

OBSERVATORIO INTERNACIONAL SOBRE RESIDUOS ELECTRÓNICOS 2024

Autores: Cornelis P. Baldé, Ruediger Kuehr, Tales Yamamoto, Rosie McDonald, Elena D'Angelo, Shahana Althaf, Garam Bel, Otmar Deubzer, Elena Fernandez-Cubillo, Vanessa Forti, Vanessa Gray, Sunil Herat, Shunichi Honda, Giulia Iattoni, Deepali S. Khatriwal, Vittoria Luda di Cortemiglia, Yuliya Lobuntsova, Innocent Nnorom, Noémie Pralat y Michelle Wagner

Edición de noviembre de 2024

Imagen: Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

Derechos de autor e información de la publicación

Información de contacto

Toda consulta relativa a la presente publicación puede efectuarse a través de su autor, Sr. Cornelis P. Baldé, mediante la dirección de correo electrónico balde@unitar.org.

Menciones necesarias

Cornelis P. Baldé, Ruediger Kuehr, Tales Yamamoto, Rosie McDonald, Elena D'Angelo, Shahana Althaf, Garam Bel, Otmar Deubzer, Elena Fernández-Cubillo, Vanessa Forti, Vanessa Gray, Sunil Herat, Shunichi Honda, Giulia Iattoni, Deepali S. Khatriwal, Vittoria Luda di Cortemiglia, Yuliya Lobuntsova, Innocent Nnorom, Noémie Pralat, Michelle Wagner (2024). Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) e Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR). 2024. Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024. Ginebra, Bonn.

Formato pdf:	978-92-61-38781-5
Formato epub:	978-92-61-38791-4
Formato para móvil:	978-92-61-38801-0

Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – Programa para Ciclos Sostenibles (SCYCLE)

El Programa para Ciclos Sostenibles (SCYCLE) se puso en marcha en enero de 2022 en el marco de la División para el Planeta del Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR). La misión del Programa es fomentar sociedades sostenibles. Su labor hace hincapié en el desarrollo de modelos sostenibles de producción, consumo y desecho de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), entre otros bienes ubicuos. El SCYCLE promueve el principal debate mundial sobre residuos electrónicos y estrategias sostenibles en materia de gestión de residuos electrónicos sobre la base de su vida útil. La visión del Programa SCYCLE es facilitar a la sociedad la reducción de la carga ambiental relativa a la producción, la utilización y el desecho de sus bienes cotidianos de forma sostenible, por medio de estudios independientes, exhaustivos y prácticos que aporten información útil para formular políticas y adoptar decisiones de forma eficaz. La organización de actividades de formación a tenor de los resultados de esos estudios constituye uno de los objetivos fundamentales del ProgSCYCLE. Véase www.unitar.org y www.scycle.info.

Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)

La UIT es el organismo especializado de las Naciones Unidas en la esfera de las TIC. Su mandato consiste en el desarrollo de programas que permitan afrontar los retos que plantean el cambio climático y la cantidad cada vez mayor de residuos electrónicos que se generan en el mundo. La UIT participa en actividades relacionadas con la economía circular y el cambio climático, en particular la realización de estudios, la capacitación y la elaboración de normas internacionales. Su plan estratégico para 2024-2027 fija como finalidad (2.5) la "mejora sustancial de la contribución de las TIC a la acción por el clima y el medio ambiente", medible mediante indicadores específicos, en particular el índice mundial de reciclaje de residuos electrónicos, el número de países con legislación en vigor al respecto y la contribución de las telecomunicaciones y las TIC a las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. Para ampliar información sobre la labor del Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT en el plano medioambiental, véase <https://www.itu.int/itu-d/sites/environment>.

Fundación Carmignac

Edouard Carmignac, empresario francés, Consejero Delegado y Presidente de la sociedad de gestión de activos Carmignac, constituyó la Fundación Carmignac en 2000. En la actualidad, la actividad de la misma se apoya en tres elementos fundamentales, desarrollados de forma sucesiva: la Colección Carmignac, el Premio Carmignac de Periodismo Gráfico y la Villa Carmignac de Porquerolles.

Desde 2009, el Premio Carmignac de Periodismo Gráfico financia la producción de un reportaje fotográfico de investigación sobre incumplimiento de derechos humanos y cuestiones geoes-tratégicas, y facilita el trabajo de fotógrafos sobre el terreno por largos períodos de tiempo. La 13ª edición del Premio Carmignac de Periodismo Gráfico se dedica a Ghana y a los retos ecológicos y humanos asociados al flujo transfronterizo de residuos electrónicos. Los tres galardonados, Anas Aremeyaw Anas, periodista de investigación y activista, y Muntaka Chasant y Bénédicte Kurzen (NOOR), periodistas gráficas, documentaron durante nueve meses un ecosistema de gran ambigüedad y complejidad a escala transnacional. Sus fotografías, tomadas en Ghana y varias partes de Europa, figuran en el presente informe. Tanto en los puertos europeos a través de los cuales exportan sus mercancías comerciantes expatriados de Ghana, como en los numerosos centros de desecho informales situados al sur de dicho país, así como en varios talleres

de reparación en los que se reciclan residuos electrónicos, Anas, Muntaka y Bénédicte ponen de manifiesto la gran variedad del tráfico de residuos electrónicos y la opacidad de su flujo circular a escala mundial. Destacan la contradicción inherente a la economía de los residuos electrónicos, que al tiempo que brinda oportunidades a miles de personas en Ghana, incide de forma muy adversa en los planos humano y medioambiental.



