



Residuos electrónicos

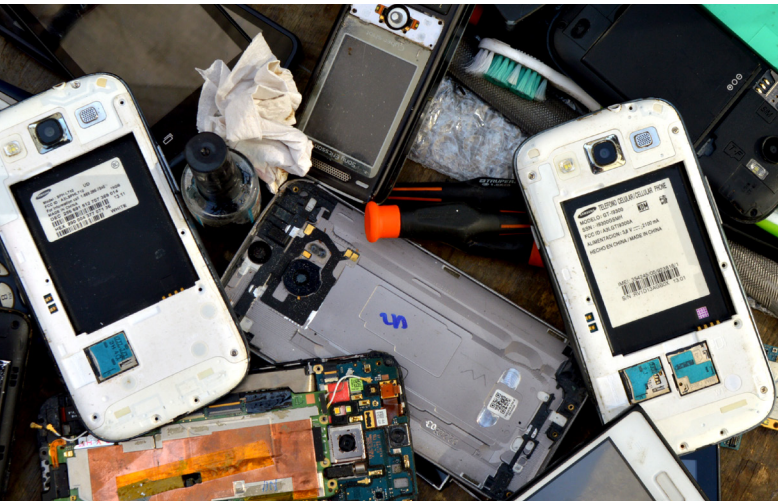


Foto: Moisés Sánchez.

Antecedentes

En las últimas décadas se ha incrementado en todo el mundo el uso y consumo de aparatos eléctricos (que utilizan energía eléctrica para ejecutar su función, como una plancha) y electrónicos (con varios componentes y circuitos que controlan y aprovechan las señales eléctricas, como televisores o computadoras), a los cuáles denominaremos AEE. Al finalizar su tiempo de vida útil se desechan, convirtiéndose en residuos eléctricos y electrónicos (REE) (Recuadro 1).¹

Se estima que de los 3.9 millones de toneladas de REE que produjo América Latina en 2014, México fue responsa-

Recuadro 1. Tipos de aparatos eléctricos y electrónicos.²

- **Equipos de intercambio de temperatura:** Refrigerador, congelador, aire acondicionado, bomba de calor y otros.
- **Pantallas, monitores y aparatos que contengan pantallas:** Televisión, computadora portátil, tableta y otros.
- **Lámparas:** Distintos tipos, incluidas las de LED.
- **Grandes equipos:** Lavadora, placa eléctrica, lavavajilla y otros.
- **Pequeños aparatos:** Aspiradoras, horno de microondas, grabadora de video, aparato de radio y otros.
- **Pequeños artefactos de telecomunicaciones y de tecnologías de la información:** Teléfono celular, dispositivo GPS, computadora de escritorio y otros.

Nota: Para facilitar la lectura de esta nota, algunas veces nos referiremos a los residuos eléctricos y electrónicos, REE, simplemente como residuos electrónicos.

RESUMEN

- Después de su vida útil, los aparatos eléctricos y electrónicos se convierten en residuos eléctricos y electrónicos (REE) que contienen compuestos tóxicos y por eso, su manejo inadecuado es un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.
- Se estima que en 2014 México fue el segundo productor de este tipo de residuos en Latinoamérica.¹
- Cerca de la mitad de los REE terminan en rellenos sanitarios o tiraderos no controlados.²
- Alrededor del mundo, existen instrumentos para el manejo adecuado de REE. También modelos de financiamiento para su recolección y reciclaje, los cuales ya operan en países latinoamericanos como Chile.
- La recuperación de materiales provenientes de REE para su uso como materia prima de otros productos o procesos, es una práctica redituable económica y ambientalmente, así como para la salud humana. De hecho, es posible integrar los sectores formal e informal para optimizar su manejo.
- El manejo adecuado de los aparatos eléctricos y electrónicos, así como de sus residuos, representa un reto para nuestro país, que aspira a proteger la salud de la población, la integridad del medio ambiente y los recursos naturales.
- México ya es signatario de tres convenios internacionales que regulan algunas de las sustancias tóxicas que pueden contener los REE o derivarse de su reciclaje. El manejo de REE se incluye en: la Ley General para el Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como los reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas.

