

8

Pilas

Acopio de un pequeño residuo peligroso sin tratamiento posterior

CINTHIA SHAMMAH¹ Y ALEJANDRA GONZÁLEZ²

Este capítulo trabaja la cuestión de las pilas que se descartan, las cuales generan un residuo peligroso. En particular, se abordan las características de los materiales, las problemáticas ambientales asociadas y el estado de situación actual, incluyendo normativa, e iniciativas vinculadas a la corriente (8.1); las experiencias, oportunidades y obstáculos vinculados a la separación en origen y recolección diferenciada (8.2); las experiencias, obstáculos y oportunidades para la valorización posterior (8.3); y, finalmente, recomendaciones para avanzar hacia una economía circular inclusiva (8.4).

1 Área de Ambiente y Política (AAP), Escuela de Política y Gobierno (EPyG), UNSAM). Red de Investigación y Acción sobre Residuos (RIAR). Correo electrónico: cinthiashammah@gmail.com.

2 Licenciada en Ecología Urbana, Universidad Nacional de General Sarmiento. Correo electrónico: alejandrasg0301@gmail.com.

8.1. Materiales, características y estado de situación

La pila es un dispositivo que convierte energía química en energía eléctrica, a partir de reacciones entre los compuestos presentes. Cuando los componentes químicos se van agotando, pueden darse dos casos: son pilas primarias o no recargables si no pueden volver a su forma original, y son pilas secundarias, recargables o acumuladores si se pueden reconstituir. Se denominan “baterías” a las pilas recargables, y al resto, “pilas”.

Existen varios criterios de clasificación, algunos de ellos son: por la posibilidad de carga (no recargables o primarias y recargables o secundarias), por la forma de uso (portátiles y estacionarias), por tipo de sustancias que permiten transportar la electricidad (acuosa y no acuosa, alcalinas o ácidas), por su tamaño (o capacidad en MWh), por su forma (botón; cilíndricas, como AA, AAA C y D; y prismáticas) y por sus aplicaciones (arranque, tracción o nivelación de picos). Entre estos tipos hay diferentes atributos. El cuadro 1 muestra la clasificación según tipo de carga y los componentes y usos asociados a cada uno de estos.

Cuadro 1. Tipos de pilas según posibilidad de carga

Tipo	Componentes	Usos
Primarias o no recargables		
Secas o de carbón/zinc	Contienen zinc y dióxido de manganeso, y muy poco mercurio (0,01 %)	Equipamiento eléctrico y electrónico de bajo consumo. "Pilas comunes"
Alcalinas	Contienen zinc y dióxido de manganeso, y muy poco mercurio (0,1 %)	Equipamiento eléctrico y electrónico de bajo consumo; vida útil varias veces mayor a las comunes
Óxido de plata	Zinc y óxido de plata. Contienen 1 % de mercurio	Calculadoras, relojes, cámaras fotográficas. Usualmente de tipo botón
Litio	Litio, dióxido de manganeso, óxido de bismuto	Uso desde relojes hasta aplicaciones militares e industriales. Generan 3 veces más energía que las alcalinas de tamaño equivalente.
Óxido de mercurio	Contienen hasta 30 % de mercurio	Aparatos de sordera, calculadoras, relojes e instrumentos de precisión
Secundarias o recargables		
Níquel/cadmio	Cadmio y óxido de níquel	Equipamiento eléctrico y electrónico de bajo consumo, celulares, computadoras portátiles. Pueden ser recargadas hasta 1.000 veces y duran decenas de años
Níquel/hidruro metálico	Hidruro metálico, óxido de níquel	Equipamiento eléctrico y electrónico de bajo consumo, celulares, computadoras portátiles. La densidad de energía producida es el doble que las de Ni/Cd
Ion litio	Carbón, óxidos metálicos con litio	Celulares, computadoras, cámaras digitales y de video
Plomo	Plomo y óxido de plomo	Uso automotriz, industrial y doméstico

Fuente: elaboración propia con base en INTI (2016).

En el país, debido a que no se fabrican pilas, se estima que se importan más de 200 millones por año por parte de empresas que concentran el 90 % del mercado (*Infobae*, 23 de mayo de 2018). Las cifras plantean que la generación

de residuos de pilas representó un alto porcentaje en 2009, alcanzando 0,03 % del total de RSU (Greenpeace, 2010).

Tanto en el proceso de producción, como en su descarte inadecuado, las pilas generan un impacto negativo en el ambiente. Las pilas recargables tienen un ciclo de vida unas 7 veces mayor que las no recargables, lo que reduce en cierta medida su descarte y con esto el impacto ambiental, aunque su costo es considerablemente mayor.

Las pilas en desuso no deberían disponerse con los residuos sólidos urbanos por sus materiales contaminantes. En América Latina y el Caribe, son las causantes del 93 % del mercurio en la basura doméstica, así como del 47 % del zinc, del 48 % del cadmio, del 22 % del níquel, etc. (Seluy, 2017). Un estudio (UBA, 2009) detectó que el mercurio, pese a que ha sido limitado por ley en varios países del mundo como componente peligroso, aún está presente en altas concentraciones en Argentina en las pilas ácidas y alcalinas importadas.

A pesar de que las pilas presentan un bajo porcentaje en el total de los residuos, debido a la presencia de metales pesados, tienen una alta toxicidad, tanto para la salud como para el ambiente. Dichos metales (zinc, cadmio, níquel, mercurio, plata, cobalto, plomo, etc.) son causantes de diversas enfermedades: son altamente cancerígenos, provocan efectos negativos a nivel de la piel, cerebro, riñones, pulmones, corazón, sistema nervioso, sistema reproductivo y estómago. En el ambiente, son responsables de contaminar el agua, la tierra y el aire. El mercurio es bioacumulable, es decir, se acumula en los tejidos y, al mismo tiempo, no puede ser eliminado por el cuerpo (Seluy, 2017).

En la normativa argentina (como se desarrollará más abajo), las pilas no son consideradas como residuos sólidos urbanos (RSU) convencionales, sino residuos especiales de generación universal (REGU), debido a sus características de su alto potencial en términos de impacto ambiental negativo y a que estos residuos son generados de manera

dispersa por parte de muchos actores que consumen pilas de manera masiva.

