





Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Propuestas y alternativas para una gestión sostenible



Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Propuestas y alternativas para una gestión sostenible

María Eugenia González Ávila



González Ávila, María Eugenia.

Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos : propuestas y alternativas para una gestión sostenible / María Eugenia González Ávila. – 1ª ed. – Tijuana. : El Colegio de la Frontera Norte, 2012.

124 pp. ; 14 × 21. 5 cm.

ISBN: 987-607-479-085-6

1. Eliminación de aparatos electrónicos – Aspectos ambientales – México. 2. Eliminación de aparatos eléctricos – Aspectos ambientales – México. 3. Basura y aprovechamiento de basura – Aspectos ambientales – México. I. Colegio de la Frontera Norte (Tijuana, Baja California).

HD 4485 .M6 G6 2012

Primera edición, 2012

D. R. © 2012, El Colegio de la Frontera Norte, A. C.
Carretera escénica Tijuana-Ensenada km 18.5
San Antonio del Mar, 22560, Tijuana, Baja California, México
<www.colef.mx>

ISBN: 987-607-479-085-6

Coordinación editorial: Érika Moreno Páez
Corrección: Manuel Macías (Página Seis)
Formación: Jorge Pérez (Página Seis)
Última lectura: Juan Antonio DiBella
Diseño de portada: Ana Eraña y Lucía López

Impreso en México / *Printed in Mexico*

CONTENIDO

PRÓLOGO	9
AGRADECIMIENTOS	11
INTRODUCCIÓN	13
CONCEPTOS SOBRE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	17
REGULACIONES, LEYES E INSTITUCIONES INVOLUCRADAS CON LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	25
LA GESTIÓN Y FUNCIONES DE ACTORES SOCIALES INVOLUCRADOS CON LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	33
PROPUESTA PARA ESTABLECER UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	43
ESTUDIOS DE CASO EN EL NORESTE DE MÉXICO: PRIMERAS FASES DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	65
CONCLUSIONES	93

RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

REFLEXIONES FINALES	95
GLOSARIO	97
ANEXOS	102
BIBLIOGRAFÍA	115

PRÓLOGO

La presente obra tiene como objetivo primordial orientar y complementar el conocimiento de las autoridades estatales y municipales, técnicos, profesionales e interesados en el tema de la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en México. Así mismo, pretende ser una herramienta que motive a los actores involucrados en su gestión y manejo a proponer e implementar proyectos tanto profesionales como académicos que logren la minimización y adecuada disposición de este tipo de residuos, con la finalidad de evitar la contaminación del ambiente y mejorar los niveles de bienestar para la población.



AGRADECIMIENTOS

Este libro no podría haberse concretado sin el apoyo de diversas instituciones como la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos en el marco del Programa Ambiental Frontera 2012, administrado por la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza. Así como gracias al Instituto Nacional de Ecología, que nos invitó a participar en el proyecto inicial que posteriormente daría pie a esta obra. Así mismo, se extiende el agradecimiento al Dr. Jesús Fraustro Ortega, a la M. E. Isabel Sánchez Rodríguez, y a la pasante en diseño Ana Eraña Flores, quienes colaboraron en la edición y diseño de esta obra.

El presente trabajo fue beneficiado con los trabajos previos publicados en libros, revistas, periódicos y boletines cuyos conceptos y datos se han usado para basar o ilustrar conceptos. De igual manera se utilizan experiencias propias y de empresas –mencionadas explícitamente o con nombres ficticios– que proveen de casos o ejemplos de riqueza única.



INTRODUCCIÓN

El actual ritmo de vida de la sociedad moderna ha originando serios problemas al medio ambiente debido entre otras cosas a las grandes cantidades de residuos, los ineficientes procesos productivos para tratarlos y la carencia de personal especializado en su manejo y disposición final, ya que su composición física y química se ha vuelto más compleja por el avance en el desarrollo tecnológico de nuevos materiales y componentes, lo cual implica altos consumos de energía para hacerlos inocuos para el ambiente y para el propio ser humano.

Antes de continuar, es importante definir qué son los residuos, cuya respuesta sería: son una serie de materiales no utilizados en forma integral durante los procesos de producción o después del uso de los bienes de consumo por la sociedad, que deben disponerse en sitios especiales. Así, los residuos representan una carga económica para la sociedad al requerir disponerse en sitios apropiados, ya que su presencia y composición resultan riesgosas para la salud y el ambiente, por lo cual su manejo y disposición han tomado importancia a nivel mundial (Mejía, 2009). Esto se vio reflejado significativamente durante los años noventa, en el principio «quien contamina paga», acuñado en la política ambiental europea y posteriormente a nivel mundial, en donde se incluyó a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos están considerados como residuos peligrosos por las características fisicoquímicas que presentan y se les ha denominado de diversas maneras. Por ejemplo, se puede llamar *e-waste*, que es una abreviación de *electronic waste* o su equivalente

waste electrical and electronic equipment, o con otros términos conocidos como: *e-scrap*, *e-trash*, residuos electrónicos, residuo-e o simplemente chatarra electrónica. Y aun cuando parecerían ser una carga económica para la sociedad, también pueden ser una fuente económica, sobre todo cuando dentro del proceso de gestión se considera la extracción de material valioso contenido en este tipo de residuos o su reacondicionamiento para extender su vida útil, prácticas que ayudan a minimizar los impactos ambientales causados durante su disposición y manejo.

Los residuos generados de aparatos eléctricos y electrónicos como *laptops*, teléfonos celulares, televisores y otros son quizás el mejor ejemplo del recambio tecnológico y disminución de su ciclo de vida, que se ve reflejado en un acelerado incremento de este tipo de residuos. Se estima que a escala global se producen entre veinte y cincuenta millones de toneladas de este tipo de residuos por año, lo cual equivale al cinco por ciento del total de residuos sólidos del planeta (Moraga *et al.*, 2010). Aun cuando en el caso de América Latina y el Caribe el problema parece incipiente, el tema no se debe subestimar, pues la falta de datos confiables acerca de las cantidades y su disposición provoca una alta incertidumbre.

La generación acelerada de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos ha llevado a reconocer el posible impacto ambiental, social y económico que están causando estos residuos en distintos países del mundo como China, Ghana e India, entre otros países, los cuales firmaron tanto el Convenio de Basilea, enfocado al manejo transfronterizo de este tipo de residuos, como el Convenio de Estocolmo, encauzado a reducirlos o eliminarlos de forma adecuada (Mejía, 2009). Sin embargo, año tras año los países mencionados y muchos otros reciben toneladas de residuos electrónicos para reciclar de manera formal e informal las partes valiosas de los materiales.

Todo lo anterior lleva a plantearnos las siguientes preguntas: ¿Cómo manejar y dónde disponer los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para que no causen un daño ambiental y no tengan una repercusión en la salud y economía regional?, es decir, ¿cómo desarrollar un plan de gestión integral en donde se incluyan a todos los actores sociales para que

éstos asuman los costos económicos y legales que conlleva su manejo y disposición sustentable?

Los anteriores cuestionamientos nos impulsan a proponer una guía que permita a los interesados desarrollar un plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos local, en el marco de las condiciones legales y socioeconómicas de México.

La guía se compone de siete capítulos. En el primero se introduce al lector en el tema. En el segundo se describe el marco legal e institucional involucrado en su manejo y disposición. En el tercero se mencionan los conceptos básicos de gestión y función de los actores sociales –gobiernos locales, consumidores, recicladores, empresas generadoras de residuos electrónicos, entre otros.

En el capítulo cuatro se proponen acciones para hacer viable la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, mientras que el cinco presenta algunos casos de estudio del noreste de México, en donde se aplicó la primera fase de un plan de gestión integral conformado por un diagnóstico de la situación de este tipo de residuos y del impacto socioambiental que implicaría un manejo integral. Finalmente, el capítulo seis concluye sobre la viabilidad de un plan de este tipo y nos llevó a reflexionar acerca de alternativas de gestión viable a corto y mediano plazos.



CONCEPTOS SOBRE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

¿QUÉ SON LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS?

La denominación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en términos informales es la que se utiliza para este tipo de aparatos que se acercan al final de su «vida útil», los cuales pueden ser computadoras, televisores, videocaseteras, estéreos, fotocopiadoras y faxes, mismos que son usados en nuestra vida diaria, aun cuando muchos de éstos pueden reutilizarse, restaurarse o reciclarse, dependiendo del país que los maneje y sobre todo de las regulaciones legales en materia de su manejo, tal como lo menciona Widmer *et al.* (2005).

Una definición más conocida, aunque un tanto ambigua, es la propuesta por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE): «todo aparato que utiliza un suministro de energía eléctrica y que ha llegado al fin de su vida útil» (OCDE, 2001). En el cuadro 1 se muestran otras definiciones en distintos países y regiones del mundo. Sin embargo, un problema básico de la diversidad de definiciones es que dificulta la aplicación de la legislación y gestión entre países.

En nuestro caso, por cuestiones prácticas y de viabilidad de la propuesta de gestión, se consideró la definición establecida en la legislación mexicana vigente, que indica: «los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos son los residuos tecnológicos provenientes de la industria informática, electrónica o de vehículos automotores y otros; que al transcurrir su vida útil requieren de un manejo especial por el tipo de componentes» (Semarnat, 2003).

Cuadro 1
Definiciones de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

<i>Definición</i>	<i>Referencia</i>
Se considera a los aparatos dañados, descartados u obsoletos que consumen electricidad. Incluye una amplia gama de aparatos como computadoras, equipos electrónicos de consumo, celulares y electrodomésticos que ya no son utilizados o deseados por sus usuarios.	(1) Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, República de Colombia
Todos los aparatos eléctricos o electrónicos que pasan a ser residuos (aquellos aparatos que necesitan para funcionar corriente eléctrica o campos electromagnéticos, destinados a ser utilizados con una tensión nominal no superior a 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente continua; este término comprende todos aquellos componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte del producto en el momento en que se desecha).	(2) Directiva de la Comunidad Europea
Cualquier dispositivo que utilice un suministro de energía eléctrica, que haya alcanzado el fin de su vida útil.	(3) Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
Los residuos electrónicos incluyen una amplia y creciente gama de aparatos electrónicos que van desde aparatos domésticos voluminosos, como refrigeradores, acondicionadores de aire, teléfonos celulares, equipos de sonido y aparatos electrónicos de consumo, hasta computadoras desechadas por sus usuarios.	(4) The Basel Action Network
Un aparato accionado eléctricamente que ya no satisface al actual propietario para su propósito original.	(5) Sinha
<i>E-Waste</i> se refiere a «[...] la cadena de suministro que recoge los productos ya no deseados por un consumidor dado y los reacondiciona para otros consumidores, recicla, o de otra manera procesa los residuos».	(5) Solving the E-waste Problem

Fuente: Elaboración propia a partir de (1) MAVDT-Colombia (2010); (2) Unión Europea (2003); (3) OCDE (2001); (4) Puckett *et al.* (2002); y (5) Sinha-Khetriwal *et al.* (2006).

IMPACTO AMBIENTAL Y EN SALUD DE LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Tal como se ha mencionado, el aumento en la producción y consumo de aparatos eléctricos y electrónicos, así como de recambio tecnológico de este tipo de bienes, ha llevado a su rápido desuso y por ende al incremento de residuos electrónicos, lo cual ha tenido impacto negativo en el medio ambiente y la salud de los recicladores, así como en aquellas poblaciones expuestas de manera directa e indirecta a los residuos de este tipo, ya que

contienen una serie de sustancias peligrosas como éteres, bifenilos polibromados, plomo, cadmio, mercurio y cromo hexavalente, como ilustra la figura 1 (INE, 2007: 71). Dichas sustancias pueden variar su cantidad dependiendo del tipo de residuos. Al respecto, el cuadro 2 muestra la composición de las sustancias contenidas en un teléfono celular.

Figura 1
Composición de un teléfono celular



Fuente: Elaboración propia.

Desafortunadamente, el manejo y el reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a nivel mundial y regional no necesariamente se hacen bajo un esquema legal y de bienestar socioambiental para los recicladores. Ejemplo de ello son las grandes cantidades de residuos que se exportan hacia países como China, India, Pakistán, Indonesia y Malasia, en donde los trabajadores –por lo general en condiciones precarias– rescatan piezas y material que pueden reciclarse o venderse, mientras que el resto de los componentes se desechan como residuos peligrosos que están poniendo en riesgo a su población y al ambiente que los rodea (Recycla-Casa de la Paz, 2007).

Una de las primeras alertas sobre el peligro potencial de estos residuos no se dio por el incremento en las cantidades y volúmenes generados, sino por los altos contenidos y tipos de sustancias químicas como metales, mercurio, plomo, cadmio, cromo hexavalente, arsénico

y retardantes de flama bromados que dan origen a dioxinas y furanos. Todas estas sustancias son altamente tóxicas para el ambiente y el ser humano (INE, 2011).

Cuadro 2
Principales componentes de un teléfono celular

Material	Contenido (% masa total)*	Masa unitaria (kg)*	Total a desechar (ton)*	Uso/emplazamiento*
Plásticos	40	34.8	6.78	Varios elementos y distintos óxidos del sílice
Vidrio	20	17.4	3.39	Pantalla y el sílice se recicla
Aluminio	10	8.7	1.695	Estructura como carcasa, tubos catódicos (TC), polí-cloruros de bifelino (PWB), conectores
Hierro	10	8.7	1.695	Estructura magnetismos/carcasa (acero) TC, PWB
Latón (cobre+zinc)	10	8.7	1.695	Parte de microchips/carcasa
Plomo	0.5	0.435	0.08475	En microchips/confinamiento
Cobre	4	3.48	0.678	Conductividad/TC, PWB, conectores
Manganeso	3	2.61	0.5085	Estructura, magnetismo/carcasa (acero), TC, PWB
Níquel	1	0.87	0.1695	Estructura, magnetismo/carcasa (acero), TC, PWB
Zinc	1	0.174	0.1695	Pilas, emisor de fósforo/PWB, TC
Cadmio	0.2	0.0087	0.0399	Pilas, emisor de fósforo/carcasa, PWB, TC
Plata	0.01	0.0087	0.001695	Conductividad/PWB, conectores
Cromo	0.01	—	0.001695	Decoración, endurecedor/carcasas (acero)
Tantalio	0	—	0	Condensador/PWB, alimentadores
Berilio	0	—	0	Conductividad térmica/PWB, conectores
Mercurio	0	—	0	Pilas, interruptores/carcasa, PWB
Total	100	87	16.9	

Fuente: Elaboración propia a partir de información del INE (2007) y MCC (1996).

Al respecto de lo anterior, hay un gran número de reportes sobre la exposición que han tenido niños y mujeres embarazadas a este tipo de sustancias, así como los daños a infantes y nonatos que causa el manejo inadecuado de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Villa-sevil, 2008). De manera semejante sucede con las emisiones tóxicas durante la extracción de los materiales valiosos de dichos residuos, lo cual en muchos casos se hace de forma rústica y poco ortodoxa. Ejemplo de esto son los recicladores asiáticos y africanos, que extraen materiales como el cobre quemando carcasas y cables de computadora, en donde se liberan ftalatos que son respirados por los trabajadores que no cuentan con equipo apropiado para evitar la inhalación de estas sustancias, las cuales pueden contaminar el aire, agua y suelo de su entorno (Plataforma Relac, 2011). En el caso de la extracción de interruptores que contienen metales como el cadmio, localizado en juntas de soldadura de los residuos de aparatos, pilas recargables, antiguos cables de PVC o revestimientos fosforescentes de los viejos tubos de rayos catódicos, se ha detectado que los recicladores que han inhalado vapores y partículas de polvo contaminadas con este metal (Greenpeace, 2008) tienden a desarrollar cáncer.

En el caso de individuos que han tenido contacto con los retardantes de llama bromados que se encuentran en placas de circuitos y en revestimientos de plástico, los cuales no se degradan fácilmente y pueden bioacumularse, una exposición prolongada a estas sustancias provoca trastornos en la capacidad de aprender, memorizar y puede interferir en funciones básicas de la glándula tiroides, además de actuar como disruptores hormonales. Así mismo, se ha reportado que cuando el ser humano está expuesto a concentraciones altas de elementos como cadmio, contenido en circuitos, se presentan daños en el cerebro, médula ósea e hígado. De la misma manera sucede con las exposiciones al mercurio y otras sustancias como el magnesio, las cuales se relacionan con tumores cerebrales, daños en médula ósea y en general disminución de glóbulos blancos (Manahan, 2007; MAVDT-Colombia, 2010; Jiménez, 2009). En el cuadro 3 se resumen algunos otros daños detectados en poblaciones que han tenido contacto con los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Cuadro 3
*Efectos de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
 en poblaciones de recicladores en Asia y África*

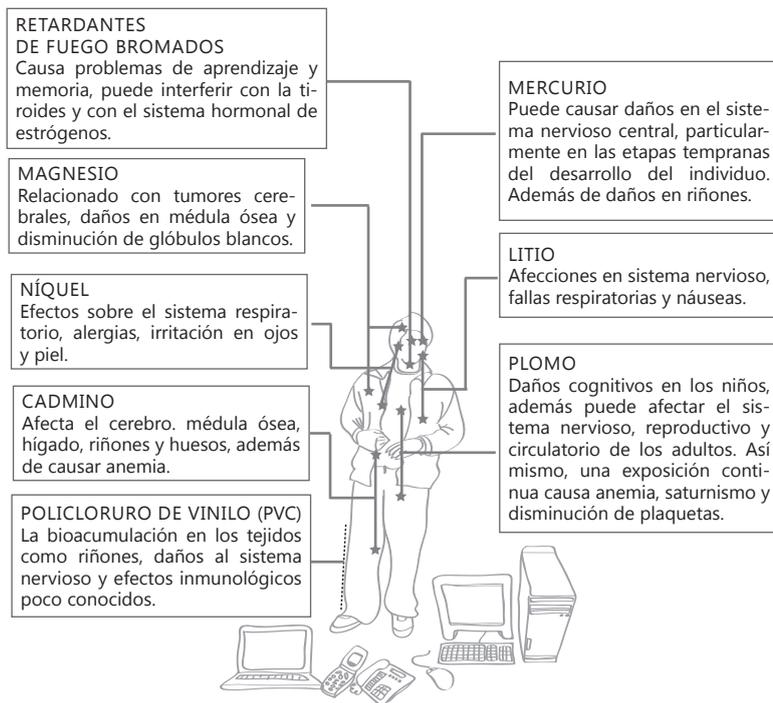
País	Efectos
Vietnam	(1) Se detectó en tres sitios de reciclaje como Trang Minh (suburbio de la ciudad de Hai Phong), Mai Dong Dau y Bui (provincia de Hung Yen), y un sitio de referencia (la capital Hanoi) que muestras de leche materna humana presentaban niveles considerables de PCB, PBDE y HBCD, que estaban relacionados con la dieta, mientras que los PCB clorados y bromados PBDE se detectaron en mujeres recicladoras, lo que sugiere una alta exposición a estos compuestos en las actividades de reciclaje de residuos electrónicos, posiblemente a través de la inhalación e ingesta de polvo.
China	(2) Se detectó dioxina como carga corporal en grupos de mujeres en edad fértil que trabajaban con recicladoras en Taizhou (provincia de Zhejiang), y un sitio de referencia (ciudad de Lin'an, misma provincia, a unos 245 km de Taizhou). Dicha sustancia estaba presente en la leche materna, placenta y pelo, indicando además que presentaban niveles significativamente más altos de bifenilos policlorados, dibenzo-p-dioxinas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/Fs) en donde las mujeres que trabajan en zonas de reciclaje los integraban a su cuerpo por la misma actividad y al consumir sus alimentos ahí mismo.
Nigeria y China	(3) En la última década, China y Nigeria han sido los destinos principales para eliminar este tipo de residuos y con ello poner en riesgo a sus poblaciones. Así, se comparó el nivel de contaminación en suelos y plantas en ambos países, lo que resultó en que los niveles de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), bifenilos policlorados (PCB) y éteres de difenilo polibromados (PBDE) en suelos y plantas era alto. En lo que se refiere a linfocitos humanos, se detectó que los componentes de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos pueden ser tóxicos y genotóxicos, y al acumularse pueden tener efectos adversos en la salud de los individuos expuestos a este tipo de sustancias.
China	(4) Un estudio realizado en talleres de una comunidad de recicladores de Guiyu, China, indicó que el polvo que se encuentra en estos lugares presenta niveles de concentraciones elevadas de Pb, Cu, Zn y Ni al igual que en el polvo de los caminos adyacentes; además lugares cercanos como el patio del colegio y el mercado de los alimentos presentan niveles altos de estos metales. Así, la evaluación de riesgo es alta para la salud humana de los trabajadores y los residentes locales de Guiyu, especialmente los niños, por lo cual se sugiere una investigación urgente sobre metales pesados y el impacto relacionado con la salud y el medio ambiente, lo cual serviría como estudio de caso para otros países en donde se presenten actividades de reciclaje semejantes.
Ghana	(5) La exposición humana a los bifenilos policlorados (PCB) y retardantes de llama bromados, tales como los éteres de difenilo polibromados (PBDE) y hexabromocyclododecanes (HBCD), se evaluó en Ghana en muestras de leche materna recolectadas en 2004 y 2009, indicando que aun cuando Ghana es un país industrializado, en comparación con muchos de los países asiáticos y europeos, se han detectado aumentos significativos en las concentraciones de PCB y PBDE en los últimos años, provenientes de aceites sucios y el reciclaje que se daba en condiciones inseguras, lo cual se reflejó en los niveles altos que presentaba la leche materna de trabajadoras que se ubicaban en las grandes ciudades de Ghana.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de (1) Tue *et al.* (2010), (2) Chan *et al.* (2010), (3) Alabi *et al.* (2012), (4) Leung *et al.* (2008) y (5) Asante *et al.* (2011).

Así, tanto la eliminación como el reciclado inadecuado de estos residuos constituyen un grave problema de salud y ambiental (figura 2). Por

ejemplo, «cada monitor de computadora o pantalla de televisor contiene entre 2.26 y 3.62 kilogramos de plomo» (Martínez, 2008), el cual absorbe-mos cuando esa pantalla se tira a campo abierto y se descompone al estar expuesta al sol y la lluvia, por lo cual las sustancias peligrosas llegan como lixiviados a los mantos freáticos. Eventualmente, resulta que las poblacio-nes recicladoras que eliminan o almacenan inadecuadamente los residuos estarán bebiendo agua de río o pozo contaminada con alguna de las sus-tancias mencionadas (Santiago, 2008).

Figura 2
Daños en la salud por exposición a sustancias presentes en los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos



Fuente: Elaboración propia.

Otro ejemplo de manejo inadecuado de los residuos electrónicos se reportó en distintas zonas de África (Zhao *et al.*, 2009 y Brigden *et al.*, 2008), la India (Kurian, 2007) y China (Eugster, *et al.*, 2007), en donde los trabajadores de manera poco adecuada y en pésimas condiciones laborales extraían material valioso de los residuos, lo cual les estaba provocando diferentes tipos de anemia, sobre todo cuando la exposición era prolongada.

Aunado a todo lo anterior, está el impacto ambiental que por sí mismo se produce al momento de crear un nuevo aparato eléctrico o electrónico, que inicia con la extracción de las materias primas –metales y petróleo– y termina cuando estos tipos de aparatos llegan al final de su vida útil y se convierten en residuos que serán dispuestos en algún relleno sanitario municipal que puede no estar certificado para tal fin.

Así, un manejo y disposición adecuados puede minimizar los impactos incluyendo los económicos cuando se dan acciones de gestión apropiadas, que incluyen el uso de materiales amigables con el ambiente, acciones de concientización entre los distintos actores sociales, así como una cultura del reacondicionamiento y reciclado de residuos electrónicos, entre otras medidas.

Todo lo anterior se podría resumir dentro del plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, el cual no sólo evitará los impactos ambientales y de salud mencionados, sino propiciaría empresas especializadas de reciclaje, empleo y ahorros económicos para los gobiernos locales. Esto último se daría cuando se reduzcan las cantidades de residuos a ser dispuestos en rellenos sanitarios y por ende la inversión en la construcción de nuevos rellenos disminuiría (Romero, 2003).

REGULACIONES, LEYES E INSTITUCIONES INVOLUCRADAS CON LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

REGULACIONES INTERNACIONALES RELACIONADAS CON LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Una de las primeras regulaciones que abordó el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación fue el Convenio de Basilea, que es el tratado mundial de medio ambiente que se ocupa exhaustivamente de desechos peligrosos y otros residuos semejantes.

