



RECICLAJE DE BATERIAS DE PLOMO ÁCIDO USADAS.

Introducción

Las baterías se usan siempre que se necesita energía eléctrica, y no hay una conexión directa con la red eléctrica pública. Una batería puede convertir energía química directamente en energía eléctrica. Dependiendo del sistema de la batería, este proceso de conversión puede ser irreversible o reversible. Cuando el proceso es irreversible, a la batería se le llama primaria. A las baterías reversibles se les llama baterías secundarias y pueden ser recargadas hasta 1000 veces. Una batería de plomo-ácido es recargable y muy usada por sus buenas propiedades, como poco mantenimiento y adecuación para distintos propósitos. Además son fácilmente disponibles y relativamente baratas.

Las baterías de plomo-ácido arrancan o alimentan coches, camiones, autobuses, barcos y trenes por todo el mundo. Este uso es bien conocido pero durante los últimos años está en aumento otro uso. Los paneles Solares son cada vez más baratos y se ve un impulso enorme en la adaptación de las aplicaciones solares en áreas rurales de países en desarrollo donde no hay red eléctrica disponible. Como las baterías de plomo ácido son todavía la forma más barata de almacenar energía, casi todas las aplicaciones solares contienen una batería de este tipo.

De todos modos, el plomo es un metal muy tóxico, y una vez que la batería ya no es útil, su correcta recolecta y reciclado es primordial. Para comprender los problemas de las baterías de plomo ácido en el flujo de residuos sólidos y los beneficios de su reciclaje, es importante conocer algunos aspectos técnicos de la batería de plomo ácido, la salud pública y peligros medioambientales asociados a su eliminación, métodos de reciclaje y legislación desarrollada para minimizar peligros en el uso y el reciclado.

Aspectos Técnicos

Las celdas de la batería de plomo ácido consisten en un electrodo de plomo (Pb) y uno de óxido (PbO₂) inmersos en una solución de agua y ácido sulfúrico (H₂SO₄). Cuando la batería se conecta a una carga y se genera energía, el plomo se combina con el ácido sulfúrico para crear sulfato de plomo (PbSO₄), y el óxido de carbono se combina con hidrógeno y ácido sulfúrico para crear sulfato de plomo y agua (H₂O). Mientras la batería se descarga, el sulfato de plomo se acumula en los electrodos, y el agua se acumula en la solución de ácido sulfúrico. Cuando la batería está cargada, el proceso se invierte, con el sulfato de plomo combinado con agua para acumular plomo y óxido de plomo en los electrodos. (Fuente: www.gravitaexim.com).

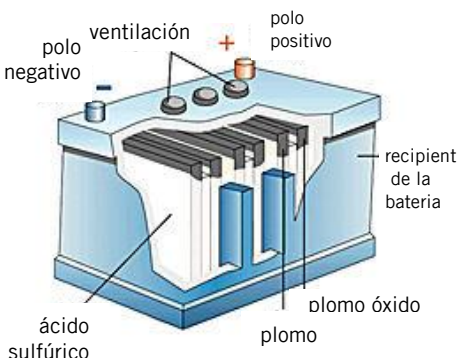


Figura 1: Ejemplo de batería de plomo ácido.

Practical Action, The Schumacher Centre, Bourton on Dunsmore, Rugby, Warwickshire, CV23 9QZ, UK
T +44 (0)1926 634400 | F +44 (0)1926 634401 | E infoserv@practicalaction.org.uk | W www.practicalaction.org

Practical Action is a registered charity and company limited by guarantee.
Company Reg. No. 871954, England | Reg. Charity No.247257 | VAT No. 880 9924 76 |
Patron HRH The Prince of Wales, KG, KT, GCB

Generalmente hay dos tipos de acumuladores de baterías de plomo ácido, según su método de construcción: inundado o sellado. Las baterías de plomo ácido Inundado (o mojado) son aquellas en las que los electrodos/placas se sumergen en electrolito y es necesario su rellenado regular con agua para salvaguardar el buen funcionamiento. En una batería sellada o regulada por una válvula (VRLA) el electrolito es fijo y no cambia. Todas las baterías de plomo ácido, durante la carga, mediante un proceso llamado electrolisis, producen hidrógeno y oxígeno (gas) en los electrodos. Estos gases pueden escapar de una celda inundada o mojada, pero las celdas selladas no dejan escapar los gases y los vuelven a combinar. La red de la estructura en ambas baterías está hecha de una aleación de plomo. Una red de estructura de plomo pura no es suficientemente fuerte y por ello se permiten otros metales como antimonio, calcio, estaño, y selenio en pequeñas cantidades para añadir fuerza y mejorar las propiedades eléctricas.