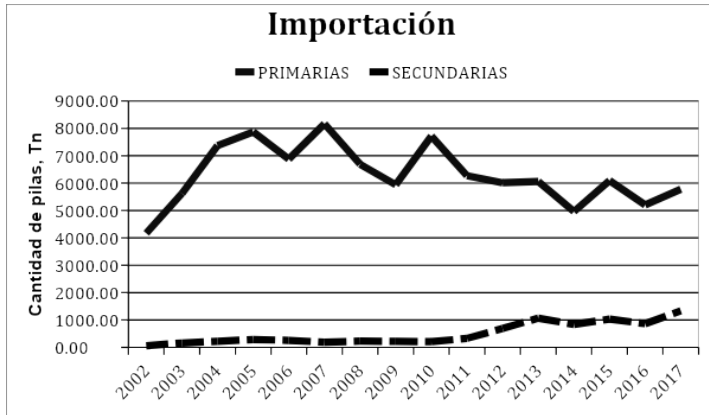
En Argentina, la mala gestión de estos residuos incentiva la generación de rellenos sanitarios y/o basurales, convirtiéndose en una de las corrientes que aportan mayor cantidad de metales pesados a sitios de disposición final.

Existe, por parte de la sociedad, un conocimiento de la peligrosidad de estos residuos, aunque no se cuenta con suficiente información oficial de lo que se debe hacer con ellas luego de haber sido usadas. Una encuesta detectó que el 92 % de los encuestados conoce el poder contaminante de las pilas (Corti, 2002).

Existe un porcentaje (no estimado) de pilas que ingresan al país en forma ilegal. A su vez, no hay datos sistemáticos de trazabilidad que permita dar cuenta de dónde se consumen y descartan. Un estudio desarrollado en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) arrojó que durante 2009 se enviaron a enterramiento en rellenos de la CEAM-SE 734 kg de pilas y baterías por día, es decir, 264 t anuales (FIUBA, 2009).

En el gráfico 1, se observa un predominio, a nivel nacional, de la importación de las pilas no recargables (primarias) –durante el período 2002-2017– con respecto a las recargables (secundarias). Sin embargo, a lo largo del tiempo, se observa un incremento en la importación de las pilas secundarias o recargables frente a la disminución de las primarias o no recargables, lo que puede deberse a su mayor vida útil, una mayor conciencia ambiental o una mejor relación con sus costos.

Gráfico 1. Evolución de la importación de pilas primarias y secundarias, 2002-2017



Fuente: González (2018).

Desde el Programa de Recolección de Pilas y Baterías desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental (APrA) de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), se planteó que el 69 % de las pilas recolectadas en CABA correspondían, en 2009, al tipo categorizado como no recargables (UBA, 2009). De estas, el 67 % eran tipo AA y AAA y el 2 % restante estaba constituido por pilas tipo botón (la terminología AA y AAA corresponde a una clasificación según el tamaño de las pilas, que también incluye las A, C y D).

En cuanto a la minimización en la generación de residuos de pilas, no se visualizan políticas robustas en Argentina que apunten en esta dirección desincentivando el uso de pilas y su reemplazo por otras formas de energía (puertos USB, por ejemplo) o por otro tipo de productos que no requieran energía. Los reemplazos que surgen, en general, provienen desde el sector privado. Sin embargo, estas iniciativas de empresas resultan insuficientes para responder a

desarrollar e implementar una alternativa a la gran cantidad de pilas que se consumen y descartan.

Al respecto, se desarrolla una investigación en curso en Argentina, en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires en la ciudad de Olavarría, a través de la cual se busca crear carbón activado (material usado en pilas que permite almacenar energía) a partir de la incineración de yerba mate usada. Los investigadores del proyecto informan que obtuvieron un rendimiento de 30 kg de carbón activado cada 100 kg de yerba mate usada. El desarrollo de estos supercapacitores basados en un residuo como es la yerba mate usada evidencia el potencial incremento en la productividad derivado del despliegue de prácticas de economía circular. Es decir que, con la recuperación de un residuo (la yerba mate usada), se contribuye a la minimización en la generación de otro potencialmente peligroso. Al mismo tiempo, se aprovechan insumos para la producción y se evita la explotación de otros recursos y los costos asociados a esta (*El Eco*, 2023).

El Convenio de Basilea, sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (1992), ratificado en Argentina por Ley N.º 23.922/91, busca proteger la salud de las personas y el ambiente frente a los efectos perjudiciales de los desechos peligrosos. Estos principios, además, se plantearon en la Ley General del Ambiente N.º 25.675/02. Esta normativa brinda un marco respecto del movimiento internacional de pilas ya utilizadas.

Los países miembros del Mercosur, por su parte, consideran a las pilas y/o baterías como residuos especiales de generación universal. A partir de esto, firmaron un acuerdo por el cual se comprometieron a incorporar patrones de producción y consumo sustentables, con el fin de minimizar la cantidad y peligrosidad de los residuos generados.

Por otra parte, la regulación de pilas en Argentina representa una zona gris dentro de la normativa de los

residuos, en tanto existen diversas normativas en las que estos residuos quedan incluidos, lo que acaba por generar cierta complejidad para la aplicación de las normas (recuadros 1 y 2).

Recuadro 1. Normativa vinculada a los descartes de pilas en Argentina

La Resolución N.º 522/16, correspondiente al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, define a las pilas como REGU. En tanto residuo doméstico, además, estas se enmarcan en la Ley N.º 25.916/04 de Gestión Integral de Residuos Domiciliarios (véase capítulo 1). Como residuo peligroso, los REGU se encuentran regulados por la Ley N.º 24.051/92, que plantea que será considerado residuo peligroso “todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general”. Esta Ley excluye de su alcance a los residuos domiciliarios. De esta forma, obliga al sujeto generador de dicho residuo a actuar responsablemente por aquellos daños generados en el proceso de descarte. Respecto a las plantas de tratamiento para estos residuos, esta norma dispone que estas deben cumplir con condiciones de seguridad ambiental y se las define como “aquellas en las que se modifican las características físicas, la composición química o la actividad biológica de cualquier residuo peligroso, de modo tal que se eliminen sus propiedades nocivas, o se recupere energía y/o recursos materiales, o se obtenga un residuo menos peligroso, o se lo haga susceptible de recuperación, o más seguro para su transporte o disposición final”. En función de esto, la Ley establece el Registro Nacional de operadores para generadores, transportistas y operadores de pilas.

