a ser utilizadas una sola vez.

Es importante enfatizar que solamente los envases de vidrio retornables, proyectados específicamente para ser reutilizados, deben tener esa finalidad. Todos los otros envases de vidrio deben ser obligatoriamente quebrados, para ser vendidos a las industrias del vidrio o para otros usos alternos, como los que se mencionan abajo.

### **Importante**

La reutilización indiscriminada de botellas, frascos y otros recipientes de vidrio, que no hayan sido adecuadamente lavados y esterilizados, constituye un riesgo potencial para la salud de la población.

Cabe recordar que la etapa más importante de la limpieza de envases de vidrio es la esterilización, que normalmente se hace a altas temperaturas (entre 100 y 150°C).

## 6 El reciclaje del vidrio

El vidrio es reciclable en un 100%, y durante el proceso de fusión no se produce pérdida de material. Con cada tonelada de fragmentos de vidrio limpio, se obtiene otra tonelada de vidrio nuevo. Es más: se deja de utilizar 1,2 toneladas de materia prima virgen.

La inclusión de cascotes, en el proceso normal de fabricación de vidrio reduce sensiblemente los costos de producción. (Casco = cada uno de los pedazos de vasija o vaso que se rompe). En términos de aceite combustible y electricidad, sólo en la fabricación, cada 10% de vidrio molido en la mezcla, se economiza un 2,5% de la energía necesaria para la fusión en los altos hornos.

### Los cascos de vidrio

Los cascos de vidrio provienen fundamentalmente de dos fuentes: interna y externa. En cada fábrica de vidrio se produce internamente cierta cantidad de casco, que es reutilizado en la propia fábrica sin otro procesamiento adicional, debido a que su calidad y composición es conocida.

El casco de vidrio generado externamente tiene diversas procedencias. La principal fuente de casco de vidrio externo son los propios usuarios y procesadores de todo tipo de productos de vidrio.

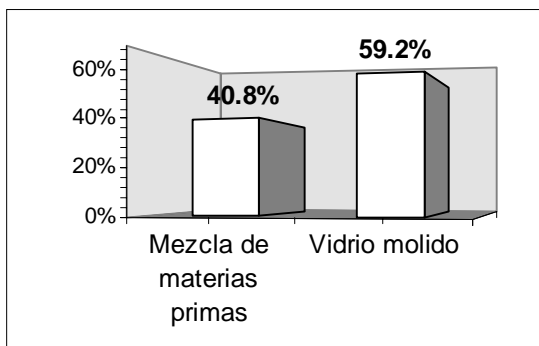
En el caso de los residuos domiciliarios, la situación es muy compleja, no siempre es posible conocer la procedencia y composición química de cada vidrio encontrado. En este caso, la mejor cosa a hacer es separar y clasificar el vidrio por producto, determinando luego su destino correcto.

Algunos procesos de fabricación de vidrio pueden usar sólo el casco de vidrio generado internamente (por ejemplo, el vidrio plano). En otras industrias de vidrio es posible aprovechar una cierta cantidad de casco generado externamente (por ejemplo, envases de vidrio).

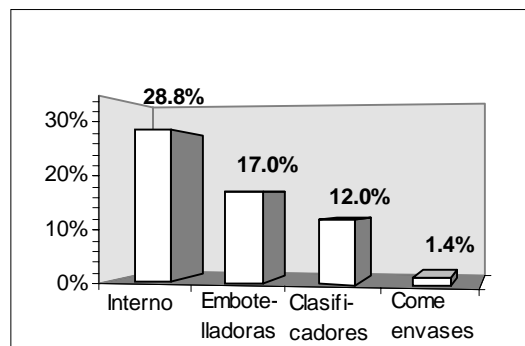
Una de las principales ventajas presentadas por el vidrio, es que este puede ser reciclado infinitas veces para la producción de recipientes, que sirven para envasar los más nobles productos.

FIGURA 2

#### Materiales usados en la fabricación de vidrio en Uruguay<sup>(a)</sup>



#### Procedencia del vidrio molido utilizado<sup>20</sup>



(a): datos del único fabricante de envases de vidrio del país.

#### Otras aplicaciones para el vidrio molido diferentes a envases

- material de relleno;
- material abrasivo;
- materia prima para baldosas cerámicas;
- fabricación de microesferas de vidrio;
- fabricación de lana de vidrio;
- fabricación de fibra de vidrio;
- fabricación de perlitas de vidrio;
- fabricación de espuma de vidrio;
- fabricación de ticholos de vidrio;
- materia prima en la fabricación de asfalto
- aplicaciones artísticas

## 7 ¿Qué vidrios se encuentran en los residuos sólidos domiciliarios?

El principal tipo de vidrio encontrado en los residuos sólidos domiciliarios es el vidrio de envases. Esos envases de vidrio son: botellas para bebidas alcohólicas, para agua, refrescos y jugos, vasos, jarras, potes y frascos para alimentos.