Dicho convenio se creó como una forma de reglamentar el transporte transfronterizo de desechos peligrosos debido a que el público en la década de 1980 tomó atención en el peligro potencial de este tipo de residuos sobre la salud y medio ambiente. A finales de los ochenta se negoció el convenio bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se aprobó en 1989 y entró en vigor en 1992. A partir de la mencionada fecha, el convenio cataloga los envíos efectuados a un Estado que no sea miembro de las partes (170 países) como ilícitos, salvo que exista un acuerdo especial entre los integrantes de las partes y exige a todos los países inscritos en el convenio, promulguen las disposiciones legislativas nacionales correspondientes para prevenir y castigar el tráfico ilícito de desechos peligrosos y otros desechos. Así mismo, obliga a todas las partes a asegurar que los desechos peligrosos y otros residuos se manejen y eliminen de manera ambientalmente racional, para lo cual se aplican estrictos controles de inspección desde el momento de la generación del desecho peligroso hasta su almacenamiento, transporte, tratamiento, reutilización, reciclado, recuperación y eliminación final (PNUMA, 2000).

Actualmente dicho convenio incluye dentro de sus regulaciones el transporte de desechos electrónicos y eléctricos, teléfonos celulares y las computadoras. Además regula el transporte de sustancias provenientes de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en buques destinados al desguace, desechos de mercurio y de amianto, así como el vertimiento ilícito de desechos peligrosos (PNUMA, 2000). El cuadro 4 resume algunos de los principales convenios, protocolos y otros documentos firmados para un manejo adecuado de los residuos electrónicos.

Cuadro 4
*Principales regulaciones internacionales involucradas
con residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*

Protocolo/Convenio	Concepto
Protocolo de Montreal	Considera a las sustancias presentes en refrigeradores, neveras y otros equipos de refrigeración, causantes del desgaste de la capa de ozono y prevé su manejo y disposición, así como la reducción de su producción (Garcés <i>et al.</i> , 2010).
Convenio de Rotterdam	Asegura que la exportación de productos químicos prohibidos o severamente restringidos en el comercio internacional (como los contaminantes orgánicos persistentes), involucre la información y el consentimiento previo de los países importadores
Convenio de Estocolmo	Estipula obligaciones para reducir o eliminar la producción y utilización de determinados plaguicidas y productos químicos industriales que constituyen contaminantes orgánicos persistentes. Además especifica las obligaciones relativas a la importación y exportación de esas sustancias, entre las que se encuentran diez plaguicidas o productos químicos industriales incluidos como el aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno, mirex, toxafeno, DDT y bifenilos policlorados (PCB), que están incluidos en el anexo A (lista de las sustancias que hay que eliminar) mientras que en el anexo B están las sustancias cuya utilización hay que restringir. Todos estos plaguicidas y productos químicos están también incluidos en el Convenio de Rotterdam, salvo la endrina (FAO, 2004)

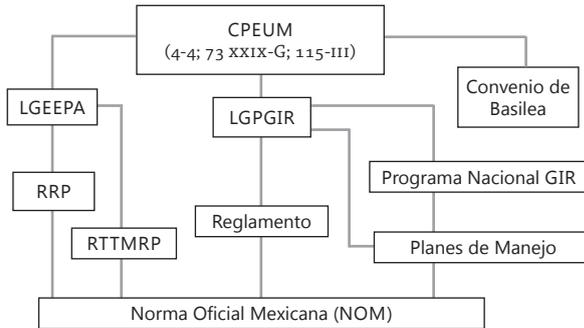
LEYES Y NORMAS EN MÉXICO

El marco regulatorio mexicano, en materia de protección ambiental y de gestión de residuos, contempla diversos instrumentos legales. El primero es la *Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos* (CPEUM), en segundo lugar está la *Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente* (LGEEPA) seguida de la *Ley general para la prevención y gestión integral*

de los residuos (LGPGIR), que regula la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), la cual aceptó el *Convenio de Basilea* (figura 3).

El mencionado convenio fue firmado por México y le compromete, al igual que otros países del mundo, a realizar las acciones necesarias para un manejo y disposición adecuado de sus residuos denominados de *manejo especial*, en donde entran los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, que para este trabajo en específico comprenden: televisores de distintos tamaños, teléfonos celulares, teléfonos no móviles –sean éstos fijos o inalámbricos–, estéreos y minicomponentes, computadoras de escritorio y *laptops*.

Figura 3
Marco regulatorio de residuos en México



LGEEPA: *Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.*

LGPGIR: *Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos.*

RRP: *Registro público de la propiedad.*

RTTMRP: *Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.*

Fuente: Elaboración propia a partir de LGEEPA y LGPGIR.

La clasificación de estos aparatos como residuos de manejo especial se indica en el artículo 19 de la LGPGIR, salvo cuando se trate de residuos peligrosos que establece la ley o normas oficiales mexicanas, así un residuo de aparato eléctrico y electrónico es:

VIII. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores

y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico.

Sin embargo, lo anterior lleva a una ambigüedad, ya que parte de los residuos, sustancias y componentes electrónicos de dichos aparatos cae dentro del grupo de residuos peligrosos (artículo 31 LGPGIR), por lo cual están sujetos a un «plan de manejo», sean productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen, y clasificados por la norma como tales; ejemplo de esto son:

- IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;
- V. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio;
- VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio;
- VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo.

En nuestro caso, los residuos abarcan tanto los componentes electrónicos y el material con que se elaboran o limpian los aparatos eléctricos y electrónicos, lo que los clasifica dentro del grupo de residuos peligrosos y por ello deben cumplir con la NOM-052-SEMARNAT-2005 (Semarnat, 2006).

Bajo el marco legal de referencia ya mencionado, que resultaba ambiguo y carente de responsabilidad entre los actores sociales, el año pasado se aprobó el proyecto de 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; por ejemplo:

- a) Residuos tecnológicos de las industrias de la informática y fabricantes de productos electrónicos, tales como:
 - Computadoras personales de escritorio y sus accesorios;
 - Computadoras personales portátiles y sus accesorios;
 - Teléfonos celulares;
 - Monitores con tubos de rayos catódicos (incluyendo televisores);
 - Pantallas de cristal líquido y plasma (incluyendo televisores);
 - Reproductores de audio y video portátiles;

- Cables para equipos electrónicos;
- Impresoras, fotocopiadoras y multifuncionales.

Además, dicho proyecto indica el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo por parte de la Federación, de las entidades federativas y de los municipios en materia de la clasificación básica y general de los residuos de manejo especial para facilitar su gestión integral, como lo establece el artículo 19, fracción IX de la *Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos*. Esto se traduce en una responsabilidad directa del municipio para el manejo de sus residuos, entre los que se encuentran los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (anexo normativo, VIII a), además considera a los siguientes actores sociales:

- I. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;
- II. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes.

Lo anterior implica que la responsabilidad legal y por ende económica recae no sólo en el consumidor, sino en el resto de los actores sociales –generadores, productores, etcétera–, en forma de responsabilidad extendida, que más adelante se detallará.

Principales ordenamientos legales que aplican a residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

- *Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos y su reglamento* (Semarnat, 2006b);
- NOM-052-SEMARNAT-2005 (clasificación de residuos peligrosos);

- Proyecto de NOM-161-SEMARNAT-2011, pretende establecer los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial (Semarnat, 2011) en donde se incluyen a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

En materia de competencia jurídica respectiva, el artículo 18 del reglamento de la LGPGIR estipula que las autoridades municipales deben realizar la coordinación de los residuos peligrosos junto con la Semarnat, y son las encargadas de instrumentar planes que incorporan el manejo integral de dichos residuos, los cuales se generan en hogares en cantidades iguales o menores a los que generan los microgeneradores. Así como los residuos de consumo que contienen material peligroso, donde se incluyen unidades habitacionales, oficina, instituciones, dependencias y entidades, que serán implementadas por éstas (figura 5).

COMPETENCIAS INSTITUCIONALES EN MATERIA DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

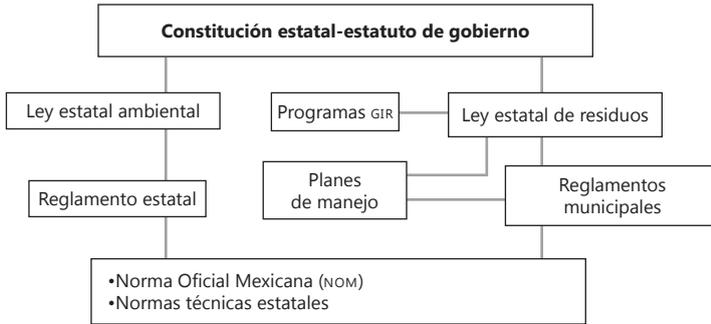
Según las atribuciones de instituciones, en primera instancia el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos es competencia de la Semarnat, que a su vez colabora con las subsecretarías de Fomento y Normatividad Ambiental (FNA); Gestión para la Protección Ambiental (GPA); además de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa) y la Comisión Nacional de Agua (CNA), para que se cumpla la normatividad técnica en materia de residuos (figura 4).

El segundo nivel de competencia y atribuciones se da en el gobierno estatal y municipal. En el primer caso, el gobierno estatal tiene la facultad de regular y controlar los residuos de manejo especial, incluyendo los tecnológicos y los grandes generadores de residuos sólidos urbanos (Cortinas, 2010).

A nivel gobierno municipal, éste es el responsable de promover las acciones de manejo y disposición final de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, en conformidad con los principios de concurrencia de facultades y responsabilidad compartida en materia de gestión y manejo integral de residuos sólidos urbanos, pues en ocasiones estos residuos electrónicos son dispuestos ya sea mediante recolección formal o informal, dado que los usuarios de aparatos después de su vida útil los envían o

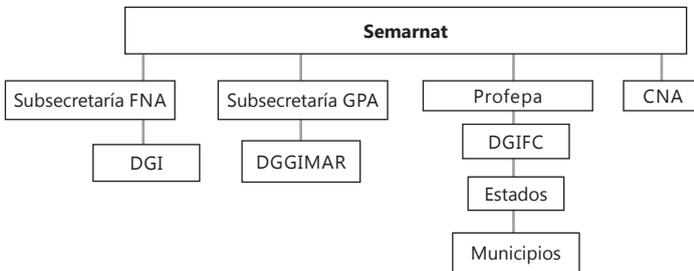
mezclan con los residuos sólidos municipales o son dejados en vía pública, por lo cual tarde o temprano llegan al tiradero municipal o en el mejor de los casos al relleno sanitario municipal (cuadro 5).

Figura 4
Marco regulatorio local de residuos en México



Fuente: Elaboración propia a partir de LGEEPA y RLGEPA.

Figura 5
Competencias institucionales y gubernamentales en materia de residuos



Semarnat: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; FNA: Fomento y Normatividad Ambiental; GPA: Gestión para la Protección Ambiental; Profepa: Procuraduría Federal de Protección Ambiental; CNA: Comisión Nacional del Agua; DGI: Dirección General de Industria; DGGIMAR: Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas; DGIFC: Dirección General de Inspección de Fuentes de Contaminación.

Fuente: Elaboración propia a partir de LGEEPA y LGPGIR.

Cuadro 5
*Resumen de atribuciones estatales y municipales
 en materia de gestión de residuos de manejo especial*

Estatal	Municipal (artículo 10)
I. Formular, conducir y evaluar la política estatal.	Formular por sí solo o en coordinación con las entidades los programas municipales.
II. Expedir ordenamientos jurídicos.	Emitir reglamentos y demás disposiciones.
III. Autorizar el manejo de residuos de manejo especial.	Controlar los residuos sólidos urbanos.
IV. Establecer el registro de planes de manejo y programas.	Presentar el servicio público a través de gestores.
V. Promover en coordinación con el gobierno estatal y autoridades correspondientes (Semarnat, Profepa, etcétera).	Otorgar concesiones y autorizaciones.
VII. Promover programas municipales de prevención y gestión integral de los residuos de su competencia.	Establecer y mantener actualizado el registro de los grandes generadores.
XI. Promover la participación de los sectores privados y sociales.	
XII. Promover la educación y capacitación.	
XIV. Formular, establecer y evaluar los sistemas de manejo ambiental.	
XIV. Suscribir convenios y acuerdos.	
XV. Diseñar y promover ante dependencias competentes el establecimiento y aplicación de instrumentos económicos.	
XVIII. Someter a consideración de la Semarnat los programas a fin de recibir asistencia técnica del gobierno federal.	

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Cortinas (2010).

LA GESTIÓN Y FUNCIONES DE ACTORES SOCIALES INVOLUCRADOS CON LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

GESTIÓN, GESTIONAR Y GESTOR

La *gestión* es un proceso de construcción colectiva desde las identidades, las experiencias y las habilidades de quienes ahí participan; esto implica que en el proceso de gestión no debe considerarse la negación o aplanamiento de diferencias ni el acallamiento de conflictos, sino que se debe propiciar su articulación para construir procesos colectivos, donde lo colectivo no necesariamente es lo homogéneo, más bien es una plataforma o un horizonte común en el cual se entrelazan diferencias articuladas en una concreción social. Esto implica el reconocimiento y la producción de una cultura colectiva, organizacional o institucional (Huergo, 2011).

En cuanto al concepto *gestionar*, es una acción integral, entendida como un proceso de trabajo y organización en el que se coordinan diferentes miradas, perspectivas y esfuerzos para avanzar eficazmente hacia objetivos asumidos institucionalmente y que se desearía fueran adoptados de manera participativa y democrática (figura 6). En esta línea, gestionar implica una articulación de procesos y resultados, así como corresponsabilidad y cogestión en la toma de decisiones, donde las nuevas formas de gestionar deben considerar el desarrollo de procesos de trabajo compartido en el cual se asume la realización personal de quienes participan del proyecto (Villamayor *et al.*, 1998).

No se puede hablar de una gestión exitosa si nos estamos refiriendo tan sólo al equilibrio de fuerzas o la estabilidad lograda a partir de las habilidades de quien coordina o conduce un proyecto. La estabilidad y el equilibrio tienen que basarse en la corresponsabilidad de roles y de tareas

diferenciadas, en el diseño de estrategias participativas que articulen los procesos de trabajo a partir de las búsquedas personales y del proyecto colectivo (Villamayor *et al.*, 1998).

¿Qué hace un gestor?

Un gestor es la persona o entidad, pública o privada, que realiza actividades de dirección, coordinación o diligencias de alguna actividad o tema que se tiene como objetivo común, la realización de un proyecto o solución de un conflicto que afecta a todos o algunos de los involucrados (Huerco, 2011).

Aunque acorde con la legislación revisada en el capítulo 2, la responsabilidad principal de la gestión recae en el gobierno municipal, quien sería el gestor. Para que un plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos resulte viable, se requiere que todos los actores sociales involucrados en la cadena de generación, consumo y disposición de residuos de electrónicos participen de manera voluntaria y comprometida, asumiendo su responsabilidad.

Gestión: implica una concepción y una práctica respecto del poder, de la administración y la circulación del mismo y de las formas de construir consensos y hegemonías dentro de una determinada organización o institución.

Gestionar: es la coordinación y conducción o dirección de procesos de trabajo en el marco de una organización, donde se dan roles y tareas diferenciadas, que en principio pueden ser articuladas generando niveles de gestión.

Gestor: persona o grupo de personas que hacen las gestiones (acciones) necesarias para conseguir una cosa.

PRINCIPALES ACTORES SOCIALES Y SU FUNCIÓN DENTRO DE LA GESTIÓN

Consumidor de aparatos eléctricos y electrónicos y luego generador de residuos

El consumidor es cualquier agente económico en tanto consume bienes y servicios (figura 6). Todas las personas, sin excepción, somos consumido-

res pues es inevitable el uso de bienes y servicios para satisfacer las necesidades que se presentan a lo largo de nuestra vida. Así, el consumidor es el demandante de los bienes finales que se ofrecen en el mercado y, por lo tanto, quien selecciona entre los mismos cuáles habrá de comprar (Ecofinanzas, 2001).

Figura 6
Tipos de consumidores



Fuente: Elaboración propia.

Un consumidor que ha adquirido y usado un televisor, computadora u otro aparato electrónico, tendrá que desecharlo al final de su vida útil o en el mejor de los casos lo regalará a algún amigo o familiar, o también puede llevarlo a reciclar. Por lo cual, este individuo pasa de consumidor de artículos a generador de residuos; es en este punto que entraría la responsabilidad social extendida tanto para el consumidor como el resto de los actores sociales –productor, transportista, vendedor, etcétera– que se tratarán en los siguientes apartados.

ARTÍCULO 2.- Para los efectos de esta ley, se entiende por:

I. Consumidor: la persona física o moral que adquiere, realiza o disfruta como destinatario final bienes, productos o servicios. Se entiende también por consumidor a la persona física o moral que adquiera, almacene, utilice o consuma

bienes o servicios con objeto de integrarlos en procesos de producción, transformación, comercialización o prestación de servicios a terceros, únicamente para los casos a que se refieren los artículos 99 y 117 de esta ley. Párrafo reformado DOF 04-02-2004.

¿Quién es un productor de aparatos eléctricos y electrónicos?

Un productor es la persona o grupo de personas, ya sea de carácter público o privado, que transforma los recursos en productos útiles (Ecofinanzas, 2011) y al igual que el consumidor, al momento que el bien termina su vida útil, adquiere una responsabilidad compartida con el resto de los actores sociales. Es decir, el productor es parte de la cadena de responsabilidades que tienen los involucrados en el proceso de generación, transporte y destino de un aparato hasta el fin de su ciclo de vida útil como residuo.

La definición de *productor* que refiere la Unión Europea (2009), indica que es la persona física o moral que, con independencia de la técnica de venta utilizada:

- Fabrique o venda aparatos eléctricos o electrónicos con marca propia;
- Ponga en el mercado con marca propia aparatos fabricados por terceros (marcas blancas);
- Importe o exporte a terceros países;
- «No se considerará productor al distribuidor si la marca del productor figura en el aparato y el propietario de esa marca está registrado en el Registro de Establecimientos Industriales» (Unión Europea, 2012).

¿Qué es un reciclador de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?

Un reciclador es un recuperador primario de los residuos sólidos domiciliarios entre los que pueden encontrarse los residuos electrónicos, que son generados todos los días en nuestros hogares, oficinas, locales comerciales, organizaciones o escuelas; éstos pueden ser formales o informales. A este último tipo de recicladores se les conoce popularmente como: pepe-

nador, pechugero, carretonero y burreros (México); *catadores* y *triadores* (Brasil); *cirujas* (Argentina); *scavenger* (países de habla inglesa) u otra denominación dependiendo de la región del país o del propio país (Florisbela *et al.*, 2001) (figura 7).

El otro tipo de reciclador es el que trabaja de manera formal y que en realidad es el gestor de manejo y disposición de residuos electrónicos, que puede definirse como toda persona física o moral que, en el marco de esta ley, realice actividades de recolección, transporte, almacenamiento, valorización, tratamiento o disposición final. En algunos países estos gestores se les conoce como recicladores o empresas recicladoras, que pueden participar en una o varias fases del plan de gestión integral.

Figura 7
Recicladores formales e informales de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos



Fuente: Elaboración propia a partir del acervo fotográfico de El Colef.

COMPETENCIAS Y RESPONSABILIDAD DE LOS ACTORES SOCIALES INVOLUCRADOS CON RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Es de suma importancia identificar tanto las competencias y responsabilidades de cada uno de los actores sociales –consumidor, productor, transportador, vendedor, reciclador, etcétera– que esté involucrado en la generación, uso, posconsumo y disposición de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, a fin de establecer y diseñar un plan de gestión integral.

Los actores sociales mencionados tiene una función específica dentro del ciclo de vida de los aparatos y disposición de sus residuos, por lo cual es importante además de identificar su función, también definir su papel como potencial gestor que contribuya a prevenir, disminuir, manejar y disponer correctamente de este tipo de residuos, además de participar con el resto del proceso del plan de gestión integral de manera directa e indirecta para hacerlo viable y rentable.

¿QUÉ ES LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA Y CÓMO SE APLICA?

Lindhqvist (2000: 154) define la responsabilidad extendida del productor como un principio político para promover mejoras ambientales para ciclos de vida completos de los sistemas de los productos, al extender las responsabilidades de los fabricantes a varias fases del ciclo total de la vida útil de los aparatos, especialmente a su recuperación, reciclaje y disposición final. Así, un principio político es la base para elegir la combinación de instrumentos normativos a implementarse en cada caso particular; particularmente en la responsabilidad extendida del productor se lleva a cabo a través de instrumentos políticos administrativos, económicos e informativos (figura 8).

Otra definición de responsabilidad extendida del productor es la que reporta la OCDE (2001: 9) indicando que: «es un enfoque sobre política ambiental en el que la responsabilidad del productor –económica o física– sobre un producto se extiende al estadio posterior cuando el producto llega al consumidor y no se limitan a la fase final del ciclo de vida, sino

también a otros estadios de este ciclo, por lo que las responsabilidades convencionales resultan insuficientes para garantizar la óptima protección del medio ambiente» (Lindhqvist *et al.*, 2008).

A la fecha, la mencionada responsabilidad extendida se aplica en los países miembros de la OCDE y se ha concentrado principalmente en la fase final del ciclo de vida, que es el «eslabón más débil» en la cadena de responsabilidades de la producción (Kroepelien, 2000: 166). Sin embargo, en países como México resulta un reto su establecimiento debido a los serios problemas de implementación y desarrollo legal a que debe enfrentarse, aun cuando la propuesta de NOM-161-SEMARNAT-2011 hace mención de dicha responsabilidad que deben asumir los diferentes actores sociales con respecto a los residuos generados.

Figura 8
Responsabilidades que pueden apoyar un plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos



Fuente: Elaboración propia.

Los objetivos que deben aplicarse en la responsabilidad extendida del productor son: 1) mejora en el diseño de los productos y sus sistemas, y 2) alta utilización de productos y materiales de calidad a través de la recolección, tratamiento y reutilización o reciclaje –de manera ecológica y socialmente conveniente– (Lindhqvist y Van Rossem, 2005: 2).

Figura 9
Responsabilidad extendida del productor



Fuente: Lindhqvist (2000).

Al respecto de lo anterior, Lindhqvist (2000: 38-9) propone los siguientes tipos de responsabilidad:

- a) Responsabilidad legal: implica la responsabilidad por daños probados al medio ambiente causados por el producto en cuestión. El alcance de la responsabilidad legal lo determina la legislación y puede incluir las diferentes etapas del ciclo de vida útil del producto, incluido su uso y disposición final;
- b) Responsabilidad económica: significa que el productor cubrirá todos o parte de los costos, por ejemplo, la recolección, reciclaje y disposición final de los productos que fabrica. Estos costos podrían ser pagados directamente por el productor o a través de una tarifa especial;
- c) Responsabilidad física: se utiliza para caracterizar los sistemas en los que el fabricante participa activamente en el manejo físico de los productos o de sus efectos;

- d) Responsabilidad de informar: implica varios tipos de posibilidades que extienden la responsabilidad del productor al requerirle que proporcione información sobre las propiedades ambientales de los productos que fabrica –por ejemplo, a los recicladores– (figura 9).

Un punto importante que considerar es que la responsabilidad extendida del productor implica un desarrollo en el enfoque de la política ambiental, en donde la responsabilidad de un productor, física o financiera, es extendida hasta la etapa de posconsumo en el ciclo de vida de un producto (OCDE, 2008), y se ha denominado de la «cuna a la tumba», es decir, la responsabilidad inicia desde que extraen la materia prima que dará origen a una o varias de las partes de un aparato hasta que dichos artículos llegan al fin de su vida útil. Por lo cual, tendrán que ser dispuestos íntegramente o en parte en un relleno sanitario y de ahí se reintegran al ambiente que los generó, sea total o parcialmente.

Si bien es un principio que parecería difícil de cumplir, tiene como ventaja que promueve el mejoramiento total del ciclo de vida de los productos, por medio de la extensión de responsabilidades del productor en las fases de dicho ciclo, especialmente en los puntos de reacondicionar, recuperar y disponer el producto, tal como indica Lindhqvist (2000).

Responsabilidad extendida del productor: es una política ambiental en la cual, la responsabilidad de los productores se amplía a la etapa post consumidor del ciclo de vida de un producto (OCDE, 2008).



