

Potencialidades da Economía Circular para o desenvolvemento sustentábel e inclusivo en  
países de América Latina. POTENCIAL

## **DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN CON RELACIÓN A LOS TRAZOS DE LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICO Y A LA GENERACIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS**

# **MÉXICO**

## ÍNDICE

<b>I. Introducción: el sector de aparatos eléctricos e electrónicos en México.</b>	<b>3</b>
<b>II. Trazos de la producción y consumo de AEE en México.....</b>	<b>4</b>
<b>III. Participación en los procesos de producción de cadenas locales y globales. ...</b>	<b>6</b>
<b>IV. Tendencias de consumo de AEE por la población mexicana.....</b>	<b>11</b>
<b>V. Análisis de las principales fuentes de generación de residuos electrónicos, con identificación de las principales categorías de RAEE, a partir de la clasificación que recoge la Directiva RAEE 2012/19/EU.....</b>	<b>12</b>
<b>VI. Revisión del marco normativo-regulador.....</b>	<b>17</b>
<b>VII. Análisis de las carencias en términos de infraestructura de gestión y tratamiento de RAEE en México. ....</b>	<b>27</b>
<b>VIII. Análisis de las actividades formales e informales relativas a la compra-venta, reparación, reciclaje, reutilización de AEE.....</b>	<b>31</b>
<b>Conclusiones y propuestas.....</b>	<b>34</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>37</b>

*Esta publicación se ha realizado con el apoyo financiero de la Xunta de Galicia. El contenido de dicha publicación es responsabilidad exclusiva del grupo ICEDE de la USC y no refleja necesariamente la opinión de la Xunta de Galicia*

## **I. INTRODUCCIÓN: EL SECTOR DE APARATOS ELÉCTRICOS E ELECTRÓNICOS EN MÉXICO.**

La industria mexicana de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) forma parte del sector manufacturero de gran dinamismo para la economía mexicana (Córdova, 2019). Incluso, la presencia de esta industria a nivel internacional es muy alta, “9 de las 10 compañías de manufactura más grandes de este sector a nivel internacional operan en territorio mexicano” (García & Manske, 2019, p. 57). Para las ciudades ubicadas en las zonas fronterizas de Tijuana, Ciudad Juárez y Guadalajara representa la principal actividad de industrial (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) & Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2019). Es un sector que ha evolucionado con un crecimiento ininterrumpido, impulsado por la innovación tecnológica, la globalización del mercado y el lugar geográfico -estratégico- que ocupa el país para el comercio transfronterizo de estos productos, no obstante, simultáneamente, el desecho de los AEE.

La industria AEE se clasifica en dos subsectores de fabricación de equipos y aparatos eléctricos y electrónicos: 1) fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos y 2) fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica. Caracterizados en sus distintas ramas económicas dedicadas a fabricar y ensamblar una gran variedad de aparatos electrónicos (computadoras, equipos de comunicación, audio y video, equipos y componentes electrónicos, aparatos eléctricos de uso doméstico y otros equipos y accesorios electrónicos) (INEGI, 2020a), tanto para la demanda interna como para la exportación global.

Es una industria con una actividad altamente exportadora, con una participación global del 3.5% de ventas internacionales AEE, equivalente a US\$85,222M en 2019 (Secretaría de Economía (SE), 2021). De acuerdo con el informe de la SEMARNAT y PNUD (2019), la industria de aparatos electrónicos es el mayor sector de exportación del país, con cifras de 71.1 mil millones USD, un PNB de 6.2 mil millones, un consumo de 84.4 mil millones y alrededor de 247,000 personas empleadas en cerca de 700 compañías dedicadas a la fabricación y embalaje de AEE, en 2011. Actualmente, se tiene una cifra de 608,503 personas ocupadas en 2,154 industrias AEE en el país mexicano (INEGI, 2020a). Además, México es un gran consumidor de AEE (García & Manske, 2019, p. 42). En este sector, México cuenta con un importante número de empresas dedicadas a la comercialización de los AEE (122,839 empresas de comercio en tienda y 869 empresas exclusivas al comercio por internet), que en conjunto mantienen una cifra de 402,760 personas ocupadas.

Por otro lado, el volumen de producción y consumo de estos bienes influye, simultáneamente, en el crecimiento acelerado de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). México se ubica como el segundo productor de Residuos AEE en Latinoamérica y se calcula que alrededor de la mitad de estos desechos termina en rellenos sanitarios o basura no controlada (García & Manske, 2019, p. 42). De acuerdo con la SEMARNAT (2020b), “en México se genera más de 1.1 millones de toneladas de RAEE (aproximadamente 9.4 kilos de RAEE por consumidor) y se estima que para 2026 esta cifra podría crecer un 17%”. Asimismo, entre las entidades de mayor generación de RAEE se identifican a Baja California, la Ciudad de México y Jalisco, cuyo volumen anual es de 58 mil, 117 mil y 82 mil toneladas, respectivamente.

Recientes programas para el desarrollo sustentable, como el de la SEMARNAT y PNUD (2019), han trabajado en crear estrategias para la reducción de los RAEE, debido a la exposición de los Componentes Orgánicos Persistentes (COP) que desprende de los mismos y que generan altos riesgos ambientales y a la salud de las personas. Los RAEE contienen sustancias y materiales tóxicos (plomo, mercurio [Hg], cadmio [Cd], bifenilos policlorados [BPCs], éteres bifenílicos policromados [PBDE]) que se encuentran en los metales pesados, baterías, y otros. De acuerdo con la SEMARNAT (2020b), el 6% de los RAEE que se generan cada año (alrededor de 66 mil toneladas) cuentan con materiales COP.

## II. TRAZOS DE LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE AEE EN MÉXICO

La industria de AEE en México produce una gran variedad de productos y componentes eléctricos y electrónicos que para poder conocer el valor del inventario producido resulta necesario dividir por segmentos de producción de equipos de cómputo, telecomunicaciones, electrónica de consumo, electrónica industrial y componentes electrónicos (Román, 2007). Las principales plantas industriales para estos segmentos de producción de la industria AEE se ubican en los estados de Baja California, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas, Cd. De México, Querétaro y Jalisco. Siendo el estado de Baja California en donde predomina el mayor número de industrias AEE dedicados a la producción de televisores y otros componentes electrónicos, seguido por los estados de Ciudad de México y Querétaro con la producción de electrónicos de consumo e industrial y de telecomunicaciones y Jalisco con la producción de equipos de cómputo y otros componentes (ver tabla 1).

**Tabla 1. Principales plantas industriales de productos electrónicos en México.**

Entidad Federativa/se	Equipos de Cómputo	Equipo de telecomunicaciones	Electrónica de Consumo	Electrónica industrial
	Computadoras, impresoras, unidades de	Teléfonos, radio transmisores y	Video TV, VCR, DVD, Proyector y video	Control y procesamiento, medición y prueba,

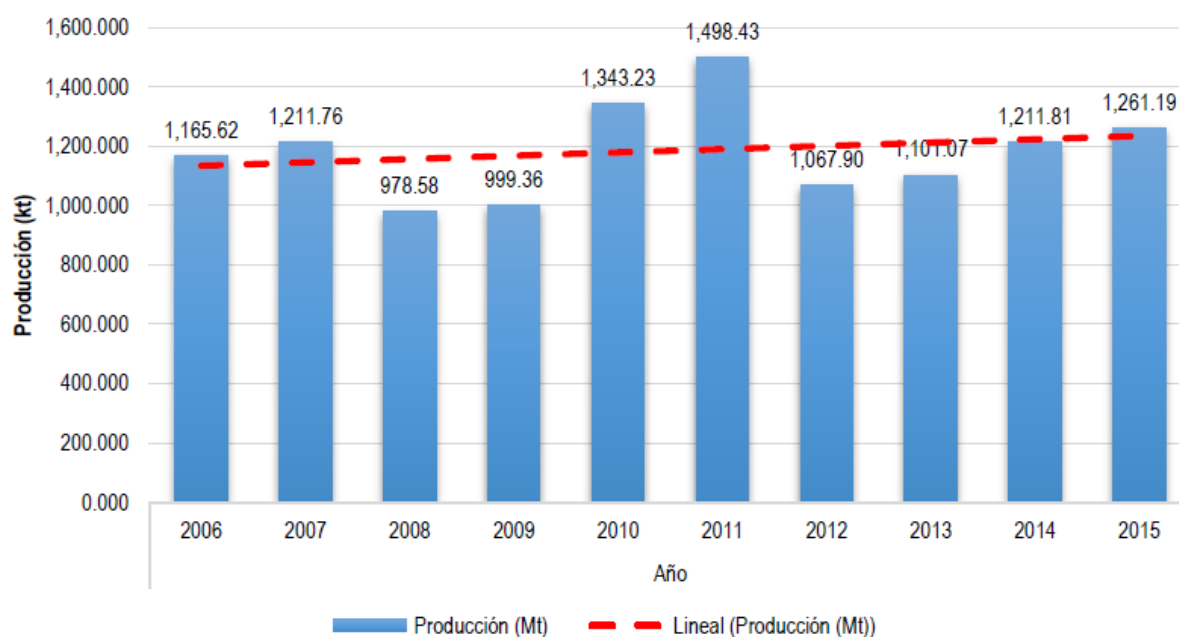
<b>gmentos de inventario</b>	memoria, y otros accesorios.	receptores, TV, Celulares, Tarjetas de Red, módems, fibras y otros accesorios.	cámaras, Hogas y portátiles y otros accesorios.	automatización, electro médico, electrónica automotriz, aeroespacial y otros.
<b>Jalisco</b>	HP. TI IBM. IT Intel. Centro de diseño Sanmina-SCI. Servidores Yamel. Lap Tops.	Nec de Mex SA de CV. T. Mobile		
<b>Chihuahua</b>		Motorola. T. Mobile y pagers Scientific Atlanta. Decodificadores de Cable ADC. Conmutadores telefónicos.	Thomson. Televisión y DVD Philips. TV y sonido Altec. Autoestereos Kenwood. Auto estéreos.	
<b>Nuevo León</b>			Pioneer. Autoestereos Celestica. Teléfonos Radson. Sonido	GE. Electro médico Torrey. Básculas Electrónicas.
<b>Baja California</b>	L.G. Monitores		Panasonic, Sony, Hitachi, Mitsubichi, JVC, Samsung, Sharp, Sanyo y Daewoo: Televisión LG. Monitores Fender. Sonido	Lawrence. Somares marinos Skill. Herramientas
<b>Cd. México y Querétaro</b>		Alcatel. Conmutadores telefónicos Ericson. Telefonía Marconi. Telefonía Siemens.		Fluidita. Equipo neumático Siemens. Diversos Mexicana de Radiología CGR. Rayos X
<b>Tamaulipas</b>	Keytronics Impresoras	Nokia T. Mobile	Delphi. autoestéreos Deltronicos. Sonidos LG. Televisión. Partes de Televisión Reynosa. Televisiones	

Fuente: Adaptado de Román (2007, p. 45,46) del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

El volumen de producción de esta industria mantuvo una tendencia con un crecimiento ligero. En un periodo de 10 años (2006-2015), la producción creció un 8.20%, una variación que fue de 1,165.62 kt en 2006 a 1,261.19 kt en 2015 (ver gráfico 1) (SEMARNAT, 2017, p. 71). De acuerdo con el citado estudio, la producción mayor de aparatos electrónicos fue de aires acondicionados, los congeladores y refrigeradores, que en conjunto representan el 65.12% (7,709.78 kt) del total producido durante el periodo de estudio (11,838.96 kt), seguidos por los aparatos producción de pantallas como, televisores, monitores, pantallas de cristal líquido y plasma, laptops, notebooks y tabletas que en conjunto representaron el 29.40% (3,480.13 kt) del total producido. El menor volumen (5.01%) de producción fue de los aparatos de categoría grande como lavadoras, secadoras, estufas, impresoras y copiadoras que obtuvo

un 5,01% (593.67 kt) y en mínimo volumen de producción se ubican los de categoría pequeña y telecomunicaciones (radios, videocámaras, consolas, celulares, GPS, teléfonos fijos etc.), un 0.47% (55.32 kt de equipos pequeños y 0.06 kt en equipos de telecomunicación) en proporción al total producido en la serie evaluada, respectivamente. Por último, se destaca que el mayor volumen de producción se presentó a partir del año 2010, con un mayor incremento en 2011, 28.55% con relación a la producción 2006.