Vida útil

La vida útil de la batería es el periodo de vida en el que una batería se puede recargar y retiene la carga. Cuando ya no puede, su vida útil se acaba y pasa a ser una “batería usada” para su uso original (UNEP, 2003)

La vida útil de una batería de plomo ácido depende mucho de su ritmo, condiciones y tipo de uso. Esta vida se estima entre 1 y 5 años.

Composición

La típica batería de plomo ácido se compone de: mallas metálicas, pasta de electrodo, ácido sulfúrico, conectores y polos de aleación de plomo, y separadores de red hechos de PVC (ver tabla 1). Los componentes de la batería están alojados en un lugar resistente a la corrosión y al calor, normalmente de plástico (policarbonato, polipropileno o poliestireno) (fuente: www.gravitaexim.com).

Componente	[wt.-%]
Plomo (aleación) componentes (red, polos)	25 - 30
Pasta de electrodo (finas partículas de óxido de plomo y sulfato de plomo).	35 - 45
Ácido sulfúrico (10 - 20 % H ₂ SO ₄)	10 - 15
Polipropileno	5 - 8
Otros plásticos (PVC, PE, etc.)	4 - 7
Ebonita	1 - 3
Otros materiales (vidrio, etc.)	< 0.5

Tabla 1: Composición de la típica batería de desecho de plomo ácido.

Reciclaje

Hay una gran tradición de devolver las baterías de plomo ácido usadas al reciclado en circuito. Gracias a la compacidad de la batería, su alta proporción de plomo y los altos precios del metal, los consumidores han venido devolviendo sus propias baterías de coche (o recolectadas) al mercado de la chatarra o a la fundición. Éste es además el caso de países de bajos ingresos con tasas de recuperación de hasta el 80%, conseguidas normalmente a través de un sistema de recolecta informal de chatarreros, elaboradores de plomo y consumidores (Vest, 2002).

¿Por qué reciclar baterías de plomo ácido?

Los beneficios de su reciclaje son numerosos. A menos que reciclemos las baterías usadas, ciertos componentes tóxicos supondrán un peligro potencial para el medio ambiente y para la

salud humana.. Por otra parte, el recuperar baterías de desecho tiene la ventaja de que es más fácil y menos intensivo energéticamente que producir plomo nuevo de mineral (la producción de plomo reciclado requiere 35-40% de la energía necesaria para producir plomo de mineral). El Reciclaje, si se hace bien, reduce también la dispersión de plomo en el medio ambiente y conserva los recursos minerales para el futuro (Thornton, 2001).

De todos modos, el reciclaje de baterías de plomo ácido, según las normas internacionales, no es un simple proceso que puede ser realizado por empresas a escala pequeña. Hay que tomar ciertas medidas para prevenir un impacto negativo en la gente y en el medio ambiente. Se resume a continuación los procesos involucrados en el reciclaje de baterías de plomo ácido usadas, según descripciones en las guías técnicas para el manejo ambientalmente sano de residuos de plomo ácido (UNEP, 2003)
<http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/techdocs.html>).

Recolección

Para evitar efectos adversos para la salud y la contaminación medioambiental, las baterías de plomo ácido deben ser recolectadas, transportadas y almacenadas con mucho cuidado. En los puntos de recolección hay que tomar medidas especiales, las baterías NUNCA deberían ser drenadas en los puntos de recolección por la poca garantía que pueden ofrecer en el manejo seguro del ácido sulfúrico, y sus peligros para la salud y el medio ambiente.