©2024 Unión Internacional de Telecomunicaciones e Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones

Descargo de responsabilidad

Derechos parcialmente reservados. La presente publicación está sujeta a una licencia de tipo *Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 IGO* (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>), a menos que se indique lo contrario. La utilización de esta publicación que no se rija por dicha licencia requiere el permiso previo de la UIT. El uso o la reproducción de las fotografías de esta publicación requiere autorización de la Fundación Carmignac.

La citada licencia permite copiar, redistribuir y adaptar el contenido de la presente publicación, salvo sus fotografías, con fines no comerciales, siempre y cuando se mencione claramente la publicación, como se indica a continuación. La utilización de esta publicación no debe dar a entender que la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) o la Fundación Carmignac respaldan organizaciones, productos o servicios específicos. No se permite el uso no autorizado de designaciones o logotipos de la UIT, UNITAR o la Fundación Carmignac. Toda adaptación del contenido en el marco de la citada licencia deberá regirse por las condiciones de la licencia *Creative Commons*, o una licencia equiparable. Si se traduce la publicación, se deberá añadir la cláusula de descargo de responsabilidad siguiente: la traducción de esta publicación no la ha llevado a cabo la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) ni la Fundación Carmignac. La UIT, UNITAR y la Fundación Carmignac no asumen responsabilidad alguna sobre la exactitud de la traducción. La versión original en inglés es la fidedigna y dará fe.

Toda mediación en litigios relacionados con la citada licencia se regirá por las normas de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual previstas a tal efecto (<http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules>).

Publicaciones de terceros.

Si desea utilizar contenido de esta publicación atribuible a terceros, en particular cuadros, figuras o imágenes, deberá determinar la necesidad de contar con la autorización pertinente y el permiso del titular de los derechos de autor. La responsabilidad sobre posibles reclamaciones por inobservancia de los derechos de titularidad de terceros relativos a la presente publicación recaerá exclusivamente en el usuario.

Descargo de responsabilidad general.

Los nombres que figuran en esta publicación y la forma en que se presenta su información no conllevan valoración alguna de la UIT o UNITAR sobre la situación jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto a la delimitación de sus fronteras o límites territoriales. Las líneas punteadas o discontinuas en mapas representan límites fronterizos aproximados susceptibles de ser objeto de desacuerdo.

Las ideas y opiniones que se manifiestan en esta publicación corresponden a los autores y no reflejan necesariamente las de la UIT, UNITAR o la Fundación Carmignac. La mención de determinadas sociedades mercantiles, productos o servicios no implica que la UIT, UNITAR o la Fundación Carmignac los respalden o recomienden frente a opciones análogas. Salvo error u omisión, el nombre de productos sujetos a alguna patente se indica con mayúscula inicial.

La UIT, UNITAR y la Fundación Carmignac han adoptado las medidas necesarias para contrastar la información que figura en la presente publicación. No obstante, su contenido se distribuye sin garantía alguna, de forma tácita o implícita. La responsabilidad de la interpretación y utilización de dicho contenido recae en el lector. En ningún caso la UIT, UNITAR o la Fundación Carmignac asumirán responsabilidad alguna por los perjuicios que pudiera ocasionar esa utilización.



Índice

Agradecimientos	5	África	64
Prólogo	9	América	70
Resumen ejecutivo.....	12	Asia.....	78
Capítulo 1: ¿Qué son los AEE y los residuos electrónicos?	20	Europa	96
Capítulo 2: Metodología	24	Oceanía.....	102
Capítulo 3: Principales estadísticas internacionales	28	Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos	106
Capítulo 4: Flujos transfronterizos.....	40	Acerca de los autores	107
Capítulo 5: Legislación.....	44	Anexo 1: Descripción metodológica pormenorizada.....	108
Capítulo 6: Recuperación de metales valiosos o esenciales.....	46	Anexo 2: Conjuntos de datos	118
Capítulo 7: Innovaciones tecnológicas en materia de procesamiento.....	50	Referencias.....	140
Capítulo 8: Impacto medioambiental	52		
Capítulo 9: Evaluación económica.....	54		
Capítulo 10: Perspectivas de mejora de 2022 a 2030	58		

Agradecimientos

El Programa SCYCLE de UNITAR, la UIT y la Fundación Carmignac financian y elaboran de forma conjunta el Observatorio internacional sobre residuos electrónicos de 2024. Los autores manifiestan su agradecimiento al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente por su contribución financiera suplementaria, así como por su colaboración en la obtención de datos y su apoyo general para la elaboración de la presente publicación.

La labor de coordinación general corrió a cargo del Sr. Cornelis P. Baldé y del profesor Ruediger Kuehr, de UNITAR, así como de la Sra. Vanessa Gray, de la UIT. Las siguientes personas han colaborado asimismo en la elaboración del informe, con arreglo a sus respectivas funciones (su afiliación se menciona a título informativo): Sr. Cornelis P. Baldé (UNITAR), Profesor Ruediger Kuehr (UNITAR), Sr. Tales Yamamoto (UNITAR), Sra. Elena D'Angelo (UNITAR), Sra. Vittoria Luda di Cortemiglia (UNITAR), Sr. Otmar Deubzer (UNITAR), Sra. Elena Fernández-Cubillo (UNITAR), Sra. Vanessa Forti (UNITAR), Sra. Giulia Iattoni (UNITAR), Sra. Vanessa Gray (UIT), Sr. Garam Bel (UIT), Sra. Rosie McDonald (UIT), Sra. Rosie McDonald (UIT), Sra. Noémie Pralat (UIT), Sra. Shahana Althaf (Aligned Incentives), Profesor Sunil Herat (Universidad de Griffith), Sr. Shunichi Honda (PNUMA), Sra. Deepali S. Khetriwal (experta internacional), Sra. Yuliya Lobuntsova (CSD Center), Profesor Innocent Nhorom (Universidad Abia State) y Sra. Michelle Wagner (foro RAEE). Para ampliar información, véase la sección [Acerca de los autores](#).