La Ley N.º 26.184/06 de energía eléctrica portátil, por su parte, prohíbe en todo el territorio de la Nación la fabricación, ensamblado e importación de pilas y baterías primarias, con forma cilíndrica o de prisma, comunes de zinc, carbón y alcalinas de manganeso cuyo contenido de mercurio, cadmio y plomo supere: 0,0005% en peso de mercurio, 0,015% en peso de cadmio y 0,200% en peso de plomo.

La Resolución (SAyDS) N.º 14/07 establece que todas las pilas que son importadas requieren que se realice un trámite para su certificación, ya sea que se presenten sueltas o formando parte de productos tales como juguetes, electrodomésticos, etc. Para esta certificación, las empresas deben declarar los tipos y cantidad de pilas que se importan y, a partir de estos datos, deben medirse parámetros de compuestos de las pilas. Esta certificación la realiza el INTI, que supervisa las mediciones, para lo que cuenta con una Red de laboratorios (Resolución N.º 2/07). Desde 2018, se incorporaron otras empresas privadas que también certifican pilas. El órgano de control de este proceso, al ser residuos peligrosos, es el Ministerio de Ambiente.

Recuadro 2. Normativa vinculada a los descartes de pilas en la Ciudad de Buenos Aires

Asimismo, existen algunas regulaciones en los niveles subnacionales. Por ejemplo, CABA cuenta con legislación propia respecto a las pilas. La Ley N.º 5.991/18, de Gestión Ambiental de Pilas en Desuso, las considera como residuos sujetos a un manejo especial (REGU) por sus potenciales características de peligrosidad, nocividad o toxicidad. La mencionada Ley asigna la carga de la gestión integral ambiental de las pilas recargables

agotadas al productor, importador, distribuidor, intermediario o responsable de la puesta en el mercado de dichos productos. Estos deben elaborar y ejecutar planes aprobados de gestión de pilas recargables agotadas que permitan su adecuada recepción, transporte, tratamiento y disposición final, a fin de evitar efectos negativos en el ambiente; e informar de los planes de gestión ante los consumidores, orientando a estos últimos respecto de la debida separación de las mismas y del sistema de recolección implementado.

La Resolución N.º 417/14 APrA, CABA, define las corrientes de residuos que son admisibles en los puntos verdes, entre los que se incluye a las pilas, y los procedimientos a implementar con estas, según la Resolución N.º 167/14 de APrA. En este conjunto legislativo, se establece que las pilas deben ser sujetas a un manejo especial, previsto en la “Guía de contenidos mínimos para los planes de gestión integral de pilas y baterías recargables agotadas” (Inti, 2022), y que los responsables de poner en el mercado las pilas y baterías recargables (fabricantes, importadores, etc.) deben presentar planes de gestión y tratamiento. Con referencia a las pilas no recargables, en 2018 la APRA se encontraba trabajando junto al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación en un programa sobre pilas a nivel nacional, sobre el cual aún no se advirtieron avances significativos (*Página 12*, 2018).

Según González (2018), en la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA), hay desconocimiento en los distintos ámbitos del sector público sobre el tipo de gestión a aplicar con las pilas. Los municipios actúan, o dejan de actuar, a partir de sus propios criterios. La autora observó que esta complejidad se debe a la falta de una normativa que defina los pasos a seguir en el reciclado de pilas y de

recomendaciones por parte de los organismos responsables. Las jurisdicciones que no han desarrollado acciones sobre el tema esperan regulaciones y estrategias sobre los procedimientos y acciones que se deben aplicar dejando sin control ni gestión sobre estos residuos debido al vacío legal.

8.2. Separación en origen y recolección diferenciada: experiencias, obstáculos y oportunidades

En este apartado nos interesa abordar si existen estrategias de separación en origen y recolección diferenciada de pilas, cómo se desarrolla esto y si esta es una práctica predominante entre los generadores y recolectores.

En la mayor parte de los casos de la Argentina, las pilas son descartadas por los generadores a través de mecanismos poco seguros, con los RSU, por lo que son transportadas a través de la recolección convencional y derivadas a rellenos y basurales, resultando en un alto impacto ambiental negativo.

Se observan algunas experiencias de municipios que han implementado prácticas relativas a la gestión de este residuo, aunque, en general, tampoco suelen tener difusión y alcance para toda la población. En estos casos, generalmente, el proceso inicia con puntos de recepción a los que se llevan las pilas. En algunos de estos, se solicita que se las entreguen en determinadas condiciones para que su peligrosidad no afecte el proceso de manipulación. Posteriormente, son almacenadas temporalmente en el punto hasta que, luego, son transportadas hacia un centro de almacenamiento primario o acopio transitorio, el cual puede ser municipal, privado o de alguna organización social. El transporte se realiza, en todos los casos, por una empresa de logística autorizada para el traslado de residuos peligrosos, que los lleva, en la mayor parte de los casos, a un relleno de seguridad. Este último permite almacenar los residuos en el

suelo, aislados. De esta forma reduce al máximo la generación de lixiviado, y previene su ingreso, sin tratamiento, al ambiente. Representa un confinamiento a largo plazo.

Se detectan diversas campañas de comunicación que apuntan a sensibilizar a la comunidad sobre las pilas como agente contaminante y a incentivar la separación y acopio en puntos específicos. Sin embargo, estas no detallan el proceso o tratamiento que se realiza *a posteriori* de la recolección, a la vez que estas iniciativas, aún, son escasas.

En el marco del proyecto Megapila 2000, se realizó un relevamiento, a través de encuestas, en 10 escuelas distribuidas geográficamente en CABA y los partidos de Gral. San Martín, Vicente López y Lanús. Este contó con el apoyo académico y científico de docentes-investigadores de la Escuela de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) (Corti, 2002). Esta encuesta arrojó, entre otros, los siguientes resultados: el 97 % acepta participar en campañas de recolección diferenciada, y el 76 % acopia las pilas.

Se detectaron diversas iniciativas internacionales sobre sistemas de separación y recolección diferenciada de las pilas, que se detallan en el recuadro 3. Las del ámbito nacional se presentan en los recuadros 4, 5, 6 y 7.

