

# EL RECICLADO DEL ACERO

Félix A. López Gómez  
 Fernando García Carcedo  
 Dpto. de Metalurgia Primaria y  
 Reciclado de Materiales  
 Centro Nacional de Investigaciones  
 Metalúrgicas (CENIM), del Consejo  
 Superior de Investigaciones Científicas  
 (CSIC).

La industria siderúrgica ha sido desde siempre una industria recicladora. El acero es un material reciclable por excelencia y su reciclado se ha realizado siempre, no por exigencias medioambientales o legislativas, sino por exigencias industriales. La chatarra es una materia prima para la fabricación del acero. El acero es uno de esos ejemplos didácticos que siempre se utilizan explicar el ciclo de vida de los materiales (Figura 1).

clo de vida de los materiales (Figura 1).

## El reciclado del acero en la Siderurgia

La industria siderúrgica es la mayor consumidora de chatarras. Tanto en las acerías LD como en las acerías eléctricas, la chatarra es una de las materias primas fundamentales. En las acerías LD la colada necesita entre un 20 a un 30% de chatarras, cantidad muy importante si se tiene en cuenta la cantidad de acero producido en la siderurgia integral. Esta cantidad de "acero reciclado" representa una cantidad importante, no sólo en términos económicos sino también en términos ambientales.

En el caso de las acerías eléctricas de arco, la chatarra es la principal materia prima del proceso. En la ac-

tualidad, estos hornos (de los cuales existe un amplio parque en España) consumen alrededor del 89% de la chatarra generada en nuestro país.

Los hornos eléctricos producen alrededor del 72% del acero fabricado en España, cuya producción es de unos 15 millones de toneladas anuales.

La chatarra consumida en España es de unos 12,5 millones de toneladas anuales que proceden de diversos orígenes: chatarras producidas en la propia fabricación del acero, durante sus procesos de manufactura y transformación, y sobre todo, de la recogida de materiales obsoletos, demoliciones... en definitiva, materiales que han finalizado su ciclo de vida.

No obstante, la producción interna es insuficiente para abastecer a nuestra industria siderúrgica y cada año se importan cantidades importantes de chatarras (sobre 6 millones de toneladas anuales) lo que supone un elevado coste en divisas (unos 111.000 millones pesetas en el año 2000).

En el ámbito mundial, la producción de chatarras férricas alcanza



Figura 1.- Esquema del ciclo de vida del acero sobre la base de un material metálico: el automóvil.

la cifra de unos 400 Mt/año, de los cuales aproximadamente se reciclan entre un 60 y un 70%.

La producción interna de chatarras está disminuyendo considerablemente en todas las factorías al tiempo que se observa un incremento importante de las chatarras procedentes de materiales al final de su ciclo de vida.

### Las nuevas chatarras y su incidencia en el reciclado

Existen algunos productos siderúrgicos que incorporan en su composición química, para dotar al acero de determinadas propiedades físico-químicas y mecánicas, elementos tales como el Sn, Cr y Zn o bien materiales metálicos, tales como hojalata, chapa cromada, aceros electrocincados, galvanizados, algafort, materiales recubiertos con compuestos orgánicos, etc., cuyo reciclado está produciendo algunos problemas medioambientales que complican en cierta medida la facilidad con la que hasta ahora se venía reciclando el acero.

El establecimiento de límites para los contenidos en los denominados "elementos trampa", la necesidad de desestañar las chatarras, sobre todo las procedentes de las plantas de clasificación y reciclado de residuos de envases y compostaje, y tal vez, el tratamiento previo de las chatarras galvanizadas, junto con estrictos niveles de emisiones gaseosas, condiciona los procesos de reciclado del acero en las acerías eléctricas de arco que se ven obligadas a seleccionar las chatarras y a establecer procesos exhaustivos de depuración de los humos.