Los autores agradecen asimismo a la profesora Maria Holuszko (Universidad de Columbia Británica), Sra. Ekaterina Poleshchuk (PNUMA), Sr. Ulrich Kral (Agencia de Medio Ambiente de Austria), profesor Colin Fitzpatrick (Universidad de Limerick), Sr. Simon van Walle (Umicore), Sra. Kristine Sperlich (Agencia de Medio Ambiente de Alemania) y profesor Sutha Khaodhiar (Universidad de Chulalongkorn) la revisión del contenido, al Sr. Terry Collins su apoyo para la presentación de la publicación y la campaña para los medios, y a la Sra. Ludgarde Coppens (PNUMA) y al Sr. Takahiro Nakamura (PNUMA) su apoyo en la elaboración de la publicación.



Muntaka Chasant para la Fundación Carmignac

Abreviaturas

ABREVIATURA	NOMBRE ÍNTEGRO
AEE	Aparatos eléctricos y electrónicos
AMCERE	Alianza Mundial para el Control Estadístico de Residuos Electrónicos
CFC	Clorofluorocarburos
Código SA	Código de sistema armonizado
Convenio de Bamako	Convenio de Bamako sobre prohibición de la importación a África y el control del flujo transfronterizo y la gestión de residuos peligrosos en África
Convenio de Basilea	Convenio de Basilea sobre control del flujo transfronterizo de residuos peligrosos y el desecho de los mismos
Convenio de Estocolmo	Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes
Convenio de Rotterdam	Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento previo fundado sobre determinados plaguicidas y productos químicos peligrosos comercializados a escala internacional
Directiva de la UE sobre RAEE	Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) (versión refundida) (texto pertinente a los efectos de EEE)
Directiva marco de la UE sobre residuos	Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre residuos y derogación de determinadas directivas (texto pertinente a efectos de EEE)
Directiva RoHS de la UE	Directiva 2011/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de junio de 2011, sobre restricciones de utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos (versión refundida) (texto pertinente a los efectos de EEE)
EACO	Organización para las Comunicaciones de África oriental
EPR	Responsabilidad ampliada del productor

ABREVIATURA	NOMBRE ÍNTEGRO
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
HFC	Hidroclorofluorocarburos
Iniciativa StEP	Iniciativa para resolver el problema de los residuos electrónicos
LCD	Pantalla de cristal líquido
LED	Diodo emisor de luz
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible
ONG	Organización no gubernamental
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
POM	Comercializado
RAEE	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
SCYCLE	Programa para Ciclos Sostenibles
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación
UE	Unión Europea
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UNITAR	Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones
UNU	Universidad de las Naciones Unidas

Correcciones

NOTA DE REDACCIÓN NÚMERO 1

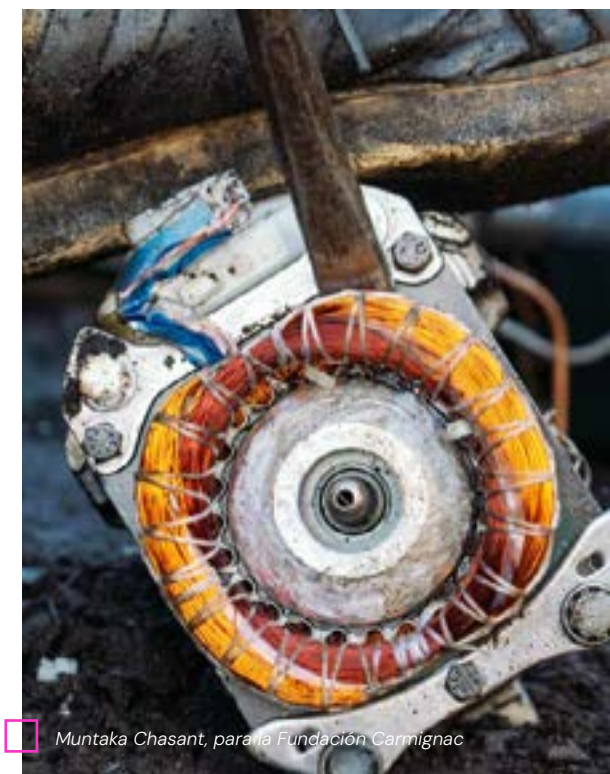
PÁGINA/FIGURA	CORRECCIÓN	COMENTARIOS
Portada	Edición.	Añadida la actualización de edición.
Página 15	Número de países con objetivos de recolección y reciclaje en la legislación sobre residuos electrónicos.	Texto actualizados con la corrección de las métricas.
Página 21, Figura 1	Categoría 3, lámparas y categoría 5, equipos pequeños.	Actualización de los íconos de las categorías 3 y 5.
Página 39 (Cuerpo de texto y Figura 15)	Número de países con objetivos de recolección y reciclaje en la legislación sobre residuos electrónicos.	Texto y figura actualizados con la corrección de las métricas.
Página 42 (Nota)	Referencias cruzadas en la nota.	Nota actualizada con las referencias cruzadas correctas.
Página 46, Figura 18	Osmio (Os) e Iridio (Ir) en la Figura 18.	Figura actualizada con la corrección de las métricas.
Página 47, Figura 19	Osmio (Os), Iridio (Ir) y Rutenio (Ru) en la Figura 19.	Figura actualizada con la corrección de las métricas.
Página 54, Figura 22	Osmio (Os) e Iridio (Ir) en la Figura 22.	Figura actualizada con la corrección de las métricas.
Página 64	Número de países con objetivos de recolección y reciclaje en la legislación sobre residuos electrónicos.	Gráfico actualizado con la corrección de las métricas.
Página 70	Número de países con objetivos de recolección en la legislación sobre residuos electrónicos.	Gráfico actualizado con la corrección de las métricas.
Página 74	Situación de la gestión de residuos electrónicos en Colombia.	Texto actualizado.