Recuadro 3. Experiencias internacionales de separación en origen y recolección diferenciada de pilas

En la Comunidad Europea, hay directivas relativas a las pilas y sus residuos que instauran normas específicas de recolección, tratamiento, reciclado y eliminación. También establecen las metas de recolección a implementar.

España trabaja con la responsabilidad extendida del productor, la recolección selectiva, el tratamiento y reciclaje; además de establecer metas. Para ello, se constituyó en el país la Fundación para la Gestión Medioambiental de Pilas, que suministra puntos de recogida, que

se encuentran en casi todos los centros comerciales en donde se compran las pilas.

Estados Unidos y Japón han decidido recolectar y reciclar únicamente las pilas que contienen materiales tóxicos y las recargables, cuya recuperación representa un beneficio económico.

Canadá lanzó en Toronto el programa Charge Up to Recycle, desarrollado y financiado por la industria de las baterías recargables *Rechargeable Battery Recycling* (RBRC). Esta consiste en depositar en los comercios cajas especialmente diseñadas para acopiar las pilas que los usuarios descartan y enviarlas a un centro de reciclado de última generación. Como parte del programa, se realiza una campaña educativa a nivel nacional para sensibilizar sobre estos residuos.

En la región latinoamericana, Colombia implementó una Resolución del Ministerio de Ambiente, que plantea la responsabilidad extendida del productor. A partir de esta, se establecieron puntos de recolección para el posterior tratamiento. También hay puntos de acopio en Perú y Ecuador. El gobierno mexicano puso en funcionamiento programas de reciclaje que buscan acopiar las pilas para disponer de ellas de forma que no provoquen daños al ambiente.

Recuadro 4. El caso del sistema de recolección diferenciada de APrA, CABA

En cuanto a CABA, APrA es el órgano responsable de implementar una política vinculada a las pilas. En el marco de la Ley N.º 5.991/18 antes mencionada, trabaja con el principio de responsabilidad extendida del productor. Para su cumplimiento, APrA debe desarrollar un plan que explicita el sistema de recolección, transporte, tratamiento y disposición de los residuos, teniendo en

Recuadro 5. Municipios de la provincia de Buenos Aires

Existen diversos municipios que implementan sistemas de recolección de pilas en la provincia de Buenos Aires. Algunos de ellos son Brandsen, Luján, Escobar, Campana, San Martín y San Isidro. Brandsen lo realiza en articulación con instituciones y, luego, las pilas son acopiadas en una planta de clasificación y tratamiento, en galpones municipales. En Luján, son recolectadas y llevadas a la cooperativa Reciclando Trabajo y Dignidad (CABA) a partir de un Convenio (*El Civismo*, 2020), en tanto Escobar desarrolla la recolección diferenciada mediante campañas específicas y puntuales, para ser enviadas a disposición final en el relleno de seguridad de Campana. Este municipio, por su parte, desarrolla el programa Ponete las Pilas, en el que se recolectan pilas en puntos verdes, para luego ser enviadas al relleno de seguridad ubicado en su territorio. San Martín desarrolla el Programa Chau Pilas, a través del que se pueden dejar las pilas en *containers*. San Isidro recibe pilas en estaciones de residuos especiales, con contenedores explicativos.

En Vicente López, la Ordenanza N.º 30.391/11 aprobó el Plan de Recolección Diferenciada y Reciclado de Residuos Especiales Domiciliarios (RED), integrado entre otras cosas por pilas. Este Plan incluye una campaña de concientización orientada a los habitantes del municipio, para la separación de residuos domiciliarios y capacitación al personal. Las pilas se reciben en las delegaciones municipales, donde se depositan en contenedores especiales y, luego, son enviadas a disposición final a el relleno de seguridad en Campana.

Moreno cuenta con las Ordenanzas N.º 6.185/19 y 6.268/20, que mencionan que las pilas de origen doméstico deben ser separadas para realizar su tratamiento y acopio en lugares seguros, no pudiendo disponerse en

rellenos sanitarios. A pesar de esto, no se está realizando ninguna gestión diferenciada con respecto a los residuos de pilas.

La Asociación Protectora del Medio Ambiente y la Cultura de Paso del Rey desarrolla la campaña “Yo me pongo las pilas”, donde se reciben pilas en desuso, en puntos de recolección. Las mismas deben ser llevadas en botellas plásticas con tapa, sin agua, ni tierra, ni arena.

En La Plata existe el Decreto N.º 1.962/09, que establece la guía de contenidos mínimos para los planes de gestión integral de pilas recargables.

Recuadro 6. Iniciativas privadas

Por iniciativa empresarial, en la zona oeste del AMBA, algunas estaciones de servicio (AXION Energy e YPF) funcionan como puntos de recepción para que la comunidad deposite pilas usadas. Luego, son trasladadas por Transporte Franco, empresa encargada de la recolección de los residuos peligrosos, que las acopian para incluirlas en bloques de cemento o bancos para plazas. Por su parte, en Morón, diversos centros audiológicos reciben pilas usadas de audífonos, así como empresas de telefonía celular.

Recuadro 7. Campañas de sensibilización de ONG

Existen diversas organizaciones de la sociedad civil que, por fuera de las instituciones públicas, han desarrollado iniciativas de comunicación, recepción y transporte segregado de pilas:

-Ecovolta: ONG que funciona en CABA. Ofrece para la venta desde su página web un envase donde acopiar pilas, para que luego estos se puedan llevar a disposición en puntos verdes municipales. Es un sistema que consiste en colocar la pila en un envase hermético que tiene un polvo que elimina el drenaje, rompe su enlace químico y absorbe la humedad, logrando que las pilas no contaminen.

-Taller ecologista (Rosario): comenzó la campaña Poné las Pilas en el Taller Ecologista, como una forma de crear conciencia sobre la peligrosidad de las pilas y sus componentes, y los motivos para no arrojarlas con el resto de los residuos. La campaña implicó la instalación de puntos de recolección y, luego de clasificar las pilas (unos 6.000 kg), se colocaron en recipientes plásticos especiales que fueron guardados en depósitos construidos por la Municipalidad de Rosario y que no tuvieron tratamiento.

-Donde Reciclo.org: desarrolla campañas de sensibilización en las que recomiendan formas de acopio. Por ejemplo, guardarlas en botellas plásticas o frascos de vidrio, debajo de la bacha de la cocina, lavadero o junto con los productos de limpieza, hasta que haya una solución para su tratamiento. A la vez, incentivan al uso de pilas recargables para minimizar el consumo de las otras.