PROPUESTA PARA ESTABLECER UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

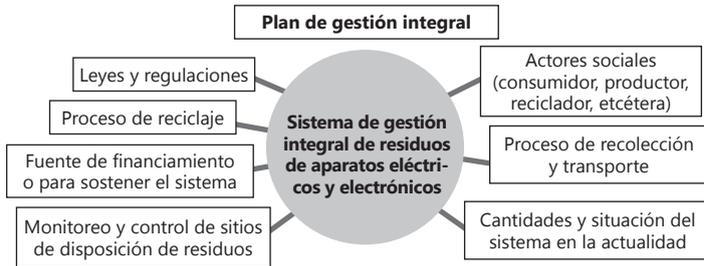
La gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos puede ser la parte organizadora y operacional de un sistema de residuos municipales. Cabe mencionar que para un buen funcionamiento del sistema es importante que durante el proceso del plan de gestión no sólo se involucren todos los actores sociales, sino además se tomen en cuenta las fuentes económicas para trabajar en apego a las regulaciones ambientales establecidas. Así mismo, se debe hacer una concepción sencilla y pragmática del sistema. En la figura 10 se muestran los principales componentes de un sistema de gestión integral, donde el gestor, como ya se mencionó, dirige, coordina, designa y facilita las actividades y responsabilidades de cada actor social involucrado en una o más fases del plan.

Gestión integral de residuos eléctricos y electrónicos es el conjunto articulado e interrelacionado de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación para el manejo de residuos, desde la generación hasta su valorización y disposición final (CRAEL, 2011)

PRINCIPIOS BÁSICOS PARA UNA BUENA GESTIÓN

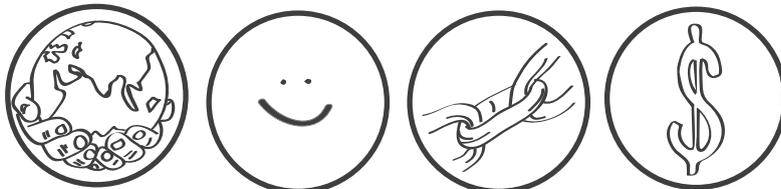
Algo importante que nunca debe perderse de vista dentro del plan son los cuatro pilares de una buena gestión (figura 11), los cuales darán certidumbre a que todos los actores sociales involucrados marchen en una dirección viable y sostenible dentro del sistema.

Figura 10
Principales componentes de un sistema de gestión integral de aparatos eléctricos y electrónicos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11
Principios para una buena gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos



Responsabilidad

Productores e importadoras se comprometen para una gestión integrada de los residuos que incluye el reciclaje de sus productos electrónicos y eléctricos, lo cual garantiza una solución adecuada del reciclaje.

Simplicidad

El manejo y disposición de residuos tanto para los consumidores como comerciantes, vendedores, productores y recicladores debe ser sencillo de forma que todos los socios sean capaces en el manejo conjunto de los residuos electrónicos.

Solidez

Los pasos determinantes en la cadena de reciclaje requieren de un control independiente, transparente y confiable, monitoreo y control.

Liquidez

En caso de que el valor de los materiales no sea suficiente para pagar los procesos, deben considerarse fondos adicionales que sostengan el funcionamiento del sistema.

Principios básicos para una buena gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Fuente: Elaboración propia.

Además de lo anterior, tampoco debe olvidarse que un plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos no iniciará cuando ya se tienen los residuos, sino mucho antes que se generen éstos, es decir, desde el momento que se producen y usan como aparatos hasta que éstos pasan a ser residuos, por lo cual hay que manejarlos y disponerlos en algún sitio seguro. En este punto debe identificarse a los actores sociales que participan en la cadena de valor de los residuos electrónicos (cuadro 6).

Cuadro 6
*Cadena de actores sociales y campos de acción
de los aparatos eléctricos y electrónicos*

<i>Cadena</i>	<i>Actores sociales</i>	<i>Campos</i>
Producción	Empresas transnacionales e internacionales	Economía
Importación	Empresas importadoras Intermediarios formales e informales Pymes Aduanas nacionales Importadores nacionales Actores TIC	Economía Prácticas de consumo tecnológico
Comercialización	Empresas importadoras Comerciantes formales e informales Contrabandistas Usuarios	Prácticas culturales de consumo tecnológico
Uso	Usuarios	Prácticas culturales de consumo tecnológico
Eliminación	Usuarios	Prácticas culturales de consumo tecnológico
Gestión de residuos	Municipios Pymes Recolectores, carretoneros, pepenadores, recicladores y artesanos.	Prácticas culturales de consumo Medio ambiente Economía

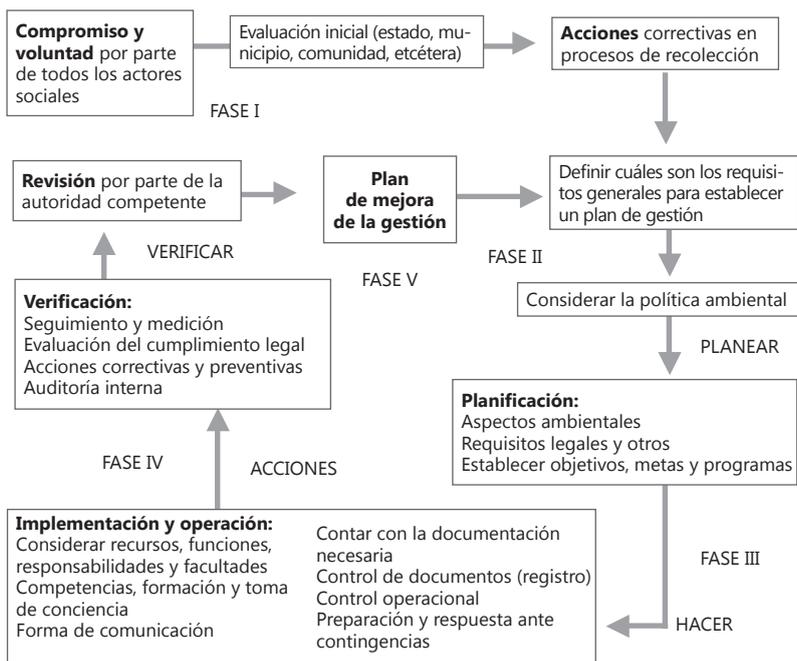
Fuente: Elaboración propia a partir de Rojas (2011).

FASES DEL PROCESO DE GESTIÓN

En este punto, cabe recordar que la responsabilidad de gestión recae sobre el gobierno local o municipal, pues en la mayoría de casos los residuos electrónicos se dejan en la vía pública o se mezclan con los residuos sólidos y es el sistema de residuos sólidos municipales el que recolectará

éstos desde los domicilios o la vía pública. Por lo cual la autoridad gubernamental, además de ser el gestor, tendrá que establecer el plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos o en su defecto deberá asociarse con una empresa privada para lograr ese objetivo. Enseguida se describen las fases de un plan de gestión integral:

Figura 12
Fases de un plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos



Fuente: Elaboración propia.

Fase I. Prevención y compromiso de voluntades;

Fase II. Desarrollo del plan de gestión integral;

Fase III. Implementación y operatividad del plan de gestión integral;

Fase IV. Establecimiento de las actividades de verificación de la operatividad del plan de gestión integral;

Fase V. Mejora y revisión del plan de gestión.

El concepto general de un plan de gestión (figura 12) se ejemplifica en sus cinco fases básicas, incluyendo la mejora.

Previo a las fases del plan de gestión, es importante que el municipio y las autoridades educativas propicien entre la población un consumo responsable, donde se aplique el principio básico de las tres erres –reducir, reutilizar y reciclar–. Además fomentar la valorización de los recursos desde donde se generaron los aparatos y dar una educación ambiental al individuo para que realice una adecuada eliminación de los residuos (figura 13). Estas acciones iniciales facilitarán los procesos de gestión que realicen las autoridades y el resto de los actores sociales, y por ende en las siguientes fases habrá una disminución de los residuos electrónicos y también una reducción de costos por daños ambientales, tratamiento y disposición final de éstos.

Figura 13
Jerarquía de la responsabilidad individual del consumidor



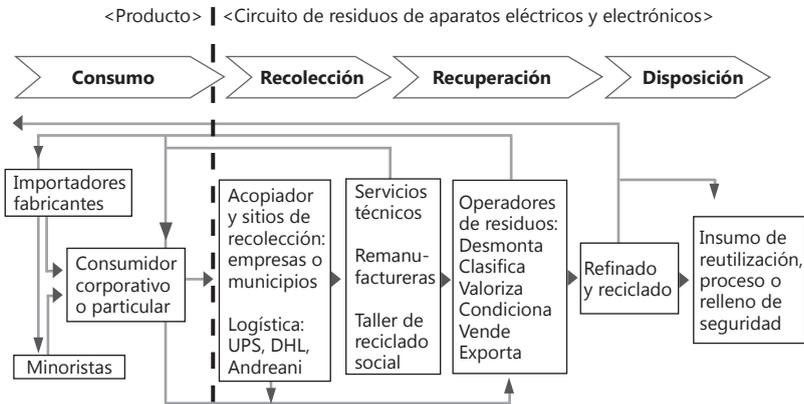
Fuente: Elaboración propia.

Fase I. Prevención y compromiso de voluntades

Dentro del proceso de gestión integral, como se mencionó en la parte del consumidor, debe existir corresponsabilidad en la cogeneración de residuos electrónicos, por lo cual no debe olvidarse un principio básico que debe asumir un consumidor: su responsabilidad como ente indivi-

dual al comprar o recibir un aparato que generará una «huella ecológica» mensurable, de la cual es responsable de forma individual. En esta fase los consumidores pueden tener el poder de exigir a los productores de este tipo de aparatos que usen materiales amigables con el ambiente en su composición y con ello prevenir daños ambientales y adoptar medidas de mitigación *a posteriori*, sobre todo en el caso del cromo hexavalente o policlorobifenilos, que por su composición son altamente contaminantes. Así mismo, se puede proponer un sistema de información entre productores, gestores, administraciones públicas y consumidores, en aras de un principio de transparencia y corresponsabilidad en la producción y distribución de este tipo de artículos; esto se puede iniciar local o regionalmente.

Figura 14
Modelo «vía verde» para un proceso de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos



Fuente: Elaboración propia a partir del modelo de Böni (2009).

Aunado a lo anterior, en este punto tanto los consumidores como la autoridad pueden promover la reutilización y reparación del aparato eléctrico o electrónico para disminuir la carga de residuos. En la figura 14 se muestra un modelo de gestión que se puede aplicar en esta fase.

En esta fase, se debe incluir a los productores de aparatos, en donde se puede aplicar el principio de «quien contamina paga» o la responsabilidad extendida del productor, para lo cual hará un pago desde la fabricación de estos aparatos hasta la disposición final de los residuos. De forma semejante, se puede establecer un pago para el consumidor que se incluya dentro del precio de los artículos eléctricos y electrónicos o por el tratamiento de sus residuos.

Fase II. Desarrollo del plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

En esta fase es de suma importancia establecer un plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos e identificar a los principales actores, componentes, impactos y recursos humanos o de capital económico que se requieren para llevar a cabo el plan a nivel comunidad o municipio. Además, se deben establecer los objetivos y metas a desarrollar, así como definir estrategias para abordar el problema, solucionarlo y minimizar o eliminar los contratiempos (figura 12). Bajo este esquema mencionado debemos considerar los siguientes puntos:

- a) Caracterizar su sistema de gestión integral desde el punto de vista ambiental, social y económico;
- b) Conocer los requisitos legales del país, en materia de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos;
- c) Identificar a los principales actores sociales involucrados en la región –consumidor, reciclador, transportista, distribuidor, detallista– y sitios de disposición con los que se cuente o cercanos;
- d) Identificar las posibles fuentes internas o externas de financiamiento;
- e) Establecimiento de objetivos, metas y responsabilidades de manera programática;
- f) Contar con el apoyo e involucramiento del sector público, privado y representantes sociales, a fin de reunirse para desarrollar estrategias de solución;
- g) Involucrar a todas las partes responsables con los residuos electrónicos, a fin de evitar duplicidad de esfuerzo y gastos;

- h) Dar impulso y canalizar todas las acciones en materia de gestión de residuos electrónicos;
- i) Contar en caso necesario con un facilitador –público o privado– en materia de gestión que permita la interacción entre los distintos actores sociales y garantice el acceso al conocimiento y a experiencias locales, e incluso pueda compartir experiencias internacionales en materia de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Todo lo anterior facilitará el establecimiento de un plan de gestión integral y permitirá contestar las siguientes preguntas:

- ¿Con quién se va a elaborar el plan? ¿Socios, gestores, recicladores, población, etcétera?;
- ¿Existen en mi región empresas, instituciones u otras organizaciones interesadas en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?;
- ¿En qué o en quiénes se debe enfocar el plan para que sea viable?;
- ¿Existen propuestas normativas?;
- ¿Hay desarrollo tecnológico en la región o el país?;
- ¿Existe un modelo de administración?;
- ¿Cómo se financiará el plan?;
- ¿Hay instrumentos y mecanismos económicos con los que se pueda contar?;
- ¿Existe alguna tasa o impuestos económicos que pueda pagar el productor como parte de la responsabilidad extendida o la posibilidad de cobrar un impuesto a la población en materia de residuos electrónicos?, o ¿se darán incentivos?

Finalmente, es importante recordar que se necesita contar con algún tipo de diagnóstico y caracterización del sistema sobre el cual se va a gestionar y elaborar el plan. En los casos de estudio abordados en el siguiente capítulo se tomaron como base los diagnósticos de los siguientes estudios:

- a) Diagnóstico de la generación de residuos electrónicos en México: Inventario nacional (INE, 2008);

- b) Diagnóstico regional de la generación de residuos electrónicos al final de su vida útil en la región noreste de México (INE, 2009);
- c) Análisis de ciclo de vida de residuos electrónicos y propuesta de manejo en ciudades fronterizas de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (INE-El Colef/Cocef, 2011).

Lo anterior permitió identificar a los principales actores –productor, distribuidor, transportista, consumidor, detallista, gestores de disposición final, entre otros– mediante talleres de participación social regionales.

Fase III. Implementación y operatividad del plan

de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

En esta fase se sugieren algunas acciones que facilitan su implementación y operatividad:

- 1) *Considerar recursos, funciones, responsabilidades y autoridades:*
 - Tener una base financiera propia o externa que permita solventar los gastos para implementar el plan;
 - Tener una relación estrecha con la sociedad, recicladores, productores, distribuidores y autoridades involucradas en el plan;
 - Contar con la infraestructura para recolectar y transportar los residuos electrónicos o en su defecto vincularse con un gestor privado para el manejo y disposición de los mismos de manera adecuada.

- 2) *Competencias, formación y toma de conciencia:*

Si en el plan se consideró contar con el apoyo del sistema de residuos sólidos municipales y su personal, esto facilita o da viabilidad al plan, al poder optimizar recursos humanos y económicos. Aunque no se debe olvidar algunos aspectos básicos como son la conciliación con sindicatos u organizaciones de trabajadores del sistema municipal, ya que eso implicará asignar o cambiar al personal de ciertas actividades a otras distintas, las cuales en ocasiones están definidas en los contratos colectivos del trabajador. Por lo cual, se debe considerar dentro del plan la negociación

u optar por asignar a un empresa privada la realización de esta fase, a fin de hacerlo viable.

Enseguida se proponen acciones para dar viabilidad a esta fase:

- Reorganización del sistema de residuos sólidos municipales y su personal, lo cual puede implicar la reubicación de empleados acorde con su desempeño, y se debe explicar sus funciones e importancia dentro del proceso de reestructuración dentro del sistema;
- Definir y establecer puestos específicos para las actividades a desarrollar dentro del plan, lo cual implica capacitación del personal;
- Adquisición de infraestructura –contenedores, construcción de sitios de disposición o su adecuación para este fin;
- Establecer y adecuar puntos estratégicos donde el trabajador recolecte los residuos electrónicos;

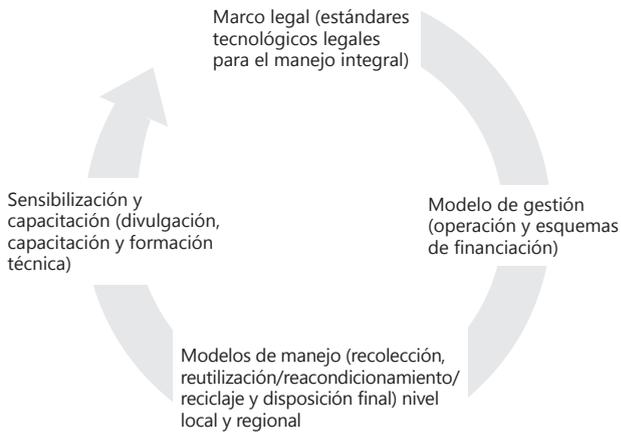
3) *Forma de comunicación y difusión:*

- Establecer un sitio o ventanilla de información sobre residuos electrónicos y con ello programas de difusión sobre manejo y disposición de los mismos, así como programas de educación ambiental;
- Establecer vías y formas de comunicación, por ejemplo: programas radiofónicos, anuncios en papel, vía Internet y capacitación a profesores de todos los niveles educativos;
- En caso necesario se puede optar por contratar a un gestor privado en comunicación y capacitación de personal, el cual puede establecer campañas de concientización ambiental sobre los residuos;
- Dar un nombre adecuado o fácil de recordar para los sitios de disposición de los residuos electrónicos. Por, ejemplo: «puntos verdes», «puntos reciclón», «puntos limpios», «punto residuos de aparatos eléctricos y electrónicos», «punto-e», o algún otro nombre, para que la población lo relacione fácilmente.

En el anexo 3 se propone una serie de herramientas de comunicación y difusión más detallada para dar a conocer el plan de manejo y disposición de residuos electrónicos para la comunidad.

- 4) *Contar con la documentación necesaria y control operacional:*
- Contar con un gestor de documentación legal y de trámites referentes a residuos de aparatos eléctricos y electrónicos;
 - Mantener un control y registro sistematizado del manejo y disposición de residuos electrónicos;
 - Establecer un sistema de control operacional que verifique los procesos de recolección, manejo y disposición de residuos. Este sistema puede ser manejado por un gestor público o privado, que dependerá del tipo de gestión que se quiera implantar en el municipio (figura 15).

Figura 15
Líneas de acción en la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos



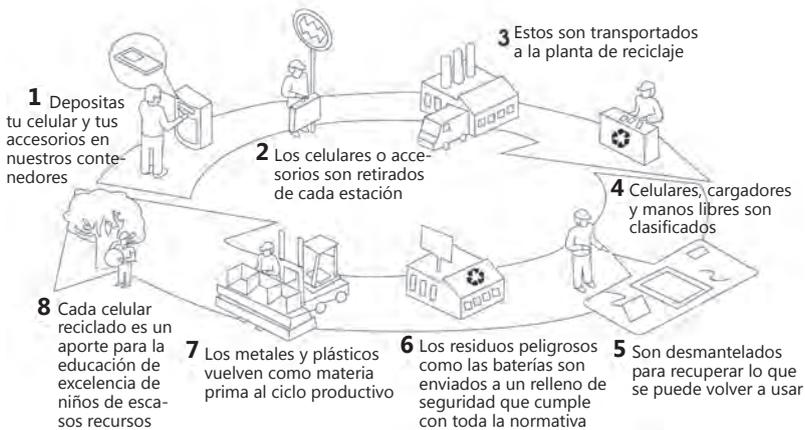
Fuente: Elaboración propia.

- 5) *Preparación ante contingencias:*
- Desarrollar un plan de respuesta ante contingencias naturales o de otra índole, siendo que nuestro plan de gestión integral puede sucumbir bajo este escenario;

Fase IV. Establecimiento de las actividades de verificación de la operatividad del plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

En esta fase se pretende que el generador –población y privados– lleve sus residuos electrónicos a un sitio preestablecido en la fase III o si se optó por su recolección domiciliaria también deben llevarse a un sitio de disposición temporal para posteriormente llevarlos a la empresa recicladora profesional, y finalmente destinarlos para su disposición final a un relleno certificado.

Figura 16
Ejemplo del proceso de reciclaje de un teléfono celular



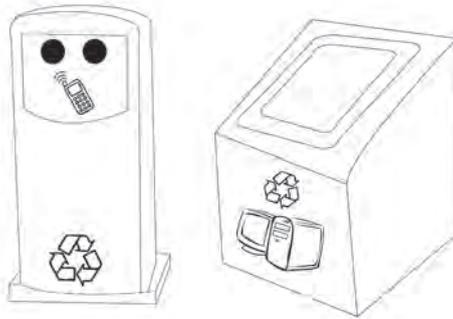
Fuente: Elaboración propia a partir del concepto de Degraf (2011).

Un punto clave de esta fase es lograr que el generador haga una disposición y separación adecuada en los puntos establecidos, porque en caso contrario el personal del sistema de residuos sólidos municipales además de recolectarlos deberá hacer una separación selectiva, lo cual implica costos y recursos humanos.

Otra opción de separación selectiva se puede hacer cuando en los puntos de disposición temporal alguna organización no gubernamental

participa haciendo una preselección de las partes rentables para reacondicionar otros aparatos eléctricos o electrónicos y ampliar su vida útil, y el resto de material seleccionado se enviará a la recicladora. En la figura 16 se presenta un ejemplo de gestión de un teléfono celular, en donde puede verse a los actores involucrados: el gobierno local, generador de residuos electrónicos y reciclador. Además, en esta fase del plan de gestión integral, el gestor puede ser el propio municipio, una empresa privada o una combinación municipio-empresa privada, eso dependerá de la conveniencia económica que se estableció previamente en el plan.

Figura 17
Contenedores para distintos tipos de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos



Fuente: Elaboración propia.

Otro punto importante dentro del plan es la propia recolección y clasificación de residuos electrónicos, por lo cual se sugieren las siguientes acciones:

- Informar adecuadamente a la población potencialmente generadora de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, a través de medios de comunicación como radio y televisión, propagandas en medios impresos, reuniones en colonias y programas de recolección periódica de residuos (*reciclones*);

- Señalizar correctamente la ubicación de los sitios de disposición temporal. Los contenedores deben tener leyendas o imágenes claras y sencillas que hagan referencia al tipo de aparato que debe depositarse en ellos (figura 17);
- Identificar los puntos de disposición temporal con nombres sencillos para que la población los recuerde y reconozca rápidamente;
- Los contenedores deben ser adecuados, tanto en forma como estilo, para almacenar temporalmente los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. El tipo de contenedor puede variar según el ingenio y el presupuesto disponible del gobierno local (figura 19);
- Ya dispuesto en un contenedor especial y teniendo los vínculos con el gestor de manejo y disposición de residuos electrónicos, este último tendrá la obligación de recogerlos y disponerlos en tiempo y forma, según lo acordado. Aquí es donde en la fase I y II es indispensable el compromiso y la planeación.

a) *Traslado, ingreso, separación, tratamiento y reciclaje*

Traslado

En el caso del traslado hacia la planta de reciclaje, es vital que esta empresa, el «gestor de manejo y disposición de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos», asuma la responsabilidad que marca la ley en cuanto a este tipo de residuos. Además, debe contar con una certificación en la materia y estar inscrito en la lista de recicladores autorizados que indica la Semarnat y el gobierno local. En la figura 18 se muestran los pasos a seguir dentro de la empresa recicladora.

La forma que resulta más favorable y económica para el manejo y disposición de residuos para una empresa recicladora es aquella realizada en los puntos de disposición temporal –puntos verdes, puntos limpios, puntos residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, etcétera–, por ser sitios de preclasificación y consolidación de los volúmenes óptimos para el transporte final hasta el reciclador profesional. En esta etapa existe otra opción que es la recolección desde el consumidor o generador de residuos y lo puede realizar el sistema de residuos sólidos

municipales, aunque tendría un costo adicional y se debe considerar en la fase II.

Figura 18
Modelo de proceso de reciclado de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos



Fuente: Elaboración propia.

Ingreso

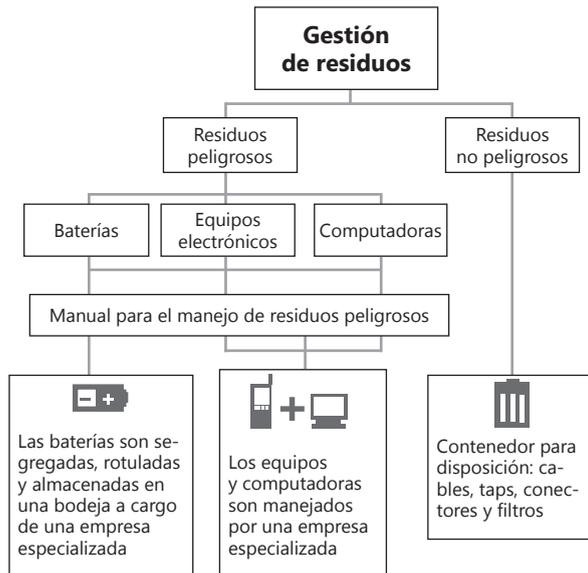
- En esta etapa, comprende una descontaminación de los residuos en caso necesario para que pueda ingresar a la empresa recicladora;
- Se debe mantener un registro de la cantidad de material ingresado, sitio del que proviene y en general características de los residuos.

