

## Caso de estudio

# Análisis y caracterización de la logística inversa de baterías recargables en Bogotá

Carolina Pirachicán<sup>1</sup>, Jairo Jarrin<sup>1</sup>, Camilo Guevara<sup>2</sup>, José Bernal<sup>2</sup>

1- Escuela Internacional de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de La Sabana, Chía, Colombia

2- Instituto de Postgrados, Universidad de La Sabana, Chía, Colombia

### Resumen

Este documento presenta una caracterización y un análisis de la situación de la logística inversa en el sector de las baterías recargables en Bogotá, con el objetivo de identificar las prácticas asociadas a la logística inversa y las condiciones que impiden la creación de un mercado para este tipo de baterías. Se desarrolló un análisis estadístico con empresas de diferentes sectores, pertenecientes a distintos sectores de la cadena de suministro de baterías recargables.

**Palabras clave:** Logística inversa (LI), residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), ciclo de vida, baterías recargables, third party, Unidad Estratégica de Negocios - UEN, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT.

**Tipo de paper:** Caso de estudio

### 1. Introducción

La logística inversa - LI, entendida como un proceso de planificación y control eficiente de materiales y productos para su recuperación y reinserción a la cadena de suministro, presenta una oportunidad para las empresas que generan residuos que se pueden valorizar, con el fin de obtener ganancias económicas a través de su reuso, reciclaje o la recuperación de energía, disminuyendo la generación de residuos, la presión sobre el medio ambiente y utilizando las materias primas de forma eficiente. Así mismo, demuestra el grado de sostenibilidad que han alcanzado debido que para la implementación de la LI se requieren procesos que implican amplios conocimientos ambientales y una gestión de responsabilidad social en las compañías.

Tradicionalmente, la cadena de suministro de bienes actúa en un solo sentido, desde el fabricante al usuario final, que se encarga de su disposición, que en el caso de Colombia, se realiza en rellenos sanitarios

o botaderos a cielo abierto. Los impactos ambientales generados han sido la fuente de varios estudios que proponen el reciclaje como una solución viable para recuperar los productos desechados y obtener retornos económicos.

Sin embargo, las posibilidades que podría generar una cadena de doble flujo, en la que los productos retornen a uno de los actores de la cadena para el aprovechamiento de los materiales, para su reparación, desmantelamiento, remanufactura, reciclaje o disposición adecuada han sido aprovechadas por muy pocas empresas en el país.

Se destacan los casos de baterías MAC, que recolecta baterías propias y de la competencia para recuperar el plomo, Cristalería Peldar, que recupera el vidrio estirado o Tetra Pak Colombia, que produce madera sintética y cartón con los empaques reutilizados.

Los Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos - RAEE, son definidos por la

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico como "Cualquier dispositivo que utilice un suministro de energía eléctrica, que haya alcanzado el fin de su vida útil".

Estos residuos comprenden pequeños y grandes electrodomésticos, bombillos, baterías, teléfonos celulares, equipos de sonido, monitores, aparatos electrónicos de consumo, computadores, instrumentos de vigilancia y control, aparatos para alumbrado y aparatos para alumbrado.

En el caso de las baterías, la disposición final se realiza con los demás residuos sólidos urbanos, en rellenos sanitarios o botaderos, lo cual no es una opción ambientalmente viable, debido a que las baterías tienen compuestos contaminantes, principalmente metales pesados como mercurio, cadmio, níquel, plomo, manganeso, litio y zinc, que causan graves impactos a la salud humana y al medio ambiente; que sin embargo, pueden ser recuperados con una cadena logística que permita llevar los residuos a una planta con la tecnología adecuada.

Una forma de realizar una gestión sostenible de las baterías es el concepto de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) es definido por la OCDE (2001) como "un enfoque de política ambiental en el cual la responsabilidad del productor (física y/o económica) sobre un producto se extiende hasta el fin del ciclo de vida del producto". Este enfoque se caracteriza por la transferencia de responsabilidad hacia el productor y el suministro de incentivos a los productores para que tengan en cuenta consideraciones ambientales desde la etapa del diseño del producto, y se sustenta en los principios de enfoque de prevención de la contaminación, gestión del ciclo de vida desde la fabricación hasta la disposición y "el que contamina paga".

Por lo general, existen dos grupos de objetivos en un programa de REP: la mejora del diseño de los productos y sus sistemas y el alto uso de la calidad de producto y material mediante mecanismos eficaces de recolección, tratamiento, y reúso ó reciclaje (Van Rossem y Lindhqvist, 2005).

Los conceptos de logística inversa y de REP aún no ha sido aplicado en el sector de las baterías recargables en Colombia, por lo que se podría desarrollar una estrategia conjunta con la participación de todos los actores (fabricantes, distribuidores, usuarios y terceras partes) para promover una gestión ambientalmente adecuada de los RAEE del sector, que incluya la recolección y selección de las baterías recargables, con el fin de que sean sometidas a un sistema de gestión que permita la valorización y recuperación de los principales elementos.

Este documento presenta una caracterización de la situación actual de la logística inversa de baterías recargables en la ciudad de Bogotá, identificando los principales actores y sus interacciones en la cadena de suministro, las prácticas de logística inversa aplicadas con respecto a la selección y recolección de baterías, y las condiciones que no hacen posible la implementación de cadenas de logística inversa de baterías para su retorno a la cadena productiva.

### **1.1 Sector de las baterías recargables en Colombia**

De acuerdo a la Resolución 1297 de julio de 2010, expedida por el MAVDT, en Colombia se generan cada año 11.000 toneladas de RAEE de baterías, de los cuales 73% corresponden a baterías de zinc carbón, 18% a baterías alcalinas y el restante 9% a otras clases. El 80% se dispone en rellenos sanitarios y el 20% en botaderos a cielo abierto o sitios de disposición no adecuados, desechando, según estudios técnicos realizados por el MAVDT, 14.000 toneladas de zinc, 13.000 toneladas de manganeso, 100 toneladas de níquel, 60 toneladas de cadmio, 30 toneladas de plomo, 350 kg de mercurio y 350 kg de litio.

Para estos RAEE se plantea una recolección y selección de la cual están encargados los fabricantes y distribuidores; la cual puede apoyarse en la creación de una cadena de logística inversa, que retorne las baterías a los fabricantes y proveedores, con el fin de aprovechar, recuperar o reciclar los metales que se consideren más valiosos para la fabricación de baterías y otros equipos.

Por otra parte, en Colombia se han adelantado acciones para la recuperación de baterías de teléfonos móviles, a través de la firma del Convenio de Concertación para una Gestión ambientalmente segura de los Residuos del Sub-sector de Telefonía Móvil y Servicios de Acceso Troncalizado en el Marco de Ciclo de Vida del Producto, entre los operadores y productores de la telefonía celular, la Asociación de la Industria Celular de Colombia (ASOCEL), la Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones (CCIT) y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, en abril de 2007).