Entonces, se puede concluir que la gestión de los residuos de pilas solo está presente en los municipios que, por decisión propia, trabajan en la gestión diferenciada. En lo relativo a estos residuos, también, hay campañas de comunicación sobre todo desde distintas ONG, y resulta deficiente desde los organismos gubernamentales responsables. El principal obstáculo es la falta de normativa a nivel nacional y/o provincial que regule esta etapa, a partir de lo cual son los municipios los que deciden si gestionar estos residuos y

cómo hacerlo. Por esto no existe infraestructura suficiente y accesible y el destino de los residuos de pilas termina siendo el acopio domiciliario.

8.3. Qué pasa luego de la recolección diferenciada: experiencias, obstáculos y oportunidades para la valorización

Luego de la recolección de pilas, existen diversos tratamientos posibles para recuperar los materiales. Actualmente, los principales procesos para el tratamiento de residuos de pilas desarrollados en el ámbito internacional se basan en técnicas hidrometalúrgicas, pirometalúrgicas, de destilación por vacío y vitrificación (un método de inmovilización de residuos) (INTI, 2016), cuyo detalle técnico se especifica en los recuadros 8, 9, 10 y 11, respectivamente. En algunos casos, los materiales se pueden valorizar. Esto se hace a través de métodos térmicos o bien de inmovilización. En otros, el tratamiento se orienta a reducir los efectos ambientales de la disposición de residuos peligrosos.

Recuadro 8. Procesos de tratamiento hidrometalúrgicos

Los procesos hidrometalúrgicos se basan en la disolución de metales en agua con ácidos o bases para extraer de manera selectiva los metales y usarlos en la industria metalúrgica. Etapas del proceso: 1.º molienda: se hace una selección previa y limpieza de la masa de pilas para luego triturarla; 2.º separación: tamizado, separación magnética, y separación neumática; 3.º lixiviación: tratamiento que permite separar los metales de los polvos finos a partir de aplicar ácido y neutralizar los materiales; 4.º enriquecimiento de soluciones muy diluidas para aumentar su concentración y purificación en medio alcalino; 5.º purificación: eliminación

de sustancias indeseadas e impurezas; 6.º obtención; y 7.º refinación. Luego de las etapas descritas, pueden aparecer emisiones gaseosas, líquidos lixiviados y desechos con sus problemáticas ambientales asociadas.

Recuadro 9. Procesos de tratamiento pirometalúrgicos

Los procesos pirometalúrgicos, a través de un tratamiento térmico, transforman y separan los componentes en un medio reductor. Los procesos pirometalúrgicos son simples, aunque consumen grandes cantidades de energía si se los compara con técnicas hidrometalúrgicas.

El proceso genera distintos residuos: gases de escape de diferente origen, sustancias gaseosas (SO₂, HCl, HF, CO, CO₂), agua residual y escorias finales.

Recuadro 10. Procesos de tratamiento de destilación por vacío

Los procesos de destilación por vacío consisten en someter a las pilas, en especial las pilas botón, a una cámara de vacío a baja presión y alta temperatura. De esta manera, se logra liberar en forma de vapor el mercurio contenido. Las distintas etapas del proceso son: oxidación, extracción del mercurio por decantación y proceso de afinado.

La correcta disposición de los residuos del primer tratamiento se realiza por métodos de inmovilización, a través de procesos físico-químicos (vitrificación, cementación y ceramización). Cuando se utiliza encapsulamiento con cemento, es recomendable colocar las pilas en un envase hermético con agregado de un reactivo básico para neutralizar los productos de alteración ácidos, de forma de preservar la estructura frente a ataques químicos.

Recuadro 11. Procesos de tratamiento por inmovilización

Los procesos de inmovilización se orientan a estabilizar los componentes peligrosos de las pilas. Los distintos tipos de inmovilización son:

-Vitrificación: consiste en disolver a alta temperatura (entre 1.300 °C y 1.500 °C) una mezcla del residuo a tratar con óxido de sodio, de calcio y sílice para formar un caldo vítreo, de color oscuro, que puede moldearse cuando está en estado sólido. Es un proceso térmico, por lo tanto, emite gases contaminantes y requiere un alto consumo eléctrico del horno.

-Cementación: los residuos son incorporados en una matriz de cemento. Involucra una reacción de hidratación que, junto con otras reacciones químicas entre los metales de los residuos, actúan por encapsulamiento físico. Es un proceso exotérmico (desprende calor).

-Ceramización: permite incorporar los residuos (tóxicos o peligrosos) a una matriz cerámica.

En general, en todas estas alternativas, las pilas se clasifican por tipos y formatos, para dar a cada una el tratamiento específico que le corresponde, según sus componentes.

Muchos de estos metales y componentes, entre el 50 y el 80 %, pueden recuperarse y volver al círculo del proceso industrial, ahorrando energía y reduciendo la creciente demanda extractiva de materias primas en todo el mundo. Luego del tratamiento, los materiales que no se pueden recuperar y tratar se llevan a disposición final en rellenos de seguridad que, como se mencionó, son depósitos diseñados para contener sustancias potencialmente peligrosas. Actualmente, en los rellenos de seguridad, se referencia la ubicación de las pilas con GPS, cada cápsula donde se introducen está numerada para llevar un registro, y se detalla la cantidad que contiene y su ubicación.

Hay diferentes tecnologías de recuperación de los metales componentes de las pilas. Son técnicas que aún están en desarrollo a nivel internacional. Estas buscan reinsertar en el mercado productivo los metales recuperados y, de esta manera, colaborar en el desarrollo de la economía circular, evitando o disminuyendo la minería tradicional y los impactos que provoca este tipo de materiales al ser liberados al ambiente. En general, las técnicas hidro y pirometalúrgicas generan en su proceso residuos (sólidos, líquidos y gaseosos) que se deben tratar de manera individual. Actualmente, hay una tecnología de triturado que logra separar los componentes en una pasta llamada “*blackmass*”. Esta se vende como tal y permite recuperar los metales componentes de las pilas, para su re inserción en el mercado productivo (Sidaoui, 2023).