Por otra parte, la necesidad cada vez mayor de abordar el reciclado de los vehículos fuera de uso (VFU) y de cumplir la Directiva Europea, y de otros materiales que junto con el acero incorporan plásticos, PVC y otros materiales orgánicos conteniendo cloro, sobre todo aceites, está obligando a la introducción de una serie de medidas correctoras para evitar la generación de policlorobenzofuranos

(PCDFs). Aún así, se observa cómo el proceso siderúrgico es capaz de adaptarse a los condicionantes técnicos y medioambientales para que sin apartarse de su objetivo primordial, es decir, fabricar acero, este se haga con el mayor respeto posible al medio ambiente.

### Impacto medioambiental

El reciclado del acero, como cualquier proceso industrial, produce un impacto ambiental ya que el tratamiento de las chatarras en el horno eléctrico genera residuos y emisiones gaseosas.

Los gases que salen de un horno eléctrico contienen sólidos en suspensión, alrededor de 12 mg/Nm<sup>3</sup>, con una producción total de polvos cuya cantidad varía entre 26 y 58 kg/t de acero. Además, estos gases contienen CO (alrededor de 1 kg/t de acero), SO<sub>2</sub> (0,2 kg/t de acero), NO<sub>x</sub> (0,5 kg/t de acero) y CO<sub>2</sub> (sobre 60 kg/t). La producción total de gases se estima en una cantidad comprendida entre 6.000 y 9.000 Nm<sup>3</sup>/t.

Además, se generan escorias, lodos (que representan entre 8 y 24 kg/t de acero), polvos (entre 15 y 26 kg/t de acero), refractarios (alrededor de 9 kg/t de acero) y residuos varios (entre 3 y 8 kg/t de acero). Finalmente, se producen aguas residuales y aceites y grasas, en cantidades suficientes como para justificar procesos de tratamiento específicos para disminuir la demanda química de oxígeno (DQO) y las cantidades de sólidos en suspensión en los efluentes finales.

No todos los residuos generados en el reciclado del acero se vierten produciendo un impacto ambiental. Una cantidad importante de estos residuos son subproductos reciclados internamente o se consideran materias primas para otros sectores productivos. Alrededor del 25% de los residuos que producen las acerías eléctricas de arco se reciclan o reutilizan, como los refractarios, algunos tipos de escorias y sobre todo los pol-

vos de acería, que reciben un tratamiento específico para la obtención de ZnO o Zn metal. En algunos de los procedimientos industriales desarrollados para el reciclado de los polvos, es el propio horno eléctrico quien los recibe, los concentra para aumentar su contenido de cinc y reciben después un tratamiento final en hornos rotativos para la obtención de óxido Waelz. Esto constituye un ejemplo más de la labor recicladora de la industria siderúrgica.

A pesar de estos esfuerzos, aún cerca del 75% de los residuos sólidos generados en las acerías eléctricas de arco no reciben un tratamiento adecuado. En este sentido, el desarrollo de tecnologías de pretratamiento y aglomeración (briquetado, extrusión y peletización), y el reciclado interno de polvos, lodos y aceites pueden hacer en un futuro inmediato que la cantidad de residuos sólidos generados en el reciclado del acero disminuya entre un 50 y un 80%.

La industria siderúrgica se preocupa por cumplir la legislación medioambiental como lo prueban las inversiones que este sector realiza cada año para alcanzar los límites establecidos por la legislación. En Alemania, por ejemplo, la inversión de la industria siderúrgica en el ámbito medioambiental representa entre el 6 y el 8% del costo total del acero producido, con una inversión anual que oscila entre 20 y 27 \$/t de acero. Esta cifra puede compararse con la inversión en algunos países del Este, en los que las cantidades invertidas están alrededor de los 5 \$/t de acero.

Por tanto, la industria siderúrgica ha sido y será una industria recicladora de todos aquellos materiales metálicos férricos que terminan su ciclo de vida útil, incluso, consume internamente una parte importante de los subproductos generados en el reciclado del acero, a diferencia de lo que sucede con otras industrias recicladoras de materiales metálicos no férricos. ■