**Gráfico 1. Volumen de producción de AEE (2006-2015).**



Fuente: extraído de SEMARNAT (2017b, p. 71)

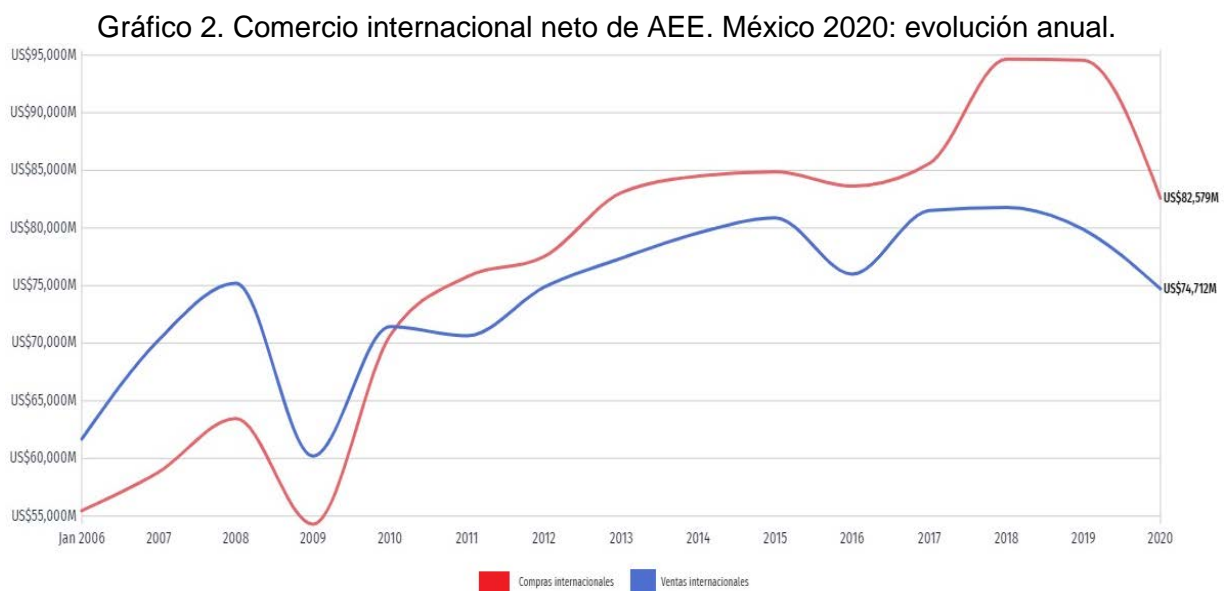
Diferentes estudios coinciden en señalar que la producción más representativa de esta industria, de acuerdo a los tipos, tamaños y nivel de consumo actual (y futuras) son los televisores, los equipos de cómputo (escritorio y portátiles), aparatos grabadores/reproductores de sonidos y equipos telefónicos (fijos y móviles) (Gavilán García et al., 2010; Román, 2007).

### III. Participación en los procesos de producción de cadenas locales y globales.

Como se ha expuesto anteriormente, la participación de la industria AEE mexicana en el mercado global es muy significativa; en México, es la principal industria de exportación y a nivel mundial es el principal exportador de pantallas y el cuarto exportador de computadoras (García & Manske, 2019, p. 58; SEMARNAT y PNUD, 2019). De acuerdo con la información estadística 2019 de la (Secretaría de Economía (SE), 2021), la industria de aparatos eléctricos y electrónicos ocupó el octavo lugar de participación en las exportaciones globales (3.5%), a tres punto porcentuales de distancia de EEUU (6.38%) y el séptimo lugar de participación en

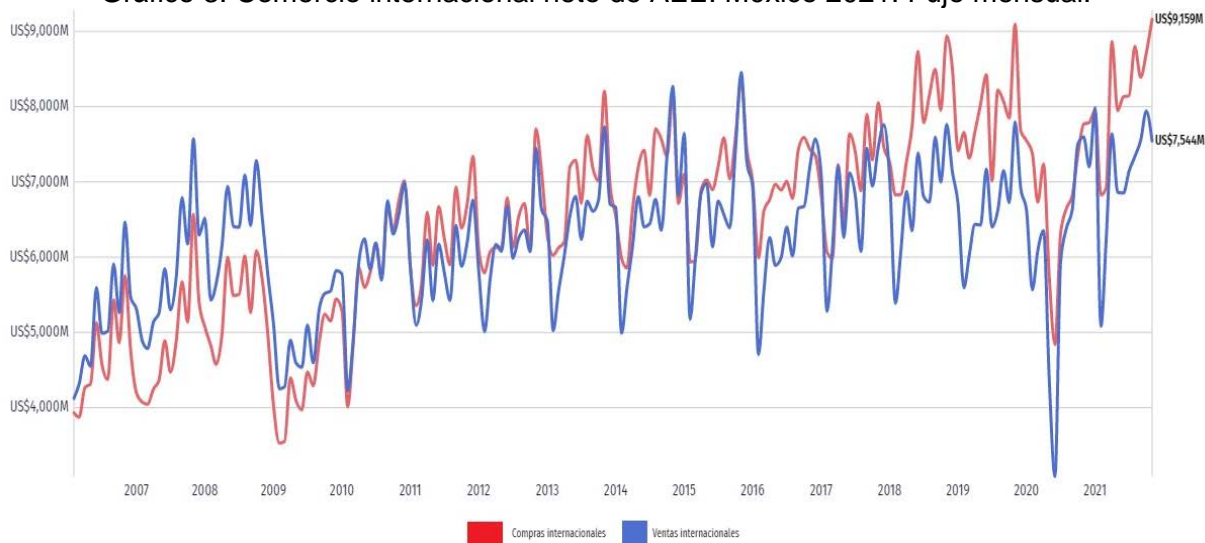
las importaciones globales (3.53%), con similar porcentaje a los países de Japón (3.77%) y Singapur (3.57%).

En dicho contexto, en 2020, el intercambio comercial total (que incluye compras y ventas internacionales) de AEE fue de US\$157,291M (gráfico 2). Según los últimos datos al cierre del año 2021, las ventas internacionales mensuales (octubre 2021) fueron de US\$7,544M y compras internacionales por US\$9,159M, con un balance comercial de AEE negativo (-US\$1,614M) (gráfico 3). La concentración del mercado de estas industrias se ubica en las franjas fronterizas (y en la capital del país), siendo la entidad federativa de Baja California (US\$17,600M) la de mayor volumen de ventas internacionales y Chihuahua (US\$20,840M) la de mayor nivel de compras internacionales. En cuanto al intercambio global, el principal destino de exportación fue EEUU (US\$64,243M) y el mayor flujo importado proviene de China (US\$27,531M) y otros países asiáticos (ver tabla 2).



Fuente: extraído de DataMéxico Equipos Eléctricos, Electrónicos de la Secretaría de Economía (2021)

Gráfico 3. Comercio internacional neto de AEE. México 2021: Fujo mensual.



Fuente: extraído de DataMéxico Equipos Eléctricos, Electrónicos de la Secretaría de Economía (2021)

Tabla 2. Nivel de Intercambio comercial total AEE por entidad federativa. México 2020

Entidad Federativa	Exportaciones	Importaciones
Baja California	<b>US\$17,600M</b>	US\$10,826M
Chihuahua	US\$13,136M	<b>US\$20,840M</b>
Tamaulipas	US\$ 9,106M	US\$ 6,853M
Jalisco	US\$ 8,646M	US\$10,171M
Nuevo León	US\$ 7,819M	US\$ 6,880M
Cd. México	US\$ 6,065M	US\$14,510M
Sonora	US\$ 3,083M	US\$ 2,199M
Resto de entidades	US\$ 9,256M	US\$10,299M
<b>Total</b>	<b>US\$74,712M</b>	<b>US\$82,579M</b>

Fuente: Elaborado por los autores, con datos extraídos de DataMéxico Equipos Eléctricos, Electrónicos de la Secretaría de Economía (2021).

Tabla 3. Nivel de intercambio comercial de Aparatos Eléctricos y Electrónicos por país (México-Global 2020: cinco principales países)

País	Exportaciones	País	Importaciones
EEUU	US\$64,243M	China	US\$27,531M
Canadá	US\$ 1,672M	EE.UU.	US\$17,653M
Países Bajos	US\$ 892M	Malasia	US\$ 9,652M
China	US\$ 837M	Taiwan	US\$ 4,153M
Hong Kong	US\$ 586M	Corea de Sur	US\$ 3,955M
Resto de países	US\$ 6,482M	Resto de países	US\$20,212M
<b>Total</b>	<b>US\$74,712M</b>		<b>US\$82,577M</b>

Fuente: Elaborado por los autores, con datos extraídos de DataMéxico Equipos Eléctricos, Electrónicos de la Secretaría de Economía (2021).



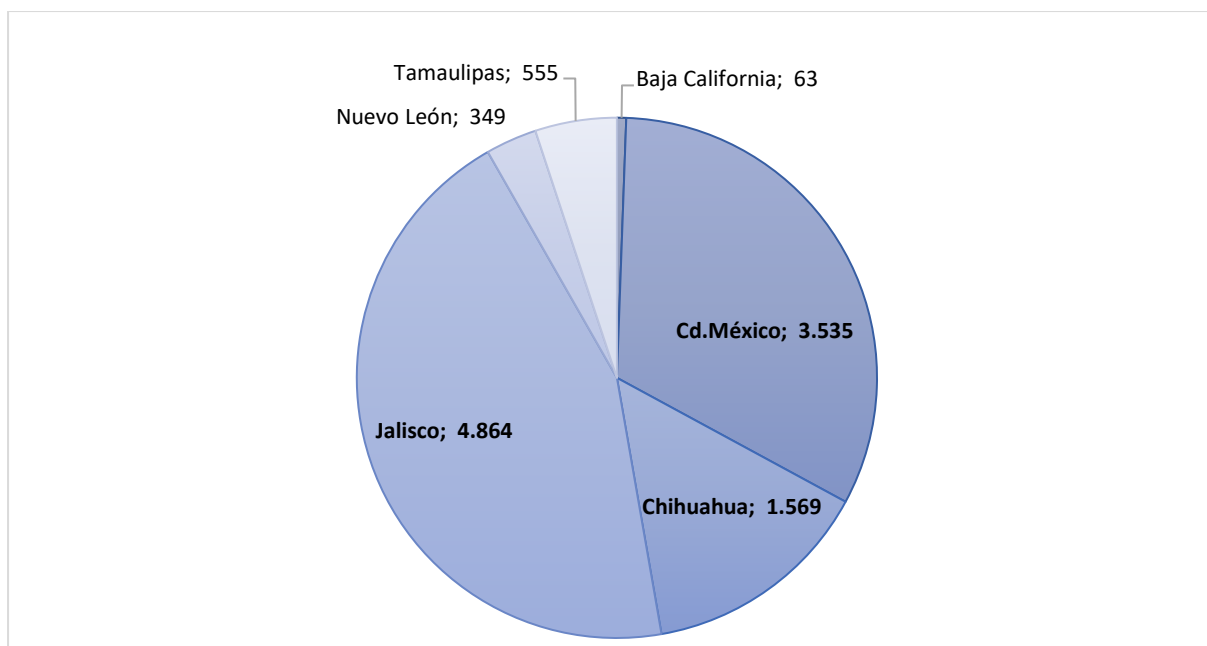
Por su parte, entre los cinco principales productos exportados por las entidades federativas de mayor capacidad productiva en esta industria (Baja California, Cd. De México, Chihuahua, Jalisco, Nuevo León y Tamaulipas) se encuentran inputs-AEE como alambres y cables eléctricos y otros productos de características finales outputs-AEE como los monitores y proyectores, los tableros, consolas y otros, los teléfonos móviles y fijos y los transformadores de potencia, convertidores estáticos e inductores (tabla 4). De igual forma, se observa un mayor flujo de ventas internacionales en los teléfonos (incluidos los móviles y los fijos) exportados principalmente por Chihuahua, Jalisco y Cd. de México (gráfico 4), aunque también se observa un destacado nivel de exportaciones de alambres y cables eléctricos y monitores y proyectores realizadas por los estados de Chihuahua y Nuevo León.

Tabla 4. Principales exportaciones de Aparatos eléctricos y electrónicos. México 2020 (cifras en millones de dólares US\$)

Entidad Federativa (gobierno estatal)	Alambres y Cables Eléctricos	Monitores y Proyectores, que no Incorporan Aparatos de Recepción de Televisión	Tableros, Consolas y otras Bases para el Control o Distribución de Electricidad	Teléfonos, Incluidos los Teléfonos Móviles y los de otras Redes Inalámbricas	Transformadores de Potencia, Convertidores Estáticos e Inductores	Total
Baja California	58	1.038	51	63	44	1.254
Cd. de México	227	15	323	3.535	217	4.317
Chihuahua	3.495	580	815	1.569	311	6.771
Jalisco	305	66	618	4.864	346	6.200
Nuevo León	1.974	10	859	349	1.031	4.223
Tamaulipas	701	2.655	655	555	501	5.067
<b>Suma selección</b>	<b>6.761</b>	<b>4.365</b>	<b>3321</b>	<b>10.934</b>	<b>2.451</b>	<b>27.832</b>

Fuente: Elaborado por los autores, con datos extraídos de DataMéxico Equipos Eléctricos, Electrónicos de la SE (2021).

Gráfico 4. Exportación de AEE de mayor flujo 2020: Teléfonos, incluidos los *móviles* y los *fijos*.



Fuente: Elaborado por los autores, con datos extraídos de DataMéxico Equipos Eléctricos, Electrónicos de la SE (2021).