La tecnología del reciclaje

El proceso de reciclaje se puede dividir en tres procesos principales:

1. Ruptura de la batería
2. Reducción del plomo
3. Refinación del plomo.

Rotura de la batería

Las baterías siempre tienen que vaciarse antes del proceso de reciclado.. Deberían vaciarse solamente en una planta de tratamiento de vertidos especialmente diseñadas para que el ácido pueda ser tratado y neutralizado. Después, las baterías se rompen en un molino de martillos o cualquier otro tipo de trituradora. Su ruptura manual debería evitarse por los peligros para la salud y la seguridad que supone.

Las piezas que salen del proceso de ruptura se meten en un tanque, donde las diferentes densidades de los materiales provocan que algunas se hundan (el plomo), otras floten (goma dura y plástico), y que los líquidos vayan a una solución (ácido de la batería). De aquí, los materiales se separan y se tratan individualmente.

El plástico se limpia y se lleva a un reciclador de plástico. El ácido se neutraliza.

Reducción de Plomo

La batería de desecho que se obtiene del proceso de ruptura es una mezcla de varias sustancias: Plomo metálico, óxido de plomo, sulfato de plomo y otros metales como calcio, cobre, antimonio, arsénico, estaño y a veces, también plata. Para aislar el plomo metálico de esta mezcla, estos materiales se cargan en un horno junto con flujos y reductores apropiados, restos desechables, escorias y cenizas del proceso de fundición .Los gases que salen del horno se filtran, y las cenizas se vuelven a meter al horno.. El metal aprovechado del horno se transfiere a las calderas refinadoras y se procesa para producir plomo comercial de calidad.

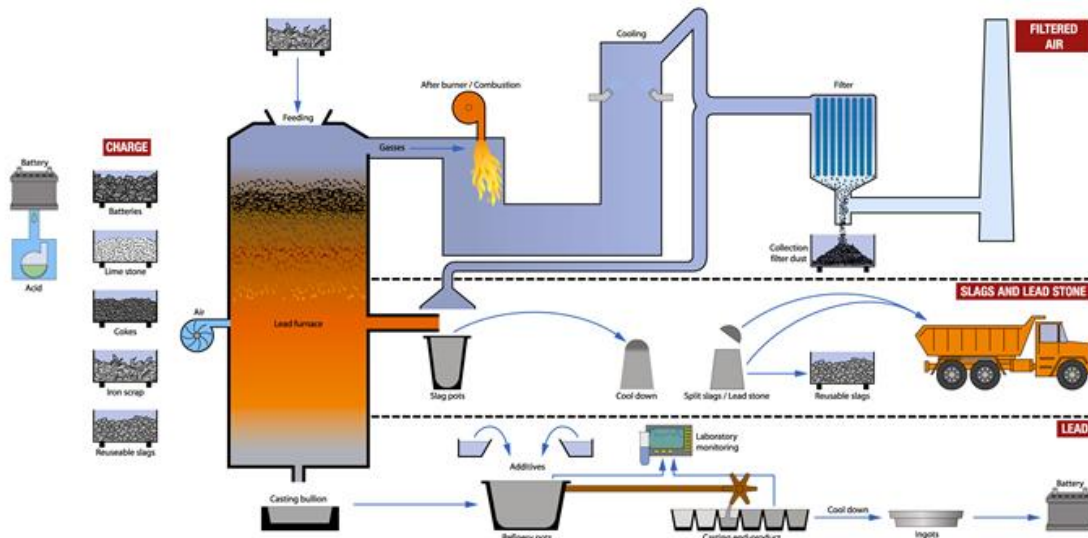


Figura 2: Representación esquemática del proceso de reciclaje de baterías de plomo ácido (fuente: www.campine.be)

Refinamiento del Plomo

Cuando una planta de fundición para en el punto de reducción, producirá lo que se conoce como plomo duro o de antimonio. Si se quiere producir plomo blando, habrá que retirar otros metales como cobre, antimonio, arsénico y estaño. El proceso de refinamiento se aplica en varios pasos en calderas junto con agentes específicos. Tras este proceso, el plomo blando se puede verter en moldes llamados “lingotes”. Estos lingotes se venden en el mercado local o internacional

Medidas de control de la contaminación

En la planta de reciclaje, son necesarias medidas de control efectivas, para proteger la salud de los trabajadores y para prevenir la polución en el medio ambiente. Un buen diseño de la planta, con reducción del potencial de emisión de sustancias contaminantes, es muy importante, y los nuevos procesos de fundición son mucho más limpios que los altos hornos tradicionales. Es necesario instalar tecnologías de reducción de la polución, incluyendo el tratamiento de gases exhaustivos y vertidos líquidos.