Este acuerdo voluntario comprometió a los operadores y productores a recoger los celulares y sus componentes en desuso con el fin de darles una disposición final adecuada, en el contexto de la responsabilidad extendida del productor para aparatos post-consumo.

### **1.2 Análisis de la normatividad para baterías usadas en Colombia y en América Latina**

Para esta sección se realizó una comparación entre la normatividad para RAEE en Colombia, en Chile y en Argentina.

De acuerdo con la ONG Greenpeace, una normatividad para la gestión técnica, económica y ambientalmente viable de las baterías debería tener los siguientes objetivos: establecer metas de recolección ambiciosas con metas claras en el tiempo, definir claramente los roles que cumplirán tanto el gobierno como los productores mismos, las autoridades locales, los distribuidores y los consumidores con respecto a la construcción de un marco legal y monitoreo de su cumplimiento, asegurar que todos los costos de los residuos electrónicos sean absorbidos dentro del precio de venta de los productos, asegurar que los productores tengan el control sobre el reciclado de los residuos electrónicos, especialmente los que se generarán en el futuro y prohibir las rutas de escape de los RAEE: rellenos sanitarios, incineración y envíos a sitios ilegales y no formales de reciclado.

La normatividad colombiana para RAEE se compone de tres resoluciones, que tienen su origen en los artículos de la Constitución Política Colombiana número 79 (derecho a gozar de un ambiente sano) y 80 (deber del estado de proteger la integridad del ambiente).

De modo específico, la resolución 1297 de 2010, que se refiere a baterías usadas, presenta un diagnóstico de la generación de residuos de baterías durante los últimos 7 años, clasificando los desechos por tipo de baterías y por tipos de metales pesados, señalando los porcentajes de residuos que actualmente se disponen en rellenos sanitarios y en botaderos a cielo abierto.

Con respecto al alcance de aplicación de la norma, se indica que la gestión ambiental queda a cargo de los productores de más de 3000 pilas/año, de los siguientes tipos: dióxido de manganeso, alcalinas, de níquel cadmio, de níquel-hierro, ión de litio, níquel - metal hidruro y otras, excluyendo acumuladores industriales y baterías de vehículos; que deben formular, presentar e implementar los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental.

Entre las principales características de estos sistemas, se destaca que no deben tener costo para el público, deben permitir la devolución de las baterías por parte de los usuarios y la valorización de los residuos.

Adicionalmente, los productores pueden crear sistemas colectivos de gestión de baterías; y los proveedores y distribuidores deben tener una participación activa en el sistema de gestión ambiental.

La norma establece que el límite para la entrega de los sistemas de recolección selectiva es el 30 de Junio de 2011; a partir de esa fecha, se deben presentar informes de actualización, anuales a más tardar el 31 de marzo de cada año.

Con respecto a las metas, se propone que para el 2012, se debe recolectar y disponer el 4% de baterías y acumuladores; para el período 2013-2016, se deben presentar incrementos mínimos de 4% anual, y del 2017 en adelante se deben presentar incrementos mínimos de 5%, hasta alcanzar mínimo un 45%.

La resolución prohíbe de forma explícita disponer de los residuos de baterías en rellenos sanitarios, enterrarlos, abandonarlos en el espacio público o realizar quemas a cielo abierto con estos residuos.

Adicionalmente, en caso de incumplimiento de la resolución, se contemplan las medidas preventivas o sancionatorias previstas en la Ley 1333 de 2009, por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental, tales como amonestaciones escritas, suspensión de actividades, cierre temporal o definitivo del establecimiento o servicio, revocatoria de la licencia ambiental, autorización o concesión y multas.

En América Latina, países como México, Brasil, Argentina, Perú y Chile han tenido iniciativas importantes, que aún no han sido sancionadas. Por ser de interés, analizaremos los casos de Argentina y Chile.

En Argentina, aunque no se ha expedido una ley con respecto a los aparatos eléctricos y electrónicos, se aplican las normas nacionales relativas a los residuos peligrosos, en la que se regula la generación, manipulación transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos, a través de la ley 24.051, que creó un registro nacional de generación y operadores de residuos peligrosos, aunque no establecieron metas para su reducción, ni se instituyó un régimen de sanciones para los infractores de la ley.

Por otro lado, la provincia de Buenos Aires expidió la resolución 389 de 2010 reglamenta la gestión de los RAEE.

En Chile no se dispone de normatividad específica para la gestión de los RAEE, sin embargo, se utiliza la política nacional de gestión de residuos sólidos, que propone evitar o minimizar la generación de estos residuos, a través de la reducción, reutilización y reciclaje.

Al contrario de Colombia y Argentina, en Chile, la gestión de los residuos no se considera su ciclo de vida, en su lugar, se regulan las fases de recolección, transporte y disposición.

Como se observó en la normatividad argentina, no se han establecido metas de las cantidades de reducción de residuos, ni se han dispuesto sanciones para los infractores, como en la normatividad colombiana.

De otra parte, en Chile se adelanta una iniciativa para el tratamiento de RAEE, mediante el convenio para la gestión de residuos de equipos de informática, firmado en 2010 por el gobierno de central y cinco grandes empresas de electrónica de consumo, en el que las empresas se comprometen a implementar la Responsabilidad Extendida del Proveedor, que implica hacerse cargo de los productos suministrados en el mercado, hasta el final de su vida útil, durante dos años.

En conclusión, se puede afirmar que Colombia se encuentra a la vanguardia de Suramérica con respecto a la normatividad para la gestión de RAEE, que está respaldada por la constitución, y tiene aspectos importantes que la diferencian de la normatividad de Argentina y Chile, como la identificación y el establecimiento de responsabilidades para los actores encargados de la gestión. Así mismo, establece metas de reducción de RAEE que se incrementan, mejorando la eficiencia de los sistemas, y establece un régimen sancionatorio y preventivo para las empresas que incumplan la ley.

