DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LOS RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN MÉXICO

Diagnosis of the Electronic Waste Situation in Mexico

Arturo Gavilán García[1]
Frineé Kathia Cano Robles[2]
Víctor Alcántara Concepción[3]
Sergio Flores Martínez[4]
Sören Björn Rüd[5]

Dirección de contacto: Periférico Sur 5000. Col. Insurgentes Cuicuilco, México, Distrito Federal. 04530. México. Tel.:+52(55)5424-6400 Ext. 13251. Fax: +52(55)5424-5404. e-mail: fcano@ine.gob.mx

ABSTRACT
Mexico has a specific legal framework regarding e-waste management. State governments are responsible for them, as they are considered special waste that requires specific control measures. The national policy promotes management plans that consider the participation of producers, users, recyclers, government representatives, among others. The National Institute of Ecology carried out in 2006 a national diagnosis of the generation of e-waste. Thereafter regional studies were held. In 2007 in the northeast (Nuevo Leon, Coahuila and Tamaulipas), in 2009 in the northern border cities of Tijuana and Ciudad Juarez, and in 2010 the Metropolitan Zone of Mexico City. The studies considered five electronic appliances: computers, televisions, stereos, cell phones and telephones, as those are the most widely used in homes and businesses. Through database analysis and surveys, the generation for 2010 was estimated in 307,224 tons. Only 10% are recycled, while 40% remains stored in warehouses or dwellings, and about 50% goes to landfills or open dump sites. There are open burning practices for the recovery of metals or volume reduction; in addition, there is a lack of leachate control systems that allow the release of heavy metals and persistent organic pollutants to the environment. Electronics recycling industry in Mexico consists mainly in three groups: small and medium companies dedicated exclusively to disassemble the equipment and do a partial recovery of materials; scavengers or small shops dedicated to the recovery of valuable components, as cables and circuits; finally there are also large manufacturers who operate ongoing programs to manage their own waste.

Key Words: diagnosis, electronic waste, final disposal, generation, management.

---

[1] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Cursó la licenciatura de Ingeniería Química en la Facultad de Química, de la Universidad Nacional Autónoma de México. Realizó su maestría en el Postgrado de Ingeniería de la UNAM, y su doctorado en el Instituto Politécnico Nacional. Actualmente esta a cargo de la Subdirección de Estudios sobre Sustancias Químicas en el Instituto Nacional de Ecología, realizando estudios de investigación sobre sustancias químicas tóxicas persistentes, y sobre los productos o residuos que las contengan. agavilan@ine.gob.mx
[2] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
[3] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
[4] Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)
[5] Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LOS RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN MÉXICO

RESUMEN
México cuenta con un marco legal específico para la gestión de los residuos electrónicos. Los gobiernos estatales son responsables de ellos, ya que se consideran residuos de manejo especial que requieren una gestión específica. La política nacional promueve planes de manejo que involucren a productores, usuarios, empresas de reciclaje, representantes del gobierno, entre otros. El Instituto Nacional de Ecología realizó en 2006 un diagnóstico nacional de la generación de residuos electrónicos y subsecuentemente se ahondó en el tema con estudios regionales. En 2007 se realizó en el noreste del país (Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas), en 2009 en las ciudades fronterizas de Tijuana y Ciudad Juárez, y en 2010 en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Los estudios consideraron cinco aparatos electrónicos: computadoras, televisores, equipos de audio, teléfonos celulares y teléfonos fijos, siendo los más utilizados en los hogares y oficinas. A través del análisis de bases de datos y encuestas, se estimó que la generación para el año 2010 es de 307,224 toneladas. Sólo el 10% se recicla, mientras que el 40% permanece almacenado en bodegas o en los mismos hogares, y alrededor del 50% se destina a rellenos sanitarios, sitios controlados o tiraderos a cielo abierto. En los últimos dos existen prácticas de quema a cielo abierto para la recuperación de metales o para reducción de volumen y, además, hay una falta de sistemas de control de lixiviados, lo que permite la liberación de metales pesados y contaminantes orgánicos persistentes al medio ambiente. La industria del reciclaje de productos electrónicos en México está compuesta principalmente por tres grupos: empresas pequeñas y medianas dedicadas exclusivamente a hacer desensamble y la recuperación parcial de materiales; pepenadores o pequeños locales dedicados a la recuperación de componentes valiosos, como cables y circuitos, y por último también hay grandes fabricantes que operar programas privados para la gestión de sus propios residuos.