PAGE/FIGURE	CORRECTION	COMMENT
Página 113	Cuantificación de la materia prima presente en los residuos electrónicos.	Texto actualizado.
Página 114	Quantification of raw materials found in e-waste.	Texto actualizado.
Página 115	E-waste patents.	Texto actualizado.
Página 125	Objetivo de recolección establecido en Colombia.	Cuadro de anexos actualizado.
Página 135	Establecimiento de objetivos de recolección y reciclado en Sudáfrica.	Cuadro de anexos actualizado.
Referencias	Notas 5, 9, 18, 39, 44, 53, 63, 89, 55, 101, 113, 114, 121, 123, 127, 128, 130, 131, 134, 210, 238, 239, 253, 278, 285, 286 y 296.	Notas incorrectas actualizadas.

Prólogo

La cantidad de dispositivos electrónicos en el mundo es cada vez mayor, en particular a raíz del surgimiento de una transformación digital propiciada por tecnologías que modifican drásticamente nuestra forma de vivir, trabajar, estudiar, socializar y negociar. Muchas personas poseen y utilizan varios dispositivos electrónicos, y el fomento de la interconectividad en zonas urbanas o aisladas ha dado lugar a un mayor número de dispositivos y objetos conectados a Internet. Ello ha traído consigo un aumento de la cantidad de AEE y de residuos electrónicos. Por otro lado, el índice mundial de recogida y reciclaje de residuos electrónicos no va a la par de ese aumento. Según el Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, en 2022 se generaron 62.000 millones de kg de residuos electrónicos en todo el mundo, esto es, 7,8 kg por habitante en promedio. Únicamente el 22,3 por ciento (13.800 millones de kg) de dichos residuos se recogió y recicló de forma adecuada. En 2010, se generaron 34.000 millones de kg. de residuos electrónicos, cantidad que ha venido aumentando anualmente con arreglo a un valor promedio de 2.300 millones de kg. El índice de recogida y reciclaje oficialmente documentado también ha aumentado, a partir de 8.000 millones de kg en 2010 con arreglo a un incremento promedio anual de 500 millones de kg. Habida cuenta de ello, el aumento de la cantidad de residuos electrónicos generados es casi cinco veces superior al de la cantidad de residuos oficialmente reciclados. En el presente Observatorio se pone de manifiesto que cada vez se venden más AEE por primera vez en los países en desarrollo; sin embargo, gran parte de esos dispositivos se utilizan inicialmente en los países desarrollados y posteriormente se envían para su reutilización en otros países, conforme el precio de los dispositivos disminuye.

El análisis de la cantidad y del flujo de residuos electrónicos es primordial para estudiar su evolución, fijar y evaluar objetivos y determinar en qué medida los productos electrónicos pueden contribuir a mitigar los efectos del cambio climático y de la escasez de recursos. Los datos y las legislaciones adecuados, si se aplican para fomentar las actividades de recogida selectiva y reciclado, pueden ser muy eficaces para facilitar la protección del medio ambiente y la conservación de materiales valiosos. No obstante, sin una comprensión cabal y representativa del reto que plantean los residuos electrónicos a escala mundial no podrá conocerse el alcance real de ese flujo de residuos y de los efectos externos adversos que ello genera. Por otro lado, con objeto de que el sector industrial y los encargados de la formulación de políticas aprovechen plenamente las ventajas que brinda la economía circular en el sector de la electrónica, es necesario disponer de datos fidedignos, y de libre acceso a los mismos, como medio de apoyo a la toma de decisiones.



Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

Lograr una conectividad universal eficaz constituye un requisito previo para la transformación digital, que, entre otras cosas, propicia el desarrollo y la utilización de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y de aplicaciones y servicios, así como la reducción de la brecha digital. No obstante, 2.600 millones de personas siguen sin disponer de conexión a Internet en todo el mundo. A lo largo de los últimos años, la rápida digitalización de la economía y la sociedad, el desarrollo de la movilidad electrónica y la clara transición a soluciones energéticas ecológicas y renovables, han hecho que los encargados de la formulación de políticas hagan hincapié en la disponibilidad ininterrumpida de componentes de tierras raras y materias primas esenciales para facilitar ese proceso de transición. Los sectores digital, energético y del transporte compiten cada vez más por materias primas análogas que revisten actualmente suma importancia, al tiempo que las cadenas mundiales de suministro se han visto más afectadas por pandemias mundiales y coyunturas políticas que determinan el acceso a los recursos.

Los residuos electrónicos representan un flujo de residuos específico debido a su gran variedad y compleja composición, así como a la rápida evolución del conjunto de productos que abarca, en particular, piezas miniaturizadas, componentes electrónicos integrados en equipos tradicionales, prendas de vestir y juguetes, así como productos interoperables con capacidad para conectarse a Internet. Por otro lado, los aparatos eléctricos y electrónicos, esto es, todo producto que incorpore un enchufe o una fuente de alimentación, brindan un gran potencial para transformar la sociedad, en particular mediante la energía fotovoltaica, la energía solar o bombas de calor, y los vehículos eléctricos, así como a través de hogares, prendas de vestir, ciudades, sistemas logísticos y agricultura inteligentes, o la inteligencia artificial e Internet de las cosas.