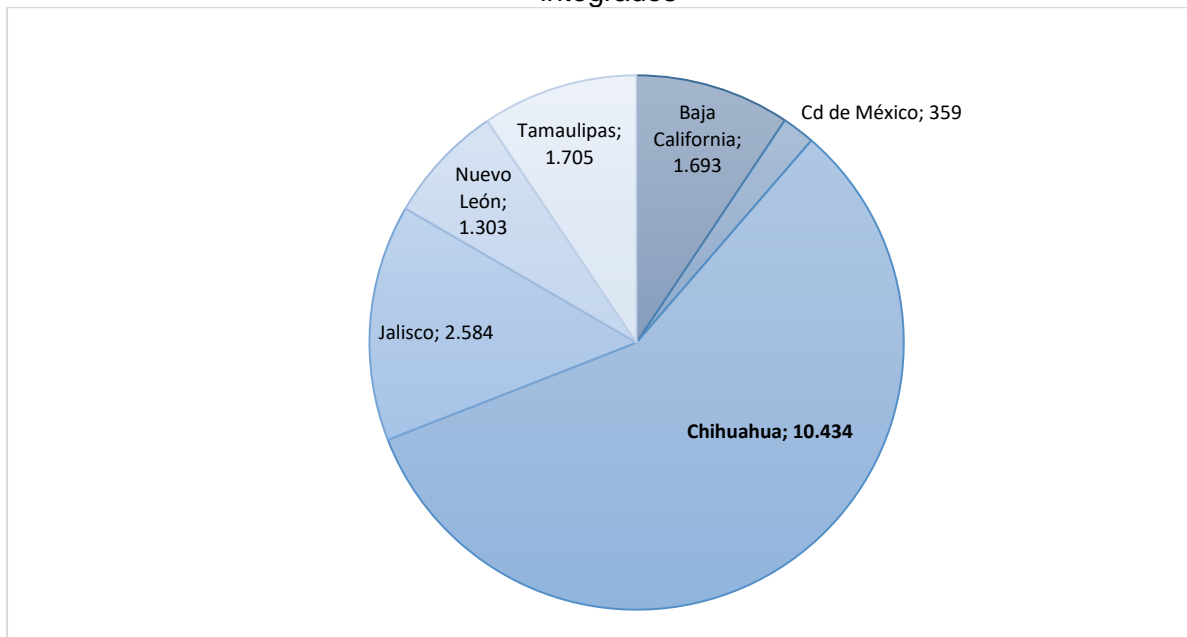
También, con relación al nivel de compras internacionales llevado a cabo por las principales entidades federativas (mencionadas anteriormente), se observa que los principales (cinco) productos de aparatos eléctricos y electrónicos con mayor volumen de importación son los alambres y cables eléctricos, los circuitos electrónicos integrados, partes de maquinaria, aparatos eléctricos para conmutar o proteger circuitos eléctricos y los teléfonos móviles y fijos (en términos US\$) (tabla 5). Asimismo, se observa un mayor flujo de compras de la categoría de circuitos electrónicos integrados importadas por el estado de Chihuahua (gráfico 5), de hecho, del conjunto de la muestra, el estado de Chihuahua es quien demanda un mayor flujo de importaciones, coincidente con la tabla 2 (arriba).

Tabla 5. Principales importadores de Aparatos eléctricos y electrónicos. México 2020 (cifras en millones de dólares US\$)

Entidad Federativa	Alambres y Cables Eléctricos	Aparatos Eléctricos para Conmutar o Proteger Circuitos Eléctricos	Circuitos Electrónicos Integrados	Partes de Maquinaria	Teléfonos, Incluidos los Teléfonos Móviles y los de otras Redes Inalámbricas	Total
Baja California	595	568	1.693	2.246	609	5.711
Cd de México	618	570	359	88	6.178	7.814
Chihuahua	945	1.150	10.434	598	1.046	14.174
Jalisco	292	578	2.584	151	2.728	6.334
Nuevo León	522	609	1.303	45	488	2.967
Tamaulipas	458	523	1.705	560	91	3.337
<b>Total selección</b>	<b>3.431</b>	<b>3.998,28</b>	<b>18.078</b>	<b>3.689</b>	<b>11.140</b>	<b>40.336</b>

Fuente: Elaborado por los autores, con datos extraídos de DataMéxico Equipos Eléctricos, Electrónicos de la Secretaría de Economía (2021).

Gráfico 5. Producto AEE importador de mayor volumen 2020: Circuitos electrónicos integrados



Fuente: Elaborado por los autores, con datos extraídos de DataMéxico Equipos Eléctricos, Electrónicos de la Secretaría de Economía (2021).

#### IV. Tendencias de consumo de AEE por la población mexicana

En México no existe una fuente de información que proporcione datos específicos sobre el uso de equipos electrónicos. Lo más cercano a ello es la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en Hogares (ENUDITH) que elabora el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en colaboración con la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) y el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) en la cual se realizan entrevistas a miembros de hogares seleccionados de manera aleatoria para conocer su experiencia sobre el uso de las tecnologías de informática y la comunicación. De acuerdo con la Encuesta en los Hogares 2018, en México hay 83.1 millones de usuarios de telefonía móvil (73.5% de la población total), 50.8 millones de usuarios de computadora (45.0% de la población total) y 114.4 millones de personas cuentan al menos con televisor (92.7% de la población total). (García & Manske, 2019, p. 57)

Las contingencias recientes han abonado al aumento en el consumo de AEE. Durante la pandemia por COVID-19 el consumo de televisores, computadoras y teléfonos móviles aumentó debido al teletrabajo y la educación a distancia. Para 2020, se esperaba un incremento de ventas de computadoras y laptops durante el Hot Sale, según datos de la Asociación Mexicana de Venta Online (AMVO) (SEMARNAT, 2020b).

Para la SEMARNAT (2017a, p. 5), la prospectiva 2030 de crecimiento poblacional en México será alrededor de 137.5 millones de habitantes, mismos que probablemente demandarían un mayor consumo de AEE. Por consiguiente, bajo un contexto de alto consumo la producción de AEE aumenta de acuerdo con su nivel de demanda, cuya generación de residuos está determinando por el consumo, por la vida útil de estos, en su tasa de desecho y los equipos de desuso.

## **V. Análisis de las principales fuentes de generación de residuos electrónicos, con identificación de las principales categorías de RAEE, a partir de la clasificación que recoge la Directiva RAEE 2012/19/EU.**

Los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos son un conjunto de bienes que han perdido su propósito original y, en muchos casos, el interés y la funcionalidad adecuada para seguir en uso. También son conocidos por su terminología en inglés como E-waste, E-scrap, E-trash, WEEE (Araiza Aguilar et al., 2016, p. 116). Desde mediados de los años noventa, los RAEE han aumentado de manera importante en todas las regiones del mundo (Araiza Aguilar et al., 2016); son el tipo de basura que más rápido crece a nivel mundial, debido a factores como la provisional vida útil, la obsolescencia y la moda. Los RAEE generan graves problemas de contaminación que afectan a la salud de las personas y al ecosistema. Y gran parte de esta problemática se debe al incremento incesante de producción y consumo de AEE, y al corto ejercicio de gestión por parte de los agentes públicos, privados y la sociedad en general y también al mesurado uso de las actividades de economía circular (reciclaje, reutilización, reparación, rehabilitación, reúso). Además de otras causas que contribuyen al problema, por ejemplo, la informalidad, obsolescencia programada<sup>1</sup>, nulas garantías, entre otros.

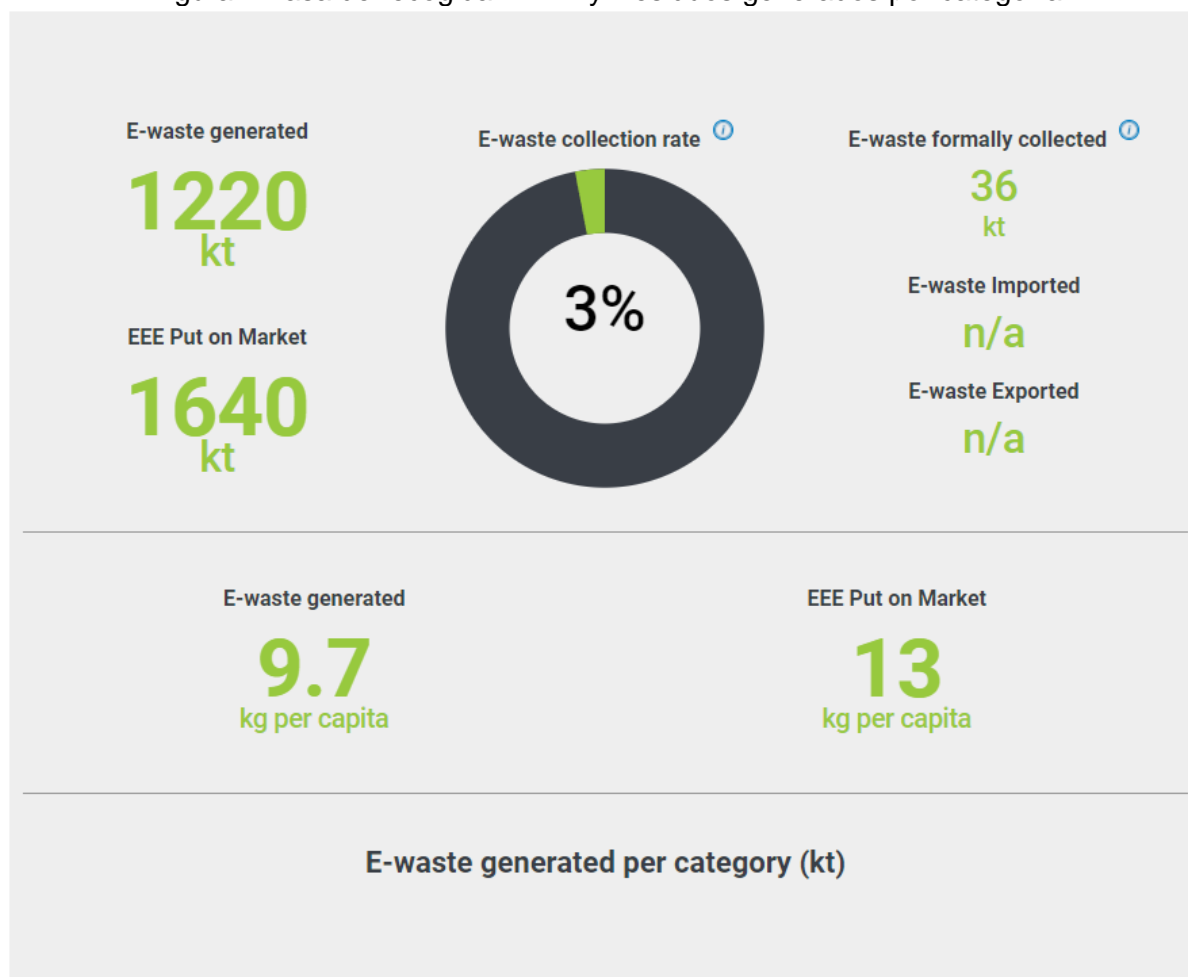
Los estudios sobre este problema muestran una tendencia de crecimiento. En 2019 se generaron 53.6 millones de toneladas (Mt) RAEE en el mundo y se espera que para 2021 se generen 57.4 Mt y 74Mt para 2030, considerando que el volumen mundial de RAEE está aumentando a un alarmante ritmo de casi 2 Mt al año (Forti V. et al., 2020, p. 24; PROFECO,

---

<sup>1</sup> Obsolescence is a concept that considers customers' influence by fad, marketing, and consumption culture to replace their electronic equipment. The concept is designed to appeal mainly to the intrinsic desire from the customer to have a better lifestyle. This practice is associated with three types of obsolescence promoted by manufacturers: functional obsolescence (replaced by superior functionality); quality obsolescence (replaced by innovations and improvement of system processes) and convenience (replaced by mode or style) (...). Technological obsolescence is considered to improve the circulation of merchandise, and, when it is present, puts a strong influence on the users in order to replace their electronic devices. This behavior directly influences the high generation of WEEE (Cruz-Sotelo et al., 2017, p. 2).

2021). De acuerdo con (Forti V. et al., 2020) el volumen documentado de reciclaje y recogida de los RAEE no sigue el mismo ritmo de acumulación de los mismos (2Mt de RAEE generados respecto 0.4 Mt de recogida documentadas). En 2019, de 53.6 Mt de RAEE solo se recogieron 17.4% (PROFECO, 2021). Y es altamente probable que gran parte de los residuos electrónicos generados (a nivel mundial) en 2019 no se haya recogido formalmente, ni se haya gestionado de una manera ambientalmente racional (Forti V. et al., 2020). México es un ejemplo de lo anterior, de acuerdo con la PROFECO (2021), en este país se generan aproximadamente 1.1 Mt de RAEE por año y 6% de ellos cuentan con materiales tóxicos para la salud y el medio ambiente, de los cuales, según Baldé et al. (2019) solo el 3% representa la tasa de recogida de los RAEE (ver figura 1).

Figura 1. Tasa de recogida RAEE y Residuos generados por categoría

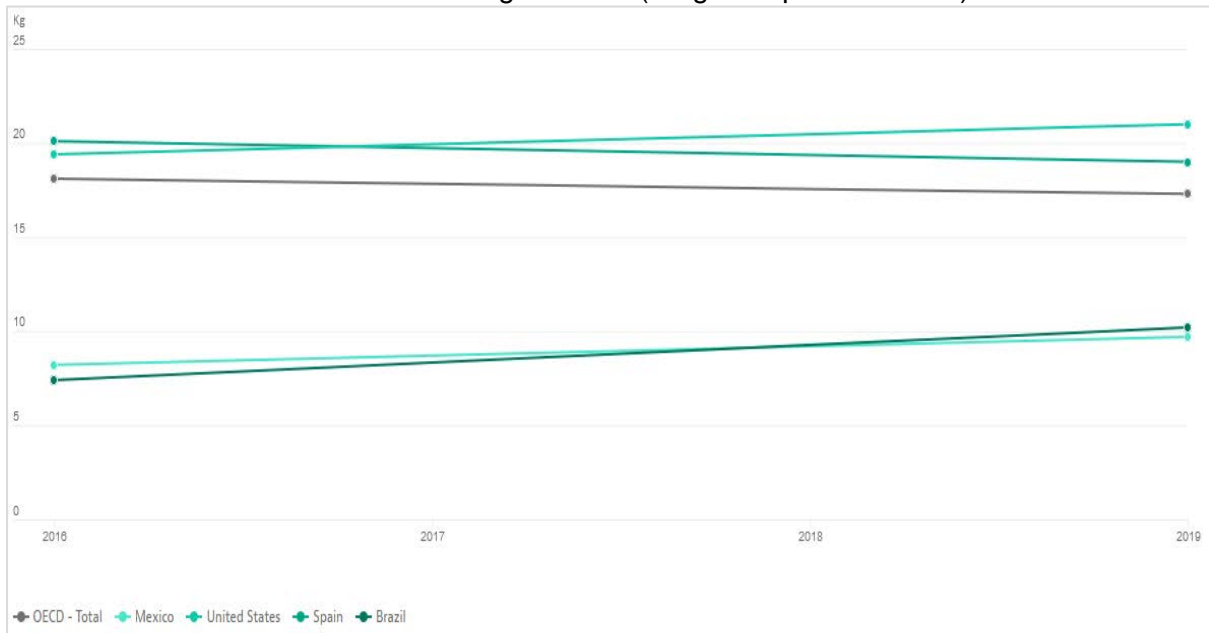


Fuente: extraído de Baldé et al (2019).