En los residuos sólidos domiciliarios se encuentra también el vidrio que forma parte o componente de un sin fin de otros productos domésticos, como, por ejemplo, platos, ollas, ensaladeras, aceiteras, televisores, lámparas, entre otros. La composición química de estos vidrios, normalmente, es muy diferente de la del vidrio común, usado en la fabricación de envases y de vidrio plano y, por consiguiente, es muy difícil, o casi imposible, separar y aprovechar el vidrio de estos artículos. En principio, todo este vidrio podría ser reaprovechado. Sin embargo, en la práctica no resulta viable económicamente.

Por lo tanto, la mayor parte del vidrio contenido en los residuos sólidos domiciliarios que se puede reaprovechar, comprende: botellas, frascos, potes y otras vasijas para productos alimenticios, cosméticos, etc.

### **Envases retornables y reciclables:**

- botellas de vidrio ámbar para cervezas;
- botellas de vidrio blanco para refrescos;
- botellas de vidrio verde para refrescos.

### **Envases reciclables:**

- botellas desechables, de vidrio blanco, ámbar y verde, para cervezas y refrescos;
- botellas para jugos y agua mineral;
- frascos y potes para productos alimenticios;
- botellas de vidrio verde y blanco para bebidas alcohólicas y vino;
- frascos para cosméticos y medicinas.

### **Artículos de vidrio no reciclables\*:**

- lámparas incandescentes;
- lámpara fluorescentes;
- tubos de televisión;
- vidrios de espejos;
- vidrios domésticos (ollas de vidrio borosilicato y vidrios especiales).

(\*)El vidrio de estos artículos puede tener aplicación en algunas de las alternativas mencionadas anteriormente.

## 8 Mercado del reciclaje y el reuso del vidrio

En general, para los municipios ubicados en la proximidad de fábricas de vidrio, la mejor forma de realizar el reciclaje es la de quebrar los productos de vidrio (botellas, potes, frascos, etc.) y venderlos en forma de casco, directamente a esas fábricas.

Para lograr un mejor precio de venta de ese vidrio quebrado, se debe realizar la entrega del mismo a las industrias luego de limpiarlo (remoción de aros, metales y material inorgánico), y mejor todavía luego de clasificarlo por colores. Por ejemplo en Montevideo, los precios pagados por tonelada de vidrio puesta en la fábrica que lo muele, son de US\$32 para el vidrio color y US\$ 41 para el vidrio blanco<sup>21</sup>.

Los municipios distantes de las fábricas de vidrio, y cuyo costo de transporte puede hacer antieconómica la venta de cascos de vidrio a las industrias tradicionales de envases, pueden venderlo para otras finalidades, como se indica en el Punto 6.

En ciertas ocasiones, el valor de venta puede ser atractivo, en caso de que la industria local esté trayendo de lejos su materia prima. Es común que otras industrias (no vidrieras) desconozcan la utilización del vidrio, previsto en los residuos sólidos domiciliarios, como materia prima.

En el Uruguay<sup>21</sup>, el mercado del vidrio se desagrega en tres vertientes sustancialmente diferentes:

- vidrio recuperado para materia prima de la empresa productora de envases de vidrio;
- botellas y envases con posibilidad de reuso;
- vidrio plano.

El vidrio plano, según ya se mencionó, tiene propiedades de fusión distintas por lo que no es usado en mezclas con el de envases. Ha cerrado recientemente la empresa local productora de vidrio plano, por lo que todo el abastecimiento de este producto a plaza es importado. Sólo se comercializa el vidrio plano roto, en partes relativamente grandes, abasteciendo a un gran número de pequeñas vidrierías que atienden al consumidor final.

Del vidrio para envases, una fracción se deriva a lavaderos para su reuso, pero la mayor parte tiene como destino la fusión para fabricación de nuevos envases.

Tanto en el país como a nivel internacional, existen circuitos de lavado de botellas y recipientes de vidrio para reuso, del mismo u otro destino final. Es una actividad que, considerando envases de vidrio, significa un aprovechamiento de recursos importante. En el medio uruguayo, se realiza en condiciones mayoritariamente informales, lo que significa ausencia de controles sanitarios y de condiciones de trabajo para los operadores de los lavaderos. Cabe considerar que la escala de producción del fabricante de envases y el nivel mínimo requerido para la importación de envases, han implicado el desarrollo del reuso de envases en las bodegas, fábricas de bebidas sin alcohol y de alimentos envasados (pequeñas y medianas empresas).

En el país existe una sola empresa que muele vidrio. También existe un único fabricante de envases de vidrio. Ambas están situadas en Montevideo. Las fuentes más importantes de vidrio para molienda y refusión son las envasadoras de líquidos y alimentos en general, entregando su descarte de envasado. La segunda fuente es el circuito de descarte de los depósitos a los cuales la empresa moledora recurre directamente, y los clasificadores que venden directamente en la planta.