Existen diversas experiencias de recuperación en el ámbito internacional y nacional (recuadros 12 y 13). Sin embargo, en el caso de Argentina, los planes de gestión que se aplican no implican un tratamiento de los residuos de pilas con el fin de recuperar sus componentes. Cuando existen políticas locales, las pilas se derivan a disposición final en rellenos de seguridad o se introducen en estructuras de cemento, luego de su encapsulamiento.

Recuadro 12. La planta de tratamiento de pilas de la Universidad Nacional de La Plata (Gonnet, La Plata)

La Universidad Nacional de La Plata (UNLP) implementó un programa de reciclado para las pilas alcalinas. Para ello, desarrolló la primera, y única en el país, Planta Piloto Multipropósito, de Tratamiento de Pilas, en Gonnet.

Esta planta es un centro de investigación y desarrollo de diferentes proyectos, perteneciente a la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP y a la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la provincia de Buenos Aires. Esta planta presenta una capacidad para reciclar 80 kg de

pilas por mes (equivale al consumo de una población de 8.000 habitantes), con el fin de generar avances científicos, más que como lugar de acopio o tratamiento a gran escala.

-El proceso de reciclado aborda distintas etapas como clasificación, separación y extracción de materiales por tratamiento biotecnológico:

-Se desarrolla una clasificación por tamaño de pilas alcalinas agotadas: chicas (AAA), medianas (AA), grandes (C) y más grandes (D). La Planta no procesa pilas recargables.

-Mediante un método artesanal, se corta la carcasa de hierro que recubre a las pilas. Una vez abiertas, se recuperan los diferentes componentes: cobertura de acero, algo de papel y barro interno.

-Una vez hecha la separación, el barro interno se trata en una solución de ácido sulfúrico generada por un proceso biotecnológico (este proceso, a diferencia de otros, evita la contaminación asociada a la fabricación del mencionado ácido). Se logra así extraer los metales de las pilas, para luego realizar su separación y recuperación mediante distintos métodos.

El proceso logra separar por precipitación los distintos componentes que pueden reutilizarse obteniendo finalmente óxido de manganeso y carbonato de zinc. El primero puede utilizarse para fabricar acero, y el segundo es aplicado en la industria alimenticia, farmacéutica, naval y hasta en la construcción. De esta manera, se transforma un residuo tóxico en algo aprovechable de diversas maneras.

En la actualidad, la planta no se encuentra en funcionamiento.

Recuadro 13. Experiencias a nivel internacional

En el ámbito internacional, cabe mencionar el caso de España. La Fundación Ecopilas es un Sistema Colectivo de Responsabilidad Ampliada del Productor (SCRAP) para la gestión de los residuos de pilas. Las pilas recolectadas en los contenedores destinados a tal fin, que se ubican en diversos puntos (comercios y delegaciones municipales), se trasladan a las plantas de reciclaje, donde se clasifican por tipos y formatos, para dar a cada una el tratamiento específico que le corresponde, según sus componentes.

En este caso se desarrolla un tratamiento de separación y procesamiento para la recuperación de los diversos materiales contenidos en las pilas (cuadro 4).

Cuadro 4. Funciones y reciclaje de los componentes de las pilas alcalinas, el caso Ecopilas

Componentes	Función	Reciclaje
Etiqueta protectora y tubo de acero	Aísla los elementos químicos del interior y hace circular los electrones hacia el polo positivo de la pila.	Se obtiene chatarra de acero, luego de ser procesada en hornos eléctricos de la industria siderúrgica.
Pieza de cierre y colector	En el centro de la pila, canaliza el flujo de electrones.	
Dióxido de magnesio	Recoge los electrones.	Se recicla en hornos rotatorios y se utiliza después para material de la industria metalúrgica.
Zinc	Hace circular los electrones hacia el polo negativo a través del colector de hierro que está en el medio de la pila y sujeto a la base.	

Fuente: elaboración propia con base en Ecopilas. En shorturl.at/zDGKN.

En resumen, hay diversas tecnologías de recuperación de los metales componentes de las pilas. La aplicación de dichas tecnologías, ya sean térmicas o de inmovilización, busca evitar, aunque no se puede completamente, el impacto

negativo que este tipo de material provoca en el ambiente. En general, están desarrolladas e implementadas en el exterior (en países de Europa y en otros, como los Estados Unidos). En Argentina aún no se han implementado dichas tecnologías. Salvo en casos puntuales en los que las recolectan de manera diferenciada y las disponen en relleno de seguridad, las opciones (por fuera de lo que indica la normativa) son tirarlas con los RSU (por lo que en su mayoría terminan en rellenos y basurales) o acopiarlas a la espera de directivas por parte de las autoridades responsables.

El material recuperado de las pilas tiene diversos fines. Así como se observó en los ejemplos presentados en el recuadro 11, que refería al caso de la planta de Gonnet, existen otros posibles destinos: el hierro para los elementos férricos de la construcción de edificios y otras obras, también para las soldaduras, para la fabricación de alambres, el zinc para galvanizar el hierro para protegerlo de la corrosión y para la fabricación de pinturas y esmaltes, el plomo para proteger de la radiación de los rayos X en las pruebas hospitalarias y para el revestimiento de instalaciones eléctricas, el estaño como revestimiento protector del cobre, para la fabricación de latas de conservas y para reducir la fragilidad del vidrio y para fabricar las láminas de tubos de órganos musicales (Recicla tus Pilas, 2023)

A su vez, en ciertas experiencias del país, las pilas son encapsuladas y contenidas en diversos formatos como recipientes de PVC o metálicos y cubiertas con hormigón como barrera de seguridad. En algunos casos son inmovilizadas en bloques de cemento para la construcción de caminos bajo la capa asfáltica, en cordones de vereda, integrados a bancos y mesas de hormigón ubicados en plazas, para fortalecer monumentos históricos (Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología, 2023). Esta producción no cuenta con certificación de ningún organismo nacional ya que no está determinado si se convierten o no en un riesgo una vez encapsuladas las pilas.

En cuanto a los obstáculos, se detecta que existe ausencia de normativa a nivel nacional y/o provincial que regule la gestión de estos residuos y que permita que los municipios puedan generar acciones con apoyo técnico y financiero. En paralelo, se visualiza que la ausencia de normativa podría estar relacionada con la falta de apoyo del sector empresarial. A partir de esto, no existen recursos económicos destinados a tratar y recuperar estos materiales.