ble de alrededor de 24%, superado sólo por Brasil, que contribuyó con 36%.² También se estima que en 2018 Latinoamérica producirá 4.8 millones¹ de toneladas de REE. A nivel mundial, el total en 2014 fue de poco menos de 42 millones y en 2018 se alcanzarán los 50 millones, creciendo a un ritmo promedio anual de 4 a 5%.¹

El ciclo de vida de los aparatos electrónicos

Las fases en la vida de estos aparatos, después de ser diseñados, se pueden enlistar como fabricación, transporte y comercialización, uso y manejo al final de su vida útil.²

Al terminar el uso de los AEE por el primer dueño, se suele disponer de ellos de alguna de las siguientes cinco maneras:²

- Extensión de vida útil: el equipo es vendido o regalado a un segundo usuario.
- Reacondicionamiento: el equipo es restaurado para que vuelva a ser útil.
- Recuperación de partes: reciclaje de partes de REE para ser utilizadas en equipo nuevo o modificado.
- Reciclaje de materiales: se separan y reciclan materiales que componen a los aparatos; por ejemplo metales preciosos o vidrio.
- Eliminación final: los equipos eléctricos o sus partes se depositan en rellenos sanitarios sin aprovechar los materiales de residuo.

Del total de REE generados a nivel nacional, alrededor de 10% se recicla de manera formal y 40% permanece almacenado en casas habitación o bodegas. El 50% restante es mandado a rellenos sanitarios o tiraderos no controlados.²

Riesgos a la salud derivados del manejo inadecuado de residuos electrónicos

El reciclaje de residuos y su disposición en rellenos sanitarios son los procedimientos más tóxicos y nocivos para su manejo.^{3,5} El reciclaje informal, realizado sin la protección adecuada o utilizando métodos inapropiados, es el más dañino; contamina suelo, agua y, si los residuos se incineran, también aire, impactando de manera negativa la salud humana.^{6,7}

Además, este proceso representa una pérdida potencial de metales valiosos.³

Cuando los contaminantes penetran en el suelo, pueden migrar a zonas circundantes o al subsuelo y afectan el agua subterránea,⁴ de manera que pueden llegar a las fuentes de agua y a los alimentos.¹ Las personas que habitan o trabajan cerca o en los sitios de reciclaje, al tomar agua, usarla en la comida o al respirar polvo contaminado, quedan expuestos a compuestos tóxicos.

Los niños son especialmente vulnerables a este tipo de sustancias; si habitan cerca o en sitios donde se realizan actividades de reciclaje o si están en contacto con personas que trabajan con REE; se contaminan a través del polvo que ha quedado impregnado en sus ropas, cuando participan en actividades de incineración y desmantelamiento manual de REE o recolectan y separan materiales reutilizables de una mezcla de residuos. La intoxicación depende del tipo de REE y el tiempo al que han estado expuestos durante el proceso de reciclaje.⁸

Los contaminantes pueden afectar el desarrollo de fetos y bebés, cuando pasan a través de la placenta o de al beber leche materna. También puede afectar la generación de espermatozoides⁸ (Tabla 1).

Reciclaje de residuos electrónicos

Los residuos electrónicos están compuestos por una mezcla de diversos materiales, cuya composición se enlista en la Tabla 2.³

Tabla 1. Posibles efectos en la salud por exposición a compuestos presentes en residuos electrónicos o generados durante su reciclaje.^{4,5,9-12}