## 2. Modelo conceptual

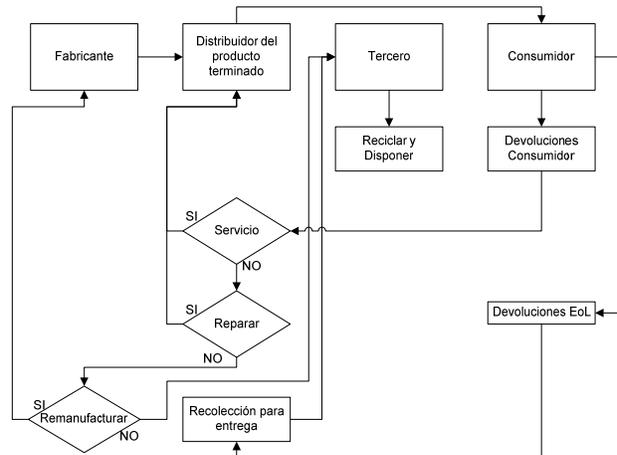
Este caso de estudio fue desarrollado mediante la metodología científica de investigación, a continuación se presenta una breve descripción de la forma como se realizó la misma: Se formularon 13 hipótesis, que fueron comprobadas mediante el análisis estadístico a partir de las respuestas de las encuestas aplicadas a 7 empresas representativas del sector de baterías en Bogotá; dichas encuestas fueron respondidas por personal que labora en las mismas empresas en los niveles directivo, táctico y operativo. Las empresas fueron agrupadas como: Fabricantes, Distribuidores, Consumidores y Terceras partes.

Las relaciones que se dan entre estos grupos de actores se presentan en la Figura 1, que representa el modelo de la cadena de logística inversa para el sector.

Los fabricantes y distribuidores se encargan de la labor de producir y comercializar el producto para que llegue a manos del usuario final, quien lo aprueba y procede a su uso, o lo rechaza por no cumplir sus expectativas (devoluciones del consumidor). Este producto entra nuevamente a la cadena por medio del servicio o reparación, y podría llegar a darse una remanufactura por parte del fabricante, en el caso en que el usuario lo

acepte. Finalmente, para la disposición del producto terminado, éste es retornado al distribuidor, quien lo entrega a entidades especializadas (third party o terceros), quienes se encargan de su reciclaje o disposición.

Figura 1: Logística inversa de las baterías en Bogotá



**Fabricantes:** En Colombia existen fabricantes de acumuladores industriales y de sistemas de alimentación ininterrumpida - UPS. No existen fabricantes de baterías de celulares ni de baterías para aparatos eléctricos y electrónicos de consumo. Esto quiere decir que varios fabricantes de baterías son empresas extranjeras que importan este tipo de baterías.

**Distribuidores:** Los mayoristas, centros comerciales de tecnología y distribuidores de suministros eléctricos, suministran baterías a los usuarios de diferentes sectores. Cuando prestan servicio técnico para las baterías que presentan defectos o inconformidades por parte del cliente, pueden reparar las baterías o enviarlas de vuelta al fabricante.

**Consumidores:** Usuarios finales, que pueden pertenecer a los sectores industrial, minero-energético, comercial, bancario, de construcción y telecomunicaciones; y compran las baterías a los fabricantes o distribuidores, para su uso en varias áreas o dependencias. Cuando el producto no satisface sus expectativas, o presenta defectos de fabricación, lo devuelven al distribuidor o fabricantes.

**Tercero:** Third party, o empresa externa encargada de realizar la recolección, selección y disposición de las baterías. Por lo general, las exportan o las disponen en celdas de seguridad de los rellenos sanitarios, entregando un certificado de disposición a los usuarios finales.

### 3. Enfoque metodológico

Tabla 1. Hipótesis formuladas

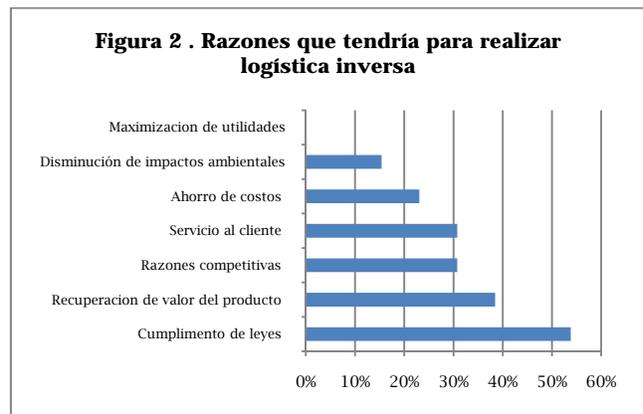
REFERENCIA EN LA ENCUESTA	HIPÓTESIS
25,26,27,30,34	La logística inversa de baterías no es rentable en Bogotá
1,2,4,17,25,30,31,32	La logística se puede convertir en una ventaja competitiva para las empresas proveedoras de baterías.
11	Las experiencias exitosas en el manejo de baterías en Europa se pueden replicar en Bogotá.
23,24	La normatividad colombiana con respecto a residuos de baterías es más estricta que la normatividad latinoamericana con respecto al mismo tema.
12,37	En Colombia existen mercados para el reciclaje de baterías
5,6,7,8,9,10,13,14,18,19,20,21	Las empresas fabricantes de baterías han alcanzado la madurez en las cadenas de logística inversa
16,28,29	La alta dirección de las empresas proveedoras de baterías considera a la logística inversa como una actividad que agrega valor a la empresa.
18,20,29	La logística inversa se convertirá en una unidad estratégica de negocio para las principales empresas distribuidoras de baterías.
3,8,9,10	En Bogotá existen empresas que tienen una cadena de producción de ciclo cerrado.
9,10,12,13	En Bogotá existe la tecnología para reintegrar al ciclo productivo Las baterías obsoletas, devueltas, o que han llegado al final de su vida útil.
7,35,36,37	Las condiciones del mercado hacen viable la logística inversa de baterías por parte de empresas dedicadas a este servicio.
6, 7, 13	La opción más viable económicamente para la gestión ambiental de baterías es la tercerización.

#### 3.1 Comprobación de Hipótesis

La logística inversa posee múltiples procesos que van desde la recuperación del producto que ha cumplido su vida útil para su mercado primario hasta la disposición final adecuada del producto. En el caso de las baterías recargables, al tratarse de un RAEE que se clasifica como peligroso por sus componentes químicos, que en algunos casos son altamente contaminantes, se requiere un tratamiento con procedimientos de alto grado de complejidad, que incluyen procesos patentados para recuperar gran parte de las materias primas, que pueden ser entregadas al sector siderúrgico o industrial.

El 100% de las empresas encuestadas confirmaron que no tienen procesos de logística inversa que incluyan la devolución de baterías recicladas o remanufacturadas a la cadena productiva, y expresaron que no consideran que esta sea una actividad que genere valor a sus clientes, dado que los distribuidores que comercializan este tipo de productos no se especializan en baterías sino en equipo electrónicos en general, y las baterías son un accesorio necesario en los equipos que distribuyen. Hasta el momento, no se han identificado posibilidades económicas favorables, por lo que la hipótesis acerca de la rentabilidad de la logística inversa de baterías en Bogotá no es válida.