8.4. Recomendaciones

La alta generación y la posterior gestión de las pilas en desuso, especialmente las no recargables, representan problemas que requieren de soluciones integrales. Por un lado, hasta el momento, no ha logrado evitarse la importación y el consumo masivo de pilas en Argentina. Esto deriva en una gran cantidad de residuos de estos productos en los cuales el procedimiento para su valorización suele ser complejo, considerando, en primer lugar, que es un residuo peligroso que se genera en múltiples domicilios y en otros puntos de generación.

Para ser tratadas y dispuestas de manera más sustentable, las pilas requieren de un sistema de recepción y/o recolección diferenciada y de un transporte adecuado. Además, se necesitan tratamientos específicos y con desarrollos tecnológicos sofisticados para recuperar los diversos materiales y mecanismos de disposición segura o tratamiento para aquello que no se pueda recuperar. De otro modo, su recupero sin cuidados y protocolos podría causar daños al ambiente o a la salud de los trabajadores y/o de la población en general.

Como primera medida, para adoptar la jerarquía de prioridades que propone la economía circular, y fortalecer como instancia más relevante la minimización de los residuos a generar, se debe impulsar el uso de equipamientos

sin pilas, los equipos con carga por USB o, en su defecto, la utilización de pilas recargables y, solo en último caso, el uso de pilas de larga duración. Es importante generar incentivos (por ejemplo, de tipo económico con la disminución o aumento de impuestos, según el producto) y campañas para lograr estos fines, apuntando a minimizar el uso de pilas.

Es de destacar que, para estos residuos, cabe aplicar la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), que implique generar medidas obligatorias para productores domésticos (si los hubiera a futuro) e importadores (tanto de pilas, como de productos que las contengan). Esta responsabilidad extendida debería abarcar a las diversas fases del ciclo de vida de las pilas, en donde estos actores deberían asumir la responsabilidad para la adecuada gestión y tratamiento de estos elementos, así como su financiamiento. En este sentido, existe un vacío en la regulación que no obliga a las empresas a hacerse cargo de los residuos que se generan en la etapa posterior a su consumo, salvo en CABA, donde rige esta ley. Sin embargo, como las pilas se trasladan entre los distintos territorios del país, las medidas locales, si bien aportan, tienden a no ser lo suficientemente efectivas.

A su vez, es requisito contar con una política nacional que incorpore información, comunicación para el consumo responsable y manipulación de este tipo de productos, para lo cual sirve como referencia la Ley de Etiquetado Frontal de Alimentos N.º 27.642/21. Es preciso garantizar un etiquetado claro, que sea aplicado en forma obligatoria por las empresas productoras e importadoras, indicando al consumidor el tiempo de duración, los productos que contiene y la toxicidad, entre otros.

Es fundamental establecer una legislación específica que indique de qué manera se deben gestionar los residuos de pilas. Luego, generar estándares normativos sobre las pilas que pueden comercializarse en el país, con límites permitidos de sustancias tóxicas, que promuevan aquellas de mayor durabilidad y fáciles de reciclar y reutilizar. En cuanto a fiscalización, monitoreo y acceso a la información,

el Estado tiene un rol clave en establecer mecanismos estratégicos e innovadores. De esta forma, debe fortalecerse su capacidad de fiscalización y control para asegurar el cumplimiento de las disposiciones de la normativa, el control sobre el transporte, las plantas de tratamiento y la disposición adecuada, y establecer un régimen de sanciones efectivo en caso de incumplimiento. Dichos programas de control para las pilas que se importen deben verificar que se cumpla con los límites establecidos por la Ley de Energía Eléctrica Portátil N.º 26.184.

En tanto no exista una legislación de presupuestos mínimos de REP en el ámbito nacional, será complicado responsabilizar a productores e importadores, así como generar los fondos necesarios para reducir el impacto ambiental de las pilas y garantizar los fondos para un adecuado monitoreo estatal. Es decir, la industria debe ser responsable de la recolección, clasificación, reciclaje, campañas de sensibilización y comunicación, así como de financiar estas cuestiones.

La gestión local requiere acompañar el proceso de recolección y, tanto a nivel provincial, como municipal, es importante la fiscalización territorial. También, en los niveles locales, puede aportar el desarrollo de normativas provinciales y municipales.

Tanto en el nivel nacional, provincial o municipales, se pueden generar certificación de procesos.

Como complemento de lo anterior, es relevante desarrollar una base de datos pública clara y confiable, georreferenciada, que permita detectar lo normativo, las certificaciones y los procedimientos adecuados. También, podrían instrumentarse carteles obligatorios en comercios, que contengan dicha información, la cual es un derecho del consumidor, indispensable para decidir lo que compra. Otro camino a seguir es generar campañas que evidencien a las pilas como un elemento tóxico que impacta negativamente en el ambiente y la salud y mostrar caminos alternativos para satisfacer las mismas necesidades.

En cuanto a la recepción y/o recolección, es importante generar acciones para la separación de este tipo de productos tóxicos y disponerlos en lugares y de manera segura tanto inicialmente, como en la etapa de acopio posterior, en el transporte, el tratamiento o la disposición final en relleno de seguridad, hasta que estén en funcionamiento las tecnologías de recuperación de metales, evitando el descarte con los residuos domiciliarios. No es recomendable el acopio en los domicilios de ninguna manera, las pilas ya son de por sí peligrosas por sus componentes, y aumentar la cantidad aumenta el peligro.

Con respecto a la recuperación de pilas, se desarrollan acciones que no están validadas o certificadas correctamente por el organismo competente que es el Ministerio de Ambiente, autoridad de aplicación de la Ley de Residuos Peligrosos. Estas acciones, como el descarte en la mezcla para la construcción de caminos, y la incorporación en ladrillos destinados a construcción de diversos elementos (bancos escolares, de plaza, etc.), deben ser analizadas rigurosamente, y se deben establecer protocolos y estándares antes de generar acciones que generen a la larga impactos no deseados. Todas estas acciones podrían provocar líquidos lixiviados, explosiones, etc. El cemento y el asfalto no son impermeables indefinidamente. Lo son por un tiempo, después del cual los líquidos tóxicos de las pilas comienzan a filtrar. El tapar las pilas y los bloques que las contienen esconde el problema, no lo soluciona.