Palabras clave: destino final, diagnóstico, generación, gestión, residuos electrónicos.

Introducción

Los aparatos electrónicos que llegan al final de su vida útil han tenido un crecimiento acelerado en el mundo. Los medios de comunicación han evidenciado este problema al difundir información acerca de las grandes cantidades que se generan, el contenido de sustancias tóxicas en ellos, así como imágenes sobre el envío ilegal a países subdesarrollados (como Ghana, India y Nigeria), y de los riesgos a la salud que viven diariamente comunidades de países en desarrollo (como China), dedicadas al reciclaje informal (Puckett y Smith, 2002).

La problemática relacionada con los residuos electrónicos ha cobrado importancia a partir de la firma de los convenios de Basilea y Estocolmo por parte de México. La alerta sobre ellos no se ha incrementado sólo por el creciente volumen de generación, sino por su alto contenido de sustancias químicas peligrosas. En los productos electrónicos, destacan por su toxicidad el mercurio, el plomo, el cadmio, el cromo hexavalente y el arsénico, sin embargo, también contienen compuestos orgánicos como los retardantes de flama bromados (PBDEs) o las dioxinas y furanos que se generan de la combustión no controlada de estos residuos (Frazzoli et al., 2010). Estas sustancias pueden llegar al ambiente y a la población a través de de la disposición inadecuada de residuos o de procesos secundarios de recuperación de metales (oro, plata y cobre). Los PBDEs, así como las dioxinas y furanos pueden bioacumularse en la biota y representan un riesgo para la salud humana.

Por otra parte, la gestión de estos residuos en México cuenta con un marco jurídico específico en el tema de residuos que busca asegurar un manejo ambientalmente adecuado. Los residuos electrónicos como tal, están definidos por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) como de manejo especial de acuerdo al artículo 19 sección VIII, y están descritos como residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, de los fabricantes de productos electrónicos que al transcurrir su vida útil requieren de un manejo específico, y son de competencia estatal (DOF, 2007). Recientemente se

creó una norma (NOM-161-SEMARNAT-2011) para el desarrollo de planes de manejo de diferentes residuos, entre ellos los de computadoras, celulares, televisores, entre otros (DOF, 2013).

Las 500 millones de computadoras que llegaron al final de su vida útil entre 1994 y 2003 en todo el mundo generando cerca de 2,872,000 toneladas de plástico; 718,000 toneladas de plomo; 1,363 toneladas de cadmio y 287 toneladas de mercurio (Puckett y Smith, 2002). La tendencia de crecimiento de estos residuos se explica principalmente por el incremento en el tamaño del mercado y la reducción del tiempo de vida promedio de los productos electrónicos; por ejemplo, en 1997 una computadora nueva se usaba en promedio seis años pero para 2005, sólo dos. Además existen nuevos productos electrónicos que aumentaran los flujos de residuos electrónicos, como son las tabletas, reproductores de música, lectores de libros electrónicos, entre otros. Según un informe de Business Monitor Internacional, después de Brasil, México es el principal mercado de productos electrónicos de América Latina, según sus estimaciones, durante 2013 cada mexicano gastará US$119 en aparatos tecnológicos. Los teléfonos celulares, televisiones, computadoras, entre otros, son productos con una participación significante en el mercado nacional y con una demanda en constante crecimiento. En el caso de las computadoras y del servicio de televisión de paga, el número de hogares con estos bienes se ha duplicado en comparación con el año 2001, mientras que en el caso de Internet, se registra ya el triple de hogares que cuentan con dicha tecnología. La densidad de telefonía móvil se ha incrementado de 14.2 suscripciones a teléfonos celulares por cada 100 habitantes en 2000 y hasta 81.3 en 2010 (INEGI, 2006) (COFETEL, 2010).

Objetivo

Determinar los volúmenes de generación de residuos electrónicos seleccionados, su composición y los métodos de tratamiento y disposición en México mediante un instrumento metodológico confiable.

Hipótesis

Es posible conocer la cantidad anual generada de residuos electrónicos seleccionados en México a partir de la información obtenida en encuestas al sector doméstico e industrial, datos de producción y bases de datos oficiales.