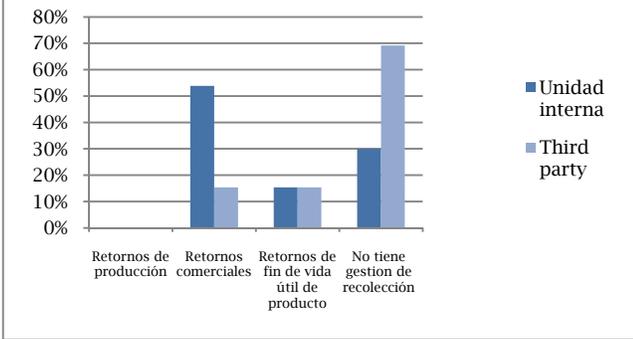
Figura 2 . Razones que tendría para realizar logística inversa



Sin embargo, de acuerdo a la Figura 2 , las empresas tienen varias razones para realizar LI, entre las relevantes se cuentan el cumplimiento de leyes, respondido por el 54% de las empresas encuestadas, la recuperación de valor de producto, respondido por el 38%, y razones competitivas, para el 31% de las empresas.

Las empresas encuestadas manifestaron que las baterías son entregadas en su totalidad a dos empresas que se encargan de hacer el puente entre el usuario-distribuidor-productor hasta las plantas de tratamiento de estos residuos fuera del país, y en el 100% de las respuestas, indicaron que el mayor costo de este proceso es el transporte, que debe cumplir con las normas del Convenio de Basilea, que es un tratado multilateral de medio ambiente impulsado por las Naciones Unidas a través de su programa de medio ambiente, que regula los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación, e implica el uso de personal técnico capacitado, equipos de protección personal, vehículos, contenedores y embalajes especiales, entre otros, que deben cumplir obligatoriamente todos los responsables de realizar movimientos de desechos peligrosos entre dos o más Estados. En Bogotá solo operan dos compañías que cuentan con este servicio, lo cual demuestra el potencial de esta actividad para una empresa que se especialice en su manejo.

**Figura 3. Gestión de recolección actual**



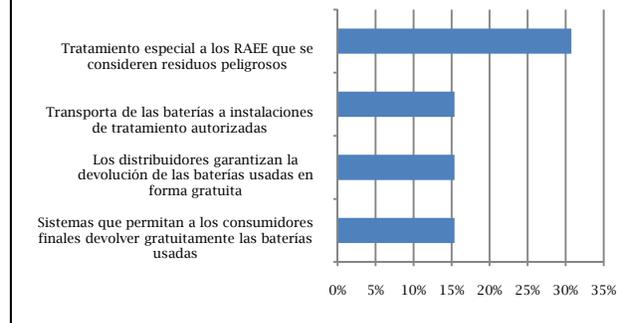
En la investigación se relacionaron preguntas como "la empresa realiza procesos de recolección de baterías", que fue respondida afirmativamente en el caso de los retornos comerciales por un 70% de los encuestados, de acuerdo a la Figura 3 que se realizan por garantías del distribuidor; los retornos por fin de vida útil del producto en el 30% de los casos. El 50% de las empresas encuestadas no realiza gestión de recolección a través de una unidad interna, y el 70% no la realiza a través de una third party.

En la pregunta "el porcentaje de los costos de las actividades reversivas respecto a las ventas generales de la empresa es" se obtuvo que en el 100% de las empresas que respondieron no cuantifican los costos, mientras que el restante 30,8% no tienen información al respecto, debido a que en todos los casos, se contrata a un tercero para que disponga los RAEE de acuerdo a lo ordenado por la normatividad vigente, y se pierde la trazabilidad de las baterías al cambiar de actor en la cadena.

Adicionalmente, el 69,2% de las empresas encuestadas tiene conocimiento de la calidad de los productos recuperados mediante el proceso de recolección y 15,4% en el proceso de selección, por el contrario, en los procesos de reciclaje, reparación y remanufactura no se tiene conocimiento de la calidad de los productos, en cuanto a que en Colombia la cadena de distribución llega hasta la disposición final; por lo tanto, no existe trazabilidad del producto, y no se puede hacer seguimiento ni se conoce la calidad de los RAEE, que generalmente se exportan o son dispuestos en una celda de seguridad.

De otra parte, la falta de incentivos económicos por parte del estado no ha hecho posible la implementación de cadenas de LI, por lo que los distribuidores de baterías recargables en la ciudad no consideran que ésta se pueda convertir en una ventaja competitiva, ni la perciben como una actividad rentable.

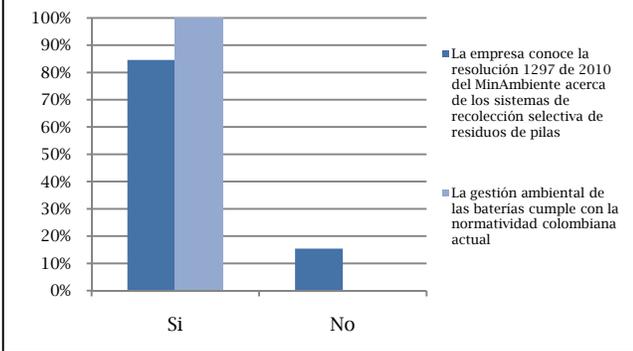
**Figura 4. Buenas prácticas directiva 2002/96/CE sobre RAEE**



Con el fin de analizar el avance en buenas prácticas de manejo de RAEE de las empresas de Bogotá que son responsables de la gestión de RAEE, se realizó una pregunta con varias opciones de respuesta, tomando como referencia la directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo, que fue respondida afirmativamente por el 46,2% de los participantes, que han implementado al menos una de las 5 buenas prácticas de esta directiva, como se indica en la figura 4, aunque el 100% de los encuestados negó conocer su contenido. Teniendo en cuenta que las empresas encuestadas aplican algunas de las buenas prácticas gracias a sus sistemas de gestión ambiental, se puede concluir que las experiencias exitosas en el manejo de baterías recargables en Europa sí se pueden replicar en Colombia de manera indirecta, debido a que las prácticas ambientalmente eficientes que están siguiendo las empresas se ajustan cada vez más a estándares internacionales como la norma ISO 14001, y al cumplimiento de las metas cada vez más exigentes de la normatividad colombiana; sin embargo, hace falta mayor conocimiento de buenas prácticas por parte de los actores involucrados con la gestión de este tipo de RAEE, con el fin de incluirlas en sus actividades de gestión de baterías usadas, agregando mayor valor a sus clientes.

La normatividad colombiana con respecto a la gestión de residuos de baterías es la más estricta entre varios países latinoamericanos que se compararon para este estudio (ver sección 1,2). La normatividad se distingue por asignar responsabilidades a los principales actores del proceso, involucrando también a los distribuidores, otorgando la flexibilidad para diseñar sistemas de recolección colectivos. Los sistemas de recolección no deben tener costo para el público y deben permitir la valorización de los residuos, con metas que aumentan cada año con el fin de lograr una reducción en la disposición de RAEE de mínimo 45% en un término de 7 años.