Natalia Catalina / Shutterstock.com

La UIT y UNITAR han aunado esfuerzos en el marco de la Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos (AMCERE). La AMCERE recopila datos de países normalizados a escala internacional y garantiza que estén a disposición del público a través de su base de datos internacional de código abierto sobre residuos electrónicos (www.globalewaste.org). Desde 2017, contribuye a fomentar notablemente la capacidad a escalas nacional y regional para elaborar datos estadísticos sobre residuos electrónicos en varios países. La AMCERE respalda asimismo los esfuerzos de varios países para recabar datos estadísticos sobre residuos electrónicos que sean útiles para la formulación de políticas nacionales en un marco de medición armonizado y reconocido internacionalmente. Habida cuenta de ello, nos complace presentar el Observatorio internacional de 2024 sobre residuos electrónicos. Su cuarta edición constituye una herramienta de referencia indispensable para los encargados de la formulación de políticas y el sector industrial, y arroja luz sobre la coyuntura actual con respecto al reto que plantean los residuos electrónicos en todo el mundo.

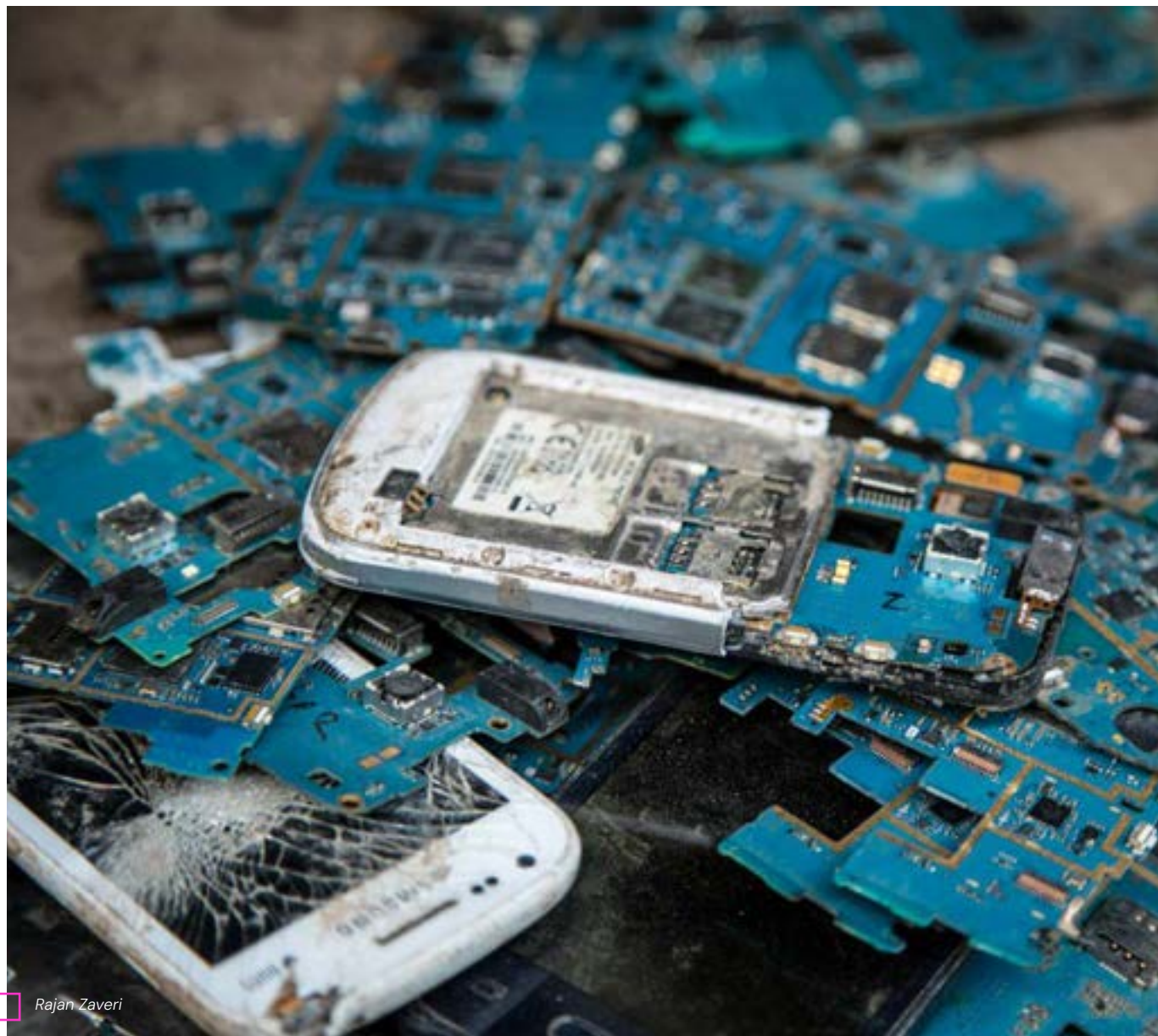
Sr. Nikhil Seth

Subsecretario General de las Naciones Unidas y Director Ejecutivo del Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR)



Sr. Cosmas Luckyson Zavazava

Director de la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)