Metodología empleada

La elaboración de inventarios de generación de residuos electrónicos puede desarrollarse con el uso de diferentes herramientas. La metodología empleada para determinar su generación en México combinó varias estrategias para la obtención de información, dependiendo de su disponibilidad. Para la elaboración del inventario nacional y los regionales se consultaron principalmente reportes oficiales, se hicieron proyecciones de acuerdo a datos oficiales de otros países con características similares, se realizó trabajo de campo a través de encuestas al sector domiciliario e industrial, así como por un proceso de caracterización de los aparatos en laboratorio. A continuación se describen los principales pasos en la elaboración del diagnóstico realizado:

1. - Selección de cinco aparatos electrónicos (televisores, computadoras, aparatos de sonido, celulares y teléfonos fijos), dado que son aquellos con más penetración en el mercado mexicano.
2. - Consulta de reportes oficiales de generadores (realizando consideraciones previas sobre tamaño del sistema a analizar, tamaño de muestra, importaciones, exportaciones, manifiestos ambientales, bajas fiscales, fallas en el reporte de datos).
3. - Elaboración de encuestas a empresas recicladoras sobre el origen de sus insumos, la cantidad y tipo de residuos, actividades para su tratamiento (desensamble, trituración, etc.). Por la variedad de equipos que se reciben del sector domiciliario, en algunas ocasiones se tuvieron incertidumbres sobre la clasificación de éstos.
4. - Elaboración de encuestas sobre uso, consumo y desecho de productos electrónicos al sector domiciliario de ciudades seleccionadas.

5. - Realización de estimaciones de infraestructura industrial (tratamiento y reciclaje) con base en indicadores económicos y en correspondencia con reportes de otros países (número de empleados, procesos similares, mismos residuos tratados).
6. - Elaboración de cálculos basados en información sobre tecnologías existentes de reciclaje de los aparatos electrónicos seleccionados.
7. - Elaboración de estimaciones basadas en el patrón de consumo y uso de los productos antes de su desecho.
8. - Realización de un balance de materiales en el país que consideró datos de producción, importación y exportación de aparatos electrónicos para determinar la acumulación potencial de los residuos.
9. - Obtención de proyecciones a todo el país con base en información obtenida para zonas o áreas geográficas específicas.
10. - Desensamble de una muestra representativa de aparatos para determinar su composición y peso promedio.

En particular, los resultados de las encuestas fueron fundamentales para conocer los patrones de consumo y desecho de los aparatos electrónicos en México, así como lo que sucede al final de su vida útil. Dichas encuestas se aplicaron a los consumidores. Se realizaron preguntas cerradas que proporcionaron información sobre cantidad y tiempo de uso de los diferentes tipos de aparatos electrónicos en el hogar, qué se hace al final de su vida útil, y también relativo a los conocimientos de la población sobre su reuso y reciclaje.

Para determinar el tamaño y el tipo de la muestra, a partir de los hogares o casas habitación de la región se estableció una clasificación por nivel socioeconómico, y se confrontó con el plano de índice de ingresos y con conocimiento propio de la zona.

En la figura 1 se puede observar un esquema de los insumos que lograron formar el inventario nacional de residuos electrónicos en México y qué tipo de información se obtuvo de cada fuente.