Separación

Esta etapa, de separación de materia reciclable de los residuos en peligrosos y no peligrosos (figura 19), dentro de la empresa, se puede realizar con los siguientes criterios:

- En el caso de los aparatos eléctricos y electrónicos medianos y grandes –televisores, estéreos y computadoras de varios tipos–, realizar un desmantelado selectivo, seguido de una molienda para reducir tamaño y liberar materiales. Es la opción más indicada, desde el punto de vista medioambiental y económico;
- En el caso de los equipos pequeños –teléfonos no celulares y celulares– que no contienen componentes peligrosos o una vez retirados, la molienda directa es la alternativa más adecuada.

Figura 19
Proceso de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos dentro de la empresa recicladora



Fuente: Elaboración propia a partir del concepto de UM, 2011.

Dentro de la separación se encuentra el desensamblado y el triturado de los residuos, que generan nuevas fracciones de material que deben ser sometidas posteriormente a diversas operaciones de separación

selectiva y concentración para lograr cantidades considerables de materiales –plásticos, metales, vidrio– con una calidad apta para su comercialización, lo cual dependerá del grado de especialización de la empresa recicladora.

En general, las fracciones que se pueden obtener tras un desmontaje selectivo de los residuos son las siguientes:

- Tarjetas de circuitos impresos;
- Mezclas de metales Cu/Fe/Al y plásticos;
- Hilos y cables;
- Piezas metálicas;
- Carcasas plásticas;
- Tubos de rayos catódicos (vidrio, metales);
- Madera.

Ya separadas las partes útiles (reciclables) y las que no lo son, estas últimas se llevarán hacia un sitio de disposición final, acorde con la normatividad de residuos peligrosos.

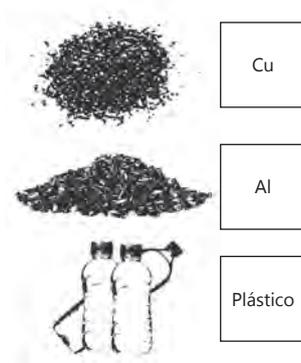
Tratamiento

Posteriormente, al obtener las fracciones de material antes citado, siguen su proceso de tratamiento mecánico específico para recuperar los materiales que contienen –diversos metales, vidrio y plásticos–, como se ve en la figura 22. El tratamiento mecánico puede incluir diversas combinaciones, tales como:

- Trituración y molienda para reducir tamaños y liberar los materiales;
- Cribas vibrantes o cribas giratorias (trommel);
- Separación con imanes de metales magnéticos para extraer hierro y cobre;
- Separación por corrientes de Foucault que permita recuperar metales no magnéticos tales como el aluminio;
- Separación electrostática corona para la recuperación de metales en mezclas complejas de materiales muy molidos;

- Separación por diferencia de peso específico: mesas densimétricas o de sacudidas –con aire o con agua–, balsas de flotado, separadores por corriente de aire o neumáticos, hidrociclones, entre otras técnicas (Gaiker, 2007).

Figura 20
*Obtención de material valorizado: cobre, aluminio,
hierro, plásticos o poliuretano*



Fuente: Elaboración propia.

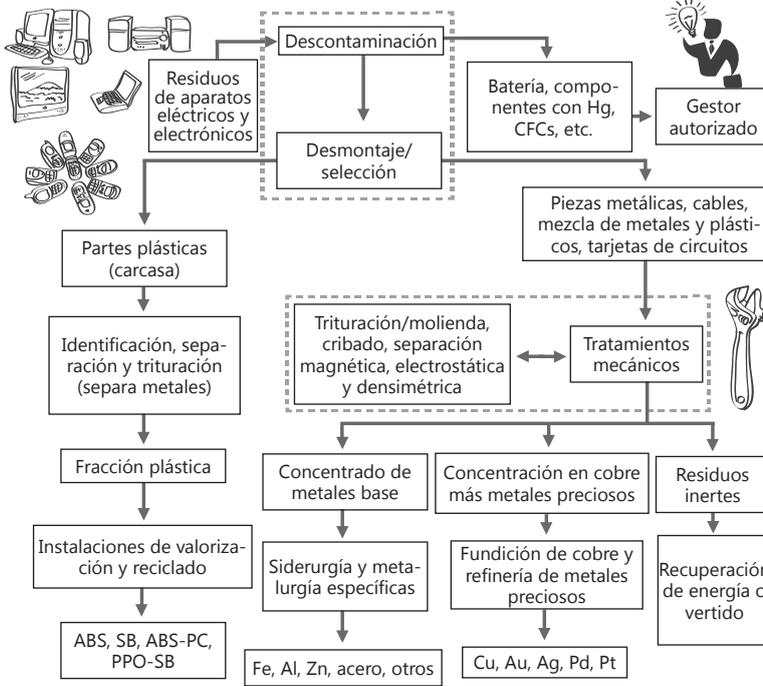
Reciclado o acondicionamiento

Una fase que puede darse o no dentro de una empresa recicladora es el reacondicionamiento de algunas partes. Por ejemplo: discos duros, de los cuales se elimina información que no requiere el propietario y pueden tener un segundo uso. Así mismo, existe equipo al que se le puede sustituir uno o varios de sus componentes para que vuelva a funcionar (figura 21).

b) Sitios de disposición final

La clasificación de residuos de manejo especial y residuos peligrosos se establece en las normas oficiales mexicanas, indica la forma de determinar sus características y los límites de concentración de las sustancias que pueden ser un riesgo para la salud y para el ambiente, por lo cual deben disponerse en sitios específicos que también marca la legislación nacional.

Figura 21
 Proceso general de tratamiento de residuos
 de aparatos eléctricos y electrónicos dentro de la empresa



Fuente: Elaboración propia a partir del concepto de Gaiker, 2007.

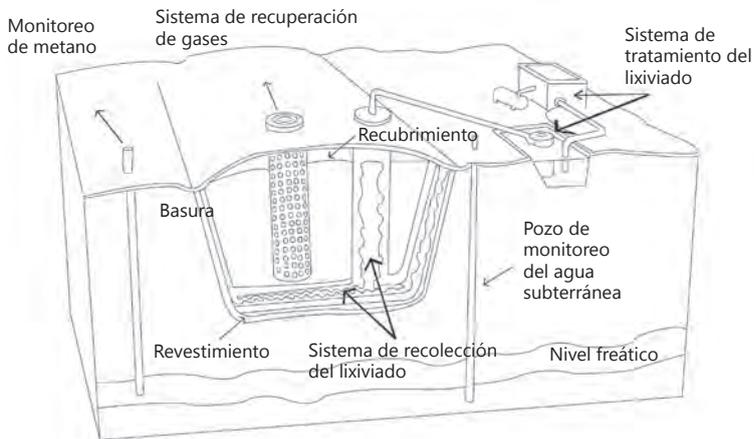
El concepto de residuos peligrosos está unívocamente definido en el reglamento mediante la clave CRETIB, cuyo nombre resulta de la conjunción de cada una de las iniciales de los nombres de seis características que tienen las sustancias o materiales conocidos hoy en día. La letra ce corresponde a la corrosividad, la erre a la reactividad, la e a la explosividad, la te a la toxicidad, la i a la inflamabilidad y la be al biológico-infeccioso. Para que un residuo se considere peligroso basta con que rebase una de las seis características de peligrosidad (NOM-052-SEMARNAT-1993).

Uno de los procedimientos más viables para la disposición de residuos peligrosos en México es el confinamiento controlado, el cual debe garanti-

zar que no exista la posibilidad de filtraciones al subsuelo y que el residuo no reaccione en lo futuro, por lo que necesariamente se estabiliza el desecho antes de confinarlo, mediante procesos físicos, químicos o biológicos que eliminen la posibilidad de mantener alguna de las características de la clave CRETIB, de tal suerte que lo que se confine sea el residuo inocuo. Un líquido nunca se confinará sin antes haberse estabilizado, para lo cual se incorpora un segmentante que permita evitar la migración o formación de lixiviados. Además, tenemos que prever cualquier contingencia en los confinamientos controlados (INE, 1995).

Si se llegasen a generar lixiviados, la pendiente del piso de confinamiento y otros dispositivos que se instalan permitirán que escurran y que se puedan tomar muestras, con el fin de determinar alguna medida de mitigación (figura 22).

Figura 22
Características de un relleno sanitario para depósito de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos



Fuente: Elaboración propia a partir del concepto de Ceamese.

La responsabilidad legal del inversionista y constructor de un confinamiento es por 25 años. Por ejemplo, el espléndido confinamiento de

RIMSA, construido por un grupo privado de Monterrey, lleva actualmente más de 20 años en operación.

La industria tiene también que manifestar el transporte de residuos, para lo cual debe obtener la autorización del Instituto Nacional de Ecología. En este punto es importante destacar que en materia técnico-administrativa se agilizan trámites para autorizar empresas que presten servicios de manejo de residuos peligrosos y que atiendan de manera integral y sistemática los requerimientos de impacto ambiental, riesgo y manejo de residuos peligrosos de las industrias. Así, podrá obtenerse en la mitad del tiempo normal la resolución de inicio de construcción de obra y la autorización de operación. Además, la industria debe preferentemente contar con el apoyo de laboratorios, donde se realicen los análisis de muestras y se verifique que se respeta la autorización INE (figura 22).

Fase V. Mejora y revisión del plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Se debe contar con un auditor interno o externo que realice una evaluación del proceso de gestión de residuos, a fin de verificar y proponer medidas de mejora o corrección en caso necesario. Esto último puede darse en algunas fases del plan o dentro de algún proceso de estas fases. Todo ello a fin de hacer más eficiente el sistema de gestión integral y corregir errores que pueden implicar dinero y esfuerzo de los involucrados en la gestión.

Grandes errores al crear un plan de gestión

- No estábamos tratando el problema correcto;
- Diseñamos lo que no era;
- Utilizamos la tecnología o equipo equivocado;
- No diseñamos una buena agenda para el proyecto;
- El equipo no congeniaba o no establecimos un ambiente propicio de trabajo;
- No involucramos a la gente adecuada;
- No comunicamos adecuadamente lo que estábamos haciendo;
- No prestamos atención a los riesgos del proyecto, ni a la administración;

- El proyecto costó mucho más de lo que se esperaba;
- No comprendimos ni informamos del progreso de acuerdo con el plan;
- Intentamos hacer demasiado;
- No realizamos consulta a la población o encuestas;
- No supimos dar capacitación o educación a nuestros oyentes;
- No cancelamos fases o procesos en el momento correcto;
- Nos tropezamos en la línea de meta;
- Los actores sociales no cumplieron con su responsabilidad;
- No teníamos un plan B por si el producto fallaba en el plan A (plan de contingencia).

Errores en la práctica

- Falta de información y desconocimiento de los sitios de disposición temporal por parte de los generadores de residuos, lo cual puede incentivarlos a tirarlos en vía pública y tendrían que ser recolectados por el sistema de residuos sólidos municipales;
- Falta de capacitación e información del personal de dicho sistema, lo cual puede llevar a que al recolectar residuos de aparatos eléctricos y electrónicos huérfanos o históricos que se encuentran en vía pública se mezclen con residuos sólidos y contaminarlos;
- Información deficiente o complicada puede llevar a que los generadores depositen de forma incorrecta los aparatos y contaminen el resto de residuos;
- Falta de comunicación entre gobierno y recicladores profesionales, lo que puede llevar a sobresaturar contenedores, dar una imagen de deficiencia del programa, entre otras cosas;
- Falta de integración dentro del plan a los recicladores informales, lo cual lleva a una fuga de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, inadecuado manejo y disposición de estos residuos, aunado a un riesgo de salud para estos recicladores.

ESTUDIOS DE CASO EN EL NORESTE DE MÉXICO: PRIMERAS FASES DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

En el tema de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, los primeros estudios fueron el Primer inventario sobre la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en México realizado en el 2006, en donde se estimó que se estaban produciendo entre 150 000 y 180 000 toneladas de residuos (INE, 2008). Posteriormente, el Diagnóstico regional sobre la generación de residuos electrónicos en el Noreste de México identificó que los desechos electrónicos generados por los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas estaban teniendo un incremento significativo tanto a nivel de la industria electrónica como por consumo de aparatos. Además, se detectó que los tiempos de sustitución de este tipo de artículos estaba disminuyendo, lo cual se presuponía estaba siendo fomentado por la vecindad que hay entre México y Estados Unidos, al facilitar su compra y traslado, y que a mediano plazo podría ser un problema de residuos para el país.

Tres años más tarde, en el 2011, se realizó el Análisis de ciclo de vida de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (INE, 2011); se detectó que el tema ha sido poco desarrollado en la región aun cuando es considerado como relevante. Al respecto, en los siguientes apartados se describe la aplicación de un plan de gestión integral, en sus primeras fases, tomando como estudios de caso tres ciudades del noreste de México: Piedras Negras Coahuila, Reynosa Tamaulipas y Monterrey Nuevo León.

CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y SOCIOECONÓMICAS

El clima de las entidades y localidades del noreste de México se ubica en el rango entre muy seco y templado subhúmedo. En Coahuila es muy seco y en Nuevo León –en su mayor parte– estepario semiseco, mientras que en Tamaulipas predomina el clima seco y templado subhúmedo (figura 23). La mayor parte del clima de la zona es estepario semiseco y las lluvias son comunes entre mayo y septiembre (INE-Semarnap, 1998).

Figura 23
Ubicación de las ciudades en estudio



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la hidrología, el río Bravo es la principal fuente hídrica superficial y separa los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas de Texas, en Estados Unidos, por un tramo de más de 1 400 kilómetros. El Río Bravo se divide en tres tramos: el primero (superior) se extiende desde la frontera de Nuevo México hasta La Linda, situándose dentro de la provincia biótica de Chihuahua; el segundo (intermedio) se extiende desde La Linda hasta el sur de Ciudad Acuña y Del Río. El último

(bajo) se extiende hasta el Golfo de México y abarca la provincia biótica tamaulipeca, en estos dos últimos tramos se ubican las ciudades en estudio (CILA, 1994). En cuanto a embalses hídricos, los principales son Elephant Butte en Nuevo México y las presas Internacional La Amistad y la Internacional Falcón, ubicadas entre los estados de Coahuila y Tamaulipas (CILA, 1994).

Aspectos socioeconómicos

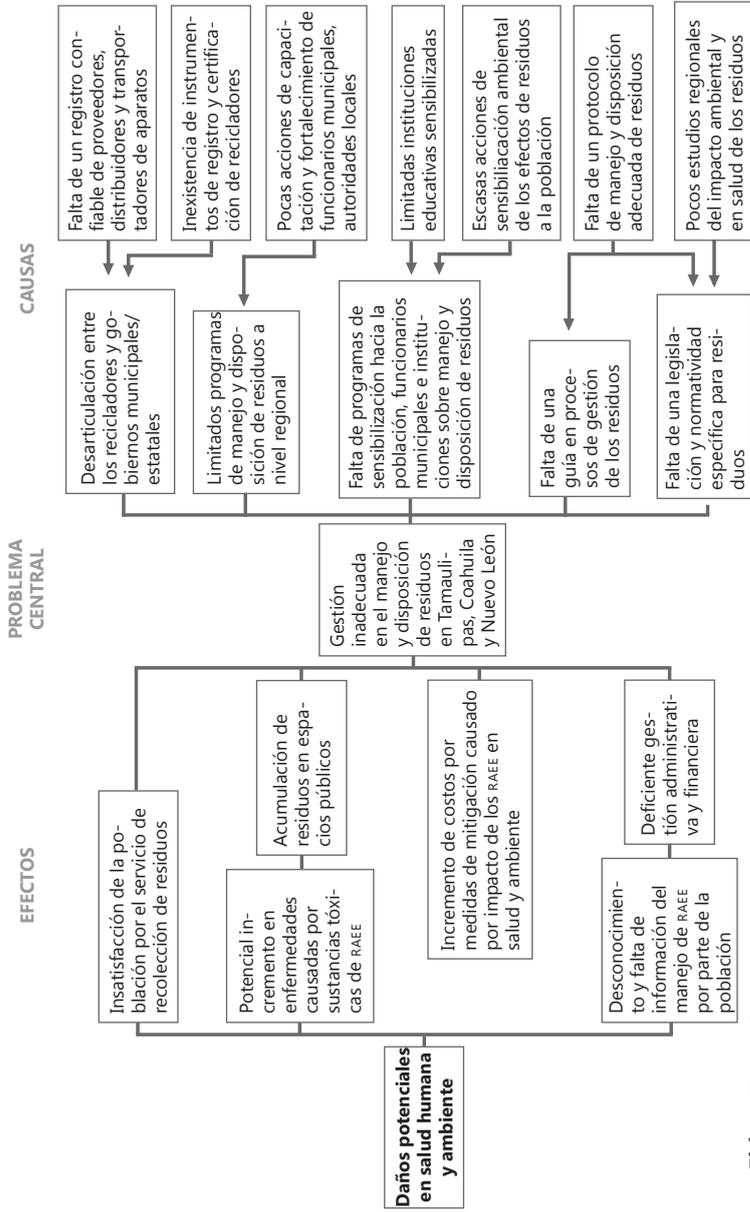
La frontera norte de México es una de las regiones de mayor dinamismo económico y poblacional en el país.¹ Los intensos flujos de bienes y servicios y de población que se dan en la región, los cuales se han acentuado en gran medida con el Tratado de Libre Comercio entre México, Estados Unidos y Canadá, le dan esa peculiaridad. La frontera es, sin embargo, una región heterogénea y diversa con características particulares en las distintas entidades y localidades que la conforman.

En cuanto al crecimiento poblacional en los municipios fronterizos, se debe principalmente a la emigración intrarregional, sea por motivos económicos o de trabajo, entre otros aspectos. El principal crecimiento lo experimentan municipios como Reynosa y Piedras Negras. En números absolutos, de 2000 a 2010 el primer municipio pasó de 420 463 a 608 891 habitantes. En Piedras Negras, por su parte, no fue tan pronunciado, con un aumento en su población absoluta de 30 000 habitantes en el mismo periodo, y acorde con las proyecciones estas tendencias seguirán.

La anterior problemática identificada se trató de representar en la figura 24, indicando cuáles son las posibles causas y efectos.

¹ Aguilar, B. (2007: 128) Menciona, entre otras cosas, que la frontera norte muestra un dinamismo económico y poblacional superior al promedio nacional. Entre 1993 a 2004 el PIB en la región creció 57 por ciento, mientras que en el resto del país lo hizo en 30 por ciento. En el periodo 1995-2005 el empleo en la industria maquiladora en la frontera creció 36 por ciento. Así mismo, el crecimiento poblacional fue superior al del resto del país. En su conjunto: en el periodo 2000-2005, la tasa de México se estima en 1.1 por ciento y de casi dos puntos para Tamaulipas y de 1.7 por ciento para Nuevo León.

Figura 2.4
Problemática identificada en el manejo y disposición de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la zona fronteriza de los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila



Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior nos permitió identificar que existe una falta de coordinación y comunicación entre las instancias gubernamentales federales, estatales y locales en materia de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, así como poca información y sensibilización acerca de programas o medidas para el reciclaje. Además del poco interés de los gobiernos locales estudiados para establecer acciones coordinadas con empresas recicladoras. Si bien existen eventos esporádicos de reciclado en la región, no se ha logrado consolidar un plan de manejo de residuos ni un reglamento acorde con las necesidades regionales. Bajo estas circunstancias, el presente trabajo pretende, como se mencionó al inicio, ser una propuesta para establecer un plan de gestión integral, el cual puede adecuarse a las características locales. En la figura 25, se resumen algunas propuestas de solución que deben tomarse en cuenta para el buen desarrollo del plan. Cabe señalar que las propuestas aquí planteadas no son las únicas y es probable que al final de este documento el lector –tomador de decisiones o gestor– tenga propuestas que no fueron consideradas. En ese sentido, cada lugar tendrá que crear o adaptar las propuestas aquí planteadas, acorde a la realidad particular donde se requiere establecer el plan.

METODOLOGÍA

La propuesta para establecer un plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos comprende cuatro fases: las tres primeras consideraron un diagnóstico para definir la situación de los residuos en la región, además de realizar el análisis del ciclo de vida y el análisis de flujo de materiales. La fase IV aborda propiamente las sugerencias para el establecimiento del proceso de la gestión y la fase V presenta las propuestas para mejorar el plan.

La fase I consistió en la caracterización e identificación de los principales actores sociales que intervienen en el proceso de manejo y disposición de residuos en dos ciudades del noreste (Piedras Negras, Coahuila, y Reynosa, Tamaulipas) mediante la recopilación y análisis de la información existente y de la realización del primer taller participativo. Estas actividades permitieron detectar a los principales actores sociales regionales involucrados y su nivel de compromiso en el manejo y disposición de los

residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Además, permitieron constatar las limitaciones legales, de infraestructura, manejo y disposición que se presenta en la zona, así como de una voluntad política para desarrollar planes y programas encaminados al desarrollo de una política del manejo sustentable de este tipo de residuos (INE-El Colef-Cocef, 2011).

La fase II tuvo como objetivos específicos identificar las principales formas de manejo al «final de vida» en cada zona, considerando el nivel socioeconómico, y validar la información obtenida a través del desarrollo y aplicación de una encuesta de diagnóstico en las ciudades ya mencionadas considerando principalmente los aparatos usados en casas habitación (INE-El Colef-Cocef, 2011).

La fase III y datos de la fase II, se utilizaron para obtener información útil para el análisis de ciclo de vida y análisis de flujo de materiales realizados para el proyecto, lo cual permitió identificar los impactos y escenarios bajo los cuales se darían éstos. Así mismo, se plantearon algunas alternativas de manejo y gestión de este tipo de residuos para la región noreste de México. Además se propuso una guía municipal de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para la región (INE-El Colef-Cocef, 2011), en donde de manera práctica se presentan alternativas para que los gobiernos locales puedan gestionar tanto recursos como acciones que permitan un manejo y disposición sostenible de los residuos en esta región del país. Algunas de estas propuestas se retoman en este trabajo.

La fase IV consolida la teoría propuesta para este trabajo en un plan de gestión integral, a fin de darle sostenibilidad al proyecto en alguna de las ciudades estudiadas.

RESUMEN DE RESULTADOS

Los resultados que enseguida se presentan forman parte del proyecto: Análisis de ciclo de vida de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (INE, 2011). En nuestro caso, sirvieron para proponer alternativas de gestión, las cuales se presentarán más adelante.

En términos generales, los resultados obtenidos del mencionado proyecto fueron:

- a) Se identificaron las interacciones y tipo de comunicación existente entre los principales actores sociales involucrados en el manejo y disposición de los residuos. Además, se detectó que existe infraestructura tanto gubernamental como de recicladores que pudiera adaptarse para desarrollar un plan de gestión integral del noreste;
- b) Se detectó el tipo de consumo y disposición de los residuos, a partir de la aplicación de 471 encuestas realizadas en las ciudades de Piedras Negras (236) y Reynosa (237). Dicha información después de un análisis se tradujo en:
- Setenta por ciento de los encuestados fueron mujeres y 30 por ciento hombres, de los cuales 50 por ciento tiene un nivel educativo de primaria y secundaria, mientras que el resto variaba entre educación media y superior;
 - El tipo de adquisición que hacen los pobladores de esta región noreste, para el caso de televisores, se presenta en mayor proporción en Piedras Negras (43 por ciento) que en Reynosa (34 por ciento). El tamaño de televisor que prefieren en ambas ciudades son televisores grandes (más de 21 pulgadas), después medianos (17 a 21 pulgadas) y en último lugar televisores chicos (menos de 17 pulgadas). En cuanto al lugar y tiempo de adquisición de televisores, se realizó en México desde hace algunos años y no tienden a almacenar, vender, reciclar, perder o tirar a la basura este tipo de aparato;
 - Con relación a las computadoras, 50 por ciento de la población de Reynosa y Piedras Negras no cuenta con ese tipo de equipos, y en el menor de los casos, los encuestados que tienen una computadora en su casa prefieren la de escritorio sobre la *laptop*. La adquisición se hace en México desde hace algunos años y en ambas ciudades no es usual almacenar, vender, regalar, reciclar, tirar o perder este tipo de aparatos;
 - En el caso de los estéreos, menos de 55 por ciento de los encuestados tiene un aparato de este tipo y fue comprado nuevo en México hace algunos años. Además, prefieren los minicomponentes sobre estéreos convencionales (componentes), y al igual que en los casos

anteriores, no es usual almacenar, tirar, regalar, reciclar o perder los aparatos;

- En lo que se refiere a teléfonos celulares y no celulares, tanto los encuestados de Piedras Negras como los de Reynosa prefieren los celulares, esto se demuestra en el número de aparatos adquiridos desde hace algunos años y mencionan que los compran en México. En este caso, los entrevistados indicaron que llegan a almacenar al menos un teléfono de este tipo, aunque es poco frecuente pues lo venden o regalan, y muy pocos los tiran a la basura, reciclan o pierden.