El personal es el más expuesto a los escapes dentro de la planta. Son necesarias medidas de control, como un estándar mínimo de la calidad del aire en el trabajo, seguridad médica de los trabajadores, uso de equipos de protección, y provisión de condiciones de higiene en general, para evitar la exposición al plomo.

Salud y Medio ambiente

Al usar la batería de plomo ácido en electricidad, existe peligro a la hora de rellenar las baterías húmedas. Puede tener efectos perjudiciales en la etapa de producción y tras su vida útil, durante el reciclado. Al final de su vida la batería se clasifica como residuo peligroso por la Convención De Basilea y debería ser manejada apropiadamente para prevenir daños en la salud humana y el medio ambiente (UNEP, 2003).

Salud

El plomo está considerado como uno de los metales duros más tóxicos. Su uso está restringido y prohibido en algunas aplicaciones, como los aditivos de la gasolina y tubos de agua para consumo humano (CE, 2000). Hoy se sabe que la exposición al plomo puede causar efectos adversos en muchas partes del cuerpo. Los órganos más afectados son el cerebro y el sistema nervioso, riñones, sangre y el sistema reproductivo de ambos sexos. El plomo en varias formas se considera también un posible agente cancerígeno. De especial preocupación es el hecho de que en niveles relativamente bajos puede perjudicar el desarrollo del feto y de niños pequeños, alterar su desarrollo mental y causar un pequeño pero apreciable disminución en su coeficiente intelectual. De todos modos, los síntomas clínicos

ficha técnica

solo se dan en individuos altamente expuestos (normalmente expuestos en el trabajo) y esto es muy raro en el Mundo Occidental (source: www.ila-lead.org).

Junto con el plomo, se pueden producir emisiones de Antimonio y Arsénico, ambas sustancias tóxicas. Más aún, el Arsénico es cancerígeno (CE, 2000). El ácido sulfúrico es altamente corrosivo y puede destruir los tejidos de organismos vivos. (UNEP, 2002).

Medio ambiente

La fabricación y el reciclado (fundición) de las baterías de plomo ácido pueden tener efectos negativos en el medio ambiente (Avellaneda de la Calle, 2002):

- Aire: Emisión de plomo (y otros metales duros), polvo y gases.
- Tierra: Derrame y fuga de ácido de las baterías directamente a la tierra Lixiviación del ácido y sal de plomo por un proceso no adecuado.
- Agua: Derrame y fuga de ácido a los acuíferos. Disolución directa de sales de plomo en el agua o a través de la lluvia cuando están en el suelo.

Estas emisiones pueden contaminar la tierra y envenenar las aguas subterráneas con efectos negativos para los ecosistemas. (Plantas, animales, humanos)

Legislación Internacional.

Como las baterías de plomo ácido se consideran residuos peligrosos, para manipularlos se de crean varias leyes, decretos y guías, a nivel internacional y europeo, A menudo se desarrolla una legislación específica para las baterías de plomo ácido usadas y para las baterías doméstica.

Naciones Unidas

A nivel internacional, la convención de Basilea es muy importante para todas las baterías de plomo ácido usadas. Más aún, el Secretariado de la Convención de Basilea ha establecido guías para un tratamiento seguro de éstas.

Convención de Basilea (fuente: www.basel.int)

En Marzo de 1989 se adoptó la convención de Basilea sobre el Control de movimientos transfronterizos de Residuos Peligrosos y su eliminación. El tratado entró en vigor en 1992. Sobre la base de los principios de la gestión ambientalmente sana, la convención persigue la protección de la salud humana y el medio ambiente, de los peligros de los residuos peligrosos. Esto requerirá un cambio en la ecuación económica sobre los residuos, para motivar a los productores de residuos peligrosos, y a la gente beneficiada, para que entren en acción. Para conseguir esto, la convención establece una estrategia de tres pasos (UNEP 2002):

1. Minimizar la generación de residuos..
2. Tratamiento de los residuos lo más cerca posible de donde fueron generados.
3. Minimizar traslados internacionales de residuos peligrosos.