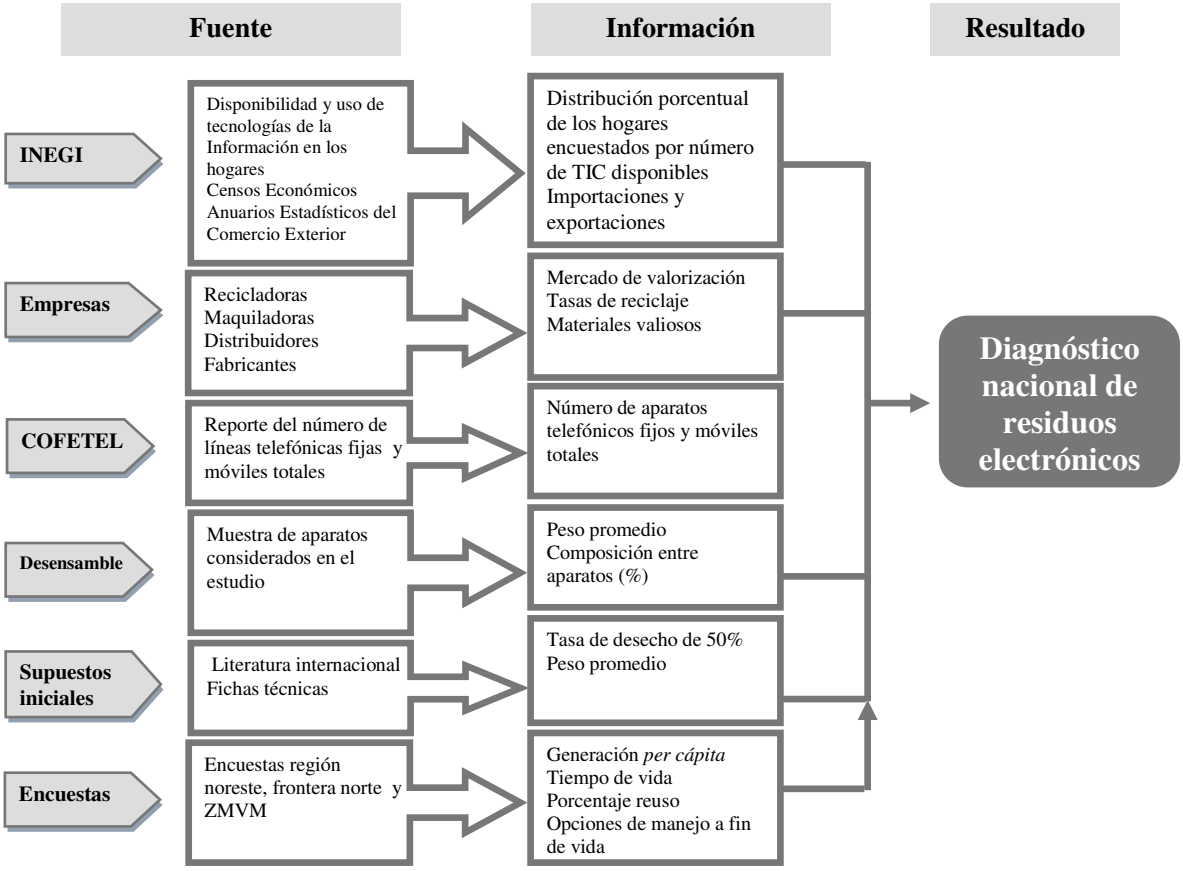

Figura 1: Fuentes de información para construir el diagnóstico de residuos electrónicos en México

Actividades o etapas desarrolladas

La metodología descrita se aplicó en varias ocasiones a través de estudios del Instituto Nacional de Ecología durante más de cuatro años en una serie de proyectos relacionados con residuos electrónicos. Para su aplicación se contó con la participación del sector privado, academia, organizaciones civiles, y cooperación constante con otros sectores gubernamentales como la Subsecretaría de Fomento y Normatividad de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y gobiernos estatales. La mayor parte de los proyectos se realizaron para conocer la situación actual de la generación de los residuos electrónicos y posteriormente desarrollar herramientas de política pública para favorecer su gestión integral.

Para inicios del 2007, se contaba con el primer diagnóstico nacional sobre la generación de residuos electrónicos en México donde se describió el panorama de reuso, acumulación, reciclado y disposición de los residuos electrónicos generados, así como los tiempos de uso y la problemática general que representan para nuestro país estas nuevas tecnologías. En ese mismo año, se comenzaron los trabajos para aumentar el conocimiento regional del comportamiento en la generación de residuos electrónicos, con un estudio realizado en el área noreste del país que incluía el análisis de información en tres estados del país: Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila. Dos años después, en 2009, se realizo un ejercicio similar en la frontera norte, que incluyó un análisis detallado en las ciudades de Tijuana en el estado de Baja California, y Ciudad Juárez en Chihuahua, con la finalidad profundizar en el conocimiento acerca de los usos y costumbres de esta zona en particular, ya que por su cercanía a los Estados Unidos de Norteamérica, hay un fuerte flujo comercial de electrónicos nuevos y de segundo uso a precios más bajos (INE 2012).

Posteriormente, en el año 2010 se terminaron los trabajos de análisis de generación de residuos electrónicos con la elaboración del diagnóstico de la generación de residuos electrónicos en la Zona Metropolitana del Valle de México, ya que esta zona es altamente poblada. Al término del proyecto se actualizaron los datos obtenidos en el año 2006 y se validaron algunas cifras como peso promedio de los equipos y su tiempo de vida útil en el país. Así mismo, hoy en día se cuentan con nuevas bases de datos a nivel nacional sobre el uso de electrónicos, como la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH), la cual también ha servido como herramienta adicional para la actualización de los datos.

Resultados obtenidos

En México la generación de residuos electrónicos ha crecido considerablemente (figura 2) durante los últimos años. Se estimó para 2010 que existe una generación de 307,224 ton/año de residuos electrónicos, de las cuales, 63.4% son televisores y 18.1% computadoras, (13.4% computadoras de escritorio y 4.7% portátiles), mientras que el 15.5% son aparatos de sonido, 2.1% teléfonos fijos y 1% teléfonos celulares (figura 3). Aunque estos últimos representan un pequeño porcentaje en peso, son los que más se han incrementado en número de piezas desechadas.

En el *Diagnóstico Regional sobre la Generación de Residuos Electrónicos al Final de su Vida Útil en la Región Noreste de México* se calculó que solamente en el estado de Nuevo León se desechaban 20,835 ton/año, mientras que en Coahuila se estiman 12,665 ton/año y 15,749 ton/año en Tamaulipas, dando un total de 49,249 toneladas anuales para esos estados, lo que representa un sexto de la generación nacional. Con el *Diagnóstico Regional de Residuos Electrónicos en dos Ciudades de la Frontera Norte de México: Tijuana y Ciudad Juárez* se estimó que la región fronteriza genera 31,777 toneladas anuales. Como era de esperarse, la zona norte del país tiene una tasa de generación de residuos electrónicos superior a la media nacional. Finalmente, el *Diagnóstico de la Generación de Residuos Electrónicos en la Zona Metropolitana del Valle de México* arrojó que cada año se tienen 112,490 toneladas de residuos electrónicos, representando la tercera parte de la generación nacional.

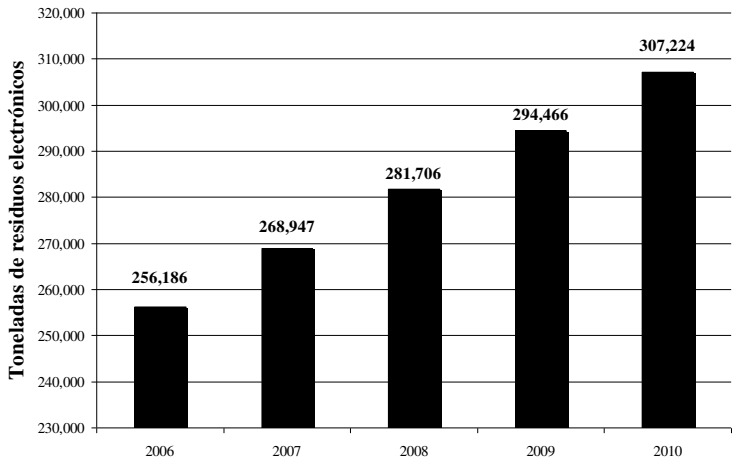

Figura 2: Generación de residuos electrónicos en México 2006-2010

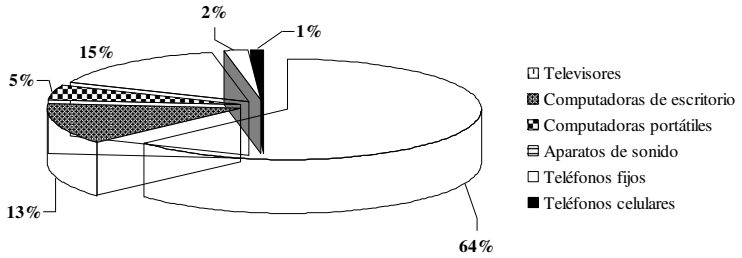

Figura 3: Composición de la corriente de residuos electrónicos en México en 2010

La vida útil promedio estimada para los diferentes aparatos electrónicos se muestra en la tabla 1, en la cual se puede observar que el aparato que se utiliza por más tiempo en los hogares es el televisor (10 años), mientras que los teléfonos celulares se desechan muy rápidamente (cada 2 años). A partir de las encuestas, se estimó una tasa de desecho del 50% anual, lo que significa que la mitad de los aparatos que llegan al final de su vida útil se siguen utilizando a través de un segundo uso, regalos, donaciones, o se reusan algunas de sus partes (como el teclado, monitor o ratón, así como los cables) en talleres de reparación o en los mismos hogares, mientras que la otra mitad se desecha.

Tabla 1: Peso y tiempo de vida promedio de aparatos electrónicos en México

Producto	Vida útil (años)	Peso promedio (kg)
Televisores	10	22.2
Computadoras de escritorio	5	20
Computadoras portátiles	3	2
Aparatos de sonido	6	4
Teléfonos fijos	6	0.7
Teléfonos celulares	2	0.1

Sobre el destino final de los aparatos, se determinó que solamente el 10% se recicla, el 40% permanece almacenado en casas-habitación o bodegas y el 50% tiene como destino la disposición final (figura 4). De esta última corriente, más de la mitad llega a rellenos sanitarios, pero existe una gran cantidad que llega a sitios

controlados o tiraderos a cielo abierto, los cuales no cuentan con control alguno sobre los lixiviados y la quema de residuos. En estos lugares los residuos están expuestos a condiciones ambientales extremas como lluvia, o contacto con líquidos provenientes de residuos orgánicos, lo cual puede liberar sustancias químicas tóxicas al medio ambiente. Cabe señalar que los equipos electrónicos que se rehabilitan y tienen un segundo o tercer uso son difíciles de cuantificar debido a que son controlados en su mayoría por el sector informal o se rehabilitan por particulares, lo que no permite trazar la ruta de disposición de componentes desechados por partes.

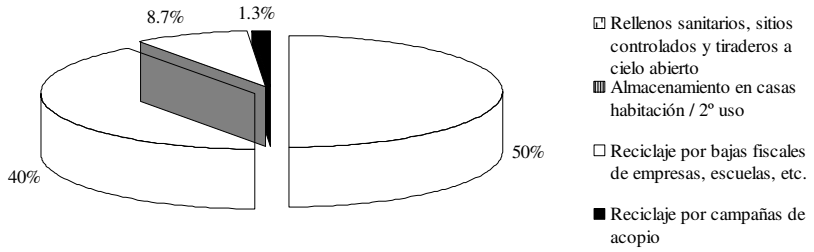

Figura 4: Vías de disposición de residuos electrónicos en México en 2010

El reciclaje formal de residuos electrónicos se realiza en su mayoría a través de bajas fiscales de grandes empresas o instituciones, en donde grandes cantidades de equipos, como computadoras, se llevan a sitios especializados en destrucción de información y recuperación de materiales; mientras que los residuos del sector doméstico son acopiados a través de programas voluntarios organizados por gobiernos estatales, municipales o por las mismas empresas de reciclaje. Sin embargo este último método ha sido poco eficiente, ya que sólo se recupera alrededor del 1.3% de la generación total (figura 4).

A través de los estudios mencionados, se observó también que en México la industria del reciclaje de productos electrónicos está compuesta principalmente por tres grupos: empresas pequeñas y medianas dedicadas exclusivamente a hacer desensamble y la recuperación parcial de materiales; pepenadores del sistema de limpia o en la disposición final que cuentan con pequeñas áreas dedicados a la recuperación de componentes valiosos, como cables y circuitos; y por último también hay grandes fabricantes que operar programas privados para la gestión de sus propios residuos.

Conclusiones y recomendaciones

Durante décadas México ha seguido los modelos lineales de producción y consumo de aparatos electrónicos como en el resto del mundo, esto ha generado cantidades, cada vez mayores, de residuos, los cuales al no ser valorizados y manejados adecuadamente pueden emitir sustancias químicas al aire, al suelo y al agua. De acuerdo a los estudios realizados por el Instituto Nacional de Ecología, los valores de vida media de algunos equipos van desde los dos años para los celulares hasta los diez para televisores, con una generación anual total de 307,224 toneladas. Fue posible estimar la generación de los residuos electrónicos en México mediante una metodología estandarizada que utilizó datos aduanales de exportación e importación, datos de empresas recicladoras, reportes de grandes generadores y encuestas a la población. Toda la información recabada ayudó a comprender la dinámica de consumo y desecho de aparatos electrónicos en el país, y a su vez permite afirmar que los valores van en aumento. Dado que se observó que sólo un 10% de estos residuos llegan a un sistema formal de valorización, es primordial impulsar alternativas de manejo y evitar su disposición inadecuada en sitios controlados y en tiraderos a cielo abierto.