 Rajan Zaveri

Resumen ejecutivo

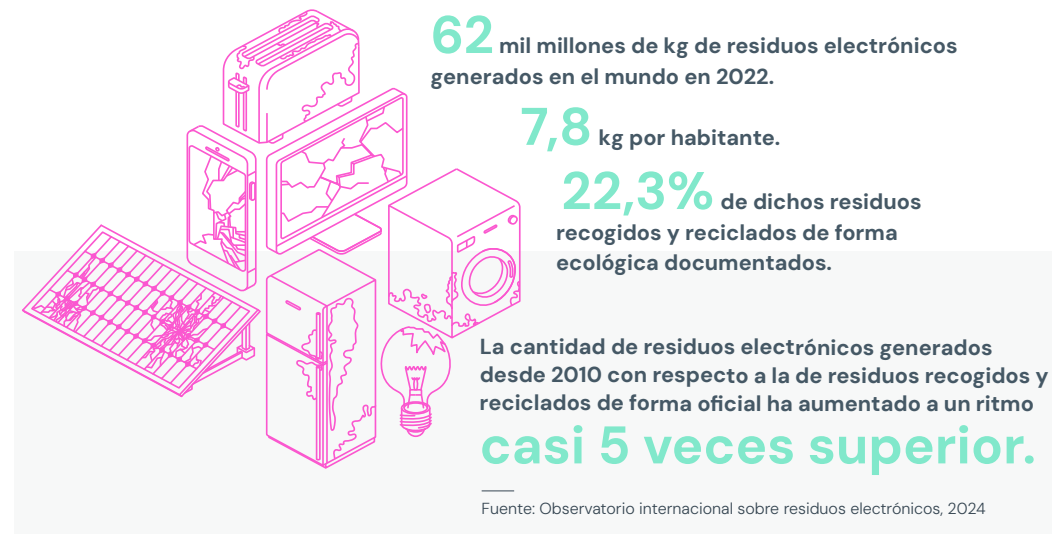
La cantidad de aparatos electrónicos en el mundo es cada vez mayor, en particular a raíz del surgimiento de una transformación digital propiciada por tecnologías que modifican drásticamente nuestra forma de vivir, trabajar, estudiar, socializar y negociar. Muchas personas poseen y utilizan varios dispositivos electrónicos, y el fomento de la interconectividad en zonas urbanas o aisladas ha dado lugar a un mayor número de dispositivos y objetos conectados a Internet. Entre ellos cabe destacar ordenadores y teléfonos, y cada vez con más frecuencia electrodomésticos, bicicletas y patinetes electrónicos, pantallas sanitarias, sensores ambientales y componentes electrónicos integrados en muebles o prendas de vestir, así como juguetes y herramientas, y dispositivos de ahorro energético como LED, aparatos fotovoltaicos o bombas de calor.

Ese desarrollo ha traído consigo un aumento de la cantidad de AEE y residuos electrónicos. El desecho de AEE genera un flujo de residuos que contiene materiales peligrosos o valiosos, denominados residuos electrónicos o residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). El Observatorio internacional sobre residuos electrónicos ha sido la principal fuente de información al respecto desde 2014, y ha venido proporcionando datos y estadísticas actualizados, e infor-

mación sobre avances registrados, en cuanto a políticas y normativas sobre residuos electrónicos a escala mundial. También facilita información sobre la evolución futura de la coyuntura actual.

En 2022 se generaron 62.000 millones de kg de residuos electrónicos en el mundo, la mayor cantidad registrada hasta entonces (con arreglo a un promedio anual de 7,8 kg por habitante); el 22,3 por ciento de esos residuos se recogió y recicló de forma oficial y ecológica.

En 2010 se generaron 34.000 millones de kg de residuos electrónicos en el mundo, cantidad que ha aumentado posteriormente con arreglo a un valor promedio anual de 2.300 millones de kg. El índice de recogida y reciclaje documentado oficialmente también ha aumentado, al pasar de 8.000 millones de kg registrados en 2010 a 13.800 millones de kg en 2022, con un aumento promedio anual de 500 millones de kg. Eso ha dado lugar a que la cantidad de residuos electrónicos generados aumente a un ritmo casi cinco veces superior a la de residuos oficialmente reciclados, a raíz de los avances tecnológicos, el fomento del consumo, las limitadas posibilidades de reparación, la breve vida útil de los productos, la generalización de los productos electrónicos y las infraestructuras deficientes



Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

62 mil millones de kg

de residuos electrónicos generados en 2022, con arreglo a las pautas siguientes:



para la gestión de residuos electrónicos; todo ello ha mermado el aumento de la recogida y el reciclaje de dichos residuos de forma oficial y ecológica.

Los residuos electrónicos generados en 2022 contenían 31.000 millones de kg de metal, 17.000 millones de kg de plástico y 14.000 millones de kg de otros materiales (minerales, vidrio y compuestos variados, entre otros)

Se calcula que 19.000 millones de kg de residuos electrónicos, en particular hierro, metal muy frecuente en gran cantidad en los flujos de gestión de residuos electrónicos y cuyo índice de reciclado es muy elevado, se han transformado en recursos secundarios. Cabe destacar los metales derivados del platino y los metales preciosos como materiales valiosos, aunque menos frecuentes, y se calcula que alrededor de 300.000 kg de

los mismos se transformaron en recursos secundarios mediante prácticas de reciclaje oficiales o informales.

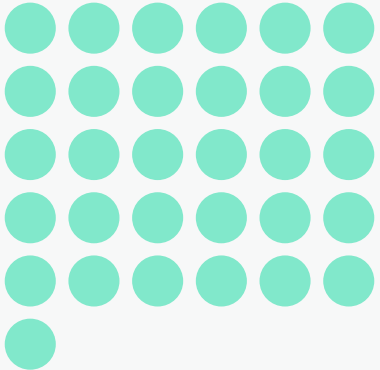
La proporción de solicitudes de patente para la gestión de residuos electrónicos pasó de 148 por millón en 2010 a 787 por millón en 2022. La mayoría de esas solicitudes guardaron relación con tecnologías de reciclado de cables, sin que se registrara un aumento sustancial del número de patentes solicitadas para tecnologías relacionadas con la recuperación de materias primas esenciales. Pese a que los componentes de tierras raras poseen propiedades exclusivas esenciales para las tecnologías del futuro, en particular la generación de energías renovables y la movilidad electrónica, sigue existiendo una gran dependencia internacional de las cadenas de producción de determinados países. El reciclado de esos componentes sigue planteando un reto económico, aun en el caso de

La mayor parte de los residuos electrónicos no se gestionan en sistemas oficiales de recogida y reciclaje. La gestión no conforme de esos residuos provoca que cada año se liberen al medio ambiente 58.000 kg de mercurio y 45 millones de kg de plásticos que contienen productos retardadores de ignición bromados. Ello incide directamente de forma muy adversa en el medio ambiente y en la salud humana.

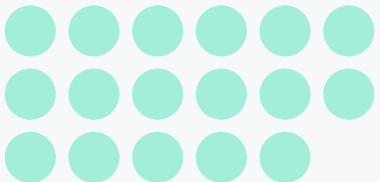
los aparatos que contienen gran cantidad de los mismos. Habida cuenta de ello, las actividades de reciclado sólo satisfacen el uno por ciento de la demanda actual de reciclado de componentes de tierras raras. El precio de mercado de dichos componentes sigue siendo demasiado bajo para facilitar operaciones comerciales de reciclado a gran escala.

Composición de residuos electrónicos a escala mundial en 2022

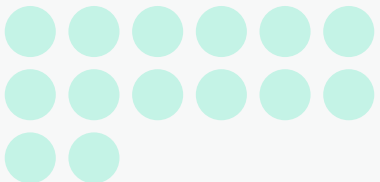
31 mil millones de kg de metales



17 mil millones de kg de plásticos

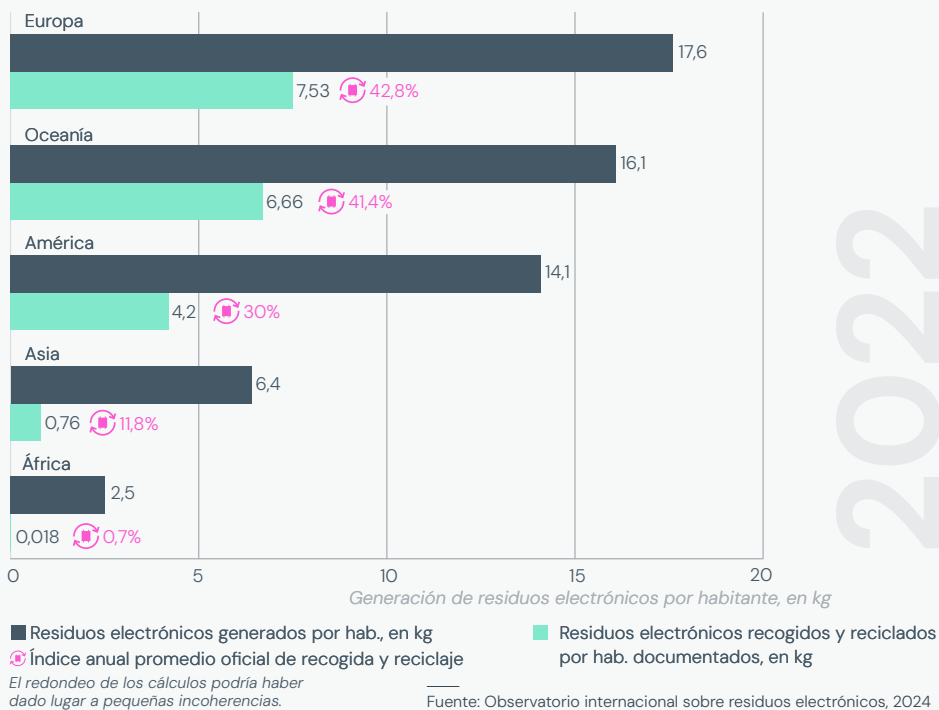


14 mil millones de kg de otros materiales



Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

Cantidad de residuos electrónicos generados y recogidos



El índice oficial de recogida y reciclado de residuos electrónicos documentado, que en Europa es del 42,8 por ciento, varía ampliamente de una región a otra.

No obstante, los Estados miembros de la UE han avanzado poco para alcanzar sus propios objetivos, jurídicamente vinculantes, en materia de recogida de residuos. En África se registran los menores índices de generación de residuos electrónicos, habida cuenta de las dificultades para reciclarlos, con un índice de reciclaje inferior al uno por ciento. Los países asiáticos generan casi la mitad de los residuos electrónicos del mundo

(30.000 millones de kg), aunque han logrado pocos avances en cuanto a su gestión; por otro lado, sólo en algunos de esos países se han promulgado legislaciones o fijado objetivos específicos en materia de recogida de residuos electrónicos. En 2022, las regiones que generaron la mayor cantidad de residuos electrónicos por habitante fueron Europa (17,6 kg), Oceanía (16,1 kg) y América (14,1 kg). Al tratarse de las regiones con las infraestructuras de recogida y reciclado de residuos más avanzadas, también presentan los índices de recogida y reciclado por habitante más elevados (7,53 kg en Europa, 6,66 kg en Oceanía y 4,2 kg en América).