La tercera fuente son los comenvases de un circuito operado desde hace 10 años, en acuerdo entre una organización no gubernamental dedicada a la infancia abandonada y la empresa fabricante de envase de vidrio. La empresa hace todo el servicio pagándole a la organización todo el vidrio que se recoge allí. En el presente el circuito opera con varios inconvenientes: robo del contenido de los comenvases; presencia de todo tipo de desperdicios, lo que implica un costo de clasificación; ubicación inadecuada desde el punto de vista de la descarga; disminución notorio de la publicidad existente en el inicio de la campaña. Los resultados de la recolección son del orden de 550 toneladas al año.

Venezuela cuenta con 70 microempresas de acopio y/o tratamiento de vidrio para reciclar. Existen también programas comunitarios que facilitan el retorno del vidrio para reciclar.

## Referencias

- 1 A EMBALAGEM E O MEIO AMBIENTE, 1990, Campinas. Anais... Campinas: CETEA/ITAL, 1990. 1.v.
- 2 AKERMAN, M. A importância do caco de vidro como matéria-prima. Apresentado en el Encontro Técnico da ABIDVIDRO, 10., 1993, São Bernardo do Campo.
- 3 ANTUNES, A. Sistemas de processamento de sucata de vidro para fabricação de embalagens. En: SIMPÓSIO TÉCNICO LATINO AMERICANO SOBRE A FABRICAÇÃO DE VIDRO, 3., 1985, São Paulo. Anais... S.l.: s.n., 1985. v.3.
- 4 ANTUNES, A. Utilização de caco de vidro reciclado. Boletim ATBIAV, v.7, n.58, p.23-29, 1987.
- 5 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. Anuário brasileiro de cerâmica. S.l., 1994. p.53.12.
- 6 ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS AUTOMÁTICAS DE VIDRO. Manual de reciclagem de vidro. S.l., 1994. 1.v.
- 7 BISAN, A. Uma instalação simples de tratamento de cacos de vidro. Apresentado en el Encontro Técnico da ABIDVIDRO, 9., 1992, São Paulo.
- 8 CASTRO, A.L.F. A reciclagem do vidro em Brasil. En: SIMPÓSIO TÉCNICO LATINO AMERICANO SOBRE A FABRICAÇÃO DE VIDRO, 3., 1991, São Paulo. Anais... [S.l.: s.n.], 1991, v.3.
- 9 CASTRO, A.L.F. Informações pessoais. São Paulo, 1994.
- 10 CASTRO, A.L.F. Reciclagem de vidro: uma solução para o desenvolvimento sustentável. Apresentado en el Encontro Técnico da ABIDVIDRO, 10., 1993, São Bernardo do Campo.
- 11 COOK, R.F. Glass recycling: developments in the U.K. Apresentado en el SIMPÓSIO TÉCNICO LATINO AMERICANO SOBRE A FABRICAÇÃO DE VIDRO, São Paulo, 1985. v.3
- 12 COOK, R.F. Glass recycling: economics. Apresentado en el SIMPÓSIO TÉCNICO LATINO AMERICANO SOBRE A FABRICAÇÃO DE VIDRO, São Paulo, 1985. v.3.
- 13 COOK, R.F. Glass recycling in Europe. Apresentado en el SIMPÓSIO TÉCNICO LATINO AMERICANO SOBRE A FABRICAÇÃO DE VIDRO, v.3, São Paulo, 1985.
- 14 ROUSE, C.G. A reciclagem de vidro na Europa: sucesso em 20 anos. Projeto Reciclagem, São Paulo, v.1, n.1, p.53-54, jul./ago. 1990.
- 15 ROUSE, C.G. Reciclagem de vidro: uma questão de custo e benefício. Projeto Reciclagem, São Paulo, v.2, n.6, p.28-29, ago./sept. 1991.
- 16 VERMYLEN, M. Glass recycling in western Europe. En: SIMPÓSIO TÉCNICO LATINO AMERICANO SOBRE A FABRICAÇÃO DE VIDRO, 3., 1991, São Paulo, Anais... [S.l.: s.n.], 1991.
- 17 WOLLHEIM, F.P. Qualidade do caco de vidro reciclado. Apresentado en el Encontro Técnico da ABIDVIDRO, 9., 1992, São Paulo.
- 18 WOLLHEIM, F.P. Tratamento de caco de cor de vidro de embalagem. Apresentado en el Encontro Técnico da ABIDVIDRO, 9., 1992, São Paulo.
- 19 OWENS ILLINOIS DE VENEZUELA. Programa de Reciclaje del Vidrio de Owens Illinois de Venezuela. Apresentado en 1<sup>er</sup> Encuentro municipio y Ambiente. 1991.
- 20 CRISTALERÍAS DEL URUGUAY. Informações pessoais.
- 21 PROYECTO PNUD/URU/91/008, "Clasificación y Reciclo de Residuos Sólidos", Asistencia Preparatoria / Segunda Etapa, IMM, PNUD, Setiembre 1996.