

# Recuperación de zinc a partir de polvo de acería

**Antonio Ros Moreno.** Ingeniero Técnico de Minas

Con el proyecto EXCINOX, Patente de Invención Núm. 201231557 otorgada por la Oficina Española de Patentes y Marcas, se optimiza el reciclado de los polvos de acería de la forma más integral posible, mejorando las tecnologías actuales (Método Waelz y otros), mediante un método para el tratamiento de óxidos de zinc, principalmente óxidos con alto contenido en cloro y flúor, consiguiendo la recuperación del zinc y otros metales, que pueden reciclarse o comercializarse de forma ventajosa.





**A**ntes de entrar a analizar este proyecto de recuperación del zinc a partir del polvo de acería, se han de resaltar dos hechos que comienzan a complicar la metalurgia del zinc:

- Agotamiento de los criaderos clásicos, entrando en operación yacimientos minerales complejos, generalmente piríticos, que van a proporcionar concentrados de zinc muy complicados de beneficiar.
- Creciente preocupación mundial por el medio ambiente, que está incidiendo desfavorablemente sobre los procedimientos térmicos en cuanto a la atmósfera y sobre los hidrometalúrgicos en cuanto al suelo. Por otra parte, el flujo de materiales envejecidos, que, en forma de desechos metálicos y metalíferos, genera la mecánica de reposición, propende de igual modo a intensificarse. Dicho

en otras palabras: a mayor empleo de metales, mayor afluencia de chatarras. Es obvio que las recuperaciones de los desechos metálicos y metalíferos se intensificarán en el futuro por las razones apuntadas. Ahora bien, no hay que olvidar que, dentro del contexto de un sistema económico en desarrollo, los incrementos reales del consumo forzosamente han de satisfacerse a expensas de nuevas materias primas y de nuevos productos básicos.

Dentro del contexto general, las industrias siderúrgicas generan residuos interesantes por su contenido en zinc y a su vez por las fuertes características y contaminantes que actualmente y desde siempre han tenido.

Este polvo de acería está constituido básicamente por óxidos metálicos de composición variable, que hacen necesario su tratamiento

con el fin de eliminar el problema de su almacenamiento debido a su carácter y contenido bajo-medio de zinc y plomo como valores metálicos principales y contenidos variables de otros metales, algunos considerados peligrosos como el Cd o Cr. El polvo de acería está catalogado como residuo tóxico y peligroso debido a los lixiviados que solubilizan sus metales pesados.

En conclusión a lo expuesto hasta el momento, se ha de resaltar:

- La metalurgia del zinc necesita nuevas fuentes de aprovisionamiento de materia prima.
- Las industrias siderúrgicas generan residuos interesantes por su contenido en zinc y a su vez considerados como tóxicos y peligrosos.
- El reto existente es el de conseguir una obtención económicamente viable de los residuos de acerías o similares, con reducción parcial o total de los problemas medioambientales.

## PROCESO EXCINOX

El proceso desarrollado es un procedimiento para la recuperación de zinc y otros metales, como el plomo, cobre y plata, etc., a partir de residuos oxidados de zinc mediante un sistema integrado de concentración de óxidos (opcional), lixiviación con ácido sulfúrico y la extracción selectiva de zinc mediante solventes orgánicos del tipo catiónico como el ácido Dietil-hexilfosfórico (D2EHFA).

El proceso propuesto consta de las siguientes etapas:

1. Concentración del óxido
2. Lixiviación de óxidos
3. Extracción con disolventes orgánicos
4. Electrólisis
5. Fusión y moldeo

El proceso de concentración del óxido comprende una etapa hidrometalúrgica que permite separar los polvos en dos fracciones: magnéticas y no magnéticas.

En determinadas ocasiones, se puede considerar una segunda etapa pirometalúrgica para tratar parte de la fracción no magnética.

En estas etapas, el desarrollo industrial es ampliamente conocido y difundido en multitud de procesos.

El proceso hidrometalúrgico posterior a la concentración utiliza como primera etapa de extracción de zinc, las etapas de lixiviación neutra y posteriormente la lixiviación ácida de los residuos de la lixiviación neutra, así como la precipitación del hierro como jarosita. Estas etapas representan en la actualidad el estado de la técnica (state of the art) en los procesos industriales para la producción de zinc electrolítico de alta pureza.

Respecto a la extracción del zinc y otros metales presentes en los óxidos de zinc, como el plomo, la plata y el cobre, se utilizan industrialmente estas etapas de lixiviación para la producción de más 8 millones de toneladas/año de zinc electrolítico.