En términos generales, se puede indicar que tanto los pobladores de Piedras Negras como Reynosa no son grandes consumidores de AEE, ni tampoco los almacenan, reciclan, tiran o pierden, a diferencia de Monterrey y su zona metropolitana. Esto nos llevó a pensar: ¿Qué pasa con los aparatos que no reciclan, venden o tiran? ¿A dónde van a parar? Siendo que la única forma de recolección que existe en dichas ciudades es el sistema municipal, existe la posibilidad que los residuos sean colectados por recicladores informales (carretoneros), quienes extraen el material valioso, o en su defecto sean mezclados con los residuos domiciliarios.

El análisis de ciclo de vida de residuos y el análisis de flujo de materiales permitieron detectar el impacto ambiental que tendrían estos residuos en los tres estados del noreste de México, considerando las etapas desde la distribución a la disposición final, el desensamble y el tratamiento. Esto, considerando los puntos de vista de los asistentes al primer taller de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Ante esto se establecieron tres destinos finales: *a)* relleno sanitario; *b)* tiradero a cielo abierto y *c)* valorización; lo anterior, considerando los cuatro posibles escenarios: el primero (E1) comprendió la situación actual con diez por ciento de recuperación directa para valorización y un porcentaje similar de recuperación después de una primera distribución; el segundo (E2) con 25 por ciento de recuperación enviados a valorización. El tercero (E3) con 35 por ciento de recuperación enviados a valorización y el cuarto escenario (E4) con cero por ciento de residuos enviados a tiraderos a cielo abierto, el cual representaría la situación ideal.

Lo anterior se realizó mediante el cálculo del análisis de flujo de materiales que usó datos de los últimos diez años y el análisis de inventario de la base de datos de Ecoinvent, en Umberto 5.5.

Cuadro 7
Impactos por escenario y disposición de dióxido de carbono (CO₂)

Escenarios	Tipos de disposición	Impactos ambientales	Propuestas
E1	a	Observa mayor impacto para carbono fósil y para mercurio	Reciclar para reducir que residuos con mercurio o de carbono fósil lleguen a rellenos sanitarios
	b	Observa los mayores impactos para CO ₂ aire y en ocupación de tierra	Eliminar tiraderos a cielo abierto
	c	Observa los mayores impactos en el indicador de mercurio y el de tierra ocupada, pero con porcentajes mucho menores que para relleno sanitario en mercurio y que para tierra ocupada en cielo abierto	Impulsar más el tratamiento de residuos como el mercurio
E2	a	Ocupa los mayores impactos para CO ₂ fósil y para mercurio	Impulsar más el tratamiento de residuos como el mercurio y evitar que llegue a rellenos sanitarios
	b	Tiene mayores impactos para CO ₂ aire y para sitio ocupado	Una política para eliminar tiraderos
	c	Ocupa los mayores porcentajes en impactos en mercurio y el sitio ocupado	Mayor tratamiento de residuos de aparatos que contengan mercurio, por ejemplo
E3	a	Presenta los mayores porcentajes (impactos) en: CO ₂ fósil, agua y sitio ocupado	Reducir o minimizar la incorporación de residuos a los rellenos sanitarios para aminorar impactos en recursos y al ambiente
	b	Observa más impactos en: CO ₂ aire, agua y sitio ocupado	Eliminar tiraderos a cielo abierto
	c	Impacta más en agua y sitio ocupado	Evitar impactar en recursos como el agua
E4	a	La disposición en relleno sanitario presenta mayores impactos en: CO ₂ fósil, mercurio, agua, tierra ocupada	En general, eliminar tiraderos a cielo abierto, ya que ello permitiría que residuos de aparatos llegaran a rellenos sanitarios y crearan mayor presión en impactos ambientales en el sitio
	b	Tiradero a cielo abierto no aparece en los datos para este escenario	
	c	Tiene más impactos en CO ₂ aire, agua y sitio ocupado	Evitar que en la valorización de aparatos se contamine con residuos no valorables

Nota: a) Relleno sanitario; b) Tiradero a cielo abierto; c) Valorización.

Fuente: INE-El Colef-Cocof, 2011.

Cuadro 8
Impactos por escenario y disposición de metano

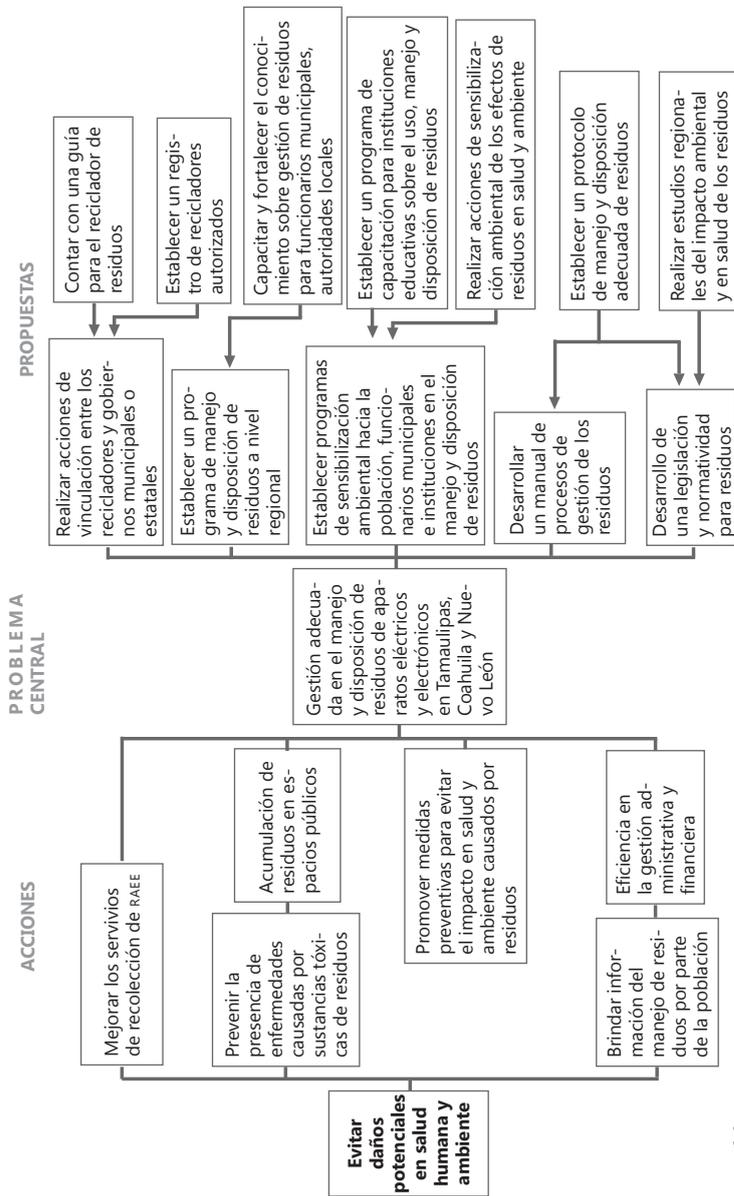
Escenarios	Condición	Impactos ambientales
E1	1	Se presentan los mayores impactos ambientales para CO ₂ , cuando se dispone 10 % de residuos a valorización y otro 10 % se agrega después de la primera distribución.
	2	Se tienen los mayores impactos en metano cuando la disposición de residuos es 10 % a valorización y otro 10 % se le incorpora después de la primera distribución.
	3	El sitio ocupado es muy vulnerable en este escenario.
	4	
E2	1	Se presentan mejoras ambientales pero con impacto importante de CO ₂ con 25 % de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos dispuestos a valorización.
	2	Hay mejora ambiental en el impacto en metano, al disponer 25 % de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a valorización.
	3	El sitio ocupado en este escenario también es muy impactado.
	4	
E3	1	También se presentan mejoras ambientales, pero con impactos importantes en CO ₂ similar, con el 35 % de residuos dispuestos a valorización.
	2	Se observa mejora ambiental en metano, pero un impacto importante (ligeramente menor para el escenario del 25 %) al disponer para valorización el 35 % de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
	3	El sitio ocupado, al igual que en los escenarios anteriores, es muy vulnerable.
	4	
E4	1	Es el mejor indicador, la reducción del impacto en CO ₂ disminuye a cero por ciento cuando no se dispone a cielo abierto
	2	Es el mejor escenario, ya que se reduce considerablemente el impacto en el metano al reducir al 0 % los residuos a cielo abierto.
	3	Aun y cuando se reduzca al 0 % de disposición a cielo abierto de residuos también el sitio ocupado es altamente vulnerable.
	4	Disminuye considerablemente el volumen de suelo ocupado (es el mejor escenario) si se dispone 0 % de residuos a cielo abierto

Nota: 1) bióxido de carbono; 2) metano; 3) sitio ocupado y 4) volumen en suelo.

Fuente: INE-El Colef-Cocef, 2011.

Los escenarios (E1, E2, E3 y E4) en combinación con los destinos a) y c) indican que los impactos ambientales se reducen a cero por ciento cuando los residuos no son enviados a un tiradero a cielo abierto; mientras que con el E3 el impacto aumenta en un 35 por ciento cuando se da la opción de valorización (c), con respecto a las emisiones de dióxido de carbono en aire, uso de suelo, así como en la descarga a cuerpos de agua subterráneos. Cabe señalar que esta alternativa presentó los mayores consumos de agua que el resto de las alternativas planteadas (escenarios E2 y E4).

Figura 25
Propuesta de solución en el manejo y disposición de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la zona fronteriza de los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila



Fuente: Elaboración propia.

Si bien la política ambiental, conforme a los datos, se pudiera concentrar en trabajar para eliminar tiraderos a cielo abierto e impulsar la reutilización, tratamiento y reciclaje de residuos, y evitar que éstos lleguen a los rellenos sanitarios, también hay que considerar que en la valoración se ponga atención para que los residuos que no tengan un valor para los recicladores no lleguen a los sitios inadecuados o a los propios rellenos y con ello impacten al ambiente o a la salud humana (véase el cuadro 7, impactos de análisis de ciclo de vida). Esas políticas de gobierno, sin embargo, tendrán éxito en la medida en que todos los actores involucrados en la cadena de uso de aparatos eléctricos y electrónicos y generación de sus residuos adopten las responsabilidades correspondientes.

Además, el análisis de ciclo de vida y análisis de flujo de materiales permitieron obtener los siguientes resultados en cuanto a impactos ambientales por escenario planteado (E1, E2, E3 y E4), los cuales se presentan en el cuadro 8.

Bajo la situación anterior se hicieron algunas propuestas generales de gestión (figura 25), las cuales se describirán a mayor detalle en los siguientes apartados.

Antes de iniciar con el plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, es importante que nuestro tomador de decisiones o gestor de residuos y los actores sociales conozcan brevemente el marco regulatorio y conceptos básicos sobre residuos, esto a fin de identificar la situación en su municipio o localidad y permitirles consolidar su trabajo y esfuerzo, así como detectar las debilidades para eliminarlas y consolidar sus fortalezas.

PROPUESTAS DE GESTIÓN POR NIVEL DE COMPETENCIA Y ACTORES SOCIALES

Acorde con los resultados del estudio, se presentará una serie de propuestas que deben ser prioridad para un buen desarrollo y aplicación de un plan de gestión integral. Dichas propuestas se presentan como objetivos, de donde se sugieren líneas de acción en primer lugar por actor social (general-específico) y al final se hacen recomendaciones que deben lograr que todos los involucrados fortalezcan el desarrollo y consolidación del plan.

Además, se mencionan algunas consideraciones de la región noreste a fin de llevar por buen camino una gestión integral en esta zona del país.

A nivel política pública y legislación

Objetivo 1: Tener regulaciones en materia de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Acción: Agilizar el proceso de aprobación del proyecto de Norma Oficial Mexicana en materia de residuos.

Consideraciones:

- A nivel política pública un plan de gestión integral debe ser transversal y horizontal. Es decir, incluir a todas las instituciones involucradas en los procesos de gestión de residuos, que pueden ser desde la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), Secretaría de Economía (SE), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), etcétera. El plan debe involucrar a todas las instituciones y niveles de gobierno, desde el federal hasta el municipal, para que sea aplicable a sus poblaciones. Igual que los actores sociales identificados en este documento, también se debe considerar a los actores institucionales que pondrán en marcha la estructura administrativa para que tanto los objetivos como las acciones se realicen;
- Al ser las localidades las que se enfrentan con el manejo de los residuos, esta acción tiene por objetivo que éstas promuevan la creación de normas, programas y proyectos que ayuden a solucionar los problemas con el manejo de residuos.

Objetivo 2: Creación del sistema de gestión integral de los residuos de aparatos electrónicos y eléctricos

Acción: Establecer las condiciones institucionales, políticas y legales para crear el sistema.

Consideraciones:

- Involucrar a todas las instancias gubernamentales (SSA, Semarnat, SHCP, SEP, etc.) a fin de conformar un comité del sistema de gestión;

- Las instancias gubernamentales involucradas deberán hacer las gestiones necesarias a fin de dotarlo de los recursos humanos y económicos que se requieran para el cumplimiento de las funciones propuestas. Esto a través de presupuestos institucionales principalmente, así como de fondos de la cooperación internacional u otras fuentes que se consideren pertinentes;
- Establecer un sistema de gestión integral como forma de vinculación entre recicladores o una agrupación de varios recicladores y la autoridad o comité competente en la materia, que les permita registrarse como empresas autorizadas en el manejo de residuos y sea una forma de seguimiento de sus actividades y cumplimiento de la normatividad establecida.

Objetivo 3: Contar con investigación científica que apoye temas de manejo y disposición de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Acción: Promover la participación de científicos que generen información especializada para los residuos o vincularse con las instituciones de estudios superiores para tal acometido.

Consideraciones:

- La participación de científicos en las localidades como generadores de conocimiento aplicable en la materia o en política pública no necesariamente es la adecuada. En ese sentido, mucho del conocimiento científico no se aprovecha en la creación de programas de diversa índole;
- Se mencionaba que las instituciones de educación superior podrían crear centros de acopio y reciclaje de residuos. Éste es un conocimiento que pueden aprovechar los gobiernos locales. Además, ese centro que se pudiera crear en alguna universidad serviría para: prácticas profesionales de los estudiantes, investigación científica, laboratorio para los profesores y alumnos, etcétera, todo sobre las nuevas tecnologías de la información y comunicación;
- La información generada en este tipo de instituciones debe permear a las administraciones locales para que éstas sustenten sus programas y tengan mejor éxito;

- Elaborar material como libros, manuales, guías, etcétera, que esté al alcance de la población de nivel medio y superior, donde se difunda temas sobre efectos, daños y alternativas de manejo.

Objetivo 4: Establecer un programa eficiente de difusión de manejo de residuos entre los municipios

Acción: Establecer un plan regional sobre gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Consideraciones:

- Promover la responsabilidad entre todos los actores sociales (productor, consumidor, transportista, reciclador, etcétera) involucrados con los aparatos y sus residuos, sobre los impactos ambientales y en salud de los mismos al final de su vida útil, a fin de que cada uno realice las acciones que estén dentro de sus competencias para disminuir los efectos adversos que se pudieran presentar en caso de un mal manejo y disposición;
- Determinar los cauces para la financiación de la gestión de los residuos por parte de los agentes económicos implicados, diferenciando entre lo puesto en el mercado antes y después de la entrada en vigor de algún anteproyecto de Norma Oficial Mexicana;
- Regular el marcado y etiquetado de los aparatos que sean susceptibles de ponerse en el mercado;
- Clasificar y catalogar los residuos agrupándolos por familias o categorías en función del contexto en el que se utilizan;
- Especificar la relación de sustancias que, por su peligrosidad, han de ser tratadas de manera particular.

Objetivo 5: Involucrar a la iniciativa privada

Acción: Promover la creación de empresas de acopio y reciclaje (puede sustituir al programa sugerido en el apartado anterior o ser mixto).

Consideraciones:

- Esta propuesta está muy vinculada a la acción 1 del Objetivo 1. Un centro de acopio o reciclaje puede ser mixto, en donde se aprovechen

las áreas de oportunidad y los recursos disponibles de la iniciativa privada y de la pública;

- También puede ser privado y en ese sentido se deben crear las condiciones o incentivos para que los gobiernos municipales promuevan la creación de centros de acopio y reciclaje donde la población pueda depositar los residuos generados, además de aquellos que pudieran facilitar los grandes generadores;
- El impulso de creación de industrias del reciclaje en la frontera norte se justifica toda vez que prácticamente no existe ese tipo de infraestructura en las localidades de esa zona. Para ello, deben realizarse los estudios correspondientes para que los centros sean ambientalmente seguros siguiendo la normatividad correspondiente para su creación y manejo.

Objetivo 6: Contar con empresas locales de reciclado y acopio

Acción: Incentivar el acopio y reciclaje en la industria privada y sobre todo en la pequeña industria o comercio.

Consideraciones:

- Existen programas que han demostrado ser exitosos en el acopio de residuos peligrosos en los pequeños generadores como los talleres mecánicos, pequeños comercios, entre otros. Es el caso del Programa de Residuos Peligrosos de Nuevo Laredo, Tamaulipas;
- En ese contexto, los centros de acopio propuestos en este apartado tienen la finalidad de que esos actores puedan contar con infraestructura de acopio y reciclaje;
- Además de esos incentivos, se puede incidir a través de la generación de un padrón de ese tipo de actores y ver los materiales o residuos que manejan, entre otras acciones que ayuden a ese objetivo.

Objetivo 7: Generar información especializada de fácil redacción para la población

Acción: Contar con material de difusión y comunicación (trípticos, boletines, revistas, programas de televisión, etcétera).

Consideraciones:

- Los medios de comunicación en los municipios facilitan la información a la población sobre los residuos, mediante el uso de material didáctico como trípticos, boletines, revistas, programas de televisión, comerciales, etcétera, y deben considerar los siguientes puntos;
- Tipos de residuos de aparatos, peligrosidad, componentes en aparatos, etcétera;
- Daños ambientales y a la salud;
- Para esta acción, se puede aprovechar el programa de comunicación ya referido. Así mismo, se recomienda generar vínculos con los medios de comunicación locales y las universidades para el logro de los objetivos propuestos en este tipo de programas;
- El objetivo es que la población pueda conocer en forma gráfica y con lenguaje sencillo lo que puede hacer y cómo en sus hogares, o en otros ámbitos de acción –pequeños comercios, talleres, etcétera–, para manejar adecuadamente los residuos, lo que evitaría que muchos de éstos lleguen a basureros, a la calle o algún otro sitio inadecuado, y aligerar la carga a los rellenos sanitarios.

Objetivo 8: Informar a la población del manejo y disposición de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Acción: Ofrecer guías o prontuarios para la población (para hogares, talleres, pepenadores, etcétera).

Consideraciones: Este programa puede ser una acción o programa complementario del anterior, con la finalidad de que la población pueda conocer sobre:

- Cómo manejar los aparatos eléctricos y electrónicos y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y sus residuos;
- Dónde y cómo almacenarlos;
- Dónde y cómo disponerlos, entre otras cosas.

Objetivo 9: Promover otras políticas de gobierno complementarias a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Acción: Contar con un número adecuado de infraestructura complementaria para el manejo de residuos (rellenos sanitarios, centros de transferencia de residuos, entre otros).

Consideraciones:

- Esta propuesta se puede promover en aquellas localidades fronterizas del noreste donde no existen rellenos sanitarios. En este trabajo está documentada la infraestructura en la materia donde se refleja que todavía existen tareas por hacer al respecto en los lugares que carecen de ella;
- En donde hay rellenos sanitarios, los programas deben incidir en la búsqueda de mejorar la infraestructura existente acorde con las demandas que vaya creando el crecimiento poblacional, la mancha urbana, entre otras variables.

A nivel gobierno estatal y municipal

Objetivo 1: Contar con un sistema integral de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Acción: Establecer un sistema integral de gestión regional.

Consideraciones:

- Existe una buena comunicación y relación entre los estados de Coahuila, Tamaulipas y Nuevo León, lo cual los ha llevado a ser reconocidos como estados con una fuerte participación y un gran compromiso en temas fronterizos y regionales. Esto facilitaría que vía Semarnat se pueda proponer un sistema integral de gestión del noreste, en donde se cuente con un registro de recicladores certificados, sitios de reciclado, así como tener identificados a productores y grandes generadores de residuos que se encuentren dentro de una página *web* que sea accesible y permita que los productores y recicladores puedan registrarse con los requerimientos administrativos y legales que establezca la autoridad ambiental e instituciones involucradas;

- Crear, o hacer estudios para ello, un observatorio ambiental regional que monitoree las acciones de los gobiernos y los particulares sobre la gestión integral de residuos en la zona.

Objetivo 2: Minimizar la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, a través de acciones de acopio, reciclaje, información y educación.

Acción: Crear un programa de acopio de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Consideraciones:

- Uno de los problemas detectados en el noreste es la falta de infraestructura de acopio y reciclaje, principalmente en los municipios fronterizos estudiados –Reynosa, Tamaulipas, y Piedras Negras, Coahuila;
- Este programa puede ser creado por las autoridades municipales, por la iniciativa privada o por universidades, o se puede considerar como un programa mixto.

Objetivo 3: Crear un programa de capacitación de recursos humanos que manejan residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y/o residuos sólidos municipales.

Acción: Establecer un programa de capacitación permanente en coordinación con Semarnat para capacitar el personal municipal que interviene en el manejo de residuos de aparatos.

Consideraciones:

- La capacitación constante y sistemática en el manejo de residuos bajo programas estructurados para ello, ya sea por los recursos humanos de las administraciones de gobierno –municipal, estatal o federal– que manejan materiales y residuos, o a través de los programas universitarios en la materia;
- La capacitación tiene por objetivo proveer de recursos especializados para los centros de acopio o reciclaje creados en las localidades, así como para manejar situaciones de contingencia o de peligro ante

accidentes sucedidos, por lo que serían recursos humanos que a su vez podrían proporcionar capacitación a bomberos y Protección Civil, entre otros.

Objetivo 4: Lograr la participación social en manejo y disposición de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Acción: Establecer un programa de gestión con participación ciudadana de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Consideraciones:

- La participación social en el ámbito de la política pública –creación de programas, implementación o evaluación– está muy acotada y principalmente se da en grupos de interés político o económico, en muchos casos en las localidades se centra en grupos vinculados a los grupos políticos o empresariales, entre otros, como los denominados «fuerzas vivas». Sin embargo, se requiere que la participación no esté medida por intereses de grupo sino por interés público para beneficio de la sociedad;
- Ese sería el objetivo de un programa que convoque a la sociedad a participar en pro de un mejor ambiente, involucrarla en el proceso de la gestión de residuos (reutilizar, reciclar, recuperar). Quiénes y cómo son preguntas que se deben responder;
- Realizar reconocimientos sociales a grupos promotores del programa de gestión residuos, sea vía escolar, centros sociales, organizaciones sociales sin fines de lucro, etcétera.

Objetivo 5: Comunicación y difusión del programa hacia los ciudadanos

Acción: Crear un programa municipal de comunicación mediante uso de medios masivos de comunicación y tecnologías informáticas (diseño de página web) .

Consideraciones:

- Uno de los objetivos principales de este programa es incentivar a la población y que ésta asimile su participación en la política ambiental

local (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, residuos sólidos urbanos). Hacer uso de los medios de comunicación principales y el recurso universitario de las carreras afines –ciencias de la comunicación, periodismo, informática–. La página *web* es imprescindible en esta época de la comunicación.

Objetivo 6: Difusión del programa a niveles educación

Acción: Crear un programa de educación en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos escolar.