**Figura 5 . Legislación ambiental en Colombia**



Como se observa en la Figura 5, el 84,6% de las empresas encuestadas conoce la normatividad y la aplica para sus procesos de gestión de RAEE; mientras que las demás empresas encuestadas no conocen la norma, porque tercerizan los procesos para la selección, recolección y disposición de baterías, transfiriendo la responsabilidad a una empresa competente y certificada la gestión de las baterías que se ajusten a la normatividad.

De acuerdo a las respuestas de las empresas encuestadas, en Colombia no existe, por el momento, un mercado para el reciclaje de baterías recargables. De las empresas que respondieron esta pregunta, el 100% afirma que no existen mercados para las baterías remanufacturadas o recicladas, por varios factores, entre ellos, no existe en el país la tecnología necesaria para realizar el reciclaje de las baterías, no se han establecido cadenas de logística inversa que permitan su recolección, y los costos de exportar las baterías para retornarlas a los fabricantes son muy elevados. De otra parte, el 69,2% de las empresas respondió que no realiza acciones para la recuperación de baterías, dejando este proceso en manos de terceros. El restante 30,8% respondió que realiza campañas internas o recoge las baterías como parte de sus servicios.

Es importante mencionar que en Colombia no se fabrican baterías recargables; estas son importadas y distribuidas; adicionalmente, debido a que no se realizan procesos de recuperación de todos los RAEE considerados como peligrosos, las baterías recargables deben ser exportadas para su tratamiento.

Las empresas encuestadas respondieron que solo realizan procesos de recolección por retornos de producción en el 38,5% de los casos, y por retornos comerciales y retornos de fin de vida útil del producto, en el 76,9% de los casos. El 100% de los encuestados respondieron que no tienen un área de logística inversa; sin embargo, el 66,6% entregan las baterías recuperadas a

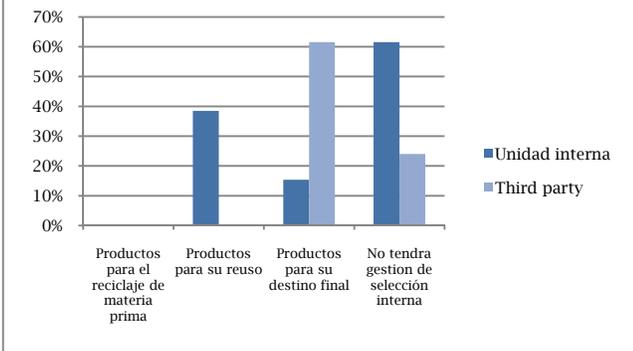
una entidad especializada, que en este caso es una third party, o entidad recolectora especializada. El restante 33% regresa las baterías a los distribuidores por defectos de fabricación.

Un hallazgo muy relevante consistió en que el 100% de las empresas encuestadas manifestaron tener una cadena de producción y distribución de ciclo abierto, lo cual indica que hasta el momento, ninguna empresa tiene una cadena de logística inversa establecida, debido a que no hay flujos de retorno hacia los distribuidores y fabricantes, por lo tanto la cadena termina en el usuario final o en tercero. Por otro lado, los usuarios finales manifestaron que en el momento de disponer las baterías con una tercera parte especializada, solicitaban los certificados ambientales que demostraran que la disposición de los residuos fue realizada de acuerdo a lo establecido por la normatividad vigente. De otra parte, el 30,7% mencionó que algunas empresas fabricantes de baterías con otro tipo de componentes tienen una cadena de ciclo cerrado, debido a que tienen un área muy fuerte de logística inversa, que es estratégica para su negocio, porque permite la recuperación de la materia prima y genera reconocimiento entre sus usuarios.

El 100% de las empresas entrevistadas carece de un área de logística inversa, y no maneja indicadores relacionados. Adicionalmente, en el futuro no han considerado la posibilidad de abrir un área de logística inversa, ni de convertirla en una unidad estratégica de negocio - UEN, porque las condiciones actuales del mercado no la hacen rentable, además, la tercerización resulta más económica y la normatividad vigente que obliga a las empresas a realizar una gestión de RAEE, no ofrece beneficios económicos o tributarios que incentiven el desarrollo de estas áreas.

De igual manera, el 100% de las empresas encuestadas considera que la logística inversa no agregaría valor a su modelo de negocio; y no cuentan con un área de logística inversa; adicionalmente, los ejecutivos de la alta dirección entrevistados manifestaron que no implementarían cadenas de logística inversa por sus altos costos, ni consideran que pueda aportar valor económico o ventajas competitivas a sus empresas, porque debido a las condiciones actuales del mercado, la gestión de RAEE a través de un tercero resulta más competitiva y conveniente. Finalmente, como se aprecia en la Figura 6, esta tendencia continuará sin cambios en el futuro.

**Figura 6 . Gestión de selección futura**

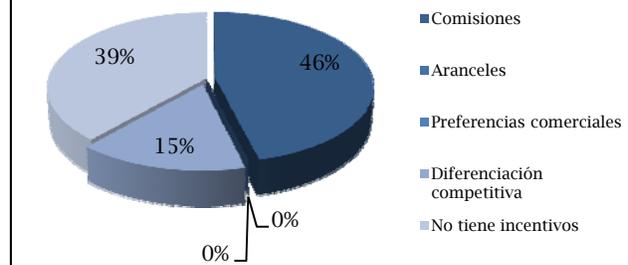


A pesar de que las compañías encuestadas no poseen un área de logística inversa, realizan una actividad que hace parte de la gestión de RAEE, que en este caso es la recolección de baterías, para la cual no manejan indicadores que demuestren la eficiencia de esta gestión. Muchas empresas manifestaron que se limitan a cumplir la normatividad vigente, o porque del sistema de gestión ambiental certificado con la norma ISO 14.001. Adicionalmente, el 100% de las empresas respondieron que este proceso no está sistematizado.

Actualmente, ni en Bogotá ni en Colombia existen plantas para el reciclaje de este tipo de baterías, que deben ser exportadas por las empresas encargadas de su disposición. Las empresas encuestadas no cuentan con tecnología para procesar este tipo de baterías; adicionalmente, no conocen cuál es el tratamiento que se le da a estos residuos, lo que no les incentiva crear cadenas de LI, ni a construir sistemas asociados para la disposición de baterías.