Herramientas como el análisis de ciclo de vida y flujo de materiales de estos aparatos generan información técnica adicional que apoye a desarrollar una política pública que permita fomentar el manejo adecuado de las corrientes de residuos generadas y reducir los riesgos a la salud y al ambiente. Es necesario realizar un estudio más amplio que abarque a los recicladores informales y al sector del reuso, para conocer con mayor certeza los flujos de aparatos y residuos electrónicos manejados, valorizados, comercializados y dispuestos por estos actores.

A pesar de contar con un marco legal específico, en la práctica aun no se consolidan los instrumentos regulatorios y de gestión para favorecer el manejo y la valorización adecuada de los residuos electrónicos, lo que provoca que el mayor volumen termine confinado en tiraderos a cielo abierto con el riesgo de provocar contaminación por medio de lixiviados, o por emisiones al aire por la quema de plásticos (INE, 2010) (Widmer et al., 2005) (Gramatyka et al., 2007). Uno de los grandes problemas es la falta de definición de la responsabilidad de los actores involucrados en su manejo. El sector productivo de los aparatos electrónicos no se involucra completamente en las tareas de recolección, reciclaje y rehabilitación de equipos, y en ocasiones toda la responsabilidad queda en manos de los gobiernos municipales.

Como ya se mencionó, los residuos electrónicos tienen un gran potencial de valorización. Sin embargo, el desarrollo no controlado de los sistemas de manejo (acopio, desensamblaje, reuso, reciclaje y eliminación final) ha provocado que los materiales con poco valor económico sean desechados en lugares inadecuados, y en algunos casos incluso sometidos a prácticas de manejo que impactan al medio ambiente y a la salud humana, como la quema informal para reducir su volumen.

Para impulsar herramientas de política pública se han desarrollado alianzas con agencias internacionales para desarrollar documentos técnicos que sirvan de guía para fomentar el manejo adecuado de residuos electrónicos a nivel nacional, estatal y municipal. Varios de estos documentos se apoyan en experiencia de países desarrollados en donde ya se han establecido propuestas de manejo integral que considera estrategias de acopio, separación, reciclado, reuso y disposición final, así como las responsabilidades de los sectores involucrados. A partir de estos documentos se ha concluido que en México el reciclaje de residuos electrónicos es factible por la cantidad generada, y adicionalmente ya que muchos de los procesos de separación se hacen de forma manual lo que representa una ventaja ante los sistemas mecanizados ya que se puede llegar a recuperar arriba del 90% de los materiales (Deubzer, 2011).

Referencias bibliográficas

Frazzoli, C., Ebere, O., Dragone, R. y Mantovani, A. (2010). Diagnostic health risk assessment of electronic waste on the general population in developing countries scenarios. *Environmental Impact Assessment Review*. **30**; 388–399.

Gramatyka, P., Nowosielski, R., Sakiewicz, P. (2007). Recycling of waste electrical and electronic equipment. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. 20. 535–538.

Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL). (2010). Densidad de Telefonía Móvil por Entidad Federativa 2000-2010. Mexico. COFETEL. Consultado el 5 de marzo de 2012 en http://www.cft.gob.mx/es/Cofetel_2008/Cofe_telefonia_movil.

Deubzer, O. (2011). E-waste Management in Germany. United Nations University. Institute for Sustainability and Peace.

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2007). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última modificación. México. Diario Oficial de la Federación, publicado el 19 de junio.

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2013). Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.. México. Diario Oficial de la Federación, publicado el 1 de febrero.

Instituto Nacional de Ecología (INE). (2006). Diagnóstico nacional sobre la generación de Residuos Electrónicos en México. Instituto Nacional de Ecología SEMARNAT. México.

Instituto Nacional de Ecología (INE). (2007). Diagnóstico de la generación de residuos electrónicos en la región noreste. Instituto Nacional de Ecología SEMARNAT. México.

Instituto Nacional de Ecología (INE). (2009). Diagnóstico regional de residuos electrónicos en dos ciudades de la frontera norte de México: Tijuana y Ciudad Juárez. Instituto Nacional de Ecología SEMARNAT. México.

Instituto Nacional de Ecología (INE). (2010). Diagnóstico de la generación de residuos electrónicos en la Zona Metropolitana del Valle de México. Instituto Nacional de Ecología SEMARNAT. México.

Puckett, J. y Smith, T. (2002). Exporting harm: the high-tech trashing of Asia. The Basel Action Network. Seattle Silicon Valley Toxics Coalition.

Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal, D., Schnellmann, M., Böni, H. (2005). Global perspectives on E-waste. Environmental Impact Assessment Review. 25. 436–458.