Consideraciones:

- A diferencia del programa de capacitación que está dirigido a las personas que manejan o gestionan residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y residuos sólidos urbanos, el de educación debe estar dirigido a la población, pero principalmente a los niños y jóvenes;
- El programa de educación tiene el objetivo de concientizar y generar conocimientos en la población atendida y que conjuntamente pueda incidir en actitudes en pro de mejores usos de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y de otros residuos. Puede ser un programa que se ofrezca por las propias autoridades que manejan los residuos, para lo cual se pueden aprovechar los recursos humanos del programa de manejo, académicos de instituciones de educación superior y la infraestructura que ya tienen los gobiernos municipales y donde se ofertan una serie de talleres a la población. También debe explorarse la posibilidad de que se pueda constituir como un área de conocimiento en el plan curricular de educación básica;
- Algunas de las preguntas que se deben de contestar en este programa serían: qué son los residuos de aparatos, qué son y cómo se constituyen los aparatos, qué sustancias contienen, daños ambientales y a la salud humana, desarrollo y uso de las nuevas tecnologías en el contexto de su beneficio o sus impactos al ambiente, manejo, gestión, contaminación, etcétera.

Objetivo 7: Crear una vinculación entre la política educativa, salud y ambiental en relación a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, en coordinación con la iniciativa privada y organizaciones de la sociedad civil

Acción: Crear un programa de educación ambiental y salud de corte preventivo en los diferentes niveles educativos.

Consideraciones:

- Crear una vinculación real entre la SEP, Semarnat, INE, SP y los sectores privados para realizar campañas de acopio que minimicen el riesgo de que los residuos de aparatos se encuentren en vía pública o lleguen a mezclarse con residuos domiciliarios;
- Desarrollar guías escolares y material informativo por nivel escolar que informen y eduquen a la población infantil sobre el riesgo y posibilidades de disposición o reacondicionamiento de sus aparatos. Todo esto en coordinación con las instituciones gubernamentales mencionadas;
- Contar con el apoyo de empresas privadas y sociedad civil para difundir el concepto de gestión integral de residuos entre los consumidores de aparatos eléctricos y electrónicos.

A nivel productor

Objetivo 1: El productor asuma su responsabilidad extendida

Acción: El productor cumpla con la responsabilidad extendida.

Consideraciones:

- Los productores deberán asumir la responsabilidad del producto a través de todo su ciclo de vida, incluyendo los impactos inherentes a la selección de los materiales, del proceso de producción de los mismos, así como los relativos al uso y disposición de éstos, acorde con lo establecido por la autoridad competente en la materia;
- Los productores deberán informar a los consumidores finales sobre los procesos de gestión integral de residuos de sus artículos y acerca de los sitios de recolección autorizados;

- Cada productor debe reportar al sistema anualmente el peso de los equipos electrónicos recuperados en su plan de cumplimiento;
- El productor será responsable de cumplir con la meta de recuperación de los equipos desechados acorde con su plan de cumplimiento o metas indicadas;
- Promoción del uso eficiente de los recursos naturales a través del fomento al reciclaje y la reutilización de productos;
- Fomentar acciones para reducir los costos en la gestión de los residuos mediante consideraciones de diseño que pueden incluir: *a)* reciclar; *b)* reutilizar; *c)* rehabilitar;
- Determinar la responsabilidad de los fabricantes –responsabilidad extendida– y la manera en que pueden llevarla a cabo, mediante cauces individuales como: *a)* reducción de uso de materiales y, *b)* reducción del tamaño;
- Promover acciones de diseño para la sostenibilidad (D4S), diseño para el medio ambiente (DfE) o Eco-diseño.

A nivel recicladores

Objetivo 1: Contar con un registro de recicladores autorizados

Acción: Crear un sistema de gestión integral de residuos eléctricos y electrónicos para el registro y seguimiento de actividades de recicladores.

Consideraciones:

- Las personas físicas o morales dedicadas al tratamiento de los residuos electrónicos deberán estar debidamente registradas ante el sistema nacional y deben cumplir con la legislación establecida, a fin de garantizar un tratamiento ambiental y sanitario seguro. Para ello, deberán estar registrados en dicho sistema, a través de reportes y manifiestos de entrega-transporte-recepción de este tipo de material;
- Mantener los registros o manifiestos de movimientos, tipos de residuos gestionados y volúmenes tratados por cinco años y reportarlos ante el sistema nacional;

A nivel consumidor

Objetivo 1: El consumidor final de aparatos eléctricos y electrónicos asume su responsabilidad dentro de la cadena de generación de residuos

Acción: El consumidor final de aparatos eléctricos y electrónicos cumple con una adecuada disposición de sus residuos en sitios autorizados.

Consideraciones:

- En la parte social deben fomentarse prácticas culturales de responsabilidad en su consumo o también llamado consumo tecnológico responsable –focalizando las campañas de educación ciudadana y ambiental;
- Los consumidores finales deben ser responsables de entregar los residuos electrónicos en sitios de recolección autorizados, al proceder a la sustitución o eliminación de su equipo en forma total o parcial, así como por las consecuencias ambientales y sanitarias que potencialmente se pueden producir al disponer sus residuos electrónicos y eléctricos en sitios no autorizados.

A nivel instituciones de investigaciones, centros de educación media y superior

Objetivo 1: Consolidar la relación gobierno iniciativa privada

e instancias de educación e investigación para estudios específicos de la región

Acción: Dar a conocer el tipo de trabajo e investigación que se realiza en los centros de investigación e institutos de estudios superiores.

Consideraciones:

- Los centros de investigación e institutos de estudio superior deben realizar estudios de ciencia básica, sin perder de vista las necesidades y problemática de la sociedad en la que están insertados y de la cual forman parte;
- Es importante que los centros de investigación e institutos de estudio superior desarrollen estrategias de gestión de recursos económicos con la iniciativa privada y pública, a fin de contar con recursos para el estudio de problemas concretos que puedan afectar a una

comunidad. Para lo anterior, contar también con el apoyo de los gobiernos locales;

- Si bien los centros de investigación e institutos de estudio superior son instituciones públicas que tienen como función colaborar con la sociedad, no debe perderse de vista que dependen de un presupuesto gubernamental, por lo cual cuando una comunidad y en general la sociedad requiere de sus servicios, deben contar con un mínimo de recursos económicos para echar a andar un proyecto. Otra opción es que la comunidad se acerque con las instituciones educativas para que juntos realicen las acciones para gestión de recursos económicos que permitan resolver problemas;
- Es importante que centros de investigación e institutos de estudio superior traduzcan de manera sencilla y fácil el tipo de trabajo e investigaciones que realicen a fin de fortalecer los vínculos investigación-sociedad.

Objetivo 2: Las instituciones educativas de todos los niveles realicen acciones para fomentar el manejo y disposición adecuada de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en México

Acción: Establecer un plan de acopio y disposición temporal de residuos en todos los niveles de educación.

Consideraciones

- Las escuelas de todos los niveles educativos deben contar con un plan interno de acopio de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, sea mensual o anual, para lo cual deben contar con el apoyo de un gestor de residuos local, que les asegure un adecuado manejo y disposición;
- Es indispensable que se fomente un consumo racional y la disposición ambiental de aparatos entre los alumnos, por lo que sería indispensable que la Secretaría de Educación Pública apoye y consolide dentro de las temáticas de educación ambiental el adecuado manejo y disposición de residuos.

PROPUESTAS PARA SOLVENTAR COSTOS DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Algunas de las propuestas que enseguida se presentan fueron tomadas de la «Guía municipal de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos» para el noreste de México (INE-El Colef-Cocef, 2011) y otras más fueron parte de la reflexión que se realizó para el plan de gestión integral que aquí se propone.

Un punto de gran importancia en cualquier plan o proyecto es la sostenibilidad económica de éste a lo largo de su desarrollo y consolidación, siendo que es tan importante como cuidar y proteger el ambiente, como contar con la participación de los diferentes actores, el gobierno, la industria, la educación y los individuos para que funcione a lo largo del tiempo (Reaff, 2004). No existen fórmulas o guías mágicas para solventar un plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y más bien dependerá de la propia gestión, planeación, eficiencia, perseverancia, ingenio e involucramiento del gobierno municipal y del resto de los actores sociales involucrados para lograr llegar a una meta planteada.

Además, acorde con la reglamentación ambiental existente en México, los municipios tienen la obligación de prestar el servicio, por lo cual se pondrán estrategias simples y drásticas para hacer sostenibles los costos de gestión. Por ejemplo, en cuanto a medidas básicas para reducir costos:

- Planeación del proyecto e involucramiento de todos los actores sociales del municipio, tratando de concientizar para que cada uno asuma su responsabilidad en la cadena de valor de los residuos;
- Difusión del proyecto y concientización en el consumo de este tipo de aparatos, entre los diferentes niveles educativos y puntos de reunión de la población acerca del beneficio de una correcta disposición de sus residuos, esto permitirá reducir los que se trasladen a las empresas recicladoras especializadas y por ende los que vayan al relleno sanitario;
- Informar a la población acerca de las empresas que incluyeron el costo del reciclado dentro de los aparatos adquiridos, esto quizá requiera un centro de información telefónico para solucionar dudas e indicar localización de estas empresas;

- Propiciar la alianza y cooperación de las compañías productoras de aparatos para que asuman su responsabilidad dentro de la cadena de valor; para ello pueden facilitarse aspectos de difusión en la página del municipio como «empresas socialmente responsables», hasta algún estímulo que se decida conveniente para todos los actores sociales;
- Realizar alianzas con empresas recicladoras o compañías que convoquen a «reciclones» y asuman el acopio, así como la disposición de los residuos de forma correcta, previo convenio que indique los compromisos que asume el municipio y la empresa;
- Inicialmente el proyecto puede ser piloto, donde no se invierta demasiado en infraestructura –contenedores, señalizaciones, etcétera–, pero sí debe contar con un punto de acopio conocido y acondicionado, a fin de que a la población se le facilite llevar sus residuos. El municipio designará un vehículo específico y con personal capacitado para trasladar periódicamente sus residuos a la empresa recicladora. Esto requerirá una previa alianza con la empresa para definir cuánto asumirá el municipio y cuánto puede ganar la empresa por el material a tratar.

Propuestas prácticas para solventar costos de un plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

- Alianzas municipio, sociedad y recicladores, donde el municipio sólo asuma el transporte del material que colectó de los sitios de acopio y la población disponga sus residuos. El costo del tratamiento puede negociarse con la empresa recicladora. Para lo cual puede asumir parte del costo y la empresa obtendrá sus ganancias por extracción de material valioso y reciclable. También se puede estimular a la empresa con descuentos fiscales y la facilitación de trámites;
- Otro tipo de alianza puede ser municipio y asociaciones civiles para reacondicionar el equipo viable para donarlo a escuelas, casas de adultos mayores, u otro fin benéfico. Esto disminuirá el volumen de residuos que se llevará a una empresa recicladora y se asumirá el costo correspondiente.

Otras alternativas rigurosas para solventar costos:

- Esta medida quizá sea la menos popular. Después de haber informado y concientizado acerca del daño ambiental y de salud de los residuos, se establecerán pagos de multas o sanciones económicas tanto a personas o empresas que mezclen sus residuos domésticos con residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Sin embargo, esto requiere crear un reglamento y vigilancia. Así mismo el establecimiento del monto de multas y sanciones acorde con la magnitud de residuos que se disponga en vía pública;
- Establecer y definir modalidades de financiamiento para los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos históricos y no históricos;
- Proponer incentivos tributarios o arancelarios, u otros instrumentos económicos destinados a aquellos actores que se comprometan a asumir los costos de la gestión de los equipos históricos y huérfanos;
- Definición de cuotas de responsabilidad en la financiación de los residuos a lo largo de la cadena de valor, acorde con la magnitud de residuos generados;
- Hacer del conocimiento público el costo de residuos para consumidores (responsabilidad social) y compañías productoras de aparatos (responsabilidad extendida);
- Establecer un registro local a fin de estar preparados para un registro nacional y una reglamentación.

Resumen de costos del plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

- a) Municipal: el municipio asume el costo, que recaudará vía impuestos;
- b) Múltiple: asumen el costo todos los actores sociales;
- c) Municipal-social: municipio y fundaciones u organizaciones sociales locales;
- d) Municipal-productor = municipio y compañías productoras asumen los costos de todas las fases.²

² «Guía municipal de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos» para el noreste de México, INE.

CONCLUSIONES

Por la complejidad y multidimensionalidad del manejo y disposición de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, es necesario diseñar e implementar propuestas trasdisciplinarias, que deben estar incluidas dentro de un plan de gestión integral, y éste estar apoyado en herramientas como el análisis de ciclo de vida y el análisis de flujo de materiales, así como en metodologías de trabajo multisectoriales y articuladas al sistema municipal, lo cual permitiría el intercambio de información y experiencias en la materia a nivel regional.

Así mismo se debe propiciar la aplicación de responsabilidad extendida del productor para que se establezca un impuesto a empresas y algunas medidas hacendarias que fomenten su participación en la gestión. Además, se debe contar con un registro específico de las importaciones de aparatos y posibles residuos reportado en forma de un sistema de gestión integral que maneje de manera transparente y vía electrónica la Semarnat.

A nivel legal, es importante impulsar propuestas y regulaciones que den viabilidad al desarrollo del plan de gestión, a la par que se desarrollan programas de educación ambiental dirigidos tanto a la población infantil como a la adulta, que permita incorporarlos en los procesos de gestión.

En el tema de sostenibilidad financiera del plan se deben proponer alternativas y modelos que permitan que las autoridades municipales puedan solventar este tipo de planes a corto y mediano plazos, para lo cual el sistema de financiamiento de residuos debe ser transparente y confiable, mediante la participación privada o pública, o una combinación de las dos.

MARÍA EUGENIA GONZÁLEZ ÁVILA

Finalmente, es indispensable desarrollar una política pública transversal entre las secretarías y los diferentes niveles de gobierno locales, para establecer un programa municipal de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, que incluya la orientación por un consumo responsable, un manejo y disposición adecuada, al tiempo que se fomenta el incremento del reciclaje formal mediante el uso de instrumentos económicos, educativos y de comunicación bajo una conciencia social y ambiental responsable.

REFLEXIONES FINALES

- Es importante impulsar el desarrollo de competencias municipales que fomenten el concepto de plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, incluyendo posibilidades de subvención de tecnologías apropiadas para el reciclaje, así como una estructuración ordenada del sector de reciclaje y que garantice una disposición adecuada de los residuos y el cumplimiento de las actuales leyes. Así como evitar en lo posible crear nuevas leyes que se contrapongan con las regulaciones que se están desarrollando actualmente en la materia.
- Se requiere agilizar la propuesta y regulaciones que resulten efectivas para ser aplicadas en el plan de gestión integral, además de crear medidas exitosas y originales para que la gestión sea sostenible en el tiempo.
- Fomentar el cumplimiento de los reglamentos en las empresas recicladoras locales y organizar a los recicladores informales para propiciar su trabajo de manera adecuada. Así mismo, se debe tener un registro específico de las importaciones de aparatos y posibles residuos de aparatos eléctricos y electrónicos reportado en forma de un sistema de gestión integral, que coordine de manera transparente y vía electrónica la Semarnat.
- Es importante considerar dentro de la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, la opción de gestión municipal-empresa privada u otro modelo que sea viable para el municipio, acorde con sus capacidades en recursos humanos y económicos. Aunque

no es aconsejable que se deje la gestión total en manos de empresas privadas, porque pueden incumplir la ley o caer en omisiones, por lo cual es necesaria una supervisión de que el proceso se realice acorde a lo planteado en el convenio o contrato.

- La privatización no debe pensarse como algo que atenta contra la sociedad o bien común, ya que en algunos casos genera temor ceder el poder en temas claves como: asignación de responsabilidades; creación de una carga de trabajo adicional a los productores y actores del proceso; altas exigencias y complejidad en la gestión; costos de la infraestructura; determinar las formas de entrega de los residuos diferenciados en el contexto en el que se producen; y determinar las operaciones de tratamiento que garantizan una correcta gestión y los requisitos de las instalaciones donde éstas pueden llevarse a cabo. Se debe pensar como una alternativa de gestión a la que pueden recurrir los gobiernos locales donde incluso se puede proponer y dar seguimiento a las mejoras y a que la población pueda tener mejores condiciones de vida con un cierto costo que puede ser autosolventado si se crea un marco sólido de gestión.
- Una medida óptima sería establecer que los costos por el tratamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos estén incorporados a los precios de los productos nuevos y éstos deben ser mostrados al consumidor, mientras que en otros programas de recolección y reciclaje pueden ser financiados mediante un cargo impuesto a cada uno de los productos, esto asegura que el productor o distribuidor va a tratarlo en cada programa. En otros países se ha logrado que para los equipos comprados después de cierto tiempo sean los consumidores quienes deben pagar de manera separada los costos del proceso de reciclaje, previa información; lo cual ha llevado a concientizar y asumir su responsabilidad tanto al consumidor como a los productores.
- Finalmente, es imprescindible que el plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos sea un trabajo coordinado y responsable entre todos los actores sociales, ya que esto permitirá el desarrollo sostenido del proyecto.

GLOSARIO

Aparatos eléctricos y electrónicos: aparatos que necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos para funcionar, destinados a ser utilizados con una tensión nominal no superior a 1 000 V en corriente alterna y 1 500 V en corriente continua, y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos.

Análisis de ciclo de vida: es una metodología que permite sistematizar la adquisición y generación de información acerca de cierto producto, proyecto o servicio, para lo cual se establecen criterios objetivos en la toma de decisiones hacia un desarrollo sostenible. Además, esta herramienta permite detectar las oportunidades de mejora de todo el sistema, incluyendo la instalación del objeto de estudio y ampliando el análisis a etapas anteriores y posteriores.

Ciclo de vida: son los cambios que sufre un ser vivo a lo largo de su vida, se inician cuando nace, luego crece y poco a poco se va desarrollando hasta que se reproduce, envejece y muere.

Distribuidor de aparatos eléctricos y electrónicos: toda persona física o moral que suministre aparatos eléctricos y electrónicos en condiciones comerciales a otra persona o entidad, con independencia de la técnica de venta utilizada.

Disposición final: destino –ambientalmente seguro– de los elementos residuales que surjan como remanente del tratamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Generador: cualquier persona, física o moral, cuya actividad produzca residuos o desechos eléctricos y electrónicos. Puede ser el importador,

fabricante, comercializador, distribuidor y el mismo consumidor de aparatos eléctricos y electrónicos.

Gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: conjunto de acciones, operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, teniendo en cuenta sus características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final.

Gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: conjunto de actividades destinadas a reducir, recolectar, transportar, dar tratamiento y disponer los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, teniendo en cuenta condiciones de protección del ambiente y la salud humana.

Gestor de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: toda persona física o moral que, en el marco de la ley, realice actividades de recolección, transporte, almacenamiento, valorización, tratamiento o disposición final de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Generador de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: toda persona física o moral, pública o privada, que deseché aparatos eléctricos y electrónicos. En función de la cantidad de aparatos eléctricos y electrónicos desechados, los generadores se clasifican en pequeños y grandes generadores.

La cantidad o volumen a partir del cual los generadores de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se clasificarán como grandes generadores, será determinada por la autoridad competente de cada jurisdicción.

Importador: persona física o moral que adquiere en los mercados extranjeros aparatos eléctricos y electrónicos con el fin de ser comercializados, distribuidos o transformados en el territorio nacional.

Manejo integral: reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, coprocesamiento, tratamiento, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos con objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

- Plan de manejo*: instrumento para minimizar la generación y maximizar la valorización de los residuos usando criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral.
- Prevención*: conjunto de medidas, acciones, operaciones o disposiciones encaminadas a impedir que se produzcan riesgos al medio ambiente y a la salud humana, con el consumo de residuos de aparatos eléctricos o electrónicos así como reducir sus efectos.
- Productor de aparatos eléctricos y electrónicos*: toda persona física o moral que fabrique y venda aparatos eléctricos y electrónicos con marcas propias, o coloque en el mercado con marcas propias aparatos fabricados por terceros y los que los importen.
- Reacondicionamiento*: procedimiento técnico con el que se restablecen las condiciones funcionales y estéticas de un aparato eléctrico o electrónico con el fin de ser usado en un nuevo ciclo de vida.
- Recuperación*: toda actividad vinculada al rescate de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos desechados por los generadores a efectos de su valorización, tratamiento o disposición final.
- Residuo*: materia o producto cuyo propietario o poseedor desecha, contenido en recipientes o depósitos, que puede valorizarse o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final.
- Reutilización*: toda operación que permita prolongar la vida útil y uso de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos o algunos de sus componentes.
- Reciclaje*: todo proceso de extracción y transformación de los materiales o componentes de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para su aplicación como insumos productivos.
- Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*: aparatos eléctricos y electrónicos, sus materiales, componentes, consumibles y subconjuntos que forman parte de los mismos, que su poseedor decida desechar o tenga la obligación legal de hacerlo.
- Residuos de manejo especial*: los generados en procesos productivos que no son peligrosos ni sólidos urbanos o que son producidos por grandes generadores de éstos.

Residuos peligrosos: los que tienen algunas características CRETIB y sus envases, recipientes, embalajes y suelos contaminados que se transfieran a otro sitio.

Residuos sólidos urbanos: los generados en casas habitación por la eliminación de materiales utilizados en actividades domésticas de productos que consumen y sus envases, embalajes o empaques, y en cualquier establecimiento o la vía pública o por su limpieza, con características domiciliarias.

Responsabilidad compartida: la gestión integral de los residuos es una corresponsabilidad social, requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de todos los productores, importadores, distribuidores, consumidores y gestores de residuos, tanto públicos como privados.

Responsabilidad extendida: es la responsabilidad del productor de aparatos eléctricos y electrónicos por el impacto ambiental que sus productos generan durante todo el ciclo de vida, desde su fabricación, uso y disposición final.

Responsabilidad extendida individual del productor: es la ampliación del alcance de las responsabilidades de cada uno de los productores de aparatos eléctricos y electrónicos a la etapa de posconsumo de los artículos que producen y comercializan, incluyendo la gestión de los residuos correspondientes.

Retoma o recaudación: es el procedimiento establecido por el productor mediante la devolución o por el gestor para la recolección de los aparatos eléctricos y electrónicos una vez cumplan con su ciclo de vida útil.

Reutilización: significa usar un aparato eléctrico y electrónico más de una vez y después de otro usuario.

Tratamiento: toda actividad de descontaminación, desmontaje, desarmado, desensamblado, trituración, valorización o preparación para su disposición final y cualquier otra operación que se realice con tales fines.

Valorización: toda acción o proceso que permita el aprovechamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, así como de los materiales que los conforman, teniendo en cuenta condiciones de protec-

ción del ambiente y la salud. Se encuentran comprendidos en la valorización los procesos de reutilización y reciclaje.

Sistema nacional de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: es el conjunto de instituciones, actores, actividades, acciones y tareas interrelacionados que conforman e integran las distintas etapas de la gestión ambientalmente sostenible de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, que podrán conformar subsistemas en función del ámbito geográfico, categorías y tipos de aparatos u otras especificidades.

Sitio contaminado: lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que ha sido contaminado con materiales o residuos que por sus cantidades y características pueden representar un riesgo para la salud humana, los organismos vivos, el aprovechamiento de los bienes o propiedades de las personas.

Usuario: es la persona física o moral para quien se elaboran los aparatos eléctricos y electrónicos y que los usa de manera personal o como herramienta de trabajo.