Los modelos de logística inversa para el retorno de baterías a la cadena productiva, planteados en los papers "Reverse logistics in the electronic industry of China: a case study", y "A reverse logistics diagnostic tool: the case of the consumer electronics industry", no son aplicados por las empresas entrevistadas porque en ningún caso las baterías retornan a la cadena para ser comercializadas en mercados secundarios a clientes que pagarían un precio menor. Adicionalmente, no se ha planteado un manejo integral del ciclo de vida de las baterías recargables, que haga parte de la estrategia de una empresa para generar valor económico. Así mismo, los modelos actuales que se desarrollan en Colombia para el mercado de baterías recargables no generan valor, puesto que las baterías no son tratadas en el país.

**Figura 7 . Incentivos que motivan a los agentes a devolver las baterías usadas**



De acuerdo a la Figura 7 , entre los principales incentivos que tienen las empresas para retornar las baterías, están la diferenciación competitiva, considerada por 15,3% de las empresas encuestadas, y los incentivos económicos en forma de comisiones para las entidades encargada realizar la disposición final de las baterías, que son costeados por el 46,15% de las empresas entrevistadas.

**Figura 8 . La proporción de producto recuperado es la mencionada debido a**



**Figura 9 . La proporción de producto recuperado no puede ser más alta debido a**



Como se puede observar en las Figuras 8 y 9, el 46,2% de los encuestados respondió que la proporción de baterías recuperadas no puede ser mayor a la actual por razones de mercado, entre las que se destacan la ausencia de industrias dedicadas a la producción de baterías recargables; además, el transporte a las plantas de origen es muy costoso y poco práctico, porque debe cumplir con las normas enunciadas en el Convenio de Basilea para el

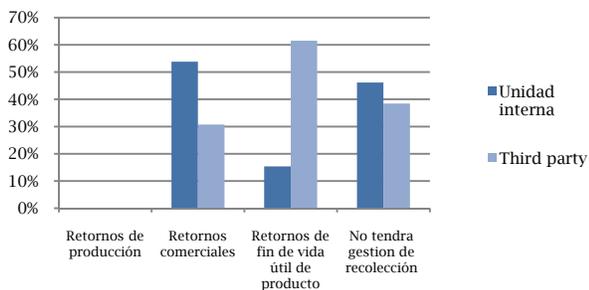
transporte transfronterizo de residuos peligrosos. Adicionalmente, se requiere una tecnología muy avanzada para el reciclaje de baterías, que está disponible en países desarrollados. Las empresas no tienen procesos formales de valoración de este tipo de residuos, y los componentes recuperables, principalmente el cobalto, deben competir en precio con el metal extraído de las minas, con una clara desventaja, derivada de los altos costos de aplicar la logística inversa para este tipo de RAEE.

Concededores de estas restricciones, el 100% de los encuestados manifestó que no considera que en Colombia existe un mercado para las baterías remanufacturadas.

De acuerdo a los datos suministrados por las empresas entrevistadas, el 53,8% de las empresas cuentan con una unidad interna que se encarga de los retornos comerciales de baterías (entendiendo por retornos comerciales, los retornos al proveedor de productos que no cumplen con las especificaciones exigidas por el cliente), que en el 15,4% se encarga de los retornos cuando las baterías llegan al final de su vida útil.

El restante 46,2% subcontratan estos servicios de retorno con un tercero. Por otra parte, ni las unidades internas ni los terceros, se encargan de los retornos de producción.

**Figura 10 . Gestión de recolección futura**



En un plazo inferior a 5 años, el 61,5% de las empresas entrevistadas, planea realizar los retornos de baterías a través de un tercero, de acuerdo a las Figura 10. Este incremento de 15,3% obedece a la mayor efectividad de las empresas especializadas en realizar la gestión de los RAEE, que reduce los costos para las empresas que las contratan, y adicionalmente les ayudan a enfocarse en su negocio, eliminando unidades que no aportarían valor a la empresa.

En conclusión, la tercerización es la opción más viable para la LI en el mercado de baterías recargable; adicionalmente, los

productores y sus representantes no se encuentran comprometidos con el retorno de valor a su cadena productiva, pero tienen en cuenta el cumplimiento de la normatividad ambiental, por lo cual la figura de un tercero en el país surge como la mejor opción para hacer que estos RAEE retornen valor.

#### 4. Conclusiones

En el presente caso de estudio, se realiza un diagnóstico del estado de la logística inversa para baterías recicladas en la ciudad de Bogotá. En este diagnóstico se han identificado los principales actores de la cadena de distribución de baterías, se ha elaborado un análisis de la normatividad colombiana acerca de RAEE y de las opciones que tienen las empresas para disponer sus RAEE.

La normatividad en Colombia está muy avanzada con respecto a los demás países de América Latina. Existe un plan reglamentado por el Ministerio de Ambiente, con metas de reducción a corto y mediano plazo, otorgando a los actores de la cadena la flexibilidad necesaria para adoptar el método de disposición que mejor se ajusta a las condiciones del mercado.

Las cadenas de distribución de baterías en Bogotá son de ciclo abierto, lo que indica que los RAEE no retornan al inicio de la cadena productiva, para su recuperación. Las baterías usadas son dispuestas por entidades externas a las empresas distribuidoras y a los usuarios, que después de realizar la disposición final, entregan certificados que acreditan que la gestión se hizo acorde a la normatividad.

La tercerización de las actividades de recolección, selección y disposición es la opción preferida por los usuarios de baterías, y es la que presenta mayores oportunidades para la creación de negocios, en parte debido a que muchas empresas no tienen áreas de LI, ni consideran que ésta agregue valor en el mediano plazo.

Actualmente, no existe un mercado de baterías recicladas, debido a que la tecnología para extraer las materias primas que se puedan reciclar no está disponible en el país. La exportación de los residuos a plantas de tratamiento es costosa, y no existen cadenas de LI para retornarlos al fabricante.

El manejo de las baterías recargables es un tema de creciente preocupación para todos los países, porque presenta la oportunidad de reciclar metales valiosos y de realizar una disposición técnica, ambiental y económicamente viable de los residuos peligrosos contenidos en ellas.

En Bogotá y en Colombia operan muy pocas compañías que se encarguen de manejar este tipo de residuos, sin embargo, no son el core de su organización, es decir que se especializan en el tratamiento de RAEE en general, lo que muestra el potencial de negocio que tienen las empresas que se especializan en la gestión integrada y la logística inversa de baterías recargables en el país.

## 5. Bibliografía

[1] M.I. Salema, A.P Póvoa. A warehouse-based design model for reverse logistics. *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 57. 2006. pp 615-629.