También, aunque México se encuentra entre los países OECD que tiene un menor nivel de generación RAEE (en términos de kg per cápita), la tendencia de generación de residuos ha mantenido un crecimiento constante. De hecho, conforme a los datos del *Global E-waste Monitor* de la OECD, parece que es una tendencia generalizada en los países del continente

americano, como se muestra en el gráfico 6, en donde según la muestra seleccionada (México, Brasil y EEUU) presentan una tendencia positiva y para el caso de España y la media OECD se puede observar que la tendencia es declinante, aunque el nivel de generación de residuos electrónicos per cápita se comporta superior a los generados en México y Brasil.

Gráfico 6. E-Waste generated (kilograms per inhabitant)



Fuente: extraído de OECD Going Digital Toolkit (2019)

Lo cierto es que la reducción de los residuos es conexas al desarrollo de las políticas ambientales, y otro tipo de factores (que se estudian más adelante). En este sentido, la normativa mexicana para la prevención, valorización y gestión de los residuos establece tres grandes categorías (y posteriores subcategorías) con las que se prevé identificar y presentar la información de los inventarios, que permitan orientar decisiones en materia de protección ambiental y la salud humana: Residuos Peligrosos (RP), Residuos Sólidos (RSU) y Residuos de Manejo Especial (RME). En este último se encuentran identificados los RAEE, aunque el nivel de comprensión de estos es muy general. En tal sentido, conforme la primera (y la última reforma) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), los RAEE se definen como:

Los residuos tecnológicos provenientes de las industrias de informática, fabricantes de residuos electrónicos o de vehículos automotores y otros que, al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren un manejo especial, y otros que la SEMARNAT determine bajo común acuerdo con las entidades federativas y localidades del país, que así convengan para facilitar su gestión (DOF, 2021d).

Tanto a nivel nacional como internacional la clasificación de los RAEE es muy diferente. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) establece dos grupos de residuos: eléctricos y electrónicos. En México, a través de la Norma ambiental NOM-161-SEMARNAT-2011, la SEMARNAT establece criterios para clasificar los RME, los cuales sirven para delimitar su identificación y mejorar la implementación de los instrumentos regulatorios (DOF, 2013). De este modo, los residuos tecnológicos de las industrias de

informática y fabricantes de productos electrónicos, se clasifican en 8 categorías: computadoras personales de escritorio y sus accesorio, computadores 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 equipo electrónicos e, impresoras fotocopadoras y multifuncionales. La Unión Europea, a través de la Directiva 2012/19/EU (Diario Oficial de la Unión Europea, 2012), divide a los RAEE en 6 categorías: aparatos de intercambio de temperatura, monitores y pantallas y aparatos con pantalla de superficie superior a los 100cm<sup>2</sup>, grandes aparatos, pequeños aparatos y aparatos de informática y de telecomunicaciones pequeños. Sobre la tabla 6, se presenta un comparativo entre la UE y México.

Tabla 6. Clasificación RAEE en la UE y México.

Clasificación de RAEE establecida por la UE	Clasificación RAEE establecida por la SEMARNAT en México
Aparatos de intercambio de temperatura	Reproductores de audio y video portátiles
Monitores y pantallas	Monitores y pantallas de cristal
Lámparas	Cables de equipos eléctrico
Grandes aparatos	Impresoras, fotocopadoras y multifuncionales
Pequeños aparatos	Teléfonos celulares
Aparatos de informática y de telecomunicaciones pequeños.	Computadoras de escritorio y portátiles (y sus accesorios)

Fuente: Extraído de (Diario Oficial de la Unión Europea, 2012; DOF, 2013)

Sin embargo, aun con estos esfuerzos, la información estadística sobre la generación de los RAEE (y en general) han sido tareas difíciles de lograr. De acuerdo con el último informe de Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos (DBGIR) elaborado por la SEMANART (2020a, p. 85), “transcurrieron tres años de la publicación de la LGPGIR para que se obtuvieran los primeros datos de RAEE”. A fecha actual, han transcurrido 17 años de la publicación LGPGIR y los datos siguen siendo escasos y dispersos. Esta ausencia de información obedece a una problemática de fondo, que sobre el último DBGIR (2020a) se exponen a lo largo del mismo y de otros fuentes oficiales (ver tabla 7).

Tabla 7. Obstáculos para la gestión de tasas de generación y manejo de los RAEE.

- Ausencia de metodologías para el muestreo de la generación de los RAEE
- Dificultades técnicas para identificar el tipo de residuos
- Omisión cuantitativa de los reportes, los instrumentos ambientales y de los formatos regulados para los sectores industrial, comercial y de servicios
- Cada marca o importador guarda secrecía en su información de mercado
- Falta de infraestructura y autoridad para atender el control y seguimiento de los RAEE
- El comportamiento social no tiene incentivos de cooperación y clasificación de residuos
- Regulación blanda para orientar los objetivos
- La regulación es dispersa. No delimita a los sujetos obligados, a lo largo de la cadena de valor, para el cumplimiento de determinados instrumentos.
- La regulación no delimita el espacio o alcance territorial de los instrumentos ambientales;
- Reducido nivel de compromiso por parte de las entidades federativas, esto es, el 94% carece de registro de inventarios de residuos
- Omisión cuantitativa de los reportes, los instrumentos ambientales, regulados para los sectores industrial, comercial y de servicios

- Falta de infraestructura y autoridad para atender el control y seguimiento de los RAEE
- El nivel de informalidad del mercado
- El comportamiento social no se encuentra regulado
- Existe un gran número de consumidores que conservan los RAEE en espacio de sus hogares

Fuente: elaborado por los autores, con base a (García & Manske, 2019; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) & Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2019; SEMARNAT, 2020a).

En tal contexto, el análisis de los datos es muy complejo, porque no hay información armonizada, carecen de homogeneidad y los indicadores no se encuentran segregados. Además, cada reporte presenta los datos en cortes de periodos distintos y no actualizada. Haciendo un esfuerzo por integrar la información estadística relativa al volumen de RAEE, de las fuentes consultadas (ver tabla 8), se observa que no existe información actualizada y a nivel segregado se estructura en cinco tipos de RAEE, siendo el de mayor nivel de residuos los televisores y en menor nivel los teléfonos móviles, aunque, representan un pequeño porcentaje en peso, son los que más se han incrementado en número de piezas desechadas (Gavilán García et al., 2010, p. 5).

Tabla 8. Volumen RAEE

Fuente	Banco de datos del INEGI	SEMARNAT. Documento de proyecto		Otros estudios		
Corte (periodo)	Bianual	Estimación por año		anual		
Indicador o unidad de medida	cantidad promedio diario de RAEE en centros de acopio	toneladas		toneladas		
	año	valor	año	valor	año	valor
<b>Valores RAEE, por periodo</b>	2010	3.102	2006	150,000 y 200,000	2006	256.186
	2012	22.842	2010	360,000	2007	268.947
	2014	5.067			2008	281.706
					2009	294.466
				2010	307.224	
<b>Valores RAEE, por tipo de artículo</b>	n.d.		% por año 2010		% por año 2010	
			52% televisores		63% televisores	
			39% computadoras de escritorio y portátiles		18% computadoras de escritorio y portátiles	
			8% equipo de audio		16% aparatos de sonido	
			1% teléfonos móviles		2% teléfonos fijos	
				1% teléfonos móviles		

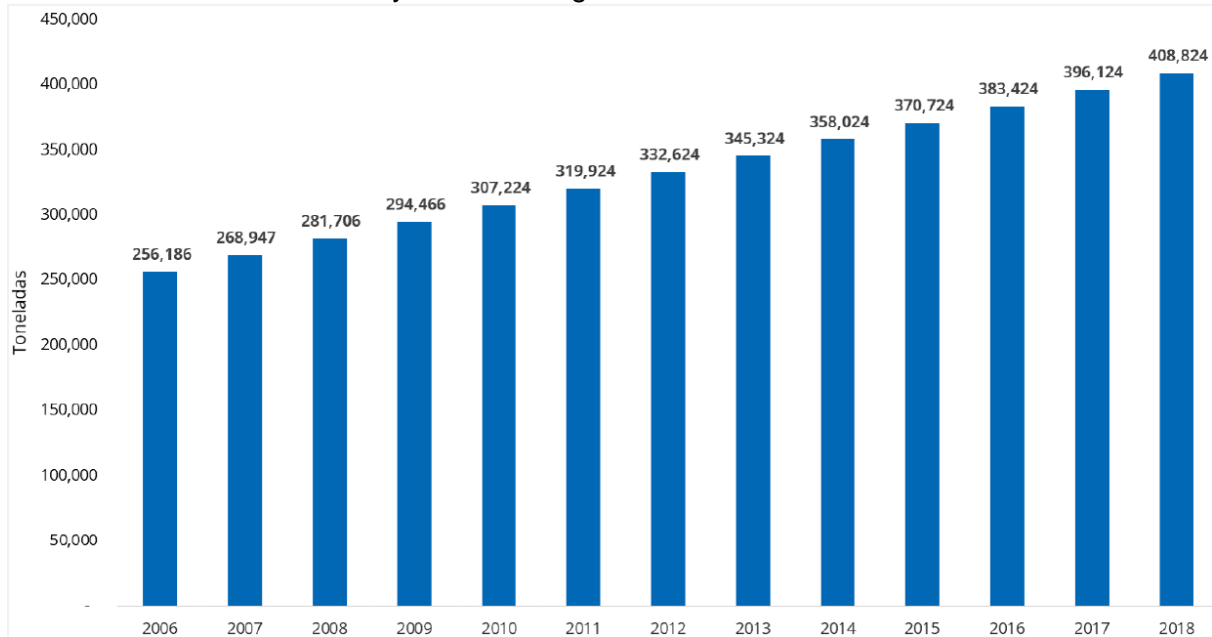
Fuente: Elaborado por los autores, con datos de Gavilán et al. (2010), INEGI (2022) y SEMARNAT y PNUD (2019).

Considerando los datos de la información presentada (expuesto en tabla 8) -dado que son los datos conocidos-, el trabajo de García & Manske (2019, p. 59) realiza una proyección de la generación de RAEE en México por año (2006-2018), y en donde el nivel de crecimiento para cada uno de los años manifiesta un promedio constante de 1.04 (ver gráfico 7). El



estudio de Cruz-Sotelo et al. (2017, p. 5) realiza similares proyecciones, tomando como periodo base 2006, de acuerdo a los datos arrojados desde el primer estudio en la materia, pero tomando como variación el promedio de crecimiento en 2016, 50% mayor que el registrado en 2006.

Gráfico 7. Proyección de la generación de RAEE en México.



Fuente: Extraído de García & Manske (2019).

## VI. Revisión del marco normativo-regulador

El marco normativo ambiental mexicano se caracteriza por mantener una legislación armonizada de acuerdo con las tendencias internacionales en cuestión, dada la integración que tiene la economía mexicana a nivel global. Aunque, la aplicación y acciones de esta es muy heterogénea, tanto a nivel nacional como en el ámbito internacional. Como ocurre en la mayoría de los países, el Estado mexicano es garante de brindar un medio ambiente sano a sus habitantes, implementando las *medidas necesarias* para ofrecer dicha protección en beneficio colectivo. En tal sentido, la entrada en vigor de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA) (DOF, 1988), que remplazaba a la primera y segunda Ley Federal para la Protección Ambiental, supuso un importante desarrollo en la política ambiental mexicana. Particularmente, porque a partir de esta reforma se implementaron programas, organismos y dependencias (la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, PROFEPA; la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC) que contribuyen a mantener un medio ambiente sano, preservando y restaurando el equilibrio ecológico y la salud humana.

Para dar atención a los problemas ambientales y de salud que suscitan de la incorporación de los RAEE, en 2003, se crea la LGPGIR, cuya ley específica establece avances a lo acordado en los convenios de Basilea (1989) sobre los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y el de Estocolmo (2001) sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP). A través de la LGPGIR (de 2003, y su actual reforma de 2021) se busca regular la prevención, valorización y gestión integral de los residuos (en general), agrupados en: residuos peligrosos (RP), sólidos urbanos (RSU) y de manejo especial (RME). Como se observa, México no utiliza la definición de RAEE. La regulación de los RAEE se ubica en el grupo de los residuos de manejo especial, identificados como “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” (fracción VIII, art. 19) (LGPGIR, DOF, 2021).