En una planta convencional de zinc, como lo es una planta electrolítica de zinc, sería imposible la recuperación del zinc de los óxidos en las etapas de lixiviación descritas anteriormente debido a los altos contenidos de aniones halógenos como lo son el cloro y flúor.

Estos elementos, si están presentes en contenidos de > 250 mg/l de Cloro y > de 30 mg/l de Flúor, imposibilitarían una recuperación viable del zinc en una planta convencional de electrolisis.

La eliminación de estos aniones halógenos se consigue complementando el proceso de lavado en la etapa de concentración con un proceso de extracción selectiva del zinc mediante reacción con ácido Dietil-hexilfosfórico (D2EHFA).

Esta extracción selectiva permite la separación del zinc de aquellas impurezas extraordinariamente dañinas para el proceso convencional de electrolisis.

El zinc una vez selectivamente extraído de la disolución con impurezas, es reextraído con el electrólito agotado que retorna de electrolisis, cerrándose así el círculo de carga y descarga con el zinc correspondiente para dar la producción deseada de zinc catódico.



# Proceso Metalúrgico

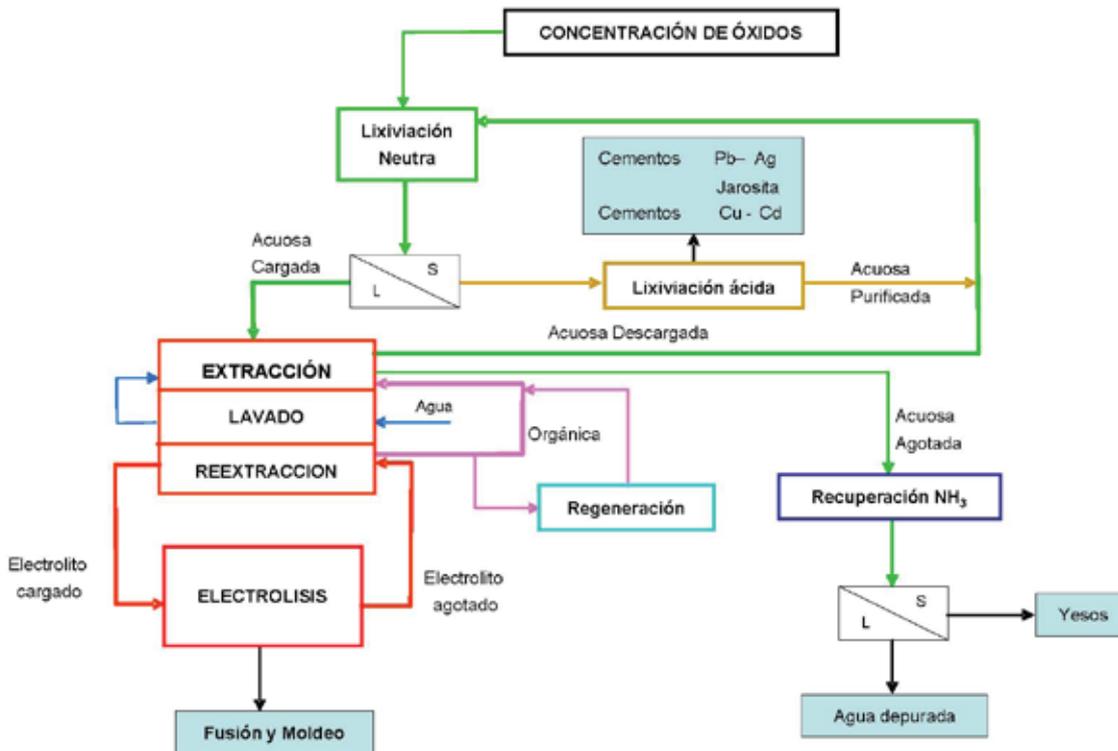


Figura 1: Esquema básico proceso Excinox

Este zinc catódico es posteriormente transformado en la planta de fusión y moldeo en lingote de zinc, que representa el producto final.

El riesgo tecnológico de las etapas de extracción y reextracción del zinc utilizando DE-HPA como extractor orgánico es mínimo, ya que hemos operado, desde 1987 hasta 2009, un proceso de extracción selectivo de zinc similar al descrito. La experiencia adquirida durante la operación de la planta, servirá para afrontar algunos cambios tecnológicos como consecuencia de la materia prima a tratar.