Anexo 1. Características fisicoquímicas de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Cuadro 2.1

Características y efectos de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la salud y el ambiente

Sustancia	Características	Efectos en humanos	Impacto en el medio ambiente
*Bifenilos policlorados (PCB)	Este tipo de compuestos presenta una gran estabilidad química, térmica y biológica, baja presión de vapor y constantes dieléctricas. Lo cual los ha llevado a ser usados como fluidos aislantes refrigerantes en los condensadores y transformadores de los equipos electrónicos, para el impregnado de algodón y asbesto, como agentes plastificantes y aditivos para algunas pinturas epoxicas.	Un inadecuado desmontaje y exposición con estos compuestos puede causar anemia, daños en la piel, hígado, estómago y tiroides. El contacto con estas sustancias es muy riesgoso para mujeres embarazadas, pudiendo causar cáncer.	Es compuesto poco soluble y de ser enterrado en basureros o rellenos sanitarios, puede filtrarse en las capas de la tierra, contaminando el agua y afectando la cadena de producción de algunos alimentos.
**Tetrabromo Bisfenol A (TBBA)	Es un retardante de llama que se utiliza en las tarjetas integradas de las computadoras. Este compuesto representa 50 % del total de los retardantes de llama bromados que se producen en el mundo. Cerca de 96 % de las tarjetas contiene este químico, el cual representa entre 1 a 2% de su peso.	Ha demostrado que puede interferir con el transporte y metabolismo de algunas hormonas. Además, tóxico para organismos acuáticos.	Es reactivo y se une muy bien al plástico que protege. Este hecho dificulta que pueda liberarse al medioambiente, siendo además biodegradable. Sin embargo, uno de los productos de esta biodegradación es el bifenol, que ocasiona daños en el sistema endocrino.
**Bifenilos polibromados (PBB)	Esta sustancia originalmente se agregó a los plásticos de los equipos electrónicos para reducir su inflamabilidad, sin embargo la producción del PBB fue detenida en Estados Unidos en 1976 y en el mundo en 2000.	La exposición a esta sustancia puede provocar daños en los riñones, hígado y la glándula tiroides. Los fetos expuestos tienen problemas en sistema endocrino, de igual manera se sospecha que el PBB es cancerígeno.	No se disuelve bien en agua y tiende a unirse en la tierra, medios por los cuales llega a los alimentos. Así, se magnifican a lo largo de una cadena alimenticia de 20 a 3 200 veces.
Éteres de difenilo polibromados (PBDE)**	Es otro retardante de llama bromado que varía en número de átomos bromados, llegando a haber 209 variaciones. Sólo tres tipos son los más vendidos comercialmente (penta, octa y deca), que son utilizados en los equipos electrónicos. En el caso de octa se utiliza en las carcacas de alto impacto y deca es, utilizado en el aislamiento de cables. A pesar que la producción de esta sustancia ha decaído desde 1999, su presencia en el medioambiente crece, convirtiéndose en un problema a nivel mundial	Desde que fue probado por primera vez en 1970, ha sido encontrado en numerosas muestras de tejido humano, cuyas concentraciones se han incrementado en 100 veces los últimos 30 años. La exposición se puede dar al momento en que los plásticos que contienen esta sustancia son reciclados. La preocupación del efecto que pueda tener en la salud humana se da porque el PBDE que tiene de cuatro a seis moléculas bromadas puede actuar como tiroxina, dañando el sistema endocrino. Los niños expuestos muestran daños en la tiroides y anomalías neurológicas.	Es fácilmente liberado al medioambiente y como los otros retardantes de llama, no se disuelve en agua y se adhiere fuertemente al suelo, de donde pasa a los organismos que contienen los alimentos. Este traspaso depende de la concentración bromada; mientras más baja, el PBDE es más tóxico –caso que se da de estar expuesto a la luz ultravioleta–. Se puede decir que este compuesto es omnipresente ya que estudios lo encontraron en organismos marinos y de agua dulce, mamíferos, aves y muestras de suelo y agua. Cuando el PBDE es incinerado, produce dioxinas y furanos.

(continúa)

(continuación)

Sustancia	Características	Efectos en humanos	Impacto en el medio ambiente
**Clorofluorocarburo (CFC)	Es utilizado en la producción de aerosoles, espumas y otros materiales de empaque como solvente y refrigerante, que se utilizan en los equipos electrónicos. En 1987 se inició la campaña para su prohibición, lo cual fue logrado en Estados Unidos en 1996, objetivo que se deseaba lograr en los países en vías de desarrollo para el año 2010.	No existen impactos significativos en la salud humana. Sin embargo, si existe un efecto indirecto al entrar en contacto con la última capa de la atmósfera, ya que la daña.	Al entrar en contacto con la capa de ozono, la destruye. Un átomo de cloro de una molécula de CFC es responsable por la destrucción de 100,000 moléculas de ozono. La capa de ozono protege a la tierra de la radiación, la cual causa cáncer de piel y cataratas en los seres vivos.
Polidoruro de vinilo (PVC) **	El plástico PVC es utilizado como aislamiento en ciertos cables de los equipos electrónicos. La preocupación viene dada debido a que el cloruro de vinilo que es utilizado para la producción de este compuesto es tóxico y el bis (2 etilhexil) ftalato (DEHP) que es utilizado para ablandar el PVC implica grandes riesgos para la salud humana.	En las cantidades en las que se encuentra en el medio ambiente, el ftalato DEHP no tiene pruebas de causar daños en los seres humanos, pero sí ha probado causar daños en los riñones de animales de laboratorio. Recientes debates sobre este compuesto han puesto en la mesa que puede causar anomalías endocrinas y de género en los embriones.	Este compuesto se encuentra muy propagado en el medio ambiente dado su amplio uso, siendo soluble en agua si aceites o grasas están presentes. Se une fácilmente a la tierra, pero también se degrada fácilmente cuando entra en contacto con el oxígeno.
Arsénico (As) ***	Está presente en pequeñas cantidades en los equipos electrónicos, como el compuesto arseniuro de galio (GaAs); tiene propiedades de semiconductor y se encuentra en los diodos de los equipos electrónicos.	Este compuesto causa cáncer tanto en piel como pulmones. El contacto con polvo que contiene este compuesto es el medio de exposición más común, especialmente para los trabajadores de industrias productoras de semiconductores.	Este elemento tiene una baja solubilidad en el agua. Se bioacumula en los peces y crustáceos, quienes lo convierten en compuesto orgánico y esencial para la vida, aunque tanto esta sustancia como sus compuestos son extremadamente venenosos.
Cadmio (Cd) ***	Es un metal pesado que se presenta en un gran número de componentes de los equipos electrónicos, como las capas de los contactos, interruptores y es utilizado para prevenir la corrosión. Específicamente el cadmio se encuentra en los resistores de los chips, detectores infrarrojos y semiconductores. Los monitores antiguos contienen alrededor de cinco a diez gramos de cadmio y algunas baterías están hechas de níquel cadmio. Los plásticos que se encuentran en el cableado, las tarjetas madre, computadoras, monitores y circuitos impresos lo contienen, el cual es agregado como estabilizador	La exposición al cadmio ocurre generalmente por inhalación y a través de la ingestión de comida o agua contaminadas. La inhalación de grandes cantidades puede provocar daño pulmonar y muerte y la exposición a cantidades pequeñas durante mucho tiempo puede causar presión alta y daño en los riñones. Este metal es cancerígeno.	El cadmio ingresa al medio ambiente a través del agua y tierra, el cual es tomado por las plantas. Bajas concentraciones pueden provocar alteraciones en la ecología y balance de los nutrientes de la tierra. Este metal puede bioacumularse en hongos, ostras, camarones, mejillones y pescados.
Cromo VI (Cr+6) **	Es un ion del mismo elemento con una carga de +6 y es la única forma tóxica del cromo. Su presencia es pequeña en los equipos electrónicos, pues se utiliza como endurecedor de plásticos y protector de algunas partes metálicas. Cuando los componentes electrónicos son quemados 99% del cromo VI permanece en los residuos y cenizas, por lo que continúa tóxicamente el suelo y por ende llegando a las corrientes de agua, por lo que es un riesgo aun mayor.	El efecto de este compuesto en humanos depende de la manera de exposición. Por ejemplo, la inhalación puede causar catarato, sangrado de nariz, úlceras, perforaciones en el seno nasal e inclusive cáncer. La ingestión a través de la comida o agua contaminadas pueden causar daños en el estómago, riñones, hígado, úlceras y convulsiones e inclusive la muerte. Si la exposición es por contacto, puede causar úlceras en la piel.	Es difícilmente encontrado en la naturaleza. Su presencia en el medio ambiente –en el aire– es atribuida a las emisiones de las plantas industriales, zonas comerciales y residenciales por la combustión.

(continúa)

(continuación)

Sustancia	Características	Efectos en humanos	Impacto en el medio ambiente
Mercurio (Hg) **	Se encuentra en tres lugares específicos de las computadoras. La cantidad más grande se encuentra en la luz fluorescente en las pantallas LCD, en los interruptores de las computadoras o monitores—los cuales hacen que se apaguen cuando no están funcionando y finalmente en las baterías. El mercurio es muy volátil y fácil de ser liberado mediante incineración o rompimientos— hasta 90 % del contenido en las pantallas, por ejemplo.	Todas las formas de mercurio representan un riesgo para la salud humana, sin embargo, en forma de metal que no está combinado con otros componentes y el metil mercurio orgánico son los que poseen mayor riesgo, especialmente para el sistema nervioso. Exposiciones cortas a este compuesto provocan daños en los pulmones, náuseas, vómitos, diarrea, presión alta, irritación en la piel y ojos. La exposición larga y periódica podría causar daños en el cerebro, riñones y en el desarrollo de los fetos, además de cambios neurológicos, irritabilidad, temblores, cambios en la visión, audición, problemas en la memoria, delirios, alucinaciones y tendencia suicida.	El impacto que tiene el mercurio en el medio ambiente ha sido muy estudiado. El mercurio que se encuentra en su estado puro es muy volátil. La minería, incineración y manufactura liberan este compuesto a la atmósfera. Cuando el mercurio, en cualquiera de sus formas, entra en contacto con el agua o tierra, se convierte en metil mercurio orgánico por la acción de una bacteria. En su forma orgánica el mercurio es más accesible a los organismos vivos y alimentos. Varios estudios mostraron la presencia de mercurio en peces, causando gran preocupación en varias regiones a nivel mundial.
Plomo (Pb) **	Se encuentra en muchos de los componentes de los equipos electrónicos. Ejemplo: computadoras, en mayor proporción en tubos de rayos catódicos del monitor, el cual se encuentra en 0 a 3 % en el panel, 70 % en el frit, 24 % en el embudo y 30 % en el cuello. El plomo también está presente en las soldaduras (40 %), en las tarjetas madre, circuitos y los plásticos del cableado.	Los humanos se encuentran generalmente expuestos a este metal mediante inhalación de partículas, por líquidos o comida contaminada. Los efectos y síntomas iniciales tras una exposición al plomo son anorexia, dolor muscular, malestar y dolor de cabeza, sin embargo, una exposición prolongada puede causar una disminución del rendimiento del sistema nervioso en los seres humanos, debilidad general, daño cerebral e inclusive la muerte. De igual manera puede afectar el sistema reproductivo en mujeres y hombres y es considerado como una sustancia cancerígena.	La estructura química de este metal está afectada directamente por el pH, sin embargo la mayoría de los compuestos de plomo son insolubles en agua y permanecen en este estado. Son difícilmente acumulados por las plantas o transferidos a los alimentos. No es bioacumulable en los peces, pero sí lo hace en los mariscos. De quebrarse o incinerarse de una manera expuesta al medio ambiente, las partículas se transmitirían al aire y la tierra.
Bario (Ba) **	Es generalmente utilizado en los tubos de rayos catódicos de los monitores de computadoras. En su funcionamiento, este metal reacciona con CO, CO ₂ , N ₂ , O ₂ , H ₂ O y H ₂ en el monitor, lo que produce una serie de compuestos de bario incluyendo óxidos, hidróxidos y carbonatos.	La toxicidad de los compuestos de bario está relacionada con su solubilidad en agua. Algunos de los compuestos que se forman en el monitor de computadoras son muy solubles. La ingestión de estos compuestos causa desórdenes gastrointestinales y debilidad muscular. Altas dosis pueden causar cambios en el latido del corazón, parálisis y muerte. El contacto con polvo que contenga bario puede causar irritación en la piel y ojos.	Su impacto en el medioambiente también depende de su solubilidad. Los compuestos de bario que son altamente solubles en agua son muy móviles y tienden a acumularse en los organismos acuáticos.
Berilio (Be) **	Es un metal que generalmente forma parte de aleaciones con cobre para mejorar su resistencia, conductividad y elasticidad. Esta sustancia se utilizaba en la producción de tarjetas madre inicialmente, pero su mayor uso está en los lugares de contacto	Es peligroso solamente si es inhalado como polvo o humo, que puede ocurrir cuando los equipos electrónicos son desensamblados, quemados o aplastados. Su inhalación puede causar neumonía, inflamación respiratoria (enfermedad crónica del berilio) y elevar el riesgo de cáncer de pulmón.	Este metal no se disuelve en agua y se queda en la tierra.

(continúa)

<i>(continuación)</i>	Características	Efectos en humanos	Impacto en el medio ambiente
Sustancia	de los circuitos y en algunos mecanismos de las impresoras láser.		
***Selenio (Se)	Este elemento se usa en la manufactura de rectificadores para la industria electrónica, la elaboración de pigmentos, vidrio y pinturas, como agente vulcanizante de caucho, en la manufactura de electrodos, fotoceldas y celdas de selenio.	El selenio es un oligoelemento esencial en la ingesta diaria de alimento (1 mg/kg peso corporal), la carencia de este elemento provoca serias alteraciones, pero si se sobrepasa los requerimiento es sumamente tóxico para animales, peces y el hombre. Es un carcinogénico potencial cuando se asocia con el sulfuro, compuesto que es muy poco común en agua	Es abundante en cierto tipo de suelo y la fuente principal de este alimento para el humano y otros organismos es como alimento, sea cereales, carne y pescado.
**Litio (Li)	Está presente en las baterías de computadoras y equipos electrónicos modernos. Típicamente las baterías contienen un ánodo de litio u óxido de litio, un cátodo de dióxido de magnesio o carbono y sal de litio disuelta en un solvente orgánico. Este tipo de baterías reemplaza a las baterías alcalinas y NiCd. Ambientalmente es más sostenible que sus antecesoras.	No provoca problemas toxicológicos como el plomo, cadmio o mercurio. Pero sí existe un riesgo grande para los trabajadores que pueden tener contacto directo. El litio es clasificado como un alcali corrosivo que puede producir quemaduras en la piel, ojos y pulmones de ser inhalado. Para evitar estos riesgos, las baterías de litio no deben ser expuestas a ambientes calientes o quebradas, factores que pueden provocar que la batería explote.	No se han realizado muchos estudios con respecto al efecto del litio en el medioambiente. Estos compuestos tienden a permanecer disueltos en el agua y no son fácilmente absorbidos por la tierra.
Níquel (Ni)	Se encuentra presente en las baterías de algunos equipos electrónicos (NiCd), que están siendo reemplazadas paulatinamente por baterías de litio. De igual manera, el níquel es utilizado en los tubos de rayos catódicos de los monitores de computadoras.	El contacto con el níquel puede causar daños en la piel y síntomas de asma en un 10 a 20 % de la población que lo hace. Los trabajadores que se encuentran expuestos a polvo que contiene níquel sufren de bronquitis y daños en los pulmones.	Entra en contacto con el medioambiente generalmente a través del aire. Estas partículas a su vez se asientan en el agua y tierra, especialmente en aquella que contiene magnesio y acero. Sin embargo, este compuesto no se bioacumula en los organismos vivos.
**Antimonio (Sb)	Se presenta en pequeñas cantidades en los equipos electrónicos. El trióxido de antimonio es añadido al plástico como retardante de llama. Este compuesto se utiliza también en el vidrio del tubo de rayos catódicos de los monitores y es parte de las soldaduras en los cables.	Es poco probable que se produzca una exposición elevada al antimonio contenido en los equipos electrónicos. Experimentos en animales han demostrado que exposiciones cortas causan irritaciones en los ojos y piel, pérdida del cabello, daños en los pulmones y corazón y problemas de fertilidad. El trióxido de antimonio es considerado como posible fuente cancerígena en humanos.	El antimonio liberado al medio ambiente generalmente se encuentra en la tierra y sedimentos. Su movilidad depende en gran manera de la estructura del suelo, la forma en la que se presenta y el pH. Este elemento es absorbido mejor por suelos que contengan acero, magnesio o aluminio.
**Sulfuro de Zinc (ZnS)	Si se mezcla con otros metales se crea una capa de fósforo que se utiliza en el interior de la pantalla de los monitores. La exposición a este compuesto puede ocurrir cuando el monitor se rompe.	Elemento corrosivo en piel y pulmones. Su ingestión causa daño en el estómago al formar un gas tóxico (sulfuro de hidrógeno).	

Fuente: Elaboración propia con base en *Manahan (2007). **Consenso regional (2011) y ***Jiménez (2009).

ANEXO 2. HERRAMIENTAS DE DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Introducción

Los programas de manejo ambiental por sí mismos pueden no tener éxito o sobrevivir si no cuentan con estrategias de comunicación que los den a conocer a la población e incidan para que sean asimilados por la sociedad. Dicha estrategia debe ser permanente y formar parte integral del plan de manejo de residuos. Es decir, el programa de comunicación es parte de las diversas acciones que se promueven en el plan de manejo para minimizar los impactos ambientales de los residuos de aparatos electrónicos que se generan en una localidad. Así, un programa de comunicación permanente en la materia posibilitará la sinergia entre autoridades y población para mejorar las condiciones ambientales en las localidades.

Dentro del proceso del manejo de los residuos, el programa de comunicación propuesto está planteado para incidir en la parte de la generación y de esta manera prevenir y minimizar la producción de residuos que se generan como parte de las actividades de consumo de productos electrónicos: un manejo ambiental de los residuos. De esa manera, el programa plantea los diversos medios de comunicación y las estrategias que se pueden utilizar para lograr los objetivos anteriores.

En esta parte se hace la propuesta de comunicación como parte de la gestión integral de residuos electrónicos para el manejo de éstos. Para ello se plantean algunas estrategias de comunicación y medios que se pueden utilizar como parte de las acciones del programa de manejo.

En la región que sustenta este estudio se cuenta con una alta concentración de medios de comunicación y de información, además de gran disponibilidad de medios en las ciudades estudiadas. Conforme a los datos, se observa un incremento muy importante registrado en la tenencia de computadora en los hogares; la televisión, aunque con menor aumento, también lo ha registrado para Piedras Negras y Monterrey, caso que no sucede con Reynosa (cuadro 1).

El periódico, aunque con una más limitada exposición, es otro de los medios de comunicación a través de los cuales la sociedad se informa de

lo que acontece en una localidad, región o en el mundo. Se pueden considerar a esos tres medios como los tradicionales de información en una localidad.

Cuadro 1
Disponibilidad de medios (%), 2000 y 2010

2000			
Medio	Monterrey	Piedras Negras	Reynosa
Radio	90	92	86
Televisión	97	96	93
Computadora	20	10	8
2010			
Radio	—	—	—
Televisión	95	96	86
Computadora	44	34	26

Fuente: Elaboración con datos del INEGI, Censos de Población y Vivienda 2000 y 2010.

En ese contexto, la información sobre programas públicos como el de manejo de residuos electrónicos a través de la televisión o la radio tiene la posibilidad de llegar a prácticamente toda la población de las localidades de estudio. Por su parte, la recepción de mensajes de ese tipo de programas vía el periódico está más acotada y se circunscribe a la población que tiene acceso y lee dicho medio.

Como se observó, el uso de la computadora –y de las herramientas asociadas a ese medio como Internet y las denominadas redes sociales¹ como Twitter y Facebook– está aumentando de manera considerable, mayormente en las clases medias y altas. La penetración de Internet en México en los últimos años ha sido muy importante, así este país por el número de usuarios incorporados recientemente está entre los más importantes de América Latina –ver datos de usuarios de Internet en este estudio–. En ese sentido,

¹ De hecho, las redes sociales son con mayor frecuencia un elemento importante de comunicación en la sociedad, sustituyendo incluso, en ocasiones, la labor informativa de otros medios en la transmisión de sucesos sociales.

dicho medio –la computadora e Internet– se está convirtiendo en una herramienta poderosa de información en la sociedad actual y es probable que el acceso muy pronto tienda a coberturas cada vez mayores debido al avance tecnológico que impacta en aparatos cada vez más económicos. Actualmente, la mitad o más de los hogares en las entidades estudiadas tiene el servicio de Internet en sus hogares (cuadro 2). Además, en la frontera norte la población tiene acceso a aparatos electrónicos más económicos en el mercado norteamericano y acceso a un mercado de productos de segundo uso. Esos factores contribuyen a un mayor consumo de aparatos eléctricos y electrónicos.

Cuadro 2
Hogares con conexión a Internet, 2010

Estado	Tiene		No tiene	
	Absoluto	%	Absoluto	%
Coahuila	180826	25.3	535217	74.7
Nuevo León	439343	35.3	804315	64.7
Tamaulipas	214584	24.7	653253	75.3

Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI (2011).

Basado en lo anterior, se propone que las estrategias de información y concientización consideren por lo menos estos medios.

MEDIOS DE COMUNICACIÓN²

Por lo dicho en el apartado anterior, se considera que esos son los medios –televisión, radio, periódico e Internet– que pueden ser de utilidad para

² Existen experiencias de campañas de comunicación para el acopio de programas de residuos peligrosos o de electrónicos que muestran la importancia que tienen los medios para dar a conocer las acciones de los programas y generar concientización sobre el manejo ambiental de los residuos, si bien se requiere de mayores estrategias integrales en la materia –puede consultarse por ejemplo las referencias periodísticas sobre el Programa de Residuos Peligrosos en Nuevo Laredo y el Programa de Residuos Electrónicos en Tampico. Sobre este último programa puede consultarse también la página del municipio donde se enlistan los residuos a acopiar y los centros dispuestos para ello.

una política informativa integral de comunicación como parte del plan de manejo de residuos electrónicos. Además de la disponibilidad de medios, es importante considerar otras características para las campañas informativas sobre el manejo de residuos electrónicos:

Televisión: informar y concientizar. La capacidad de este medio de llegar al público en forma instantánea y a amplios sectores justifica ese tipo de uso. Por la rapidez de la transmisión de los mensajes y en tiempos breves, puede ser útil para reiterar mensajes cortos sobre las campañas de reciclaje, acopio, etcétera, siendo la reiteración de esos mensajes una ventaja para generar conciencia y conocimiento en la sociedad;

Radio: informar y concientizar. De la misma manera, por su capacidad instantánea de llegar a amplios públicos. Al igual que la televisión, la repetición de los mensajes sobre las acciones ambientales de los residuos electrónicos ayuda a generar conciencia y conocimiento en la población;

Periódico local: informar, concientizar, analizar y documentar. No obstante la recepción se restringe a ciertos públicos lectores, los mensajes impresos tienen la particularidad de poder consultarse cuantas veces sea posible por la población interesada en los diversos sucesos acontecidos. Eso ayuda para que este medio además de informar pueda generar conocimiento y análisis;

Internet: informar, concientizar, documentar, analizar y vincular con otras fuentes de información. Una de las mayores ventajas del uso de las computadoras y de las herramientas de comunicación y acceso a la información es que a través de ellas se accede a una gran variedad de contenidos locales, regionales y globales. Esa característica le da suma importancia a la creación de páginas *web* sobre programas ambientales ya que permiten, además de informar, generar y procesar datos de utilidad sobre diversos hechos relacionados al medio ambiente. En ese sentido, dicho medio, además de concientizar a la población, genera conocimientos y estimula el análisis de los problemas ambientales. También ofrece herramientas para buscar soluciones a esos problemas.

Existen otros elementos que pueden ser utilizados como parte de esa estrategia integral de comunicación y que en términos generales son accesibles para las instituciones ambientales o los gobiernos locales. De hecho, son muy utilizadas por diferentes programas locales: visitas a escuelas o instituciones públicas para dar conferencias o pláticas, en este caso sobre los residuos electrónicos; visitas a los rellenos sanitarios; otros medios de comunicación como carteles colocados en diferentes puntos de la ciudad o en paradas de autobús de las ciudades –como lo hace el Programa de Residuos Electrónicos del municipio de Tampico³.

ESTRATEGIAS

En conjunto, esos medios permitirán llegar al grueso de la población.

Con ellos y con el programa de comunicación –como parte del plan de manejo– en materia de residuos electrónicos se pretende lograr:

- a) Informar y concientizar a la población;
- b) Incidir en el conocimiento de la población y reforzarlo;
- c) Involucrar y cambiar actitudes en la gente (disponer en los centros de acopio); y
- d) Como finalidad: fomentar el acopio, disposición, reutilización o reciclaje de los residuos electrónicos.

El impacto que puedan tener los medios referidos estará en función de varios factores, entre otros: los horarios asignados para dar a conocer los mensajes; el tipo de medio utilizado y los días de mayor penetración de los medios o programas; los costos que representa el uso de cada medio; el tipo de público que se expone a distintos medios: características socioeconómicas, lugar de residencia en la localidad, edad, sexo, escolaridad, etcétera.

³ La implementación de estas estrategias de comunicación debe de considerar, además de las particularidades sobre los residuos electrónicos –generación, manejo, acopio, reutilización y reciclaje, infraestructura ambiental y humana, etcétera– de las localidades o regiones, sus características sociales y económicas particulares.

En ese sentido, el diseño de campañas recurrentes y planeadas acorde con las características ya mencionadas de los medios de comunicación y de la población debe considerarse para generar los contenidos que se transmitirán a través de los medios ya referidos para generar impactos conforme a los objetivos planteados para informar y comunicar, o para hacer partícipe a la población en las políticas ambientales.