[2] Samir Srivastava, Rajiv K. Srivastava. Managing product returns for reverse logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 36 No. 7, 2006. pp. 524-546

[3] Kwok Hung Lau, Yiming Wang. Reverse logistics in the electronic industry of China: a case study. *Supply Chain Management: An International Journal*. Vol. 14 No. 6. 2009. pp. 447-465

[4] I. Dalrymple, N. Wright. An integrated approach to electronic waste (WEEE) recycling. *Circuit World* Vol. 33. No.2. 2007. pp 52-58.

[5] Glenn Johansson, Maria Hüge Brodin. An analysis of product properties affecting performance of end-of-life systems for electrical and electronics equipment. *Management of Environmental Quality: An International Journal*. Vol. 19 No. 6, 2008 pp. 705-717.

[6] Bastiaan Janse & Peter Schuur & Marisa P. de Brito. A reverse logistics diagnostic tool: the case of the consumer electronics industry. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol.47. 2010. pp495-513.

[7] Terry Esper, Diane Mollenkopf. Leveraging closed-loop orientation and leadership for environmental sustainability. *Supply Chain Management: An International Journal*. Vol. 14. No. 2. 2009. 87-98

[8] Samir K. Srivastava. Value recovery network design for product returns. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 38 No. 4. 2008. pp. 311-331

[9] Göran Svensson. Anti-climate change management (ACCM) "Business-as-usual" or "Out-of-the-box"? *Management Decision*. Vol. 46 No. 1, 2008. pp. 92-105

[10] Tsai, W. -H. and Hung, Shih-Jieh. Treatment and recycling system optimisation with activity based costing in WEEE reverse logistics management: an environmental supply chain perspective. *International Journal of Production Research*. Vol. 47. No.19. pp. 5391 - 5420

[11] Diane Mollenkopf, Ivan Russo, Robert Frankel. The returns management process in supply chain strategy. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 37. No. 7, 2007. pp. 568-592.

[12] Jessica Hanafi, Sami Kara, Hartmut Kaebernick. Reverse logistics strategies for end-of-life products. *The International Journal of Logistics Management*. Vol. 19 No. 3. 2008. pp. 367-388

[13] Daniel Ott. Gestión de residuos electrónicos en Colombia. Diagnóstico de computadores y teléfonos celulares. 2008.

[14] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución No. 1297 de 2010. Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de residuos de pilas y/o acumuladores y se adoptan otras disposiciones. Recuperado el 22 de Febrero de 2011, de <http://www.minambiente.gov.com.co>

[15] Greenpace. Gestión de residuos de pilas y baterías. Recuperado el 25 de Abril de 2011, de <http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2010/12/gestion-residuos-pilas-baterias-2010.pdf>

[16] Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. 1989.

No.	VARIABLES
1	NOMBRE DEL POSTGRADO
2	TÍTULO DEL PROYECTO
3	AUTOR(es)
4	AÑO Y MES
5	NOMBRE DEL ASESOR(a)
6	ABSTRACT
7	PALABRAS CLAVE
8	SECTOR ECONÓMICO AL QUE PERTENECE EL PROYECTO
9	TIPO DE ESTUDIO
10	OBJETIVO GENERAL
11	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
12	RESUMEN GENERAL

No.	VARIABLES
13	CONCLUSIONES
14	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Vo Bo Asesor y Coordinador de Inves

CRISANTO QUIROGA OTÁLORA

UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
 INSTITUTO DE POSTGRADOS- FORUM  
 RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (R.A.I)

DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE
Especialización en Gerencia Estratégica
Análisis y caracterización de la logística inversa de baterías recargables en Bogotá
Guevara Romero Camilo Andrés Bernal Mejía Jose Alejandro
Junio de 2011
Pirachicán Mayorga Diana Carolina Jarrin Quintero Jairo Alberto
Resumen <p>Este documento presenta una caracterización y un análisis de la situación de la logística inversa en el sector de las baterías recargables en Bogotá, con el objetivo de identificar las prácticas asociadas a la logística inversa y las condiciones que impiden la creación de un mercado para este tipo de baterías. Se formularon varias hipótesis, que fueron comprobadas mediante el análisis estadístico a partir de las respuestas de las encuestas aplicadas a empresas representativas que pertenecen a distintos sectores de la cadena de suministro de baterías recargables en la ciudad de Bogotá. Adicionalmente, se elaboró un análisis de la normatividad colombiana acerca de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, y de las opciones que tienen las empresas para disponerlos.</p>
Abstract: <p>This paper presents a description and analysis of the situation of reverse logistics in the rechargeable batteries industry in Bogotá, with the aim of identifying practices associated with reverse logistics and the conditions that prevent the market creation for this type of batteries. Several hypotheses were made and tested by statistical analysis of responses from surveys of representative companies which belongs to different sectors of the supply chain of rechargeable batteries in Bogotá. Additionally, an analysis of the Colombian legislation on Waste Electrical and Electronic Equipment has been developed, as well as the options for companies to dispose them.</p>
Logística inversa (LI), residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), ciclo de vida, baterías recargables, third party.
Sector manufacturero. Código CIIU Rev III A.C. 3140 Fabricación de acumuladores y de pilas eléctricas
Proyecto de investigación institucional
Identificar las prácticas asociadas a la logística inversa y las condiciones que impiden la creación de un mercado para las baterías recargables.
Caracterizar el estado de la logística inversa en las áreas de producción y distribución de baterías. Realizar un análisis de la normatividad colombiana y latinoamericana para baterías usadas. Comprobar el cumplimiento de la normatividad colombiana vigente para la recolección y gestión ambiental de baterías.
Tradicionalmente, la cadena de suministro de bienes actúa en un solo sentido, desde el fabricante al usuario final, que se encarga de su disposición, que en el caso de Colombia, se realiza en rellenos sanitarios o botaderos a cielo abierto. Los impactos ambientales generados han sido la fuente de varios estudios que proponen el reciclaje como una solución viable para recuperar los productos desechados y obtener retornos económicos. Sin embargo, estos productos pueden ser recuperados con una cadena logística que permita llevar los residuos a una planta con la tecnología adecuada. <p>Las posibilidades que podría generar una cadena de doble flujo, en la que los productos retornen a uno de los actores de la cadena para el aprovechamiento de los materiales, para su reparación, desmantelamiento, remanufactura, reciclaje o disposición adecuada han sido aprovechadas por muy pocas empresas en el país, que se rigen por resolución 1297 de 2010 para baterías usadas, que ordena a los productores de más de 3000 pilas/año la presentación e implementación de sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental. Una forma de realizar una gestión sostenible de las baterías es el concepto de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) es definido por la OCDE (2001) como "un enfoque de política ambiental en el cual la responsabilidad del productor (física y/o económica) sobre un producto se extiende hasta el fin del ciclo de vida del producto".</p> <p>Los conceptos concepto de logística inversa y de REP aún no ha sido aplicado en el sector de las baterías recargables en Colombia, por lo que se podría desarrollar una estrategia conjunta con la participación de todos los actores de la cadena de suministro para promover una gestión ambientalmente adecuada de los RAEE del sector, que incluya la recolección y selección de las baterías recargables, con el fin de que sean sometidas a un sistema de gestión que permita la valorización y recuperación de los principales elementos.</p> <p>Este documento presenta una caracterización de la situación actual de la logística inversa de baterías recargables en la ciudad de Bogotá, identificando los principales actores y sus interacciones en la cadena de suministro, las prácticas de logística inversa aplicadas con respecto a la selección y recolección de baterías, y las condiciones que no hacen posible la implementación de cadenas de logística inversa de baterías para su retorno a la cadena productiva.</p> <p>Este paper fue desarrollado mediante la metodología científica de investigación, en la cual se formularon 13 hipótesis, que fueron comprobadas mediante el análisis estadístico a partir de las respuestas de las encuestas aplicadas a 7 empresas representativas del sector de baterías en Bogotá; dichas encuestas fueron respondidas por personal que labora en las mismas empresas en los niveles directivo, táctico y operativo. Las empresas fueron agrupadas como: Fabricantes, Distribuidores, Consumidores y Terceras partes.</p> <p>Los fabricantes y distribuidores se encargan de la labor de producir y comercializar el producto para que llegue a manos del usuario final, quien lo aprueba y procede a su uso, o lo rechaza por no cumplir sus expectativas. Este producto entra nuevamente a la cadena por medio del servicio o reparación. Finalmente, para la disposición del producto terminado, éste es retornado al distribuidor, quien lo entrega a entidades especializadas (third party o terceros), quienes se encargan de su reciclaje o disposición.</p>

## DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE

En el presente caso de estudio, se realiza un diagnóstico del estado de la logística inversa para baterías recicladas en la ciudad de Bogotá. En este diagnóstico se han identificado los principales actores de la cadena de distribución de baterías, se ha elaborado un análisis de la normatividad colombiana acerca de RAEE y de las opciones que tienen las empresas para disponer sus RAEE.

La normatividad en Colombia está muy avanzada con respecto a los demás países de América Latina. Existe un plan reglamentado por el Ministerio de Ambiente, con metas de reducción a corto y mediano plazo, otorgando a los actores de la cadena la flexibilidad necesaria para adoptar el método de disposición que mejor se ajusta a las condiciones del mercado.

Las cadenas de distribución de baterías en Bogotá son de ciclo abierto, lo que indica que los RAEE no retornan al inicio de la cadena productiva, para su recuperación. Las baterías usadas son dispuestas por entidades externas a las empresas distribuidoras y a los usuarios, que después de realizar la disposición final, entregan certificados que acreditan que la gestión se hizo acorde a la normatividad.

La tercerización de las actividades de recolección, selección y disposición es la opción preferida por los usuarios de baterías, y es la que presenta mayores oportunidades para la creación de negocios, en parte debido a que muchas empresas no tienen áreas de LI, ni consideran que ésta agregue valor en el mediano plazo.

Actualmente, no existe un mercado de baterías recicladas, debido a que la tecnología para extraer las materias primas que se puedan reciclar no está disponible en el país. La exportación de los residuos a plantas de tratamiento es costosa, y no existen cadenas de LI para retornarlos al fabricante.

El manejo de las baterías recargables es un tema de creciente preocupación para todos los países, porque presenta la oportunidad de reciclar metales valiosos y de realizar una disposición técnica, ambiental y económicamente viable de los residuos peligrosos contenidos en ellas.

En Bogotá y en Colombia operan muy pocas compañías que se encarguen de manejar este tipo de residuos, sin embargo, no son el core de su organización, es decir que se especializan en el tratamiento de RAEE en general, lo que muestra el potencial de negocio que tienen las empresas que se especializan en la gestión integrada y la logística inversa de baterías recargables en el país.

[1] M.I. Salema, A.P Póvoa. A warehouse-based design model for reverse logistics. *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 57. 2006. pp 615–629.

[2] Samir Srivastava, Rajiv K. Srivastava. Managing product returns for reverse logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 36 No. 7, 2006. pp. 524-546

[3] Kwok Hung Lau, Yiming Wang. Reverse logistics in the electronic industry of China: a case study. *Supply Chain Management: An International Journal*. Vol. 14 No. 6. 2009. pp. 447–465

[4] I. Dalrymple, N. Wright. An integrated approach to electronic waste (WEEE) recycling. *Circuit World* Vol. 33. No.2. 2007. pp 52–58.

[5] Glenn Johansson, Maria Hüge Brodin. An analysis of product properties affecting performance of end-of-life systems for electrical and electronics equipment. *Management of Environmental Quality: An International Journal*. Vol. 19 No. 6, 2008 pp. 705-717.

[6] Bastiaan Janse & Peter Schuur & Marisa P. de Brito. A reverse logistics diagnostic tool: the case of the consumer electronics industry. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol.47. 2010. pp495–513.

[7] Terry Esper, Diane Mollenkopf. Leveraging closed-loop orientation and leadership for environmental sustainability. *Supply Chain Management: An International Journal*. Vol. 14. No. 2. 2009. 87–98

[8] Samir K. Srivastava. Value recovery network design for product returns. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 38 No. 4. 2008. pp. 311-331

[9] Göran Svensson. Anti-climate change management (ACCM) "Business-as-usual" or "Out-of-the-box"? *Management Decision*. Vol. 46 No. 1, 2008. pp. 92-105

[10] Tsai, W. -H. and Hung, Shih-Jieh. Treatment and recycling system optimisation with activity based costing in WEEE reverse logistics management: an environmental supply chain perspective. *International Journal of Production Research*. Vol. 47. No.19. pp. 5391 — 5420

[11] Diane Mollenkopf, Ivan Russo, Robert Frankel. The returns management process in supply chain strategy. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 37. No. 7, 2007. pp. 568-592.

[12] Jessica Hanafi, Sami Kara, Hartmut Kaebernick. Reverse logistics strategies for end-of-life products. *The International Journal of Logistics Management*. Vol. 19 No. 3. 2008. pp. 367-388

[13] Daniel Ott. Gestión de residuos electrónicos en Colombia. Diagnóstico de computadores y teléfonos celulares. 2008.

[14] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución No. 1297 de 2010. Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de residuos de pilas y/o acumuladores y se adoptan otras disposiciones. Recuperado el 22 de Febrero de 2011, de <http://www.minambiente.gov.com.co>

[15] Greenpace. Gestión de residuos de pilas y baterías. Recuperado el 25 de Abril de 2011, de <http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2010/12/gestion-residuos-pilas-baterias-2010.pdf>

[16] Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. 1989.

tigación: