

Ensayos

La importancia de gestionar adecuadamente los Residuos de Tecnologías de la Información y la Comunicación en México

Resumen

Los Residuos de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (ReTic) son física y químicamente diferentes a otros tipos de residuos, ya que a la vez contienen materiales valiosos y peligrosos que requieren métodos especiales de reciclaje. La complejidad para gestionar adecuadamente los ReTic ha dado lugar a un régimen ambiental internacional conformado por los Convenios de Basilea, Estocolmo, Rotterdam y el programa Agenda 21, los cuales solicitan el manejo adecuado de los desechos peligrosos y algunas sustancias tóxicas contenidos en los ReTic. Desde el campo de estudio de las Relaciones Internacionales, la presente investigación discutirá la participación y el cumplimiento internacional de México dentro del régimen ambiental internacional sobre la gestión ecológicamente racional de los ReTic. En primer lugar porque México es un activo miembro de la agenda ambiental global, segundo, el Estado mexicano se ha obligado convencionalmente con los instrumentos internacionales antes mencionados y por último, la población mexicana ha desechado rápidamente residuos de las Tic en los últimos años.

Abstract

Waste from information and communication technology (ICT) is physically and chemically different from other forms of waste, since it contains both valuable and dangerous materials that require special recycling methods. The complexity of adequately managing ICT waste has given rise to an international environmental regime made up of the Basel, Stockholm and Rotterdam Conventions and the Agenda 21 Program. These institutions call for sound management of hazardous waste and toxic substances contained in ICT waste. From the perspective of the field of international relations, this paper will discuss Mexico's participation and international compliance within the international environmental regime on the ecologically sound management of ICT waste. This is first of all because Mexico is an active member of the global environmental government. Furthermore, Mexico is a party to the aforementioned conventions. Finally, the Mexican population has been rapidly disposing of ICT waste in recent years.

Résumé

Les Résidus des Technologies de l'Information et de la Communication (ReTic) sont physiquement et chimiquement différents des autres types de résidus, car ils contiennent à la fois des matériaux précieux et dangereux qui demandent des méthodes spéciales de recyclage. La complexité pour gérer correctement les ReTic a conduit à un régime environnemental international composé des accords de Bâle, Stockholm, Rotterdam et le programme Agenda21, accords qui demandent une gestion adéquate des déchets dangereux et de certaines substances toxiques contenus dans les ReTic. Considérant le sujet d'un point de vue des Relations Internationales, cette présente recherche évoquera la participation et implication internationale du Mexique dans le cadre du régime environnemental sur la gestion écologiquement rationnelle des ReTic. En premier lieu, parce que le Mexique est un membre actif du programme environnemental global. En deuxième lieu, l'État mexicain s'est engagé conventionnellement de par les instruments internationaux ci-dessus mentionnés et finalement, la population mexicaine a rejeté rapidement les résidus des Tic ces dernières années.

Siria Arlett Cortés Hernández.

Palabras clave: gestión ambiental, legislación ambiental, residuos electrónicos, régimen ambiental internacional, Tics.

Introducción

Los Residuos de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (ReTic) son un asunto que crece más rápido en México y el mundo. En 2014, por ejemplo, los mexicanos descharon casi 4 millones de computadoras junto a 47 millones de teléfonos móviles (Cortés, 2014). A nivel mundial las cifras incrementan a 500 millones de computadoras desecha-

Recicla Tics, Guerrero, México.

das entre 1994-2003; tan sólo en 2005 se descartaron 130 millones de teléfonos móviles (Widmer, Oswald, Sinha, Schnellmann y Böni, 2005). Actualmente estas cantidades acumuladas son complejas de gestionar por falta de infraestructura de reciclaje, altos costos laborales o bien, regulaciones ambientales difíciles de cumplir. Tales circunstancias han ocasionado el traslado de los ReTic, principalmente, desde países como Estados Unidos, miembros de la Unión Europea, Australia o Japón hacia China, Ghana, Nigeria, Brasil, Venezuela o México (Lepawsky y McNabb, 2009).

El movimiento transfronterizo de los ReTic causa alerta en la comunidad internacional, porque diversos estudios demuestran contaminación por lixiviación de placas de circuito impreso, como en Guiyu, China, donde se encontró altos niveles de éteres bifénilos polibromados (PBDEs), bifénilos policlorados (BPCs), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Plomo (Pb), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn) y Arsénico (As) en tierras de cultivo y en ríos. En el aire hay máximas concentraciones de partículas suspendidas conocidas como paradiclorobenzofuranos (PCDFs), policlorodibenzodioxinas (PCDDs) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs), debido a la quema de los ReTic a cielo abierto. Además se descubrió bifénilos polibromados (PBBs) en tejidos de peces y aves, aunado a un daño en la salud de los residentes locales dedicados a la extracción manual de oro (Au) o cobre (Cu) (Wong, Wu, Nurdan, Aydin y Wong, 2007). Por esto, la toxicidad de los ReTic representa un problema ambiental local, derivado del abandono de los mismos en basureros o en vías públicas (Cortés, 2014). Cuando se trasladan a otro país, la gestión de los ReTic es un problema ambiental global, donde los beneficios económicos son la eliminación barata y la recuperación de metales valiosos en incumplimiento de las leyes ambientales y económicas del país de origen (Lepawsky y McNabb, 2009).

En síntesis, la preocupación por los ReTic en el ámbito internacional no es sólo por su acumulación sino también por su gestión ecológicamente racional, es decir, la eliminación o el aprovechamiento de los ReTic producidos por métodos seguros, de un modo que se encuentren protegidos el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos que puedan derivarse de tales desechos (UNEP, 2012). En la política internacional, lo más significativo es que actores

estatales (gobiernos) han legitimado acciones, como la creación de Acuerdos Ambientales Multilaterales (AAM) (Young, Osherenko y Levy, 1999). Inclusive otros actores como Organizaciones No Gubernamentales (ONGs), cuerpos académicos y algunas empresas transnacionales se han incorporado a la prevención de contaminación, procedente de la gestión de los desechos peligrosos y ciertas sustancias químicas tóxicas contenidas en los ReTic (UNEP, 2012).

La cooperación internacional entre Estados y la participación de actores no estatales para enfrentar problemas ambientales globales puede ser explicada dentro de la disciplina de las Relaciones Internacionales (RI), con el término Régimen Ambiental Internacional (RAI). De acuerdo a Young, Osherenko y Levy (1999: 2) un RAI son “las instituciones sociales que consisten en principios acordados, normas, reglas, procedimientos para la toma de decisiones y programas que gobiernan las interacciones de los actores en áreas temáticas específicas”.

Este documento se centrará en saber cómo un determinado Estado ha cumplido con los elementos del régimen ambiental, que resuelve la gestión de los ReTic. Para ello, este trabajo indagará primero ¿Cuáles son las reglas, principios, normas, procedimientos de toma de decisión y programas que se han desarrollado respecto a la gestión de los ReTic en el contexto internacional? ¿Quiénes son los actores estatales y no estatales que han implementado la gestión ecológicamente racional de los ReTic a nivel internacional? para entender si ¿México ha implementado la gestión ecológicamente racional de los ReTic?

Desarrollo

El Régimen Ambiental Internacional sobre la gestión ecológicamente racional de los ReTic refleja la cooperación internacional entre países, fundamentada en ***Pacta Sunt Servanda***, que expresa todo tratado en vigor obliga a las partes y debe ser cumplido de buena fe (Cortés, 2014)¹. Por su parte, los principios² “de precaución”, “de adopción de medidas preventivas” y “Quien contamina, paga” se integran a cuatro instrumentos internacionales. Los dos primeros, el

1 *Pacta Sunt Servanda* fue plasmado en el artículo 26 de la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados de 1969. Dentro del Régimen Ambiental Internacional se entenderá como una norma, según Krasner (1985), la norma son los estándares de conducta y obligaciones (Cortés, 2014).

2 Según Krasner (1985), los principios se entenderán como creencias de hecho, causalidad y rectitud. *Ibidem*

convenio de Rotterdam y el convenio de Estocolmo como reglas vinculantes³ (Hard Law) prevén reducir BPCs y PBBs de procesos químicos industriales y/o eliminar PAHs, PCDDs y PCDFs como subproducto de una combustión. La tercera regla vinculante es el Convenio de Basilea, que busca evitar el movimiento transfronterizo de los desechos metálicos o que tengan Antimonio (Sb), Berilio (Be), Selenio (Se), Níquel (Ni), As, Cr, Pb, Hg y Cd (UNEP, 2012).

No obstante, el continuo tráfico de los ReTic legal o ilícito traslada desechos peligrosos y sustancias químicas tóxicas a regiones geográficas, donde la mayoría de las ocasiones carecen de procesos pirometalúrgicos o hidrometalúrgicos controlados para la recuperación de metales. Para remediar esto, el RAI sobre la gestión ecológicamente racional de los ReTic propone observar la correcta degradación de los desechos peligrosos acorde a sus condiciones de liberación, según recomendación de Agenda 21 (UNEP, 2012).

Así surgen dos procedimientos para la toma de decisiones (PTD)⁴ que gestionan los ReTic, el primer PTD es la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) (Biedenkopf, 2009). Un par de políticas públicas europeas emitidas en la Directiva 2002/96/CE sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), la cual obliga al productor costear los gastos de eliminación aislada de contaminantes y la recuperación de metales valiosos. Mientras la Directiva 2002/95/CE sobre RoHS (del inglés, *Restriction of Hazardous Substances*) pide el diseño de productos con el uso mínimo de Pb, Cd, Hg y Cr, desde el año 2006 (Cortés, 2014).

El segundo PTD es la Tasa de Reciclaje Avanzado (ARF, del inglés, *Advanced Recycling Fees*), un impuesto pronunciado en el estado de California (EE. UU.)⁵, que permite a los usuarios devolver su equipo obsoleto en sitios de recolección. Esta ley es criticada en sí porque se considera sólo el 1er paso para la gestión adecuada, ya que no detiene el flujo de los ReTic, porque el impuesto se cobra al consumidor,

quien devolverá el residuo y el productor está libre de la gestión sin incentivos para desarrollar diseños más limpios (Biedenkopf, 2009).

Para maximizar la aplicación del RAI, las secretarías de los Convenios delegan acciones de prevención por contaminación, conforme al rol de los Estados como 1) Receptor de ReTic y/o 2) Generador de ReTic. Bajo esta apreciación, los programas⁶ creados son Asociación para la adopción de medidas en materia de equipo informático (PACE, del inglés *Partnership for Action on Computing Equipment*) y la Iniciativa de Asociación de Telefonía Móvil (MIPI, del inglés *Mobile Phone Partnership Initiative*). Ambos programas disuaden la importación/exportación de los ReTic entre los 181 Estados-parte de Basilea, 179 de Estocolmo y 154 de Rotterdam (UNEP, 2012). Otro programa que busca evitar el movimiento transfronterizo es Iniciativa StEP (del inglés, *Solving the E-waste Problem*) integrado por más de 50 actores reconocidos a nivel internacional. Entre los más representativos están *Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology* (EMPA), los fabricantes HP®, Dell®, Nokia® y Ericsson®, el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) y la recicladora *Sims Recycling Solutions*® (Cortés, 2014)

Los programas SBC *Ewaste Africa* y *African e-waste Alliance* corrigen en países africanos, la recuperación de metales valiosos contenidos en los ReTic bajo prácticas manuales. El Consenso *E-waste* Latinoamérica y la Plataforma RELAC promocionan la regulación sobre la gestión ecológicamente racional de los ReTic en cada país de América Latina. Por parte de las ONGs, el escrutinio es mayor en cuanto a prácticas de producción como la lista verde (Greener Electronics) de Greenpeace. O bien, la prueba de exportaciones ilícitas de los ReTic difundida por Basel Action Network (BAN) y Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC) en el reportaje *Exporting Harm the High-Tech Trashing of Asia* (Cortés, 2014).

Finalmente, ya que el RAI sobre la gestión ecológicamente racional de los ReTic está creado con base en las conductas de Estados, cuando un Estado cumple las reglas, los PTD, los principios y programas en su administración nacional, adaptado a los escenarios de tipo económico, social, político y de protección a la naturaleza, tal Estado tiene capacidad de respuesta ante el RAI, y con su cumplimiento está en condi-

3 Las reglas especifican acuerdos promulgados, tal como los Acuerdos Ambientales Multilaterales. *Ibidem*

4 De acuerdo a Krasner (1985), los procedimientos para la toma de decisiones (PDT) son las prácticas y rutinas en discusión e implementación de política (Cortés, 2014).

5 Statute Public Resources Code 42460-42486: Electronic Waste Recycling Act cubre un sistema de pago por recolección de residuos electrónicos (Covered Electronic Waste Payment System -SB 20/SB 50) (Cortés, 2014).

6 Los programas son las actividades dentro de la gobernanza ambiental que se guían por los principios, PTD, normas y reglas (Cortés, 2014).

ciones de prevenir la contaminación derivada de la gestión de los ReTic adecuadamente (Cortés, 2014).

El escenario sobre la gestión de los ReTic en México

El caso de México es particular porque su posición geográfica lo ubica como un Estado con amplios beneficios económicos, al mismo tiempo es un activo miembro en la agenda ambiental global. En 1994, por ejemplo, su integración al Tratado de Libre de América del Norte (TLCAN) permitió la instalación de compañías manufactureras de la industria Tic y desarrolló políticas para disminuir la brecha digital con enfoques de infraestructura, capacitación y uso de recursos basados en la adquisición de las Tic, a la par, México ratificó los Convenios de Basilea, Estocolmo y Rotterdam, en 1992, 2003 y 2004 respectivamente. Entre sus responsabilidades adquiridas está 1) conformar el Centro Regional del Convenio de Basilea de la subregión América Central en coordinación con Guatemala (CRCB-CAM), 2) crear un Plan Nacional de Implementación de Estocolmo (PNI) e 3) instituir un Programa de operación e implementación de Rotterdam. Asimismo México forma parte del Convenio de la Paz junto a EE.UU. desde 1983 y en 1994 suscribió el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN). Ambos acuerdos regionales resuelven problemas ambientales, como el traslado de desechos peligrosos, en la frontera norte. Incluso en el marco jurídico mexicano se establece que los tratados internacionales se convierten en ley nacional sí son aprobados por el poder legislativo (Cortés, 2014). Para lo cual “debe darse cumplimiento a las obligaciones que derivan de ello y verse reflejadas en las disposiciones que contienen políticas y legislaciones de los sectores a las que se aplican” (Cortinas, 1992).

El ámbito jurídico mexicano sobre la gestión de los ReTic

Los Residuos de Tecnologías de la Información y la Comunicación (ReTic) en México son clasificados como Residuos de Manejo Especial (RME), según el artículo 19 fracción VII de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR). Para generar certidumbre jurídica de aplicación en México se especifica la norma oficial mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, vigente desde 2013, la cual señala que los RME están sujetos a planes de manejo, según fracción VIII inciso a (Diario Oficial de la Federación, 2013).

Para los desechos, un plan de manejo induce directamente a productores, exportadores, distribuidores e importadores de ciertos productos a tomar medidas para maximizar el aprovechamiento de los residuos adaptado a las condiciones de cada lugar, bajo criterios de eficiencia ambiental, económico-social y tecnológica, mientras autoridades estatales y municipales son los entes que vigilarán la ejecución de los planes de manejo (Cortés, 2014).

De modo similar, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) vigilará el cumplimiento de la NOM-161-SEMARNAT-2011 así como las normas oficiales mexicanas señaladas en la Tabla 1, que tácitamente previenen el desequilibrio ecológico derivado de la gestión de metales pesados y sustancias tóxicas contenidos en los ReTic (Cortés, 2014).

La apropiación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (Tic) en México

Actualmente, las Tecnologías de la Información y la Comunicación son una herramienta que facilita el incremento de la productividad en varios sectores.

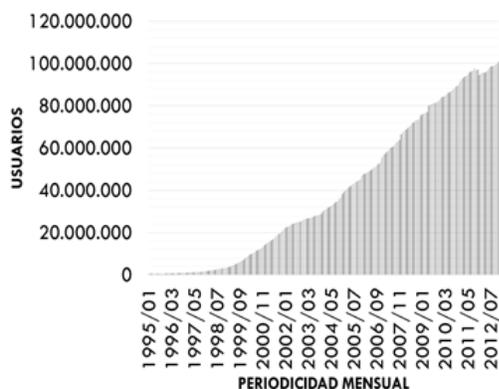
Tabla 1. Normas oficiales mexicanas para la gestión de los ReTic

Norma oficial mexicana	Disposición
NOM-098-SEMARNAT-2000, Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes.	Señala acciones preventivas para el control de las emisiones al aire, en particular las emisiones de las dioxinas (PCDDs) y furanos (PCDFs).
NOM-133-ECOL-2000, Protección Ambiental-Bifenilos Policlorados (BPCs) Especificaciones de manejo.	Destaca las especificaciones de protección ambiental para el manejo de equipos electrónicos contaminados con BPCs.
NOM-055-SEMARNAT-2003, Que establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados.	Sobre los requisitos de confinamiento de residuos peligrosos tales como aspectos hidrogeológicos, distancias mínimas del sitio de confinamiento, pre-tratamiento a residuos peligrosos, etc.
NOM-052-SEMARNAT-2005, Clasificación de Residuos Peligrosos.	Detalla la clasificación y manejo de residuos peligrosos tales como As, Cd, Cr, Se, Hg, Pb y aguas residuales de cianuro de plata, batería de Ni y Cd, gases de fundición de Al o Cr, entre otros.

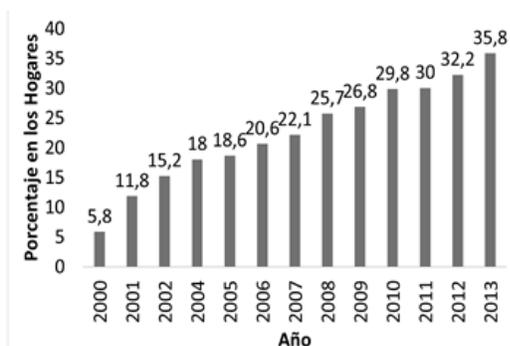
Fuente. Elaboración propia de acuerdo a información de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

En 2009, por ejemplo, México logró posicionarse como el 3er fabricante de equipo de cómputo a nivel mundial y el 2do productor mundial de teléfonos móviles. En 2011, México ocupó el 4º lugar global en exportaciones de computadoras y la 7ª posición mundial en exportaciones de teléfonos móviles. En 2012, el país ocupó la posición 72 de 144 en el ranking de disponibilidad tecnológica, según el Fondo Económico Mundial. En 2013, México ocupó la 3ra posición en manufactura de computadoras (Cortés, 2014).

Además de la manufactura de Tic, el acceso a telefonía móvil en México se presenta en la Gráfica 1, donde se distingue un incremento notable a partir del año 2000. Un ejemplo concreto de esta adquisición acelerada se registró, al cuarto trimestre del 2012, con la activación de más 100.7 millones de teléfonos móviles en una población mexicana de 115.6 millones de habitantes, es decir, 8 de cada 10 tenían un teléfono móvil. En cuanto a disponibilidad de computadoras, la Gráfica 2 muestra un consumo sobresaliente desde 2001. Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), tan sólo en 2013, el 35.8% de los hogares disponían computadoras, esto es equivalente a 15.3 millones de hogares mexicanos (Cortés, 2014).



Gráfica 1. Usuarios con teléfono móvil en México. Fuente: SCT. Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL)



Gráfica 2. Disponibilidad de computadoras en los hogares Fuente: INEGI. Encuesta Nacional sobre la Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) entre 2000-2012. *2013 Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

La generación de los residuos de Tic en México

Un estudio publicado en 1995 por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO) y *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) señaló más de 287 mil toneladas de residuos de computadoras generadas en México entre 1985-2004 (Cortés, 2014). Otro estudio publicado por el Instituto Nacional Ecología (INE) y el Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIIEMAD) calculó 300 mil toneladas anuales de basura electrónica generada en México. De acuerdo a SEMARNAT (2012), los mexicanos descartan 285.51 toneladas de residuos electrónicos al año (Román, 2007). Es importante recalcar que el primer estudio consideró sólo residuos de computadoras, aunque la predicción se realizó por 17 años, finalizó hace más de una década. Los pronósticos del INE/CIIEMAD y SEMARNAT refirieron otros aparatos incluido las Tic. Así que un cálculo específico sobre la generación de ReTic hace falta en México (Cortés, 2014).

Generalmente para la estimación de residuos electrónicos se usan tres métodos: 1) de suministro de mercado, 2) método suizo y 3) método uso-consumo. Para el método 1 es necesaria una búsqueda sobre unidades de producción o venta de Tic (Román, 2007). En esta investigación sólo se localizó empresas de manufactura del sector Tic (véase Tabla 2), las cuales publican su información en ranking de ventas, más no en número total de bienes de Tic vendidos (Cortés, 2014). En 2011, según Euromonitor Internacional (2014), *Acer Computer de México*®, *HP de México*® y *Sony Electronics de México*® representaron el 59% del volumen total de ventas a nivel mundial (Cortés, 2014).

Si bien, la información sobre importación de las Tic existe en México, la Gráfica 3 señala los datos en valores monetarios y por un lapso muy corto. En la Gráfica 4 hay un periodo de cifras más amplio, pero los datos de exportaciones de Tic están en dólares (Cortés, 2014).

Estas causas impiden utilizar el método 1 y 2⁷ para considerar el número de computadoras vendidas o descartadas y en consecuencia predecir la cantidad de ReTic generada. Por esto, se hará una predicción

7 El método dos o suizo se basa en la suposición que los hogares están saturados y por cada nuevo equipo comprado, uno llega al final de su vida útil (Román, 2007).

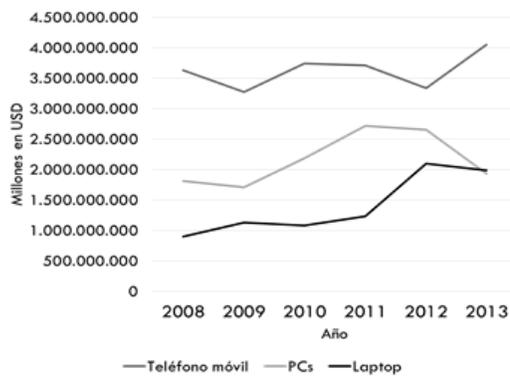
Tabla 2. Industria de Tecnologías de la Información y la Comunicación instalada en México

Industria	Origen	Estado	Subsector	Industria	Origen	Estado	Subsector
BenQ	Taiwán	Baja California	Teléfonos Móviles	Alcatel	Francia	Sonora	Teléfonos Móviles
Foxconn	Taiwán	Chihuahua		Motorola	EE.UU.		
Honeywell	EE.UU.			Volex	EE.UU.	Sonora, Baja California	
Ericsson	Suecia			Estado de México	Nokia	Finlandia	
Alcatel	Francia	Lucent Technologies			EE.UU.		
Pantech	Corea del Sur	Morelos			IBM	EE.UU.	
NEC	Japón			Hacer			
AFLGlobal	EE.UU.			Nuevo León	HP		
				Sony Electronics	Japón	D.F.	Computadoras
				Hitachi		Querétaro	

Fuente: Tabla de elaboración propia con datos de Revista ProMéxico, 2009.

de los ReTic a través de la metodología uso-consumo⁸. Este cálculo usa las cifras de las Gráficas 1 y 2 para estimar, hasta 2012, la cantidad potencial de residuos de teléfonos móviles (Tabla 3) y de computadoras (Tabla 4) (Cortés, 2014).

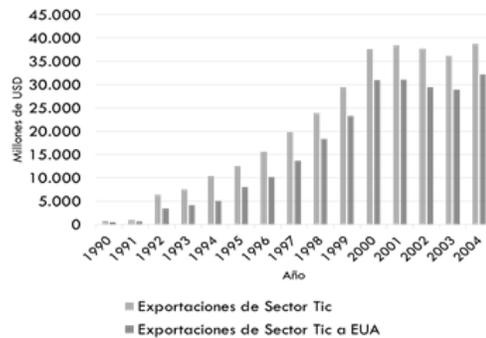
En síntesis, este pronóstico pone de relieve un total de 703, 351 toneladas acumuladas de ReTic, una cantidad considerable generada en México tan sólo en catorce años promedio, con altas probabilidades de permanecer sin una gestión ecológicamente racional (Cortés, 2014).



Gráfica 3. Tics importadas en México. Fuente: Secretaría de Economía con datos del Banco de México. */ Datos hasta Septiembre del 2013

El movimiento transfronterizo de los ReTic

Además de la generación de ReTic en México, la presente investigación ha localizado movimiento transfronterizo lícito e ilegal de ReTic. El primero sucede porque EE.UU. dona computadoras obsoletas⁹ y en países como México admite este tipo de acción¹⁰. Para ilustrar lo anterior, las fundaciones estadounidenses *World Computer Exchange (WCE)*[®] y *Chicago Group*[®] han donado equipo de cómputo con requerimientos básicos¹¹. La primera donó un embarque



Gráfica 4. Exportaciones en manufactura de la industria Electrónico-Informática. Fuente: La reestructuración del clúster electrónico de Guadalajara (México) y el nuevo aprendizaje tecnológico (Dabat, Ordoñez & Rivera, 2005).

8 Los desechos potenciales se calculan con el número de Aparato Electrónico (AE) por el 0.50% obsoleto. Enseguida se calcula las toneladas a desechar que es el producto de los desechos potenciales por el peso unitario del AE dividido entre el equivalente del peso unitario del AE a una tonelada. Ibidem.
 9 En EE.UU. el código IRS Title 26,170 Charitable contributions and gifts: Internal Revenue Service Rules for Donating Computer Equipment permite la donación de computadoras para la deducción de impuestos por contribución caritativa (Cortés, 2014).

10 Conforme a la Guía para donativos en especie a México, numeral 6 del listado de bienes permitidos se indica “Computadoras nuevas y usadas y su equipo para instituciones de educación pública...” véase www.icfdn.org
 11 La asociación civil WCE ha donado desde 2001 alrededor de 26,000 computadoras usadas (Pentium® 3 y 4) a países en vías de desarrollo, entre ellos, México Microsoft® que en su programa de donaciones admite computadoras con sistemas operativos Windows 98® y/o Windows 2000® (Cortés, 2014).

Tabla 3. Estimación residuos de teléfonos celulares entre el período 1995-2012

Año en uso	Teléfonos Móviles	Desechos Potenciales *	Toneladas a desechar	Año a desechar	Toneladas acumuladas
1995	688,513	344,257	34	1998	34
1996	1,021,900	510,950	51	1999	86
1997	1,740,814	870,407	87	2000	173
1998	3,349,475	1,674,738	167	2001	340
1999	7,731,635	3,865,818	387	2002	727
2000	11,055,436	5,527,718	553	2003	1,279
2001	21,757,559	10,878,780	1,088	2004	2,367
2002	25,928,266	12,964,133	1,296	2005	3,664
2003	30,097,700	15,048,850	1,505	2006	5,169
2004	38,451,135	19,225,568	1,923	2007	7,091
2005	47,128,746	23,564,373	2,356	2008	9,448
2006	55,395,461	27,697,731	2,770	2009	12,217
2007	66,559,462	33,279,731	3,328	2010	15,545
2008	75,322,524	37,661,262	3,766	2011	19,311
2009	83,219,066	41,609,533	4,161	2012	23,472
2010	91,383,493	45,691,747	4,569	2013	28,042
2011	94,583,253	47,291,627	4,729	2014	32,771
2012	100,727,228	50,363,614	5,036	2015	37,807

* Se considera un teléfono por usuario, con un peso promedio de 0.10 kg, vida útil de 3 años y tasa de desecho del 50% anual, considerando que la otra fracción permanece en uso o se transfiere a otro usuario.
Fuente: Tabla de elaboración propia basada en datos de Cofetel (datos de Gráfica 2).

Tabla 4. Estimación de residuos de computadoras entre el periodo 2000-2012

Año en uso	Hogares con Computadora	Desechos potenciales*	Ton. A desechar	Año a desechar	Ton. acumuladas
2000	294,348	147,119	2,942	2005	2,942
2001	837,466	454,227	9,085	2006	12,027
2002	1,629,156	994,764	19,895	2007	31,922
2003**	Sin Datos			2008	31,922
2004	2,413,749	1,206,875	24,137	2009	56,060
2005	3,192,702	1,596,351	31,927	2010	87,987
2006	4,025,376	2,012,688	40,254	2011	128,240
2007	4,746,211	2,373,106	47,462	2012	175,703
2008	5,859,615	2,929,808	58,596	2013	234,299
2009	7,456,487	3,728,243	74,565	2014	308,864
2010	10,084,166	5,042,083	100,842	2015	409,705
2011	11,733,800	5,866,900	117,338	2016	527,043
2012	13,850,033	6,925,016	138,500	2017	665,544

*Se considera una computadora de escritorio por hogar con un peso promedio de 20 kg, una vida útil de 5 años y una tasa de desecho del 50% anual // **La encuesta de Disponibilidad de Tic no se efectuó en el año 2003.
Fuente: Tabla de elaboración propia basada en las Encuestas de MONACO 2001, Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares ENDUTIH (2002, 2004-2012) de INEGI. // Datos presentados en la Gráfica 3 hasta 2012// Nota: El método de estimación es el mismo utilizado por el INE/ CIEMAD en 2007 en el Diagnóstico Nacional de basura electrónica.



Figura 1. Equipo de cómputo (modelo Lanix Genesis 2900®) donado en 2008 por Fundación Telmex® al Jardín de Niños “Niño Artillero” con Clave de Centro de Trabajo 12DJN0129P. Chilpancingo, Guerrero.
Fuente: Foto cortesía del plantel educativo.

de 200 computadoras para 15 escuelas de Piedras Negras (Coahuila) en 2010; la segunda otorgó 400 computadoras restauradas en 2013. De modo similar, fundaciones de difusión nacional en ocasiones donan equipo obsoleto (Figura 1) (Cortés, 2014).

Otra causa detectada es la comercialización de computadoras reparadas, por ejemplo, en la frontera norte llegan transportadas desde California, Texas o *New Mexico* al mercado de La Chaveña en Ciudad Juárez o al tianguis de Villa en Tijuana (Cortés, 2014). En la ciudad de México (D.F.), las plazas de la tecnología y el celular promueven precios bajos en Tic, especialmente, porque están relacionados con la falta de una marca reconocida (huérfanos), pueden llegar a ser mercancía ilícita o sin estándares de calidad¹², además originan reciclaje informal (Román, 2007).

En recientes operativos, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) al ejecutar el programa Deméter II ha encontrado entradas ilegales de ReTic. En 2012, por ejemplo, PROFEPA detectó 16 toneladas de ReTic ilícitas provenientes de China en el puerto de Lázaro Cárdenas, Michoacán. En el puerto de Manzanillo (Colima), PROFEPA inmovilizó la transportación de 24 toneladas y media de ReTic provenientes de Puerto Caldera (Costa Rica) con destino a Vietnam. En la aduana de Puerto Progreso, Yucatán

¹² Las aduanas han detectado certificados falsos de mercancía productos electrónicos, principalmente chinos, que entran a México. Estos no cumplen con las normas oficiales mexicanas de la Secretaría de Economía: NOM 001: Para productos en general, de audio y video, celulares y equipos de telecomunicaciones; NOM 019: De equipos de procesamiento de datos, tablets, laptop, etc. (Cortés, 2014).

¹³ En Guanajuato (Sem Tredi S.A. de C.V.), Nuevo León (Residuos industriales Multiquim, Química Técnica Avanzada) y en Estado de México (Desechos biológicos de Industriales, S.D. Mayers de México) (Cortés, 2014).

encontró una caja procedente de EE.UU. con 82 teléfonos celulares usados y sin baterías (Cortés, 2014). En 2015, PROFEPA localizó 17 toneladas de ReTic abandonadas en la aduana de Puerto de Manzanillo, Colima. Asimismo en Ciudad Juárez (Chihuahua) hay salidas ilegales como el caso de trabajadores de basureros, quienes extraen los materiales valiosos de los ReTic y venden a la empresa *Metal Recycling*, la cual transporta los metales a El Paso (Texas, EE.UU.) sin control de la agencia ambiental EPA o el gobierno mexicano (Cortés, 2014).

El papel del sector empresarial, la comunidad académica y sociedad civil

La participación del sector empresarial en torno a la gestión de los ReTic se plasma en el plan de manejo (PVTC, en adelante, por Puntos Verdes de Teléfonos Celulares), propuesto por Asociación Nacional de Telecomunicaciones A.C. (Anatel©). El PVTC está en correspondencia directa a la NOM-161-SEMARNAT-2011, vigente desde 2013 con 300 puntos de acopio de teléfonos móviles distribuidos en zonas urbanas del país (Cortés, 2014).

No obstante, el PVTC alude que “los teléfonos celulares no presentan problemas ambientales... porque están fabricados con los valores máximos tolerados por la Directiva Europea 2002/95/CE (RoHS)”. Esto es parcialmente correcto porque sólo hay dos marcas europeas comercializadas por integrantes Anatel©, el resto suelen ser de origen asiático, donde no se restringe el uso de Pb, Hg, Cd o Cr en la manufactura de las Tic (Cortés, 2014).

A la par de este suceso, de las empresas propuestas como recicladores en el PVTC, una obtuvo la cancelación de su certificado ante la firma *GlobalSTD®* y otra está registrada como fabricante de conductores eléctricos y no como empresa de reciclaje. Esto resulta singular cuando esta investigación ha detectado 87 empresas, que gestionan ReTic, instaladas principalmente en 17 entidades federativas del país (Figura 2). En la Figura 2 también se observa 5 empresas instaladas en 3 entidades federativas que se dedican a la descontaminación de materiales que contienen BPCs¹³. Además 8 investigaciones sobre la gestión de los ReTic publicadas en Universidades de Jalisco, Hidalgo, Baja California, D.F., Nuevo León y Oaxaca.¹⁴

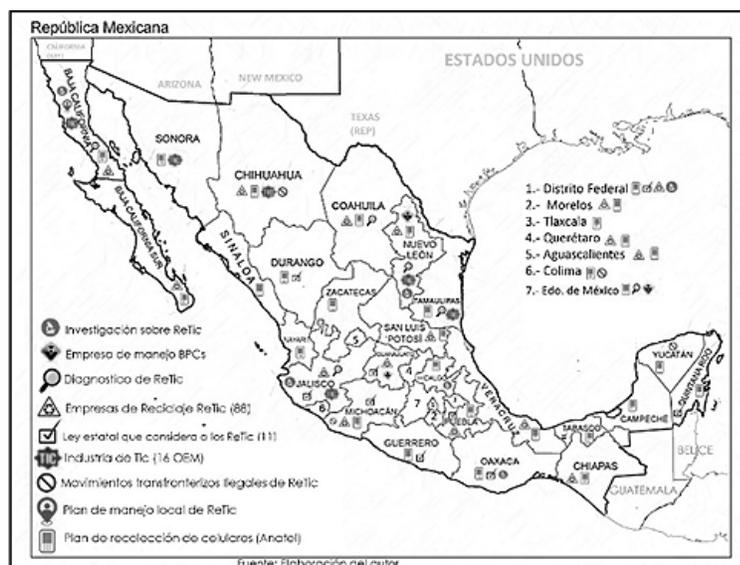


Figura 2. Escenario de México sobre la gestión de los ReTic

También se distingue a fabricantes de equipo original de origen nacional y transnacional como Zonda®, Samsung®, Compaq®, Dell®, Sony®, HP® y Acer®, principalmente están instaladas en el norte del país. Finalmente grupos de la sociedad civil organizada, como la Red Mexicana de Manejo Ambiental de Residuos (REMEXMAR) en Baja California y la Asociación de Profesionales en Seguridad Ambiental (APSA) en Sonora, han impulsado proyectos de recolección y reciclaje de ReTic (Cortés, 2014).

Conclusiones

Este trabajo concluye que México ha trasladado sus responsabilidades internacionales dentro del régimen ambiental internacional sobre la gestión ecológicamente racional de los ReTic hasta su marco jurídico nacional. Pero la regulación específica NOM-161-SEMARNAT-2011 no considera sus roles como receptor de ReTic por movimientos transfronterizos

y como productor de Tic. Asimismo se considera que el Estado Mexicano necesita de una estrategia común que coordine a los actores nacionales con los actores del régimen a nivel internacional para cumplir íntegramente con el régimen. Para esto se propone:

- Propiciar información verificable para contabilizar la acumulación de los residuos de Tic.
- Ejecutar la responsabilidad compartida entre autoridades estatales y municipales para el reconocimiento de los ReTic como Residuos de Manejo Especiales (RME) en las 32 leyes estatales y en los reglamentos de limpia municipales.
- Implementar sitios de recolección de tipo mixto entre municipios, concesionarios de servicio móvil, desarrolladoras de software, distribuidores, proveedores de internet, universidades, cámaras de comercio de la industria Tic y la Industria Mexicana del Reciclaje.
- Desarrollar la ampliación del sector de reciclaje de ReTic hacia la zona sur del país y regular su clasificación en empresas de trituración, empresas de desmontado/restauración, empresas de Reutilización de partes, empresas de Incineración/Vertido (derivado de la recuperación de materiales valiosos de los ReTic).
- Implementar la realización de auditorías y solicitar manifiestos de impacto ambiental de los desechos generados por la recuperación de metales valiosos contenidos en los ReTic.
- Identificar y enlistar los tipos de recolectores, como son los recolectores de metales, de scrap, de plástico, de pantallas de rayos catódicos (CRT), de

14 La primera de ellas se publicó en 1995 por el ITESO y el MIT, cuyo contenido hace énfasis en el aprovechamiento económico de la gestión de computadoras. En 2008, la Universidad de Hidalgo propuso un método de recuperación de oro con menor impacto ambiental. En 2010, dos investigaciones publicadas proponen la minimización del impacto ambiental para la fabricación de Tic (Colegio de la Frontera Norte) y para un sistema de gestión al finalizar la vida útil de las Tic (Instituto Politécnico Nacional). En 2011, la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) implementó un plan de manejo de ReTic en la localidad de Ensenada (B.C.). En 2013, una investigación de movimientos transfronterizos entre la frontera de México-EE.UU. fue presentada por el Instituto Tecnológico de Monterrey junto la Universidad Pontificia de Perú en el congreso Think Green 2013. Finalmente en la Universidad del Mar (Oaxaca) se abordó la problemática sobre la falta de consideración de los ReTic en el marco jurídico mexicano como desechos peligrosos bajo el Convenio de Basilea (Cortés, 2014).

BPCs y las Pymes dedicadas al reacondicionamiento de computadoras/teléfonos móviles usados.

- Hacer efectivo el enfoque REP (Responsabilidad Extendida del Productor), con la emisión de un listado de aquellas marcas y dispositivos provenientes de países donde se aplica el enfoque REP para devolver el residuo a su lugar de origen.

- Solicitar en caso de movimientos trasfronterizos de ReTic en los puertos aduaneros o en las zonas fronterizas la reexportación de los ReTic al país de origen, ante el secretariado de los convenios mencionados en este documento. Cuando sean provenientes de EE.UU. solicitar ante la Comisión de Cooperación Ambiental (CCA) un alegato por movimiento transfronterizo de desechos.

- Solicitar a fundaciones extranjeras y/o nacionales, que donen computadoras obsoletas, sus manifiestos de impacto ambiental que incluyan las estrategias de gestión ecológicamente racional de los ReTic.

- Promover la actualización y armonización de un listado de todos los tipos de residuos, entre estos los ReTic, que circulan entre las fronteras de los países EE.UU., México, Belice y Guatemala ante los organismos intergubernamentales como la CCA y el Centro Regional del Convenio de Basilea de la subregión América Central y México (CRCB-CAM).

- Incentivar en las industrias de manufactura de Tic transnacionales y/o nacionales establecidas en el territorio mexicano, la producción limpia para que sea factible la recuperación o la reutilización. Además promover el uso mínimo de materiales peligrosos (Hg, Cr, Cd y Pb) en la producción 

Bibliografía

Biedenkopf, K. (2009). "Environmental Pioneership: Does the European Union Posses the Capacity to be a Policy Pioneer?" Paper presented at the annual meeting of the ISA's 50th Annual Convention "Exploring the past, anticipating the future", New York Marriott Marquis, NEW YORK CITY, NY, USA.

Cortés, S. (2014). Diagnóstico sobre la participación y el cumplimiento internacional de México ante la gestión ecológicamente racional de los Residuos de Tecnologías de la Información y la Comunicación (ReTic). Tesis. Universidad del Mar. Oaxaca, México.

Cortinas de Nava, C. (1992). Regulación y gestión de productos químicos en México, enmarcados en el contexto internacional. Secretaría de Desarrollo Social/ Instituto Nacional de Ecología (INE).

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2013). Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece 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. Congreso de la Unión. México.

Lepawsky, J. & McNabb, C. (2009). Mapping international flows of electronic waste. *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien*. Volume 54, Issue 2, p.1-19. Pages 177-195, summer / été 2010

Román Moguel, G. J. (2007). Diagnóstico sobre la generación de basura electrónica en México. Instituto Politécnico Nacional (CIEMAD) & Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. [versión electrónica].

UNEP. (2012). Development of Technical Guidelines on e-waste. Consultado en <http://www.basel.int/Implementation/TechnicalMatters/DevelopmentofTechnicalGuidelines/Ewaste/tabid/2377/Default.aspx>

Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal D., Schnellmann M. & Böni H. (2005). Global perspectives on e-waste. *Environmental Impact Assessment Review*. ELSEVIER. www.sciencedirect.com

Wong Coby S.C., Wu S.C., Nurdan S. Duzgoren-Aydin, Aydin Adnan & Wong, Ming H. (2007). Trace metal contamination of sediments in an e-waste processing village in China. *Environmental Pollution* 145 (2007) 434-442.

Young, O. R.; Osherenko, G. & Levy, M. (1999). "The Effectiveness of International Environmental Regimes" *The Effectiveness of International Environmental Regimes: Causal Connections and Behavioral Mechanisms* en Oran Young, ed., (MA: MIT Press).