Por su parte, a través de la NOM-161-SEMARNAT-2011, la SEMARNAT (en consonancia con la LGPGIR) expone una mayor especificación de los residuos que serán sometidos a los planes de manejo. Y clasifica a los residuos tecnológicos de las industrias de la informática y fabricantes de productos electrónicos (RAEE), como: computadoras personales de escritorio y sus accesorio; computadores 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; impresoras fotocopadoras y multifuncionales y; cables para equipo electrónicos.

Aun así, la agrupación de los RAEE, como RME, supone obstáculos importantes para la implementación de los instrumentos y políticas ambientales. Por ejemplo, para la SEMARNAT y el PNUD (2019), identificarlos como RME es una barrera importante para implementar los planes de manejo y la adecuada disposición de RAEE, puesto que una proporción importante de estos residuos contienen altos niveles de toxicidad para la salud humana, lo cual hace pertinente identificarlos como residuos peligrosos. Además, el último diagnóstico para la gestión integral de residuos (SEMARNAT, 2020a, p. 130) menciona que la lista proporcionada por la NOM-161-SEMARNAT-2011 sigue siendo limitada, incompleta y desactualizada para identificar los residuos útiles para el reciclaje, e incluso, para definir con claridad las características del residuo, tanto para los generadores como para las autoridades encargadas de su vigilancia.

En cuanto a las transacciones fronterizas también existe regulación que buscan controlar el problema de los RAEE. La adhesión de México al convenio de Basilea fue de las primeras

regulaciones para el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, entre los cuales, se exponen regulaciones específicas para el tratamiento de los RAEE. México formo parte de dicho acuerdo a partir de su formulación (1989), con entrada en vigor el año 1992, y que a nivel internacional ha sido muy significativo para el desarrollo de acuerdos y protocolos en materia de reciclaje, manejo y disposición. Con dicho acuerdo se busca asegurar que los desechos peligrosos se eliminen de manera ambientalmente racional, minimizando las cantidades de residuos exportados. Para regular las transacciones fronterizas de los residuos peligrosos se aplica el procedimiento del “Consentimiento previo” (los envíos de residuos peligrosos sin consentimiento son ilícitos). El convenio obliga a los países miembros a una eliminación adecuada de los residuos, minimizar la cantidad exportada, y que el tratamiento y eliminación de los desechos se realice lo más cerca posible del lugar donde se generan (García & Manske, 2019, p. 43).

Como algo específico, el convenio de Basilea marcó un hito para atender la basura electrónica generada por los equipos celulares o equipos móviles. De acuerdo con García y Manske (2019, p. 43) En 2006, se incluyó la Decisión VIII/6 con la que se adopta el “Documento de orientación sobre el manejo ambientalmente racional de los celulares usados y al final de su vida útil” con el fin de gestionar dichos residuos para la reparación, recuperación de materiales, reciclaje y disposición final. Esta iniciativa parece ofrecer frutos en la recuperación de estos equipos, aunque la producción sigue siendo muy elevada, según el último informe de diagnóstico de la SEMARNAT (2020a, p. 119), los valores de los celulares acumularon 2.1 millones de equipos, que en peso representan 325 toneladas, pero los accesorios recuperados casi duplicaron (633 toneladas) el peso total.

Por otro lado, con el convenio de Estocolmo, que entra en vigor en 2004 (posterior a la LGPGIR), México y los estados miembros acuerdan definir límites a la contaminación generada por los residuos COP<sup>2</sup> que se encuentran en los RAEE. Siendo este convenio el principal instrumento internacional para controlar este tipo de residuos que incorporan toxicidad y con el cual se prevé la interrupción de la importación y exportación de estos. Aunque, las sustancias químicas clasificadas como COP pueden importarse en ciertas circunstancias teniendo en cuenta: con vistas a una eliminación ambiental racional, y cuando se cuente con una exención para la producción y uso de una sustancia (García & Manske, 2019, p. 43).

---

<sup>2</sup> Los residuos COP son considerados productos químicos tóxicos (Bifenilos polibromados, [PBB], bifenilos policlorados, [PCB] y éteres de polibromodifenilo, [PBDE]) resistentes a la degradación, que, al ser transportados por agua, aire o animales migratorios, se pueden acumular en ecosistemas terrestres y acuáticos causando serios daños a la salud humana y al ambiente.

También se cuenta con otras regulaciones ambientales -dados los problemas de caracterización de los RAEE- que fungen de modo transversal en la regulación de los residuos electrónicos, aunque figuran como normas simplemente enunciativas. Por ejemplo, considerando que gran parte de los RAEE contienen elementos tóxicos, peligrosos para la salud, la NOM-052-SEMARNAT-2005 ofrece criterios y procedimientos para identificarlos en pro de su adecuada gestión. Por su parte, la NOM-083-SEMARNAT-2003 regula los sitios de disposición final de los RSU y los RME. Y a través de las Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética se establecen los criterios de energía que deben cumplir, entre otros, los aparatos electrodomésticos. Asimismo, como mecanismos específicos, establece los criterios que deberán incluirse en las etiquetas de eficiencia energética, las cuales son adheridas y/o exhibidas a los productos y sistemas que se comercializan en el país. Actualmente existen trece etiquetas de eficiencia energética en el país (García & Manske, 2019, p. 45).

#### A. Regulación y tributos que se aplican a la compra-venta de AEE.

En México se tienen tres tipos de impuestos de base amplia que, en lo general, aplica a todas las actividades económicas, Impuesto a las Personas Morales (ISR) que aplica sobre las utilidades obtenidas, y el Impuesto al Valor Agregado (IVA) y el Impuesto especial sobre producción y servicios (IEPS) que gravan al consumo. También existen los Impuestos Generales de Importación y Exportación (IGIE) -la mayoría suprimidos en la reforma de los ochenta- que, en conjunto con el régimen aduanero y otras disposiciones arancelarias regulan las transacciones compra-venta internacionales.

La tributación aplicable a las transacciones de AEE se comporta según los sujetos involucrados en cada fase de la cadena productiva o cadena de valor del producto. Es decir, cada fase *fabricación-comercio-importaciones y exportaciones* corresponde a una actividad económica de AEE que estará sujeta a las disposiciones de la legislación fiscal vigente. Por su parte, tras la importancia que ha tomado la sostenibilidad y la economía circular, *la reparación, el reciclaje, las ventas de segunda mano* son actividades económicas que se incorporan a la cadena de valor, con el propósito de *no tirar* los consumos -que han perdido su vida útil, el propósito original o gusto-, sustituyendo la fase de desecho por prolongar la vida útil de los productos. Desde esa perspectiva se explica este apartado, destacando las particularidades de la legislación fiscal mexicana y teniendo en cuenta la presencia de la fiscalidad para el cumplimiento de un conjunto de objetivos distintos al recaudo.

Primero, para las *fases de fabricación y comercio (local)* de los AEE, la legislación fiscal mexicana no presenta particularidades especiales. Es decir, el régimen tributario aplicable para estas actividades es conforme a las disposiciones vigentes sin que existan instrumentos fiscales diseñados para impulsar o desalentar la producción o el consumo de este sector. No obstante, como excepción a la regla, las empresas situadas en franja fronteriza (norte y sur) pueden optar por el beneficio de IVA reducido (8%) y reducciones en renta (ISR), cuyos estímulos buscan impulsar el crecimiento económico regional, mediante el incremento de la productividad de las empresas y el capital disponible para invertir en éstas (DOF, 2020). Cabe destacar que la mayoría de los sectores industriales en México se sitúan en zonas fronterizas, por lo que gran parte de las empresas de la industria de AEE estarían siendo parte de los beneficiados de dichos estímulos.

Dos, en cuanto a las *fases relacionadas con el comercio internacional, las importaciones y exportaciones*, estas transacciones cuentan con esquemas de tributación (ver tabla 9) que se vinculan con el diseño de regímenes preferentes, las tarifas IGIE y con otras políticas que facilitan el comercio internacional, y que, a su vez, están coordinadas al cumplimiento de objetivos del impulso y la competitividad económica, el consumo en zonas fronterizas y el empleo, entre otras. Efectivamente, la industria manufacturera mexicana cuenta con herramientas políticas orientadas a facilitar y favorecer la inversión extranjera directa, la empleabilidad y flexibilizar las barreras comerciales habidas en frontera (entre sus socios comerciales).

Tabla 9. Examen de los regímenes fiscales del comercio internacional aplicado a las transacciones AEE

Regímenes	Importaciones	Exportaciones
<b>IVA</b>	Tasa 16% <sup>(a)</sup> Tasa reducida 8% <sup>(b)</sup>	Tasa 0% por la venta y la transportación
<b>Cuotas IGIE (Aranceles)</b>	Exentos	Exentos
<b>Régimen aduanero</b>	Ofrece esquemas para introducir y exportar mercancías, con beneficios que se vinculan exenciones de IVA, aranceles, trámites en frontera y otros sujetos al programa IMMEX.	
<b>Programa IMMEX</b>	Ofrece beneficios IVA (devoluciones) y en para los esquemas de los regímenes tributarios.	

Fuente: Elaborado por los autores, con base en la LIVA, LISR, SE y LA (DOF, 2020, 2021b, 2021c, 2021a).

Notas:

(a). De acuerdo con las reglas de operación de la Ley Aduanera, los regímenes aduaneros y la adhesión al programa IMMEX, la tasa puede exceptuarse.

(b). Aplica para los sectores económicos ubicadas en franja fronteriza, y conforme con el decreto de Ley 2020.

Tercero, teniendo en cuenta al sector de la *reparación, el reciclaje y las ventas de segunda mano* como actividades sostenibles, cuyo trazo circular al final de la fase de la cadena del sector AEE reincorporan los bienes para extender la vida útil y/o destinarlos hacia una disposición final que permitan reducir los daños ambientales, como actividades de economía circular, es importante conocer el grado de aplicación sostenible y ambiental de la fiscalidad en estos sectores. El régimen tributario en estos sectores de economía circular presenta un perfil de política recaudatorio y sin perfil ambiental en el diseño de fiscal para estos sectores, en comparación con el impulso que se ha dado en algunos países europeos. Aunque, en la reciente reforma del ISR (2021), cuenta con esquemas importantes para incentivar a estas estructuras de negocios, sin que sea particularmente el objetivo ambiental lo que motiva a los mismos (ver tabla 10).

Tabla 10. Fiscalidad en las actividades de EC, como objetivo ambiental de RAEE

Impuestos	Reparabilidad	Reciclaje	Ventas segunda mano
<b>ISR</b>	- Tasa general 30% - Tarifas progresivas de acuerdo con la escala de ingresos (0 a más de 250,000) en alícuotas de 1.92% hasta 35%. - Tasas reducidas de acuerdo con los niveles de ingresos; 1.00% de hasta 300,000 y 2.50% hasta 3,500,000 <sup>a</sup> .		
<b>IVA<sup>b</sup></b>	Tasa 16%	Tasa 16%	Tasa 16%
		Retención 2/3 del IVA	Exentas, a excepción de los enajenados por empresas.

Fuente: Elaborado por los autores, con base en la LIVA, LISR (DOF, 2021b, 2021c).

Notas:

<sup>a</sup> Las tasas reducidas en ISR aplicarían solo si los negocios tributan en un esquema de régimen simplificado.

<sup>b</sup> La tasa reducida en IVA (8%) aplica a los sectores económicos ubicadas en franja fronteriza, y conforme con el decreto de Ley 2020.

## B. Reglamentos de gestión de residuos.

En México, la gestión de los residuos se regula mediante instrumentos legislativos (LGPGIR y el PNPGIR) y otros instrumentos de control, como, los reportes de inventarios, las cédulas de operación anual (COA) y la licencia ambiental única (LAU) y el Plan de Manejo de Residuos. Y también existen otros instrumentos de control aplicables a los RAEE de movimientos transfronterizos, tales como, los regímenes aduaneros especiales, los formatos de manifiesto de residuos, los trámites de registro y autorización de autorización y otros criterios de regulación internacional (ver tabla 11). Sin embargo, en la legislación mexicana no existe propiamente una ley que regule el reciclaje y la clasificación formal de residuos

(García & Manske, 2019, p. 15). Por consiguiente, tampoco existe infraestructura para su adecuada vigilancia y control. Si bien, hay presencia de instrumentos y normativas, el propósito de estos no logra integrarse entre los actores involucrados, tal es el caso de los formatos COA y LAU, en donde los sectores obligados no reportan lo que se enuncia en la legislación aplicable (SEMARNAT, 2020a, p. 88).

La falta de regulación específica para la gestión de los RAEE, y la falta de claridad en los criterios de la regulación existente siguen siendo punto de debate, dificultando tener avances significativos en la solución de los problemas. Por ejemplo, el compromiso en la implementación de instrumentos de política ambiental entre las entidades federativas en desalentador; solo ocho (Ciudad de México, Guanajuato, Jalisco, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco y Zacateas) de treinta y dos, reportan los planes de manejo especial. No obstante, la información que se reporta en los pocos planes de manejo es muy diferente en los criterios de reporte y, por lo tanto, en su interpretación (SEMARNAT, 2020a, p. 90).