Guías Técnicas para la gestión medioambientalmente racional de los residuos de baterías de plomo ácido (fuente: www.basel.int)

Estas guías ofrecen a los usuarios un conjunto de buenas prácticas y principios para establecer un sistema de reciclado de baterías. Describen como recoger, transportar y almacenar las baterías usadas; dar especificaciones para las cámaras de almacenamiento y los medios de transporte; describir cómo las baterías llevadas a la planta de reciclado deberían ser drenadas de sus electrolitos, identificadas, separadas, y almacenadas; explicar cómo el plomo recuperado debe ser tratado para quitar los contaminantes no deseados; y abordar los temas médicos y la sensibilización pública. Las guías concluyen que la forma más efectiva de recolección es que se hagan cargo los productores, minoristas, mayoristas y estaciones de servicio de recoger las baterías viejas en el momento de darle al cliente una nueva.

Unión Europea.

La Unión Europea quiere menos sustancias peligrosas en las baterías y quiere mejorar la recolección y el reciclado. Para ello se estableció una nueva directiva en 2006:

Directiva 2006/66/EC del Parlamento Europeo y del Consejo del 6 de Septiembre de 2006 sobre baterías y acumuladores.

El objetivo es disminuir la cantidad de sustancias peligrosas- en particular, mercurio, cadmio y plomo, vertidas en el medioambiente; esto se debería hacer reduciendo el uso de estas sustancias en baterías y acumuladores y tratando y reutilizando las cantidades usadas (fuente: <http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l21202.htm>).

Conclusión

El reciclado de baterías de plomo ácido no es una actividad simple que pueda ser hecha en pequeñas empresas. La construcción, puesta en marcha y el funcionamiento de una planta de reciclado medioambientalmente sana es muy cara. No es sólo que la inversión inicial sea de varios millones de dólares, sino que además hay unos gastos generales permanentes para cubrir sistemas de control medioambiental y de higiene. Cualquier planta de reciclaje moderna debe tener un caudal continuo y alto de baterías de plomo ácido. Los gobiernos locales deberían centrarse en una recolecta segura de baterías de plomo ácido y enviarlas a una fundición medioambientalmente sana, incluso si esto conlleva que las baterías usadas tengan que ser exportadas para alcanzar este objetivo..

Referencias y lectura adicional.

- *Lead the facts, an independent report on Lead and its industry*, IC Consultants Ltd., London, UK, 2001
- *Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Waste Lead-acid Batteries*, Secretariat of the Basel Convention, Basel Convention series/SBC No. 2003/9, 2003
- Avellaneda de la Calle, Jordi, *Lead Acid Batteries – Economical And Technical Recycling Feasibility in Developing Countries*, Oldenburg University/GTZ, April, 2002
- CE, *Accumateriaal verwerkt, onderzoek naar de milieulast van accu's voor elektrische en hybride auto's*, December 2000
- EPA, *Promoting Mercury Containing Lamp Recycling – A Guide for Waste Managers*, Lamp Recycling Outreach Project, 2005
- Lombard, J.E. and P.S. Webb, *What happens when the lights go out?*, proceedings of the 19th Waste Management Conference of the IWMSA, October 2008
- Thornton, Iain, Radu Rautiu and Susan Brush, *Lead, the facts; an independent report on Lead and its industry*, ICON, 2001
- TNO, *Beknopte risicoanalyse van inzameling van spaarlampen*, Milieu en Leefomgeving, Oktober 2008
- UNEP and the Secretariat of the Basel Convention, *Minimizing hazardous wastes: a simplified guide to the Basel convention*, September 2002
- UNEP and the Secretariat of the Basel Convention, *Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Waste Lead-acid Batteries*, Basel Convention series, SBC No. 2003/9
- Vest, H., *Fundamentals of the Recycling of Lead-Acid Batteries*, GATE information service GTZ, 2002

Direcciones Útiles.