Así, los medios de comunicación anteriores deben ser parte de las principales estrategias para informar y concientizar a la población sobre:

- a) Características del programa de manejo de residuos electrónicos (televisión, radio, periódico, Internet-redes sociales):
 - Objetivos del programa;
 - Tipos de residuos a recolectar;
 - Localización del centro o centros de acopio (permanente, móvil);
 - Fechas de acopio;
 - Campañas;
 - Programas temáticos de información.

- b) Información básica y temática del programa (periódicos, Internet):
 - Clasificación de aparatos, características de materiales y sustancias de residuos;
 - Efectos de mala disposición de residuos electrónicos en la salud de la población y al ambiente;
 - Beneficios del programa (ambientales y a la población);
 - Artículos de divulgación y análisis temático de los residuos.

- c) Divulgación, información especializados y análisis (Internet, periódico):
 - Información básica del programa: características, objetivos, efectos de la disposición inadecuada y de los beneficios con el programa de manejo, etcétera;
 - Estadísticas de recolección: generación, reciclajes, reutilización, etcétera;
 - Información ambiental: indicadores ambientales;

*Vinculación del programa
de comunicación y recursos humanos*

En las localidades, el programa de comunicación puede ser implementado por las direcciones de ecología o medio ambiente municipales, con recursos humanos del área de comunicación y especialistas en informática. Las instituciones de educación superior que cuentan con esas especialidades pueden ser proveedores de dichos recursos. Un obstáculo que se observa en esta parte es que generalmente las instituciones ambientales locales carecen de personal suficiente, recursos económicos y áreas de comunicación e información, factores que tienen que considerarse para la implementación de programas informativos y en general de manejo de residuos.

La conformación de un área de comunicación en las instituciones ambientales posibilitará además generar campañas ambientales sobre los diversos programas en la materia que se diseñen en las localidades, así como alimentar las bases de datos de la información correspondiente al área, entre otros. Así mismo, será de utilidad para apoyar la prevención y mitigación de los impactos ambientales de los residuos electrónicos, programas de monitoreo ambiental y las contingencias ambientales previstas como parte de la gestión de residuos.

En general, un programa de comunicación e información integral ayudará a dar a conocer a la población la política ambiental local y a generar conciencia en la población de una buena gestión de los residuos que genera, así como los programas implementados por las autoridades para minimizar los impactos ambientales.

*Anexo 3. Sugerencias de separación y tratamiento
de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*

Algunas referencias consultadas (BFADFB, 2007 y E-Guía, 2008) señalan que los diversos equipos eléctricos y electrónicos obsoletos que se recojan deben agruparse y combinarse en los puntos de acopio formando los siguientes grupos:

- Piezas grandes de plástico;
- Equipos medianos y grandes (televisores, computadoras, hornos microondas, etcétera);
- Cables externos.

Lo anterior debido a que las piezas grandes que se puedan desensamblar fácilmente se retirarán de los equipos; si son metálicas se valorizarán localmente, si son de plástico tendrán que analizarse individualmente para formar lotes homogéneos y libres de aditivos no deseados. Los cables eléctricos se cortarán y separarán de todos los equipos.

Realizada la agrupación de los equipos eléctricos y electrónicos obsoletos en los puntos de acopio, se procede a su traslado hasta gestores autorizados (empresas recicladoras) que deben realizar una descontaminación o eliminación de componentes o sustancias potencialmente peligrosas, esto debido a que se pueden presentar las siguientes:

- Algunos fluidos: líquidos refrigerantes (CFC, HCFC, HFC, HC) y aceites pueden encontrarse en algunos de los residuos electrónicos recolectados, por lo cual un manejo inadecuado puede contaminar el resto de residuos;
- En cuanto a baterías de plomo y acumuladores que contengan níquel o cadmio y las pilas que contienen mercurio, se consideran residuos peligrosos. Este tipo de componentes pueden encontrarse en una gama amplia de residuos: en un teléfono móvil, lámparas de emergencia, aparatos portátiles, etcétera;
- Componentes que contengan mercurio, como interruptores (relés de mercurio) o se asocien con él como ciertas pantallas LCD. Es necesario un desmontaje previo para extraerlos con garantía;
- En el caso de cartuchos de tóner y tinta: aquellos que contienen restos de tóner con disolventes. Algunos tóner de color, en polvo, pueden contener metales pesados o sustancias potencialmente peligrosas;
- Tarjetas de circuitos impresos: solamente aquellas que contienen componentes y sustancias peligrosas: relés de mercurio, baterías peligrosas;

- Pantallas de cristal líquido (LCD) mayores de 100 cm²: parece demostrado que la composición del cristal líquido no presenta problemas para la salud ni para el medio ambiente de forma destacable. Sin embargo, el problema puede estar en las lámparas fluorescentes que suelen acompañar a las pantallas LCD para lograr la iluminación necesaria;
- Cables eléctricos exteriores.

Las operaciones de descontaminación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos deben ser realizadas antes o durante los procesos de separación y concentración, de forma que cada sustancia o componente tenga un tratamiento selectivo específico posterior y así evitar que se produzca una dilución de la sustancia problemática en cuestión o eventual contaminación en el resto de materiales que la acompañan.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA), 2010, «El medio ambiente en Europa. Estado y perspectivas 2010. Síntesis», en <<http://www.eea.europa.eu/soer/synthesis/translations/el-medio-ambiente-en-europa>>, consultado el 27 de marzo de 2012.
- Aguilar, B., 2007, «Frontera norte de México: agenda de desarrollo e integración económica. Reflexiones sobre el noreste de México-Texas», *Revista Mexicana de Política Exterior*, núm. 81, octubre.
- Alabi, O. A. *et al.*, 2012, «Comparative Evaluation of Environmental Contamination and DNA Damage Induced by Electronic-waste in Nigeria and China», *Science of The Total Environment*, vol. 423, 15 de abril de 2012, pp. 62-72.
- Antón V., M. A. [tesis doctoral], 2004, «Metodología del análisis del ciclo de vida», en *Utilización del análisis del ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo*, Universidad Politécnica de Cataluña, en <http://www.tdx.cesca.es/tesis_upc/available/tdx-0420104-100039/#documents>.
- Asante, K. A. *et al.*, 2011, «Human Exposure to PCBs, PBDEs and HBCDs in Ghana: Temporal Variation, Sources of Exposure and Estimation of Daily Intakes by Infants», *Environment International*, vol. 37, núm. 5, 1 de julio, pp. 921-928.
- Brigden, K. *et al.* [publicación electrónica], 2008. «Chemical Contamination at E-waste Recycling and Disposal Sites in Accra an Korforiua, Gahana», Greenpeace, Amsterdam.
- Bizkaiko Foru Aldundia Diputación Foral de Biszkaia (BFADFB) [publicación digital], 2007, "Reciclado de materiales: Perceptivas, tecnologías y oportunidades", Departamento de Innovación y Promoción Económica, en <<http://www.efn.uncor.edu/etc/reciclado/web/informacion/inf10.pdf>>, consultado el 22 de noviembre de 2011.
- Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y los Estados Unidos Sección Mexicana (CILA), 1994, Río Bravo, en <<http://www.sre.gob.mx/cila/>>, consultado el 23 de noviembre de 2010.

- Cortinas, C., 2010, «Anteproyecto de Reglamento de la *Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente sobre los materiales peligrosos y las actividades altamente riesgosas*», *Sustancias químicas*, en <www.cristinacortinas.net/index.php?option=com_content&task=view&id=203&Itemid=34>, consultado el 22 de enero de 2011.
- E-guía, 2008, «Gestión de residuos eléctricos y electrónicos (RAEE) en la Región de Murcia», *Servicio de Vigilancia Ambiental*, en <www.difusionpeca.es/pdf/9-f4b706d9191265659281-doc-1.pdf>, consultado el 18 de octubre 2011.
- Eco-finanzas, 2001, «Consumidor», en <www.eco-finanzas.com/diccionario/C/CONSUMIDOR.htm>, consultado el 11 de octubre 2001.
- Ecoil, 2011 [documento electrónico], «Análisis del Ciclo de Vida (ACV)», *LIFE04 ENV/GR/110*, en <www.ecoil.tuc.gr/lca-2_sp.pdf>, consultado el 22 de enero de 2012.
- Eugster, M. *et al.*, [documento electrónico], 2007. «Key Environmental Impacts of the Chinese EEE-Industry. A Life Cycle Assessment Study», EMPA/Tsinghua University, en <http://ewasteguide.info/files/eugster_2007_empa.pdf>, consultado el 22 de enero de 2012.
- Florisbela D. S., A. y G. Wehenpohl, 2001, «De pepenadores y tiradores. El sector informal y los residuos sólidos municipales en México y Brasil», en *Gaceta Ecológica*, núm. 60, pp. 70-80.
- Gaiker, 2007, «Reciclado de Materiales: Perspectivas, Tecnologías y Oportunidades», Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, en <www.efn.uncor.edu/etc/reciclado/web/informacion/Inf10.pdf>, consultado el 14 de octubre de 2011.
- Gonçalves, A. J., 2004, «El análisis de ciclo de vida y su aplicación a la arquitectura y al urbanismo», trabajo desarrollado en la asignatura *Por una ciudad más sostenible. El planeamiento urbano frente al paradigma de la sostenibilidad*, del Doctorado en Ciudades, Periferias y Vitalidad Urbana, Madrid, ETSAM.
- Greenpeace, 2008, «Envenenando la pobreza. Residuos electrónicos y eléctricos en Ghana», en <www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2008/10/envenenando-la-pobreza-resid.pdf>, consultado el 2 de febrero de 2012.
- Huergo, J., 2011, «Los procesos de gestión», en <http://www.api.ning.com/files/gatxpdvms2*1dssudfet-jtvfpz4rmxxkmftwuspkmce7u3fjhupnta*8de*qhjaesdsxl3udntnt e1fjepjzev5esy e715/huergostrategiasdegestin.pdf>, consultado el 10 de octubre de 2011.
- INE/EL Colef/Cocef, 2011, «Análisis de ciclo de vida de RAEE de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas», en imprenta (versión bilingüe).
- Instituto Nacional de Ecología (INE), 1995, «Residuos peligrosos en México», en <www2.ine.gob.mx/publicaciones/download/35.pdf>, consultado el 15 de octubre de 2011.

- Instituto Nacional de Ecología (INE), 2007, «Diagnóstico sobre la generación de residuos electrónicos en México», en <www.ine.gob.mx/descargas/sqre/res_electronicos_borrador_final.pdf>, consultado en diciembre de 2010.
- Instituto Nacional de Ecología (INE), 2008, «Diagnóstico regional de la generación de residuos electrónicos al final de su vida útil en la región noreste de México», pp. 133.
- Instituto Nacional de Ecología (INE), 2011, «Los residuos electrónicos en México y el mundo», Dirección General de Investigación sobre la Contaminación Urbana y Regional/Dirección de Investigación sobre Sustancias Químicas y Riesgos Ecotoxicológicos, <www.ine.gob.mx/descargas/sqre/2011_proyectos_res_elec.pdf>, consultado en marzo de 2012.
- Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (INE-Semarnat), 1998, «Reporte del estado ambiental y de los recursos naturales en la Frontera Norte de México», INE-Semarnat, pp. 25-35.
- Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (INE-Semarnap), 1998, *Programa para la minimización y manejo integral de residuos industriales peligrosos en México, 1996-2000*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) [publicación digital], 2011, "Estadísticas sobre disponibilidad y uso de tecnología de información y comunicaciones en los hogares, 2010", Aguascalientes, México, en <http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/encuestas/especiales/endutih/2010/endutih2010.pdf>, consultado el 22 de junio 2012.
- Jiménez C., B. E., 2009, *La contaminación ambiental en México*, México, Limusa-Noriega Editores/UNAM/Colegio de ingenieros ambientales de México/Femisca, pp. 471-547.
- Kroepelien, K. F., 2000, «Extended Producer Responsibility. New Legal Structures for Improved Ecological Self-organization in Europe», *Review of European Community & International Environmental Law*, vol. 9, núm. 2, julio, pp. 165-77.
- Kurian, J., 2007, «Electronic Waste Management in India-issues and Strategies», Cagliari, Italia, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, 1 a 5 de octubre, pp. 2-3.
- La cuarta R [blog], 2011, «El destino final de los electrodomésticos», en <www.actividades-mcp.es/gestionresiduos/2011/10/el-destino-final-de-los-electrodomesticos/>, consultado el 22 de marzo de 2011.
- Legrand, E., 2010, «Capítulo 7.4. ¿Reciclaje? ¿ACV? ¿Eco eficiencia? ¡Herramientas para una evaluación en la complejidad! Comprende los ACV y sus límites», en <www.aede.eu/fileadmin/docs/project/gedecite/spanish/chapter74.pdf>, consultado el 14 de febrero de 2012.

- Leung, A. O. W. *et al.*, 2008, «Heavy Metals Concentrations of Surface Dust from E-waste Recycling and its Human Health Implications in Southeast China», *Environmental Science & Technology*, vol. 42, núm. 7, pp. 2674-2680.
- Lindhqvist, T. [disertación de doctorado], 2000, «Extended Producer Responsibility in Cleaner Production. Policy Principle to Promote Environmental Improvements of Product Systems», International Institute for Industrial Environmental Economics, Lund University.
- Lindhqvist, T. *et al.*, 2008, *La responsabilidad extendida del productor en el contexto latinoamericano. La gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Argentina*, en <www.greenpeace.org/argentina/global/argentina/report/2008/10/la-responsabilidad-extendida-d.pdf>.
- Lindhqvist, T. y C. Van Rossem (2005), «Evaluation Tool for EPR Programs», International Institute for Industrial Environmental Economics, Lund University, en <www.solid-wastemag.com/postedddocuments/pdfs/2005/augsep/canadaeprvaluation.pdf>, consultado el 14 de septiembre de 2011.
- López S., M., 2008, «La tecnología y su lado oscuro: E-scrap y su impacto en el medio ambiente», en <www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&t8/8cyto4.pdf>, consultado el 19 de octubre de 2011.
- Manahan, S. E., 2007, «Introducción a la química ambiental», Reverte/UNAM, pp. 551-567.
- Martínez R., C., 2008, «A China la basura electrónica», *El nuevo día*, Noticias, Puerto Rico, 20 de julio, en <www.adendi.com/archivo.asp?num=57535>.
- Mejía P. L., A. [taller], 2009, «Problemas de interpretación, aplicación y vacíos de la legislación ambiental municipal», Instituto Nacional de Ecología-Semarnat, en <www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/9/amejia.htm>.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT-Colombia), 2010, Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos electrónicos y eléctricos. República de Colombia, en <http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/guia_raee_mads_2011-reducida.pdf>, consultado el 6 de octubre de 2011.
- Moraga, P. y V. Durán [documento electrónico], 2010, «Guía de contenidos legales para la gestión de los residuos electrónicos», Centro de Derecho Ambiental/Facultad de Derecho/Universidad de Chile, editado por Garcés, D. y U. Silva, en <www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2010/11/guia-legal-20112.pdf>, consultado el 21 de enero de 2012.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, (OCDE), 2001, *Extended Producer Responsibility: A Guidance Manual for Governments*, París, OCDE.

- Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe (Plataforma Relac), 2011, «Lineamientos para la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Latinoamérica: Resultados de una mesa regional de trabajo público-privado», en <www.residuoselectronicos.net/documents/110410-documento-lineamientos-para-la-gestion-de-raee-en-la-mesa-de-trabajo-publico-privada.pdf>, consultado el 22 de marzo de 2011.
- Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco), 2004, *Ley federal de protección al consumidor*, en *Diario Oficial de la Federación*, <www.profeco.gob.mx/juridico/pdf/l_lfpc_ultimo_camdip.pdf>, consultado el 11 de octubre de 2011.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2000, «Implementación de Acuerdos Multilaterales Ambientales (AMA) en el Caribe: Reporte y lineamientos», en <www.pnuma.org/forodeministros/12-barbados/bbexbo7e-acuerdosmultilateralesenelcaribe.pdf>, consultado el 22 de junio de 2011.
- Recycla Chile y Fundación Casa de la Paz, 2007, *Residuos electrónicos. La nueva basura del siglo XXI*, Santiago de Chile, en <www.maydaynetwork.cl/wp-content/uploads/2010/05/residuos_electronicos-la-nueva-basura-del-siglo-xxi.pdf>, consultado el 21 de enero de 2012.
- Rodrigo J. y Castells F., 2002, *Electrical and Electronic Practical Ecodesign Guide*, Tarragona, España, Universidad Rovira i Virgili.
- Rojas, José Eduardo [blog], 2011, «Amenaza tecnológica. Bolivia genera 20 mil Tn de residuos electrónicos y eléctricos al año, ¿qué se hace con ellos?», *Revista Herencia*, lunes 18 de julio, en <<http://revistaherencia.blogspot.mx/2011/07/amenaza-tecnologica.html>>, consultado el 12 de enero de 2012.
- Romero R., B. I., 2003, «El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental», *Boletín IIE*, julio-septiembre, en <www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/tend.pdf>, consultado el 14 de febrero de 2012.
- Santiago, D., 2008, «Camino que sigue tu basura electrónica», *El Norte*, México, 23 de enero de 2008, en <www.elnorte.com/vida/articulo/411/820000/>, consultado el 22 de julio de 2012.
- SE-Ambiente, 2011. Análisis de ciclo de vida (ACV) y análisis de flujo de materiales (AFM). 66 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), 1993, *NOM-052-SEMARNAT-1993. Norma Oficial Mexicana, que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente*, en <www.bordercenter.org/pdfs/mexicanofficialstandardnom-052-semarnat-1993.pdf>, consultado el 12 de noviembre de 2011.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), 2006a, *NOM-052-SEMARNAT-2003, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos*, en *Diario Oficial de la Federación*, <www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/normas%20oficiales%20mexicanas%20vigentes/nom%20052_23_jun_2006.pdf>, consultado el 8 de marzo 2011.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), 2006b, *Reglamento de la Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos*, en *Diario Oficial de la Federación*, jueves 30 de noviembre, <www.aniq.org.mx/comisiones/docs_cmedioambiente/reglamento%20de%20la%20lgpgir.doc>.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), 2011, *PROY-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*, en *Diario Oficial de la Federación*, <<http://dof.gob.mx/normasoficiales.php?codp=4482&view=si#>>, consultado el 8 de febrero 2012.

Suppen, N. y B. Van Hoof, 2005, *Conceptos básicos del Análisis de Ciclo de Vida y su aplicación en el Ecodiseño*, México, Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable.

Tue, N. M. *et al.*, 2010, «Accumulation of Polychlorinated Biphenyls and Brominated Flame Retardants in Breast Milk from Women Living in Vietnamese E-waste Recycling Sites», *Science of the Total Environment*, vol. 408, núm. 9, 1 de abril, pp. 2155-2162.

Unión Europea (UE) [directiva], 2003, *Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE)*, en *Official Journal of the European Union*, núm. L37, pp. 24-39.

Unión Europea (UE), 2012. Texto aprobado por el parlamento de la Unión Europea el 19 de enero del 2012. *Resolución legislativa del Parlamento Europeo, de 19 de enero de 2012, respecto de la Posición del Consejo en primera lectura con vistas a la adopción de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) (versión refundida) (07906/2/2011 - C7-0250/2011 - 2008/0241(COD), 11-15 pp.*, en <www.europarl.europa.eu/sides/getdoc.do?pubref=-//ep//text+ta+p7-ta-2012-0009+0+doc+xml+vo//es>, consultado el 20 de enero del 2012.

United Nations Environment Programme (UNEP)/Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), 2009, *Guidelines for social life cycle assessment of products*, pp. 33-35, en <www.unep.fr/shared/publications/pdf/dtix1164xpa-guidelines_slca.pdf>, consultado el 19 de marzo de 2011.

- Villamayor, C. y E. Lamas [documento electrónico], 1998, «Gestión de la radio comunitaria y ciudadana», Amarc, en <http://api.ning.com/files/gatxzpdvms2*ldssudfet-jtvfpz4rmx xkmftwuspkmce7u3fjhupnta*8de*qhjaesdxl3udntnpte1fjepjzev5esyey7i5/huergoes-trategiasdegestin.pdf>, consultado el 10 de octubre de 2011.
- Villasevil P., G. [documento electrónico], 2008. «La situación actual de la gestión de los residuos eléctricos y electrónicos», en <www.grupcies.com/boletin/images/stories/pdfboletin/articuloii_edic_58.pdf>, consultado el 27 de enero de 2011.
- Vivancos, J. L. *et al.*, 2001, «Análisis de distintas herramientas informáticas para el análisis de ciclo de vida», en *Actas del XVII Congreso Nacional de Ingeniería de Proyectos*, 1-11 99, Murcia, Asociación Española de Ingeniería de Proyectos.
- Widmer, R. *et al.*, 2005, «Global perspectives on e-waste», *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 25, núm. 5, julio, pp. 436-458.
- Zhao J. *et al.* [tesis], 2009, «Electronic Waste. Not in my backyard!», Bachelor module spring 2009, International Development Studies, Roskilde University, 30 de septiembre.

PÁGINAS ELECTRÓNICAS

- Alquienvas.com, 2011, «Contenedores de RAEE», en <www.alquienvas.com/productos/18-cubre-contenedor_residuos_electricos_raee-831-43.html>, consultado el 18 de octubre de 2011.
- Böni, H. [documento electrónico], 2009, «Proyectos e iniciativas latinoamericanas para la gestión de residuos electrónicos. Un análisis transversal», EMPA, en <www.residuoselectronicos.net/archivos/panama/presentaciones/heinz_analisis.pdf>, consultado el 27 de marzo de 2011.
- Chan, J. K. Y. *et al.*, 2007, «Body loadings and health risk assessment of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans at an intensive electronic waste recycling site in China», *Environmental Science & Technology*, vol. 41, núm. 22, pp. 7668-7674.
- Chiclana Natural S. A., 2012, «Punto limpio móvil», en <<http://chiclananatural.com/detalle-de-noticia/articulo/el-punto-limpio-movil-acercara-el-reciclaje-de-un-gran-numero-de-productos-de-uso-domestico-a-los-ci/>>, consultado el 14 de febrero del 2012.
- Degraf, 2011, «Proceso de reciclaje Degraf», en <www.degraf.cl/proceso-reciclaje-degraf>.
- EcoSMÉs, 2011, «Programas informáticos sobre ACV», <www.ecosmes.net/cm/navconten ts?l=es&navid=lcasmesstandardreg&subnavid=3&pagid=1&flag=1>, consultado el 12 de marzo 2012.

- Mata F, E., 2008, «País acumula 13 000 toneladas de basura informática sin tratar», *La Nación*, El País, Costa Rica, 20 de mayo, en <www.nacion.com/ln_ee/2008/mayo/20/pais1536734.html>, consultado el 21 de enero de 2011.
- Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC), 1996, en <www.mindfully.org/plastic/recycling/computer-minerals-plastics-recycling1996.htm>, consultado el 21 de enero de 2012.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT-Colombia), 2010, Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos electrónicos y eléctricos. República de Colombia, en <http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/guia_raee_mads_2011-reducida.pdf>, consultado el 6 de octubre de 2011.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2004, *Entrada en vigor del Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional*, en <www.fao.org/docrep/meeting/008/j3331s.htm>, consultado el 17 de junio de 2011.
- Puckett, J. et al., 2002, «Exporting Harm. The High-Tech Trashing of Asia», The Basel Action Network/Silicon Valley Toxics Coalition, en <www.ban.org/e-waste/technotrashfinalcomp.pdf>.
- Semarnat, 2003, *Ley general para la prevención y gestión integral de residuos*, en *Diario Oficial de la Federación*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, miércoles 8 de octubre de 2011, en <www.diputados.gob.mx/leyesbiblio/ref/lgpggir/lgpggir_orig_08octo3.pdf>.
- Semarnat, 2005, *Norma Oficial Mexicana NOM-052.SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación clasificación y los listados de los residuos peligrosos*, en *Diario Oficial de la Federación*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, segunda edición, viernes 23 de junio de 2006, en <http://132.248.50.5/cls/informacionparaconsulta/derramesdequimicos/nom%20052_23_jun_2006.pdf>.
- Sinha-Khetriwal, D. et al., 2006, «Legislating E-waste Management: Progress from Various Countries», *elni Review*, vol. 1+2/06, en <http://ewasteguide.info/files/sinha-khetriwal_2006_elni.pdf>, consultado el 1 de junio de 2012.

Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: Propuestas y alternativas para una gestión sostenible se terminó de imprimir en Litográfica Ingramex, S. A. de C. V., Centeno 162-1, Col. Granjas Esmeralda, Del. Iztapalapa, 09810, México, D. F., en diciembre de 2012. El cuidado de la edición estuvo a cargo de la Coordinación de Publicaciones de El Colegio de la Frontera Norte. Se tiraron 500 ejemplares.