Tabla 11. Reglamentos para la gestión de residuos

Regulaciones	Nombre	Objetivo
<b>Instrumentos legislativos</b>	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)	Regula el manejo y gestión de los residuos. Fortaleciendo la incorporación instrumentos y políticas para garantizar su cumplimiento.
	Reglamento General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (RGPGIR).	Reglamenta la aplicación de la LGPGIR en su espacio territorial de aplicación por conducto de la SEMARNAT.
<b>Normatividad (normas específicas de regulación)</b>	NOM-083-SEMARNAT-2003	Establece criterios y procedimientos aplicables a los residuos peligrosos.
	NOM-052-SEMARNAT-2005	Regula los sitios de disposición final de los residuos urbanos y de manejo especial, estableciendo criterios para su adecuada gestión.
	NOM-161-SEMARNAT-2011	Ofrece criterios para clasificar los RME, para la adecuada formulación de los planes de manejo.
	las Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética	Establece criterios de cumplimiento en el uso de energía de los electrodomésticos (y otros). También define criterios a incluirse en las <i>etiquetas de eficiencia energética</i> que deberán exhibirse en cada producto.
<b>Instrumentos de control</b>	Planes de Manejo	Informe estructurado sobre: la cantidad y tipo de residuos generados; la logística para su gestión; los actores responsables; programa operativo de reciclaje hacia los consumidores y; estrategias de minimización.
	Inventarios AEE	Conocer el nivel estimado de residuos generados por categorías según la capacidad económica y técnica de los

		generados: micro generadores, pequeno Generador y gran generador.
	Cédula de Operación Anual (COA)	Reporta información sobre las emisiones y transferencias de contaminantes al aire, agua y suelo de los sectores generadores de residuos peligrosos (excepto al sector hidrocarburos).
	Licencia Ambiental Única (LAU)	Regula al sector industrial en materia de impacto y riesgo ambiental, emisiones GEI, tratamiento de los residuos y la descarga de aguas residuales.
<b>Otras regulaciones</b>		
<b>Regulaciones de carácter internacional</b>	Convenio de Basilea	Establece límites para la exportación de basura electrónica. Además de solicitar un tratamiento de RAEE en distancias próximas del lugar donde se generan.
	Convenio de Estocolmo	Establece estándares para el uso de sustancia COP y otros químicos, obligando a reducir o eliminar la producción de toxicidad química peligrosa.

Fuente: Elaborado por los autores, con base a (García & Manske, 2019; Gavilán García et al., 2010; SEMARNAT, 2020a).

De acuerdo con el informe de la SEMARNAT, entre los puntos destacables de la regulación de los RAEE, la industria AEE es de los pocos sectores que cuentan con los planes de manejo de residuos, sin embargo, estos instrumentos aún carecen de importantes problemas e implicaciones técnicas. Por ejemplo, no hay una entidad encargada para la vigilancia, el seguimiento y control; el compromiso y coordinación por parte de las entidades federativas, e incluso, a nivel regional es mínimo; la información presentada por el sector privado es importante pero no implica una cobertura nacional y; todos los actores involucrados en la cadena de valor son responsables del reporte, pero no hay autoridad para organizarlos y controlar el seguimiento.

### C. Políticas de responsabilidad ampliada del productor e instrumentos fiscales aplicables al sector de RAEE.

En un marco de políticas ambientales, de sostenibilidad y de economía circular, la responsabilidad de los bienes y materiales sin valor al final de su vida útil esta a cargo del productor original, puesto que es el productor quien sabe cómo se construyó el objeto y con qué materiales, y es quien mejor sabe cómo se puede reutilizar el producto o los materiales que lo componen, controlar el valor añadido y las cadenas de distribución. Además, fija el precio de venta y puede internalizar los costes al final de su vida útil de su vida útil, y



especialmente, se evitarían los métodos de reciclaje baratos que en muchos casos son contraproducentes con reducir los niveles de contaminación. De hecho, para el caso de los residuos electrónicos, que algunos materiales cuentan con un valor inherente como los metales preciosos, sería un incentivo importante que los productos finales lleguen al destino del fabricante, quien puede desmantelarlos y llevar a cabo un mejor manejo de los RAEE.

En México existe el principio de responsabilidad compartida y no una política de responsabilidad ampliada del productor. La responsabilidad compartida en el país está definida como un principio mediante el cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor de tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuario de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social (SEMARNAT, 2017a, p. 54).

Instrumento ambiental que implementa la responsabilidad compartida en México:

En tal sentido, *para implementar la responsabilidad compartida, se hace uso de los instrumentos ambientales 'planes de manejo especial'*, mismo que involucra (según la LGPGIR y la NOM-161-SEMARNAT-2011) la participación de los actores públicos y privados de manera conjunta, asignando responsabilidades según la etapa en la que se participe. Los sujetos obligados en el plan de manejo de los residuos electrónicos son los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos electrónicos. Las modalidades de estos instrumentos se presentan en la siguiente tabla 12:

Tabla 12. Modalidades de los planes de manejo en eléctricos y electrónicos.

Modalidades	Submodalidad
<b>MODALIDAD 1.-</b> Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos.	<b>1.1.- PRIVADOS.</b> Instrumentados por los particulares que están obligados a la formulación y ejecución de un plan de manejo.
	<b>1.2.- MIXTOS.</b> Los que instrumentan los particulares obligados con la participación de las autoridades en el ámbito de su competencia.
<b>MODALIDAD 2.-</b> Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos que están obligados a su formulación y ejecución.	<b>2.1.- INDIVIDUALES.</b> Aquellos que el sujeto obligado establece en un único plan de manejo integral que dará a uno, varios o todos sus residuos.
	<b>2.2.- COLECTIVOS.</b> Aquellos que se instrumentan para el manejo integral de uno o más residuos y que puede aplicarse para varios sujetos obligados.
<b>MODALIDAD 3.-</b> De acuerdo a su ámbito de aplicación.	<b>3.1.- NACIONALES.</b> Cuando se apliquen en todo el territorio nacional.
	<b>3.2.- REGIONALES.</b> Cuando se aplique en dos o más Estados o en la Ciudad de México.
	<b>3.3.- LOCALES.</b> Cuando su aplicación se lleva en un solo Estado, Municipio o en la Ciudad de México.
<b>MODALIDAD 4.-</b> Atendiendo a la corriente del residuo.	<b>4.1.- TIPO DE RESIDUO.</b> Dependiendo de las características del residuo.

Fuente: extraído de (SEMARNAT, 2017a)

Por último, si bien los planes de manejo son instrumentos clave en el manejo de residuos, el principio de responsabilidad compartida no asigna específicamente responsabilidades al productor y carece de las tres principales características del PRE acordado por la comunidad internacional: 1) enfoque de prevención, 2) pensamiento sobre el ciclo de vida y 3) un esquema de financiamiento a cargo de los productores (García & Manske, 2019, p. 49). De hecho, el autor citado menciona que la ausencia del Principio de Responsabilidad Extendida (PRE) en la normatividad mexicana induce, principalmente, a que:

- Los productos o fabricantes tengan pocos o nulos incentivos para mejorar el diseño de los AEE en favor del ambiente. Por lo tanto, en México pudieran estarse produciendo electrónico más contaminantes y con un ciclo de vida más corto que en

los países donde el PRE es aplicado (por ejemplo; en los Estados miembros de la UE).

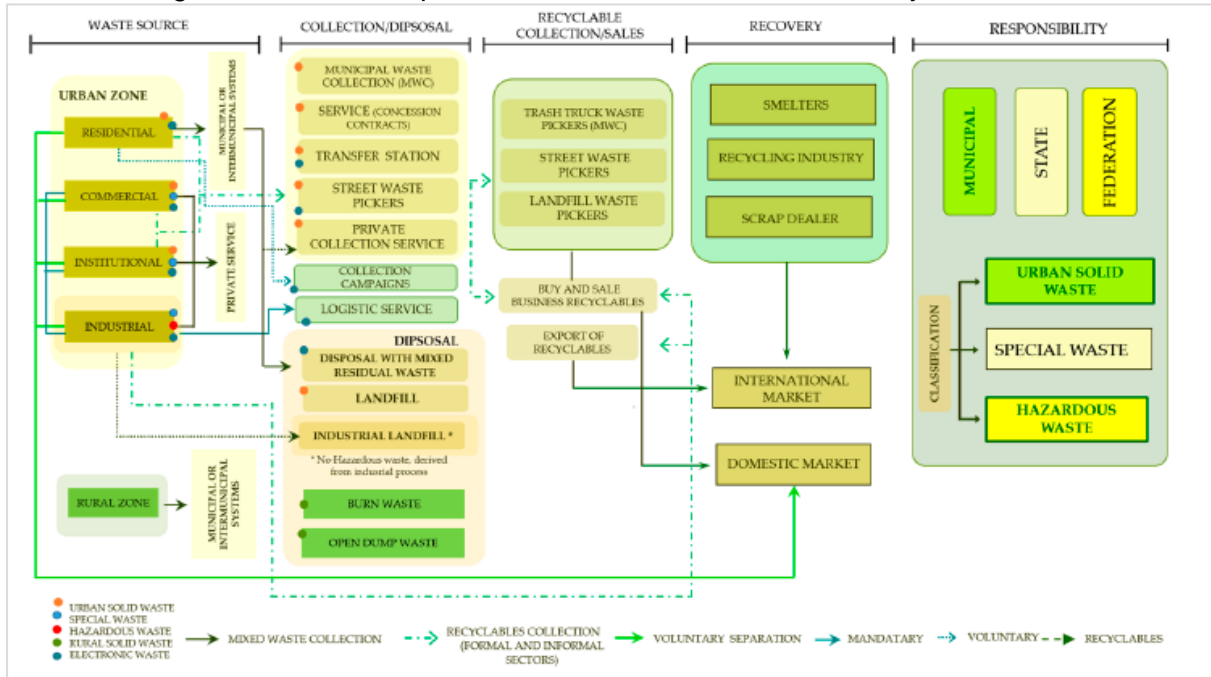
- La política de recolección, manejo energético de RAEE carezca de recursos económicos para implementarse.
- No se aproveche el valor económico o energético de ciertos residuos como el acero, plástico aluminio, cobre, oro, zinc, entro otros.
- Los consumidores no tengas sitios accesibles para desechar adecuadamente sus productos electrónicos y, por lo tanto, se promueve el reciclaje en el sector informal, la disposición en rellenos sanitarios y/o la exportación ilegal.
- La recolección de RAEE sea selectiva, es decir, que las grandes ciudades sean las únicas beneficiadas por las políticas de recolección y reciclaje.
- El reporte y control de la generación, reciclaje, reutilización y disposición de los RAEE no se lleve a cabo de forma sistematizada.
- Y, por último, prever los indeseados riesgos a la salud de las personas provocado por los materiales tóxicos de los RAEE.

## **VII. Análisis de las carencias en términos de infraestructura de gestión y tratamiento de RAEE en México.**

En México, la SEMARNAT es el organismo encargado coordinar el desarrollo sustentable y equilibrio ecológico. Sin embargo, aunque coordina gran parte de la normativa ambiental, en lo referido a la contaminación de los residuos, del seguimiento y control ambiental, no cuenta con atribuciones para vincular y exigir responsabilidades y obligaciones para cada uno de los actores de la cadena de valor (SEMARNAT, 2020a)

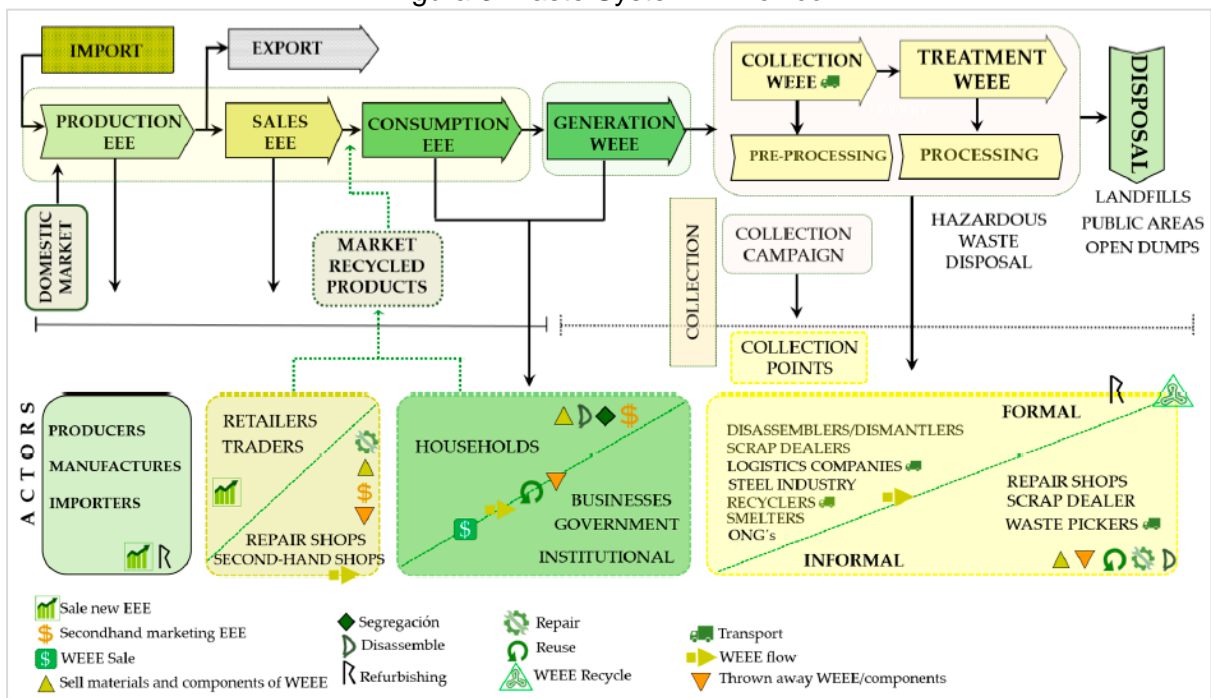
Por otra parte, la industria mexicana de los AEE no cuenta con políticas de producción y consumo sostenible. Y tampoco cuenta con un sistema específico de manejo de los RAEE. El estudio de Cruz-Sotelo et al. (2017), presenta un interesante esquema que permite visualizar las diferentes fuentes de generación de residuos, en el que se puede observar las fuentes de residuos, las vías de recolección y disposición, los componentes de recolección de reciclables, los actores y mercados de recuperación, así como sus niveles de responsabilidad en la gestión y disposición final (figura 2). Y en específico elaboran un esquema para los RAEE, que identifica el flujo de materiales desde su producción hasta su eliminación final, considerándolo relevante para adaptarlo a cualquier plan de manejo de residuos electrónicos porque se diseña considerando lo largo de la vida útil, estableciendo vínculos en los agentes que participan en los procesos (figura 3).