Elemento o compuesto tóxico	Efectos sobre la salud	Usos, prácticas y localización de los compuestos tóxicos
Dibenzo- <i>p</i> -dioxina y dibenzofuranos (PCDD y PCDF)	Capaz de producir cáncer. Afecta: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema inmunológico • Capacidad reproductiva de hombres y mujeres • Comportamiento y aprendizaje 	Producidos al incinerar REE sin medidas de seguridad, por ejemplo al quemar la cubierta de cables para recuperar cobre
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs)	Capaz de producir cáncer Defectos en fetos	
Compuestos bromados (PBDE)	Cambios hormonales. Afecta: <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad reproductiva de hombres y mujeres • Comportamiento y aprendizaje • Función de glándula tiroides 	Incrementa resistencia al fuego de los productos electrónicos y son liberados durante su incineración
Bifenilos policlorados (BPCs)	Capaz de producir cáncer Deficiencia en el desarrollo del sistema inmunológico, reproductivo y neurológico	Aislante y agente enfriador en equipos electrónicos
Compuestos inorgánicos de arsénico	Incrementa riesgo de padecer cáncer de piel y de otros tipos. Incrementa riesgo de padecer diabetes Problemas nerviosos y musculares	En diodos emisores de luz (LED por sus siglas en inglés)
Cadmio	Afecta capacidad reproductiva Daño renal y del sistema óseo Enfisema pulmonar Efectos tóxicos sobre fetos y embriones	En baterías recargables, monitores de computadoras, impresoras, tóners y fotocopiadoras
Cromo hexavalente	Capaz de producir cáncer. Afecta: <ul style="list-style-type: none"> • Funciones endócrinas • Audición y el equilibrio 	Componente de cintas de grabación y en discos flexibles

Continúa tabla 1. Posibles efectos en la salud por exposición a compuestos presentes en residuos electrónicos o generados durante su reciclaje.^{4,5,9-12}

Elemento o compuesto tóxico	Efectos sobre la salud	Usos, prácticas y localización de los compuestos tóxicos
Mercurio	Afecta el comportamiento y aprendizaje en niños Daño cerebral o al sistema nervioso periférico Anemia Daño renal Neurotoxicidad crónica	Fabricación de lámparas fluorescentes para televisores LCD, en algunas pilas alcalinas y en focos ahorradores de luz
Plomo	Afecta el comportamiento y aprendizaje en niños Daño cerebral o al sistema nervioso periférico Anemia Daño renal Detectado en placenta, en mujeres expuestas a actividades de reciclaje	Monitores de computadoras, pilas y tarjetas impresas de circuitos electrónicos
Selenio	Pérdida de cabello Uñas frágiles Anormalidades renales, cardiovasculares y neurológicas	Componente de fotocopiadoras viejas
Zinc	Riesgo de anemia y anomalías neurológicas por deficiencia de cobre	Pantallas con tubo de rayos catódicos
Cobre	Daño hepático al hígado	Componente eléctrico de placas de circuitos impresos presentes en teléfonos celulares, computadoras, televisiones, reproductores de DVD; calculadoras e impresoras; refrigeradores, aires acondicionados; tubo de rayos catódicos de televisores y monitores de computadoras de modelos anteriores

Tabla 2. Composición de los residuos electrónicos.³

Material	Porcentaje (%) del material presente en residuos electrónicos
Ferroso (que contiene hierro)	38
Metales no ferrosos (metales distintos al hierro)	28
Plástico	19
Vidrio	4
Madera	1
Otros	10

El reciclaje de residuos electrónicos consiste principalmente en tres pasos: recolección, pre-procesamiento y fase final del procesamiento.

Recuperación de metales durante el reciclaje

Los componentes principales de los residuos electrónicos son metales ferrosos y no-ferrosos (ver Tabla 2). Algunos de estos son metales preciosos como el oro, plata, platino, galio, paladio, tantalio, telurio, germanio y selenio. Varios residuos también contienen cobre, plomo y zinc, los cuales pueden ser recuperados³ por distintos métodos.^{13,14} Ver tabla 3.

Recuperación de materiales no metálicos en los REE

Los AEE contienen cantidades significativas de plásticos. Por ejemplo, los porcentajes del peso total de televisores, computadoras y teléfonos celulares es de 22.90%, 22.99% y 57%

Tabla 3. Porcentaje de metales contenidos en aparatos eléctricos y electrónicos.¹⁵

Aparato	Hierro	Aluminio	Cobre	Plata	Oro	Paladio
Pantalla de televisión	4%	10%	50%	7%	22%	7%
Monitor de computadora portátil	0%	1%	18%	5%	61%	15%
Teléfono celular	0%	0%	9%	13%	64%	14%
Reproductor de DVD	13%	3%	42%	5%	32%	5%
Calculadora	0%	5%	14%	7%	69%	4%

Los porcentajes de metales presentes en un mismo aparato pueden variar. Por ejemplo, el porcentaje de hierro presente en televisiones fluctúa de una marca a otra.

respectivamente.^{2,16} Estos plásticos se recuperan por distintos métodos, algunos de los cuales liberan energía térmica que puede ser aprovechable.²

El porcentaje de vidrio en televisores, computadoras y teléfonos celulares es de 2%, 25% y 62% respectivamente.¹ La recuperación de estos materiales también es rentable económicamente.