<p>Secretariat of the Basel Convention (SBC): (Secretariado de la Convención de Basilea). International Environment House 15 Chemin des Anémones CH-1219 Chatelaine, Switzerland Tel: 4122 9178218 Fax: 4122 7973454 Email: sbc@unep.ch Web: www.basel.int Ejecuta el programa establecido por los partidos cuyo objetivo es “gestión medioambientalmente sana”, su intención es proteger la salud humana y el medioambiente minimizando la producción de residuos cuando sea posible. Significa abordar el tema a través de un “enfoque del ciclo de vida integrado” lo que conlleva fuertes controles desde la creación del residuo peligroso hasta su almacenamiento, transporte, tratamiento, reutilización, reciclado, recuperación y eliminación definitiva.</p>	<p>The Blacksmith Institute (Instituto Blacksmith) 2014 5th Avenue New York, NY 10035 U.S.A. Phone: (646) 742-0200 Fax: (212) 779-8044 Email: info@blacksmithinstitute.org Web: www.blacksmithinstitute.org La visión del Instituto Blacksmith es un planeta limpio para nuestros hijos. Desarrolla y ejecuta soluciones sostenibles para problemas relacionados con la polución en el mundo en desarrollo. Trabajan en cooperación con donantes, ONG’s y otros, y ofrecen soporte estratégico, técnico y financiero a líderes locales que se esfuerzan por solucionar problemas relacionados con la polución específicos en sus comunidades.</p>
<p>ILMC (The International Lead Management Center) (Centro Internacional de gestión del Plomo) 2525 Meridian Parkway, Suite 100 Research Triangle Park NC27713 USA Tel: ++1 919-287-1872 Fax: ++1 919-361-1957 Email: info@ilmc.org Web: www.ilmc.org Centro internacional de asesoramiento en la gestión de peligros del Plomo.</p>	<p>ILA (International Lead Association) (Asociación Internacional del Plomo) 17A Welbeck Way London W1G 9YJ UK Tel: +44(0)20 79356146 Fax: +44(0)20 74931555 Email: info@ila-lead.org Web: www.ila-lead.org Representación de la industria del plomo.</p>

Direcciones de Internet

www.cwgnet.net

Página web de Grupo de Trabajo Colaborativo de Gestión de residuos sólidos en países de renta baja y media (el CWG). Tiene acceso a artículos, anales de congresos, redes de información, y un grupo de trabajo en el sector informal global del residuo sólido.

www.ilo.org

Página web de la Organización Internacional del trabajo. Agencia especializada de la ONU que busca promocionar la justicia social y los derechos humanos y laborales reconocidos internacionalmente.

www.iswa.org

Página web de la Asociación Internacional de la gestión de residuos sólidos. ISWA publica Waste Management World, www.waste-management.world.com

www.worldbank.org/solidwaste

Página web del Banco Mundial. Contiene, gran cantidad de buena información sobre la gestión de residuos sólidos en países en desarrollo.

ficha técnica

Este resumen técnico fue actualizado por Sophie van den Berg, Marzo 2009 para Practical Action.

Ing. Sophie van den Berg MSc.
Partner in Development (Colaboradora en Desarrollo)
Consultora en Gestión de residuo sólido & Reciclado.
<http://www.partnerindevelopment.nl/>

Practical Action
The Schumacher Centre
Bourton-on-Dunsmore
Rugby, Warwickshire, CV23 9QZ
Reino Unido
Tel: +44 (0)1926 634400
Fax: +44 (0)1926 634401
E-mail: inforserv@practicalaction.org.uk
Website: <http://practicalaction.org/practicalanswers/>

Practical Action es una organización benéfica con una diferencia.. Sabemos que las ideas pequeñas pueden provocar el cambio de vida más profundo en la gente pobre de todo el mundo. Hemos trabajado de cerca durante 40 años, con la gente más pobre del mundo- - usando tecnología simple para combatir la pobreza y transformar sus vidas para mejor. Actualmente trabajamos en 15 países en África, Asia del Sur y Latinoamérica.

ficha técnica