Figura 2. Actors and processes in electronic waste recovery in México.



Fuente: Extraído de Cruz-Sotelo et al. (2017, p. 4)

Figura 3. Waste System in México



Fuente: extraído de Cruz-Sotelo et al. (2017, p. 9)

Lo cierto es que más allá de identificar las fuentes, el tratamiento de los residuos electrónicos desde la recolección y transporte, hasta la disposición y eliminación final de los residuos aun presenta grandes retos en la política económica-ambiental mexicana. Existen retos para

conocer la capacidad de producción, consumo y mercado de los AEE. De acuerdo al último diagnóstico de la SEMARNAT (2020a) el sector tecnológico muestra un comportamiento principalmente individual. La obtención de la información de esta industria varía de acuerdo con la marca, comercializador o importador. Asimismo, el comportamiento de la sociedad mexicana también influye en la cantidad de residuos presentes o recolectados por los pocos sistemas de captación de residuos, de manera que en muchos casos se pueden encontrar residuos en sitios de disposición final sin cumplimiento de la regulación. En otros casos, gran parte de los consumidores conservan estos desechos en sus hogares ... (p.118 y 119). De acuerdo con Cruz-Sotelo et al. (2017) el 10% de los RAEE son recolectados por programas de recolección del gobierno y empresas privadas, mientras que el 7% de los RAEE que se transfieren a través del sector informal se inserta en el sistema de recolección de residuos municipales para su reciclaje.

Tabla 13 13. Relación de residuos acopiados y tratados de acuerdo con los planes de manejo (2013-2018)

PLAN DE MANEJO	MODALIDAD	PERIODO DE INFORME	ACOPIADO (toneladas)	TRATAMIENTO	PROMOVENTE
Residuos de electrónicos de Apple	Privado, individual y nacional	2014	3.60	Reciclaje (empresa PROAMBI)	Apple Operations México, S.A. de C.V.
		2015	13.67		
		2016	8.84		
RME teléfonos celulares	Privado, colectivo y nacional	2013	98.36	N/R*	Asociación Nacional de Telecomunicaciones, A. C.
		2014	560.55		
		2015	170.84		
		2016	38.29		
		2017	41.74*		
Residuos de aparatos electrónicos y eléctricos (RAEE) de PROAMBI	Individual, colectivo y nacional	2013	1,245,431.00		Índigo Proambiental SAPI de C. V.

N/R: No Registrado.

\*Dato reportado al primer semestre de 2017. ANATEL, 2018. Incluye celulares y accesorios.

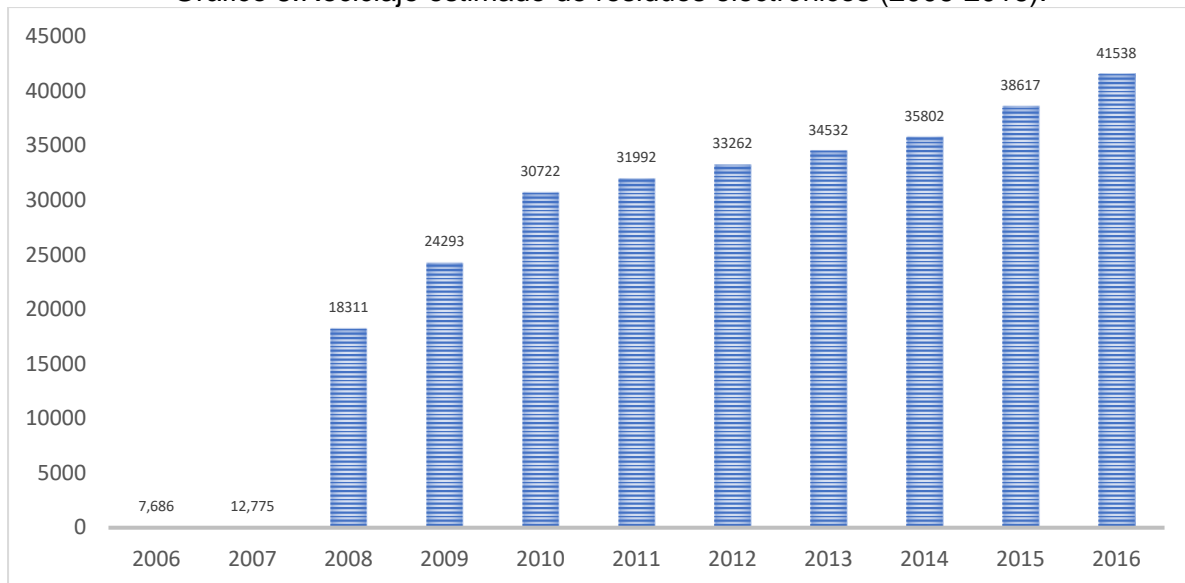
Fuente: Apple Operations México, 2014. / ANATEL, 2013 / PROAMBI, 2014.

Fuente: extraído del Informe de Diagnóstico Básico para la Gerión Integral de Residuos, SEMARNAT (2020a, p. 119).

El manejo de los RAEE contiene riesgos inherentes de daño ambiental en prácticamente todos los procesos de la industria. Los mayores riesgos proceden los materiales tóxicos y contaminantes COP y de ciertos materiales pesados que son liberados a través de los diferentes procesos de manejo de estos residuos, o en el peor de los casos en su totalidad al ser incinerados o depositados en sitios de disposición de desechos no controlados (las actividades informales). Los datos de reciclaje RAEE siguen desactualizados. La SEMARNAT

presentan datos estimados del nivel de reciclaje en México. De acuerdo con dicha secretaria, los datos resultan de considerar el porcentaje de desechos electrónicos que se reciclan en 2014, y siguiente con esa tendencia, se asume una tasa de reciclaje de 10.8% en 2016, con los que se alcanza a reciclar 41,538 toneladas en el país (gráfico 8).

Gráfico 8. Reciclaje estimado de residuos electrónicos (2006-2016).



Fuente: Elaborado por los autores, con datos de la SEMARNAT (2017).

En términos generales, los principales resultados señalan claramente que entre más alta es la tasa de reciclaje, menor es el daño ocasionado al medio ambiente, en sus distintos componentes. Sin embargo, la eliminación de los tiraderos abiertos generaría un impacto en la mitigación de daños ambientales similar al de reciclar 35% de los residuos electrónicos. En los impactos ambientales más preocupantes, se encuentran los siguientes:

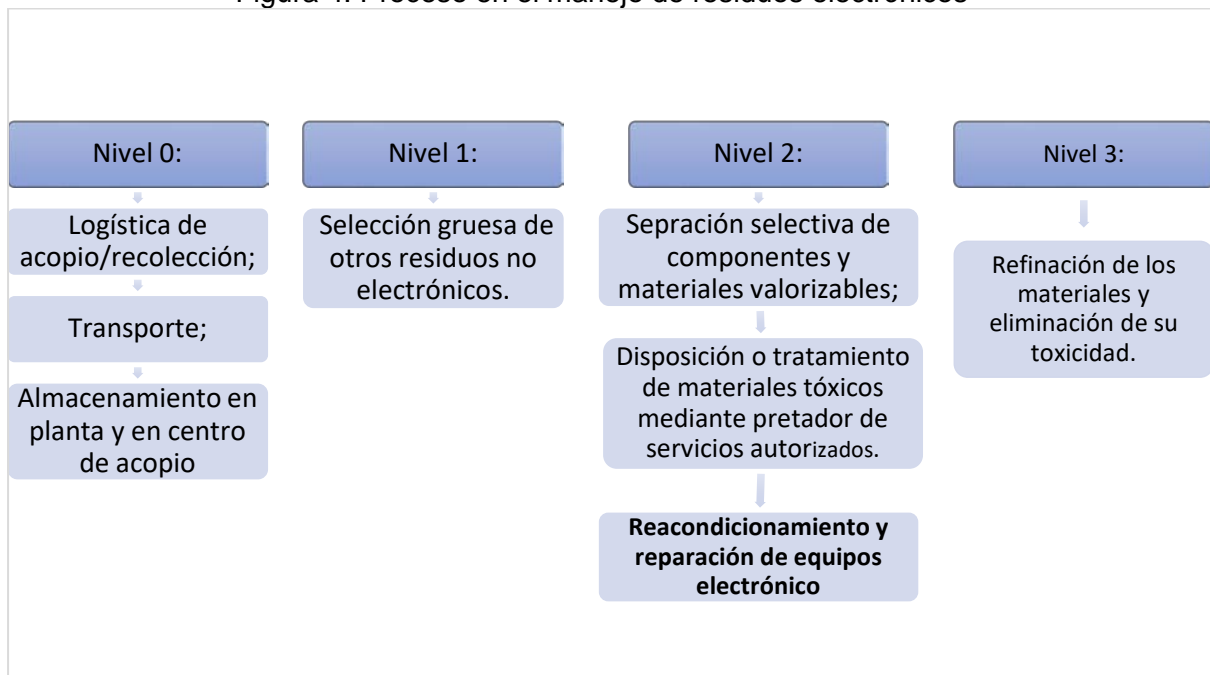
- Impactos ambientales
  - Contaminación del agua
  - Acidificación del suelo
  - Contaminación del ambiente general al liberar grasas y componentes tóxicos
  - Ciertos componentes tienen efectos dañinos en el deterioro de la Capa de Ozono
  - Liberación de compuestos que contribuyen al Cambio Climático
  - Daños al ecosistema en general donde entran en contacto estos elementos contaminantes.

### VIII. Análisis de las actividades formales e informales relativas a la compra-venta, reparación, reciclaje, reutilización de AEE.

- Sector formal

Actualmente se cuenta con 153 empresas autorizadas en el manejo de residuos electrónicos, ubicadas principalmente en Baja California, Ciudad de México, Jalisco y otras que se encuentran distribuidas en el país. Según la SEMARNAT, la agrupación de actividades de procesamiento en niveles específicos deriva de un ejercicio utilizando criterios de armonización entre la caracterización de Naciones Unidas para identificar niveles de procesamiento y las actividades realizadas en México en materia de residuos electrónico, las actividades incluidas en el procesamiento es el siguiente:

Figura 4. Proceso en el manejo de residuos electrónicos



Fuentes: SEMARNAT (2017a)

Cada nivel de procesamiento y actividades en la industria del reciclaje en México puede diferir un poco entre las empresas autorizadas, pero, como regla general, los niveles responden a un ejercicio de armonización adoptado por México en el marco de la caracterización de Naciones Unidas, correspondiente para cada nivel: Recolección y transporte; procesos para remover sustancias tóxicas; procesos físicos de separación y procesado final para refinar y eliminar toxicidad.

En México existe un incipiente sector formal dedicado al tratamiento de RAEE, con empresas relevantes en algunos estados. Algunas de ellas, no solo gestionan RAEE sino que

desarrollan una línea de reutilización de productos que conservan condiciones de uso, acometiendo acciones de reparación o de remanufactura. Una referencia en este sentido es la empresa REMSA.

Por otra parte, existe en todo el país un amplio sector formal de reparación de AEE, que ocupa miles de pequeñas empresas y autónomos (43.642) que generan un volumen importante de empleo (97.642) a lo largo y ancho del país.

- Sector informal

La informalidad es una característica estructural de los mercados laborales que inciden negativamente, por una parte, sobre las personas trabajadoras (su salud y derechos), sobre el sector formal (la competencia desleal resulta afectada), perjudica al Estado cuya recaudación fiscal se reduce y a la implementación de acciones políticas en el ámbito económico, social y ambientales (Ibarra-Olivo et al., 2021). Esta economía informal en México tuvo una participación del 21.9% del PIB en periodo 2020. Y aunque ha sido la más baja en periodo que comprende (2003-2020), el peso relativo en la variable del empleo sigue siendo superior al de la economía formal: 55.6% de la población ocupada en condiciones informales respecto al 44.4% de la población ocupada formalmente (INEGI, 2020b). También, como rasgo singular, las tasas de economía informal en territorio mexicano se comportan muy diferentes entre las zonas norte y sur del país. Las tasas más altas de informalidad se concentran en el sur de México, las cuales varían entre el 37.6% (Baja California) y el 81.6% (Oaxaca) (Ibarra-Olivo et al., 2021, p. 25).

Como se observa, la economía informal en México es una realidad (García & Manske, 2019). En lo que respecta al sector de los residuos electrónicos, no existen análisis documentados específicos. Sin embargo, el informe *Caracterización de la Industrial formal e informal de Reciclaje de Residuos en México* de la SEMARNAT (2017a) expone que dicho sector cuenta con una estructura organizada y establecida con sus respectivos flujos de negocio. Estas actividades se caracterizan por una alta presencia de chatarreros y pepenadores que se encargan de la recolección y su posterior desmantelamiento y/o venta directa de componentes en el mercado secundario y formal.