Si bien, la combinación de la etapa de concentración con el resto de procesos posteriores garantiza una serie de ventajas técnicas y económicas importantes, la implantación industrial de ambos procesos por separado es viable operativamente con pequeñas modificaciones y sigue manteniendo una gran parte de los beneficios medio ambientales y económicos.

## DATOS ECONÓMICOS DEL PROCESO EXCINOX

La versatilidad del proceso nos permite múltiples variantes dependiendo de la inversión inicial, empezando por 25.000 a 30.000 Tm/Año y pudiéndose ampliar posteriormente esta producción, por tal motivo consideramos para el análisis económico las siguientes variaciones en cuanto a inversión y capacidad productiva de las instalaciones:

- Producción de 60.000 Tm/Año sin H. Waelz. (break-even 623 \$/Tm)
- Producción de 30.000 Tm/Año sin H. Waelz. (break-even 1020 \$/Tm)
- Producción de 60.000 Tm/Año con Horno Waelz. (break-even 630 \$/Tm)
- Producción de 30.000 Tm/Año con Horno Waelz. (break-even 894 \$/Tm)



Por otra parte, hay que tener en cuenta las premisas siguientes:

1. No se han considerado ingresos por la posible venta de yesos.
2. No se ha considerado posible venta de óxidos Waelz.
3. El terreno se ha considerado en arrendamiento y no como compra.
4. Todas las cantidades se reflejan en USD (\$).

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

Este procedimiento tiene como ventajas:

- Permite el tratamiento directo en lixiviación de parte de los polvos de acerías, minimizando la cantidad a tratar en horno Waelz y gran parte de los problemas medioambientales asociados a este proceso (dioxinas-furanos, etc.).

Tabla 1

RESUMEN DE LOS VALORES MAS SIGNIFICATIVOS				
Concepto	(Periodo 14 Años y descuento 5 %)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Inversión (x1.000.000)	164	114	210	140
Beneficio antes de Impuestos (x1.000.000)	651	224	1.176	454
Impuesto de Sociedades pagado (x1.000.000)	197	69	356	138
Beneficios después de impuestos (x1.000.000)	454	156	820	316
TIR Proyecto (di) SIN VR (%)	25,9	16,0	31,8	22,3
TIR Cash Flow del accionista SIN VR (di) (%)	41,0	21,1	61,7	41,5
TIR Cash Flow del accionista CON VR (di) (%)	41,9	23,2	62,0	42,2
VAN Accionistas SIN VR (x1.000.000)	274	88	515	204
VAN Accionistas CON VR (x1.000.000)	399	140	725	294





- Garantiza un alto rendimiento en la recuperación del zinc al lograr el ataque de las ferritas.
  - Permite el reciclado de diversos metales a sus correspondientes metalurgias (fracción magnética, concentrado de plomo, cemento de cobre y cemento de cadmio).
  - Consigue la eliminación de los aniones halogenuros (cloro y flúor) complementando el proceso de lavado en la etapa de clasificación hidráulica con un proceso de extracción selectiva del zinc mediante reacción con ácido Dietil-hexilfosfórico (D2EHFA).
  - Obtiene una producción electrolítica de zinc o de compuestos de zinc ultra puro para su comercialización.
- Mayor garantía de calidad.
  - Mayor beneficio de los metales secundarios.
  - Mayor control medioambiental.

En conclusión:

- El proceso desarrollado para el tratamiento de óxidos de zinc procedentes de las acerías eléctricas es técnicamente viable.
- La capacidad nominal para que una planta de este tipo sea viable económicamente se encuentra sobre el 50 % de la capacidad de una planta que utilice como materia prima concentrado de zinc (blenda).
- El coste de esta materia prima, por su caracterización como residuo tóxico y peligroso, es gratuito e incluso se prima su beneficio.
- El rendimiento, la inversión y el coste de la materia prima garantizan un beneficio económico muy superior a cualquier planta tradicional que produzca zinc a partir de blenda. ■

Es decir, esta combinación de procesos hidrometalúrgicos y pirometalúrgico garantiza las siguientes condiciones de trabajo a nivel industrial:

- Gran flexibilidad de tratamiento de materia prima.
- Gran flexibilidad en operación.
- Facilidad de automatización y control.
- Menor inversión en instalaciones y existencias en curso.
- Menor necesidad de mano de obra.
- Menor coste energético.

## BIBLIOGRAFÍA

Ros Moreno, Antonio et al, 2014. Patente ES-2454415.