Beneficios y buenas prácticas del manejo de residuos eléctricos y electrónicos

La recuperación de metales provenientes de REE genera ahorros energéticos y conservación de recursos naturales.

Además, la cantidad promedio de metales preciosos recuperados de ellos puede ser significativamente mayor al obtenido directamente de minas.³

Recuadro 2. Acciones que favorecen el adecuado reciclaje de electrónicos.^{2,3}

- Recolección en instalaciones públicas adecuadas para coleccionar la basura separada.
- Desarrollo de políticas públicas y campañas de comunicación para concientizar a la población.
- Desarrollo de infraestructura que considere las variaciones del flujo de REE.
- Recuperación y re-venta.

Recuadro 3. Herramientas para implementar y evaluar las mejores prácticas de manejo de residuos eléctricos o electrónicos.⁴

- **Análisis del Ciclo de Vida de los aparatos electrónicos**, permite identificar métodos de reciclaje menos contaminantes que la incineración y determinar cuán redituable económica, ambiental y comercialmente es la producción de aparatos amigables con el ambiente.
- **Análisis del Flujo de Material**, evalúa en tiempo y espacio la ruta que siguen los residuos electrónicos que van hacia sitios de reciclaje y basureros, determinando si los REE llegan a lugares adecuados.

Modelos de financiamiento de recolección y reciclaje de residuos electrónicos

Existen al menos dos modelos de financiamiento para una óptima recolección y reciclaje de REE.

1. **La Responsabilidad Extendida del Productor (REP)**, tiene como principios básicos: (1) atribuir responsabilidad al productor de aparatos eléctricos o electrónicos al final de la vida útil y (2) incentivar a los productores a diseñar aparatos amigables con el ambiente, para que sean más duraderos y fáciles de reciclar, lo que reduce el costo de gestión de los mismos.^{1,6,17,18}
De esta forma se transfiere parte de las responsabilidades administrativas, financieras o físicas sobre el manejo de los aparatos, del gobierno a las entidades que las producen y promocionan.^{1,17} En Chile la ley REP entró en vigor en el 2016 y se estima que podría generar hasta 30,000 empleos.^{18,19} Otros 45 países ya utilizan esta ley.²⁰ En Europa su implementación en el año 2004, dio lugar a 1,7 millones de empleos asociados al manejo y reciclaje de residuos.¹⁹
Para integrar a los sectores informal y formal de reciclaje de residuos, existen guías de implementación de la REP en países desarrollados.^{6,7}
2. **La Cuota de Reciclaje Avanzado**, establece que el consumidor pague una cuota al momento de comprar el aparato electrónico dependiendo de su tamaño y tipo.²⁰

En ambos casos los costos del manejo de los aparatos al final de su vida útil, son incluidos en el precio de mercado.

Residuos electrónicos en México

En nuestro país, los programas de recolección y reciclaje de REE están a cargo de gobiernos municipales o estatales, así como de empresas privadas de reciclaje.² Las empresas dedicadas a la recuperación y valorización de materiales realizan su acopio a través de programas públicos. Las compañías pequeñas solo recuperan algunos componentes para su venta. En el sector informal este proceso corre a cargo de pepenadores y acopiadores de residuos.

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo, el sector informal puede desarrollar actividades legales, como el manejo de residuos electrónicos. La diferencia entre el sector formal y el informal es que este último no paga impuestos ni contribuye al sistema de protección social de la nación.^{6,7}

Algunos de los métodos utilizados por el sector informal para el reciclaje de REE son los siguientes:^{1,21}

- Baños de ácido en áreas abiertas para recobrar oro, cobre, plata y otros metales valiosos.
- Usar bloques de carbón como parrillas para calentar tarjetas de circuitos impresos y remover componentes electrónicos.
- Calentar y derretir los plásticos sin una ventilación adecuada.
- Incinerar cables y materiales no deseados a cielo abierto para recobrar metales.
- Extraer el tóner, abriendo los cartuchos de impresión y cepillando el polvo fino.
- Desmantelar los aparatos mediante procesos rudimentarios.

Todos estos procedimientos liberan compuestos tóxicos al medio ambiente y son un riesgo para la salud humana (ver Tabla 1).

Perspectivas

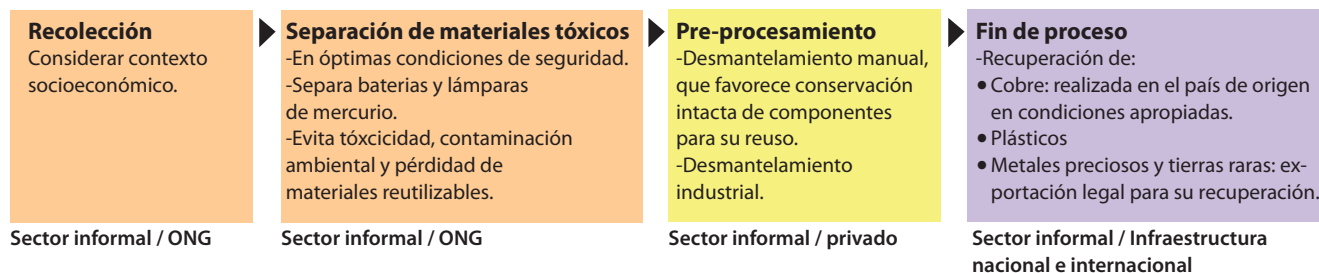
Se han identificado varias ventajas y desventajas del manejo formal e informal de REE en países en desarrollo, por lo que la colaboración entre ambos sectores podría dar lugar a una mejora. La figura 1 muestra un ejemplo de cómo se pueden integrar al manejo de residuos, el sector informal, formal y ONGs. Este modelo se implementó en China recientemente.^{6,7}

Marco legal para el manejo de residuos electrónicos

Leyes y normas mexicanas

Los instrumentos para regular el manejo de los residuos electrónicos en México se describen en la Ley General para el Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como en los Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas.

Figura 1. Integración de los sectores formal e informal para el manejo de REE.^{6,7}



La primera divide los residuos en tres tipos: Sólidos Urbanos, Peligrosos y de Manejo Especial. Los REE son parte de los residuos de manejo especial (artículo 19 sección VIII de esta ley) y se describen como residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática que al transcurrir su vida útil requieren de un manejo específico. El manejo de residuos de manejo especial es responsabilidad de las fuentes que las generan. Asimismo, las autoridades ambientales de entidades federativas y municipios son responsables de controlar a las grandes generadoras de estos residuos.^{22,23}

Los sitios contaminados por sustancias tóxicas de los residuos eléctricos, pueden ser tratados por la SEMARNAT para su restablecimiento. Asimismo, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios y la Secretaría de Salud están a cargo del aire contaminado. Sin embargo, los sitios y el aire contaminados están regulados a nivel federal, lo que dificulta su manejo, evaluación y restauración a nivel estatal.

Convenios internacionales

México es signatario de los tres siguientes convenios internacionales:

1.- Convenio de Estocolmo

Tiene por objetivo la reducción o eliminación de liberación de los Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs) al medio ambiente. Estas sustancias químicas son altamente tóxicas, bioacumulables, (se pueden incorporar a los tejidos de organismos vivos, a través de las cadenas tróficas) y no se degradan.^{2,24}

Los COPs, que pueden estar presentes en los REE o derivarse de su reciclaje son: dibenzoparadioxinas y dibenzofuranos policlorados y bifenilos policlorados, así como derivados bromados (ver Tabla 1).

El Convenio regula la exportación e importación de aparatos que contengan bifenilos policlorados y demanda verificación de concentraciones de las otras dos sustancias. Además, urge a la eliminación de su generación no intencional, derivada de procesos de combustión para recuperar metales de los residuos electrónicos.^{2,22,24} Los COPs no intencionales incluyen furanos, hexaclorobenceno y BPCs.^{2,22,24}

La SEMARNAT trabaja en la implementación de convenios como éste.²⁵ La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, decreta la responsabilidad que los productores, importadores, exportadores y distribuidores tienen sobre el manejo de dichos compuestos; y que los COPs sean tratados por los generadores y empresas autorizadas.^{2,23} Algunos de los componentes y residuos que la Ley considera son: lámparas fluorescentes y de vapor de mer-

curio; aditamentos con mercurio, cadmio o plomo. También contempla la generación de compuestos orgánicos persistentes no intencionales.^{2,23}

2.- Convenio de Basilea

Insta a minimizar la generación de residuos peligrosos, las cantidades a exportar y a que se manejen y eliminen cerca del lugar donde se generan. Estos residuos incluyen montajes eléctricos y electrónicos, acumuladores, baterías, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y capacitores de bifenilos policlorados.^{2,22,26,27}

El Convenio establece que los residuos pueden tratarse por el generador o el prestador de servicios de manejo de residuos.^{1,26} Las sustancias y elementos que regula el convenio y que pueden contener los residuos eléctricos y electrónicos son: bifenilos policlorados; terfenilos policlorados; bromo, berilio, selenio, cadmio, mercurio, plomo y cromo hexavalente y sus compuestos.^{2,22}

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos establece que la importación y exportación de residuos sea regulada.^{2,23}

3.- Convenio de Róterdam

Establece que cualquier producto químico especificado en él, solo puede exportarse con el consentimiento previo del importador. Además, exige proporcionar a los signatarios del convenio información detallada sobre la naturaleza de los productos. Regula compuestos químicos del bromo, así como bifenilos policlorados; los cuales pueden estar presentes en los residuos electrónicos.^{26,28}

4.- Convenio de Minamata

Entró en vigor en agosto del 2017 y regula las emisiones y los compuestos de mercurio. Establece restricciones de uso, medidas de fiscalización y mejoras en la gestión de mercurio durante su ciclo de vida. Algunos de los REE contienen mercurio, por lo que el cumplimiento de este convenio es relevante para el buen manejo de los REE.²⁹

Retos y recomendaciones de expertos para el manejo de REE en Latinoamérica

Un reto importante para México es el trabajo informal asociado al reciclaje de REE detectado en los estados de Baja California, Jalisco, Ciudad de México y Estado de México, que debe ser atendido para evitar su impacto negativo en las personas y el medio ambiente.

Algunas recomendaciones que la Universidad de las Naciones Unidas hace para el manejo de residuos eléctrico y electrónicos son las siguientes:⁶

- Establecer una regulación clara para su recolección y reciclaje.
- Introducir la política de Responsabilidad Extendida del Productor en colaboración con el sector formal, informal y el gobierno.
- Crear condiciones favorables de inversión para traer al país a expertos técnicos en reciclaje.
- Promover la certificación de recolección y reciclaje con estándares internacionales.
- Si existe un sistema de reciclaje informal, usarlo para coleccionarlos y asegurar que, a través de incentivo, lleguen a recicladores certificados.
- Cuando no exista la infraestructura adecuada para la recuperación de materiales provenientes de residuos, conseguir acceso a infraestructura certificada internacional.
- Asegurar que la administración del presupuesto para manejar residuos sea transparente y para mejorar su efectividad, estimular la competencia en su colección y reciclaje.
- Dar a conocer los riesgos potenciales a la salud y el medio ambiente de su inadecuado manejo.
- Crear conciencia entre los consumidores de los beneficios ambientales de un reciclaje correcto.

Referencias

1. Magliani F, Huehr R, y Bladé CP. eWaste en América Latina Análisis estadístico y recomendaciones de política pública. United Nations University; 2015. Disponible en: <http://www.gsma.com/latinamerica/ewaste2015>
2. Rojas BL, Gavilán GA, Alántara CV, Cano RF. Los Residuos Electrónicos en México y el Mundo. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático; 2010.
3. Khaliq A, Akbar RM, Brooks G, Masood S. Resources. 2014; 3, 152-179.
4. Kidde P, Naidu R, Wong MH. Waste Management. 2013; 33, 1237-1250.
5. Robinson BH. Sci. Total Environ. 2009; 408: 183-191.
6. United Nations University. Guidance Principles to Develop E-waste Management System and Legislation. Step Initiative; 2016.
7. Wang F, Huisman J, Meskers CEM. Waste Management. 2012; 32(11): 2134-2146.
8. World Health Organization, Children's Health and the Environment, WHO Training Package for the Health Sector [Presentación]. Disponible en: http://www.who.int/ceh/capacity/eWaste_and_children_health_DRAFT.pdf
9. Frazzoli C, Mantovani A, Orisakwe OE. Encyclopedia of Environment Health. Elsevier Science. 2011; 269-281.
10. Guo Y, Huo X, Wu K, et al. Sci. Total Environ. 2012; 427-428: 35-40.
11. Cetin SH, Bir F, Akbulut M, et al. Toxicology. 2007; 238: 15-22.
12. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. [internet] [actualizado 2016 Jan 15] [Consultado: 2017 Jul 18] Disponible: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaq.htm>
13. Zhuang W-Q, Fitts PJ, Ajo-Franklin MC, et al. Opin Biotechnol. 2015; 33: 327-335.
14. Cui J, Zhang L. J. Haz. Mat. 2008; 158(2-3): 228-256.
15. Umicore Precious Metals Refining, Metals Recovery from e-scrap in a global environment. Geneva; 2007. [internet] [Consultado el: 2017 Jul 04] Disponible en: <http://archive.basel.int/industry/sideevent030907/umicore.pdf>
16. Hagelüken C. Proceedings of the 2006 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment. 2006; 218-223.
17. European Commission – DG Environment. Development of Guidance on Extended Producer Responsibility (EPR); 2014.
18. Moraga P. Centro de Derecho Ambiental de la Facultad de Derecho de la Universidad de Chile. Chile: Ley Marco para la Gestión de Residuos y Reciclaje. [internet] [Consultado el: 2017 Jul 18] Disponible en: <https://www.residuosprofesional.com/chile-ley-marco-residuos-reciclaje/>
19. Chile: La nueva Ley de Reciclaje Podría Generar Hasta 30.000 Nuevos Empleos. [internet] [Consultado el: 2017 Jul 18] Disponible en: <https://www.residuosprofesional.com/chile-ley-de-reciclaje-nuevos-empleos/>
20. Mensaje de S.E. el presidente de la República con el que se inicia un proyecto de Ley Marco para la Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida del productor. Mensaje N° 182-361. Santiago, Chile. 2013 Ago 14.
21. umicore. Technology metals scarcity & Umicore's offering. [internet] [Consultado el: 2017 Jul 18] Disponible en: http://www.umicore.com/storage/migrate/2011June_UBS_EN.pdf
22. Cortinas de Nava C. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Regulación de los Residuos Peligrosos en México.
23. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. 2003. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) Estados Unidos Mexicanos.
24. Secretaría del Convenio de Estocolmo. Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP); 2009. Disponible en: <http://chm.pops.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/2232/Default.aspx>
25. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. [internet] [Consultado el: 2017 Jul 18] Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/documento-oficial-del-convenio-de-estocolmo>
26. Román MGJ. Instituto Nacional de Ecología, Instituto Politécnico Nacional. Diagnóstico sobre la Generación de Residuos Electrónicos en México; 2007.
27. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Documento Oficial del Convenio de Basilea. [Consultado el: 2017 Jul 18] Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/documento-oficial-del-convenio-de-basilea>
28. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Documento Oficial del Convenio de Rotterdam. [Consultado el: 2017 Jul 18] Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/documento-oficial-del-convenio-de-rotterdam>
29. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. El convenio de Minamata entrará en vigor en agosto del 2017. [Consultado el: 2017 Sep 10] Disponible en: <https://www.gob.mx/inecc/prensa/el-convenio-de-minamata-entrara-en-vigor-en-agosto-de-2017-108220>