Como medidas estratégicas, se recomienda la aplicación de un doble sistema de distribución y recogida (logística inversa), en el que los fabricantes, los comerciantes minoristas y mayoristas, las estaciones de servicio y otros lugares de venta sean receptores de las pilas que se descartan. Como medida complementaria, se puede implementar la entrega de una pila usada ante la compra de una nueva y, de esta manera, conseguir un precio menor al establecido.

Respecto a los tratamientos, se puede contribuir al desarrollo de plantas (sean térmicas o de inmovilización)

que, adoptando las medidas correctas y seguras, puedan funcionar regionalmente, e incentivar el desarrollo de nuevas plantas y tipos de tratamiento para el recupero de materiales. Asimismo, se recomienda promover con políticas concretas la reinserción de los materiales recuperados en el mercado, de manera de minimizar las acciones extractivistas.

En relación con la participación, se sugiere promover el involucramiento de diversos actores en el proceso de recolección y tratamiento, que articulen para el desarrollo de nuevos productos y para el proceso de recuperación: recolección, tratamiento y disposición. A su vez, es clave que, como parte de políticas estatales, además de propiciar la articulación con el sector empresario responsable del proceso de gestión, se genere la participación con otros actores como las ONG y el sector académico. Cabe destacar que el papel de los recuperadores sociales en el caso de los residuos de pilas es muy limitado, esto teniendo en cuenta que el manejo debe ser especializado y debe estar en manos de agentes entrenados. Sin embargo, puede promoverse la inclusión de recuperadores a través de su participación en políticas municipales como promotores ambientales, difundiendo buenas prácticas y sensibilizando sobre las acciones a realizar para su recupero.

En términos de campañas de comunicación e información por parte de los municipios, se debería apuntar a la seguridad en la manipulación de pilas, evitar las exposiciones humanas y la contaminación, tanto a la población que las usa y que las recicla, como a los sectores que contribuyen con su producción y venta. Además, se recomienda proveer a los generadores de residuos de pilas de información concreta sobre los puntos de recepción y las formas de disposición.

Bibliografía

- Agencia Iberoamericana para la difusión de la ciencia y la tecnología. Encapsulan pilas en bloques de cemento para evitar daños en el medio ambiente. En rb.gy/0vbh78.
- Barbosa, M. (2011). Pilas y baterías: cómo minimizar el impacto ambiental Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. En rb.gy/5jbez9.
- Brailovsky, A. (2016). Gestión Ambiental de Pilas y Baterías Usadas. Informe de la Defensoría. Defensoría del Pueblo. rb.gy/6ktdrk.
- Corti, H. R. (2002). Megapilas 2000: una red de escuelas que sabe qué hacer con las pilas usadas. En rb.gy/navlio.
- De Luca, M. *et al.* (2009). Estudio para la Identificación y Análisis de Pilas y Baterías, Facultad de Ingeniería Sanitaria, Universidad de Buenos Aires. En shorter.me/ybNpP.
- El Civismo* (24 de octubre de 2020). Reducción y reciclado de los residuos electrónicos. En shorter.me/RTPbh.
- El Eco*. “Es sentirse exiliado en su propio país”, expresó una investigadora tandilense 23 de julio de 2023. En shorter.me/G7c3y.
- El Territorio* (4 de mayo de 2014). Piden reciclar pilas usadas como relleno para hormigón. En shorter.me/_NS3T.
- FIUBA/CEAMSE (2009). Estudio de Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos Instituto de Ingeniería Sanitaria, Greenpeace: Respuesta al Informe Anual de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos del GCBA.
- González, A. (2018). “Diagnóstico de la Gestión de pilas y baterías en la Región Metropolitana de Buenos Aires”. (Tesis de Licenciatura en Ecología Urbana). Universidad Nacional de General Sarmiento. Los Polvorines, Argentina.
- Greenpeace (2010). Gestión de Residuos de Pilas y Baterías Residuos de Aparatos Electrónicos y Eléctricos (RAEE) Argentina. En shorter.me/4rTk1.

- INTI (2016). Gestión de pilas y baterías eléctricas en Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Argentina. En shorter.me/0ppgo.
- INTI (2022). Guía de gestión integral de pilas y baterías en desuso. En shorter.me/TQXpq.
- Mercosur (2005). Acuerdo N.º 01/05 sobre Directrices para el Desarrollo de una Política Mercosur de Gestión Ambiental de Residuos Especiales de Generación Universal y Responsabilidad Post -consumo.
- Municipio de San Martín (2019). Informe técnico sobre tratamiento y disposición final de pilas usadas. Secretaría de Obras y Servicios Públicos, Dirección General de Política Ambiental. En shorter.me/D3peT.
- Municipio Sáenz Peña (2 de julio de 2019). Para reducir el impacto contaminante, el Municipio utiliza pilas encapsuladas en cordones de hormigón. En shorter.me/JI1bj.
- Nadal, H. (2011). Testimonio: ciberactivismo y medio ambiente. El caso de Greenpeace Argentina. *Nueva Sociedad*, 235, pp. 122-130. En shorter.me/tQEGw.
- ONU (2019). Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. En shorter.me/kTZWh.
- Página 12* (13 de julio de 2018). Una ley para que los porteños se pongan las pilas por Gisela Marziota. En shorter.me/LABVX.
- PNUMA (1992). Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.
- Recicla tus pilas. ¿Sabes qué se fabrica con los materiales obtenidos del reciclaje de pilas y acumuladores (RPA)? En shorter.me/tC87C.
- Rocha, L. (23 de mayo de 2018). Pilas usadas: los fabricantes deberán hacerse responsables de su destino final, *Diario Infobae*. En shorter.me/JI1bj.
- Secretaría de Asuntos Municipales y Ministerio del Interior y el Transporte (2015). Gestión Integral de Residuos

Sólidos Urbanos. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
En shorter.me/6DoLh.

Seluy, L. (2017). La contaminación ambiental asociada a las pilas en desuso. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales – 2017 Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste. En shorter.me/iCuha.

Sidaoui, P. (2023). Reciclaje de baterías y black mass. En shorturl.at/wxQ68 (agosto de 2023).

Triador, E. (2017). Derecho Ambiental. El residuo de las pilas: hacia la búsqueda de un encuadre normativo adecuado en el ámbito nacional y la determinación del sujeto responsable por el daño ambiental generado. (Tesina de grado Abogacía) Universidad de Belgrano. En shorter.me/G0IRk.