Entre los factores principales que dan origen a esta situación se identifica al constante flujo de grandes cantidades de toneladas de residuos electrónicos proveniente de países desarrollados (EEUU, gran parte de los europeos y Australia) hacia países en desarrollo que dan lugar a una alta presencia de la informalidad en este sector. México es uno de los principales países receptores de residuos electrónicos, después de China y la India (SEMARNAT, 2017a, p. 192). Según (García & Manske, 2019, p. 63) entre los factores que



impulsan a este sector informal en México se encuentran los de tipo económico, social y regulatorios. Pero además la falta de infraestructura y cultura social para la etapa de disposición final de residuos son factores importantes que dan lugar a la informalidad en el sector de los residuos en México.

Para el manejo de los RAEE, la industria informal se comporta con similares procesos de desensamble manual que los de la industria formal. De acuerdo con la entrevista directa llevada a cabo por el informe de la SEMARNAT (2017a), los rubros en las instalaciones de la economía informal de residuos electrónico se componen de superficie de almacenamiento, tipo de residuos de residuos acopiados, procesos físicos de separación, tipo de materiales recuperados y monto de comercialización de los materiales segregados (p. 32). García & Manske (2019) exponen que el sector informal de RAEE se opera a través de en seis categorías:

1. Recolector de puerta en puerta
2. Compradores ambulantes
3. Recolectores Municipales
4. Camión municipal de la basura
5. Pепенadores
6. Chatarreros o carroñeros

Por lo general, las mencionadas categorías suelen ser ocupadas por personas de niveles de ingresos bajos que encuentran la forma de subsistir. Lo cierto es que la ausencia de un tratamiento o manejo adecuado de los RAEE provoca graves riesgos a la salud de las personas debido los componentes tóxicos reconocidos en gran parte de los materiales. Un dato de llamar la atención es que hay quienes consideran que la informalidad en el tratamiento de estos residuos es una forma de reducir el nivel de estos (Cruz-Sotelo et al., 2017). Sin embargo, no es sino un ejercicio que añade problemas a los que en sí mismo representan este tipo de actividades. Como lo señala la SEMARNAT (2017a, p. 192), este tipo prácticas conllevan un alto riesgo para la salud de las personas que se dedican a estas actividades, debido a los componentes tóxicos que algunos materiales contienen ..., además de que históricamente las actividades de chatarreros y pepenadores han estado marcadas por una precariedad y desigualdad significativas. Asimismo, estas prácticas pueden ser especialmente dañinas para el ambiente donde se eliminan de manera informal los residuos, así como para la población que habita en sus inmediaciones. Conforme (García & Manske, 2019, p. 63):

El principal problema en el sector informal, más allá de la falta de permisos y pagos, es la utilización de técnicas como el rompimiento de carcasas y partes grandes de los

electrónicos, así como, la quema de partes adheridas a los metales y de plásticos, las cuales son contraproducentes para la salud humana y para el medio ambiente. Además, las condiciones laborales del sector informal son precarias. Se trata de trabajadores informales u organizaciones que, en su mayoría, no cuentan con acceso a la atención médica ni a un seguro social, a pesar de que están expuestos constantemente a los elementos peligrosos de los RAEE.

## Conclusiones y propuestas

Derivado del presente análisis se destaca que la industria de aparatos eléctricos y electrónicos en México tiene una importante presencia en las economías del norte del país y las zonas metropolitanas, tanto en la generación de empleo como en el nivel de flujo comercial de importaciones y exportaciones generados por esta industria. Los estados norteros desempeñan un papel importante en la cadena global de valor de AEE, destacando especialmente la relación intensa con China y con EEUU.

La información disponible evidencia una tasa de recolección ordenada de RAEE muy modesta y, sobre todo, una baja tasa de reutilización y reciclaje. Se identifican algunas áreas de oportunidad en cuanto al desarrollo de infraestructura adecuada que permita alcanzar mejores tasas de recuperación de los residuos electrónicos, que se ubica en el 3% del total generado en 2019 de acuerdo con The Global E-waste Monitor - 2017. De hecho, siendo que el país se ubica entre el segundo mayor generador de residuos electrónicos en América Latina, pero además de los principales países en recibirlos, la problemática de acumulación de RAEE y la escasa tasa de recuperación son variables que hacen de territorio mexicano un espacio con altos niveles de contaminación y riesgos de salud.

Es indispensable atender las debilidades identificadas en la regulación ambiental. Tanto en las instrucciones laxas sobre la identificación de los AEE y los planes de manejo para su control, como en las especificaciones concretas sobre los límites necesarios en componentes tóxicos conocidos en algunos materiales de los AEE. Asimismo, como lo señaló la SEMARNAT en su último informe de Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, la regulación en materia de residuos requiere de importantes cambios para que las entidades federativas lleven a cabo modificaciones en este sentido, ya que solo tres (Estados de México, Ciudad de México y Jalisco) de las treinta y dos entidades federativas han realizado modificaciones en la regulación ambiental relativa a los residuos. También, es importante que los instrumentos ambientales para el control de los residuos electrónicos incluyan un mayor grado de rigurosidad para el cumplimiento y para la uniformidad de la información que se

reporta por parte de los actores obligados, ya que son fuentes estadísticas de donde se obtendrá la información cuantitativa importante para la implementación de acciones políticas en la materia.

Por otra parte, es importante implementar políticas de producción y consumo responsable, tanto a través de medidas que incidan en el ecodiseño y la reducción de la obsolescencia como en el cambio en los patrones de consumo público y privado para reducir despilfarros y, sobre todo, prolongar la vida útil de los aparatos ya comparados. La prolongación de la vida útil de los bienes ya producidos y en uso constituye un principio esencial de la Economía Circular. En ese sentido, se consideran pertinentes todo tipo de medidas, tanto regulatorias como fiscales, que promuevan la reparación de los AEE y la remanufactura de los mismos. Ese impulso a la reparación y reutilización de los AEE requiere cambios en todos los agentes de la cadena, desde los productores a los consumidores y, de forma muy especial necesita un fortalecimiento del sector económico que constituyen las actividades de reparación, reforzando la capacidad, la formación, la calidad y las garantías que debe ofrecer este sector a los consumidores para hacer atractiva, y a la vez económica, la opción de la reparación frente a la adquisición de AEE nuevos.

La informalidad habida en este sector no puede observarse como una forma de mitigar los RAEE, al menos no puede constituir la opción estratégica de futuro. Es necesario avanzar en el desarrollo de infraestructuras para facilitar la recogida, selección y tratamiento de los RAEE que se ponga al alcance de toda la población y todas las empresas del país. Ello requiere adoptar cambios normativos a nivel federal (en particular, para la responsabilidad ampliada del productor) y de los estados y demanda compromisos de inversión de todos los niveles de gobierno, incluyendo también un papel activo de los municipios. En todo caso, teniendo en cuenta el punto de partida en el cual la informalidad ocupa un lugar muy importante, ocupando y generando ingresos a un gran número de familias en todo el país, es necesario adoptar medidas de cambio evolutivo que faciliten la transición, la formación y la inclusión de estos sectores sociales en un marco de una EC cada vez mejor estructurada y remuneradora.

Todo ello implica introducción de cambios legislativos, regulatorios y fiscales importantes para impulsar una transición hacia la Economía Circular. Lo ideal sería que todo ese paquete de medidas coherentes se plasmara en una Ley de Economía Circular, que sirva de marco para llevar a cabo planes y medidas concretas.

La aplicación de un cambio de comportamiento a través de ciertas políticas enfocadas a lograr la sostenibilidad ambiental de la industria de los AEE a lo largo de la cadena de valor traería consigo beneficios significativos en la mitigación de impactos adversos en la salud y al medio ambiente. Asimismo, el desarrollo de los sectores de actividades vinculados a la economía

circular (reparación, mantenimiento, remanufactura, etc) contribuiría a crear nuevas oportunidades de empleo a lo largo y ancho del país, contribuyendo al desarrollo regional y local y a la inclusión social.

## Referencias

- Araiza Aguilar, J., Escobar López, K. B., & Nájera Aguilar, J. A. (2016). Diagnóstico de generación y manejo de los residuos eléctricos y electrónicos en instituciones educativas: un caso de estudio. *Revista Académica de Ingeniería*, 20(2), 115–126. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750928006>
- Baldé, C., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., & Stegmann, P. (2019). *The Global E-Waste Statistics Partnership. The Global E-Waste Monitor*. <https://globalewaste.org/statistics/country/mexico/2019/>
- Córdova, M. D. (2019). *La Economía Circular en la Industria Electrónica en México: Mapeo del Flujo de Materiales en Teléfonos Celulares* [Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey]. <http://hdl.handle.net/11285/633054>
- Cruz-Sotelo, S. E., Ojeda-Benítez, S., Sesma, J. J., Velázquez-Victorica, K. I., Santillán-Soto, N., García-Cueto, O. R., Concepción, V. A., & Alcántara, C. (2017). E-waste supply chain in Mexico: Challenges and opportunities for sustainable management. *Sustainability (Switzerland)*, 9(4), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su9040503>
- Diario Oficial de la Unión Europea. (2012). DIRECTIVA 2012/19/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 4 de julio de 2012 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). In *Diario Oficial de la Unión Europea* (pp. 38–71). Parlamento Europeo.
- DOF. (1988). *Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiental (LGEEPA)*. Diario Oficial de la Federación (DOF). [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4718573&fecha=28/01/1988](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4718573&fecha=28/01/1988)
- DOF. (2013). *NOM-161-SEMARNAT-2011* (pp. 1–38). Secretaría de Gobernación. [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5375019&fecha=09/12/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5375019&fecha=09/12/2014)
- DOF. (2021a). *Ley Aduanera* (p. 202). DOF 12-11-2021.
- DOF. (2021b). *Ley del Impuesto al Valor Agregado* (p. 128). DOF 12-11-2021.
- DOF. (2021c). *Ley del Impuesto Sobre la Renta* (pp. 1–312). DOF 12-11-2021.
- DOF. (2021d). *Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos (LGPGIR)*. In *Última reforma publicada DOF 18-01-2021* (pp. 1–156). DOF. <https://n9.cl/xtw3f>
- Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., & Bel G. (2020). *Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2020: Cantidades, flujos y potencial de la economía circular*. Universidad de las Naciones Unidas (UNU)/Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – coorganizadores del programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación internacional de Residuos S. <https://www.scycle.info/global-e-waste-monitor-2020/>
- García, & Manske. (2019). Consumo sustentable y reciclaje de residuos electrónicos: México y Alemania. *BMC Public Health*, 5(1), 10–30. <https://iki-alliance.mx/wp-content/uploads/Consumo-sustentable-y-reciclaje-de-residuos-electrónicos-México-y-Alemania.pdf>
- Gavilán García, A., Kathia, F., Robles, C., Concepción, V. A., Flores Martínez, S., & Rüd, S. B. (2010). *Diagnóstico De La Situación De Los Residuos Electrónicos En México*. 1–8.

- Ibarra-Olivo, E., Acuña, J., & Espejo, A. (2021). Estimación de la informalidad en México a nivel subnacional. In *Documentos de proyectos (LC/TS.2021/19)*. (pp. 1–88). CEPAL. [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/46789/S2000736\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/46789/S2000736_es.pdf)
- INEGI. (2020a). *Censos Económicos 2019*. Resultados Definitivos Servicios y Reparación y Mantenimiento, Datos 2018. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>
- INEGI. (2020b). *Economía y Sectores Productivos*. Medición de La Informalidad. <https://www.inegi.org.mx/temas/pibmed/>
- INEGI. (2022). *Banco de Indicadores*. Residuos. <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/>
- OECD. (2019). *OECD Going Digital Toolkit*. E-Waste Generated, Kilograms per Inhabitant. <https://goingdigital.oecd.org/indicator/53>
- PROFECO. (2021). *Economía circular en materia de Telecomunicaciones* (p. 25). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5771932&info=resumen&idioma=SPA> %0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5771932&info=resumen&idioma=ENG%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5771932
- Román, G. (2007). Diagnóstico sobre la generación de residuos electrónicos en México. *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático*, 122.
- Secretaría de Economía (SE). (2021). *DataMéxico*. Equipos Eléctricos, Electrónicos. Intercambio Comercial de México. <https://datamexico.org/es/profile/product/electrical-electronic-equipment>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), & Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2019). *Manejo Adecuado de los Residuos Conteniendo Compuestos Orgánicos Persistentes en México* (No. 00092723). [http://www.residuoscop.org/public/pdf/PRODOC\\_COPs\\_UNDP.pdf](http://www.residuoscop.org/public/pdf/PRODOC_COPs_UNDP.pdf)
- SEMARNAT. (2017a). *Caracterización de la industria formal e informal del reciclaje de residuos electrónicos en México*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Proyecto #92723 «Manejo Ambientalmente Adecuado de Residuos con Contaminantes Orgánicos Persistentes» (. )
- SEMARNAT. (2017b). *Inventario de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en México*. Escala nacional y estatal para Jalisco, Baja California, y Ciudad de México. Resumen ejecutivo extendido. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Proyecto #92723 “Manejo A.
- SEMARNAT. (2020a). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos*. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/prevencion-y-gestion-integral-de-los-residuos>
- SEMARNAT. (2020b). SEMARNAT. Buscan Semarnat y PNUD Manejo Adecuado de Residuos Electrónicos Para Evitar Afectaciones a La Salud y Al Medio Ambiente. <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/buscan-semarnat-y-pnud-manejo-adecuado-de-residuos-electronicos-para-evitar-afectaciones-a-la-salud-y-al-medio-ambiente?idiom=es>