Alrededor de una tercera parte (20.000 millones de kg) de los residuos electrónicos generados en el mundo corresponden a pequeños aparatos, en particular juguetes, hornos microondas, aspiradoras y cigarrillos electrónicos, si bien el índice de reciclado de ese tipo de aparatos sigue siendo muy bajo, aproximadamente el 12 por ciento a escala mundial. Por otro lado, 5.000 millones de kg de residuos electrónicos corresponden a pequeños equipos informáticos y de tele-

comunicaciones, incluidos computadores portátiles, teléfonos móviles, dispositivos GPS y encaminadores de red; únicamente el 22 por ciento de esos residuos se ha recogido y reciclado de forma oficial. Por lo general, el índice de recogida y reciclado es más elevado en el caso de dispositivos más pesados y voluminosos, en particular aparatos de gran tamaño, equipos de intercambio térmico, pantallas y monitores.



Bénédicte Kurzen / NOOR, para la Fundación Carmignac

La cantidad de países con normativas, legislaciones o reglamentaciones en vigor sobre residuos electrónicos aumenta a un ritmo cada vez menor, según datos de junio de 2023. Se han adoptado normativas sobre residuos electrónicos en 81 países (el 42 por ciento del total), que abarcan el 72 por ciento de la población mundial.

De 2019 a 2023, la cantidad de países con ese tipo de legislación aumentó levemente, a saber, de 78 a 81. De esos 81 países, 67 contaban con un instrumento jurídico sobre gestión de residuos electrónicos y disposiciones para promover el principio normativo

medioambiental sobre responsabilidad ampliada del productor (EPR). Por lo general, los países con un instrumento jurídico de este tipo poseen una extensa red de centros de recogida selectiva de residuos electrónicos, mecanismos de financiación para gestionarlos adecuadamente y mejores infraestructuras de documentación a tal efecto. Sin embargo, la aplicación de normativas, legislaciones o reglamentaciones sobre residuos electrónicos sigue constituyendo un gran reto a escala mundial, y el estancamiento de la evolución del índice mundial de recogida y reciclado de residuos electrónicos se ve agravado frecuentemente por el hecho

de que sólo 48 países hayan fijado objetivos en cuanto a índices de recogida, y únicamente 37 sobre índices de reciclado.

Por lo general, el grado de concienciación sobre los residuos electrónicos sigue siendo insuficiente y existen pocos medios de desecho de los mismos de forma adecuada. Por otro lado, sigue dándose una gran disparidad entre esa concienciación y la adopción de medidas eficaces, como se ha demostrado en muchos países de ingresos elevados. Puesto que las posibilidades de desecho de residuos electrónicos son limitadas y la producción de los mismos genera una huella

ecológica, se promueve la utilización a largo plazo de productos AEE mediante su reparación y renovación. Sin embargo, sigue habiendo marcadas limitaciones en cuanto a prácticas de reciclado ecológicas, a raíz de los bajos índices de recogida y la deficiente infraestructura de reciclado en muchas partes del mundo. Para afrontar esa situación, es fundamental promover la inversión en el desarrollo de infraestructuras, facilitar la reparación y reutilización de productos, fomentar la capacitación y adoptar medidas encaminadas a evitar el envío ilícito de residuos electrónicos.

81 países

han adoptado normativas, legislaciones o reglamentaciones sobre residuos electrónicos.

67 países

poseen disposiciones jurídicas sobre responsabilidad ampliada del productor en materia de residuos electrónicos.

37 países

cuentan con disposiciones sobre objetivos de reciclado de residuos electrónicos.

48 países

poseen disposiciones sobre objetivos en materia de índice de recogida de residuos electrónicos.

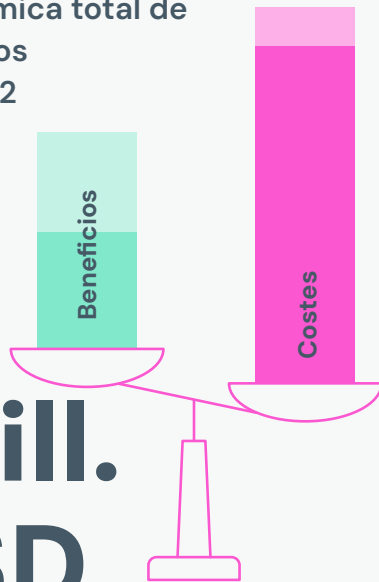
Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024



Bénédicte Kurzen / NOOR, para la Fundación Carmignac

Repercusión económica total de la gestión de residuos electrónicos en 2022

-37 mil mill. de USD



Repercusión económica anual monetizada de la gestión de residuos electrónicos a escala mundial.

Beneficios

23 mil millones de USD

en concepto de valor monetizado de las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas.

28 mil millones de USD

en concepto de valor de los metales recuperados para la economía circular.

Costes

10 mil millones de USD

relativos al coste de procesamiento de los residuos electrónicos.

78 mil millones de USD

relativos a los costes externos para la población y el medio ambiente.

Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

Se calcula que el valor económico de los metales contenidos en los residuos electrónicos generados en el mundo en 2022 fue 91.000 millones de USD.

Las materias primas secundarias más valiosas son el cobre (19.000 millones de USD), el oro (15.000 millones de USD) y el hierro (16.000 millones de USD). Esos metales pueden recuperarse eficazmente con un elevado índice de reciclado mediante tecnologías de gestión de residuos electrónicos, de ahí que el aumento de ese índice podría contribuir sustancialmente a mejorar el índice de recuperación de materiales de valor.

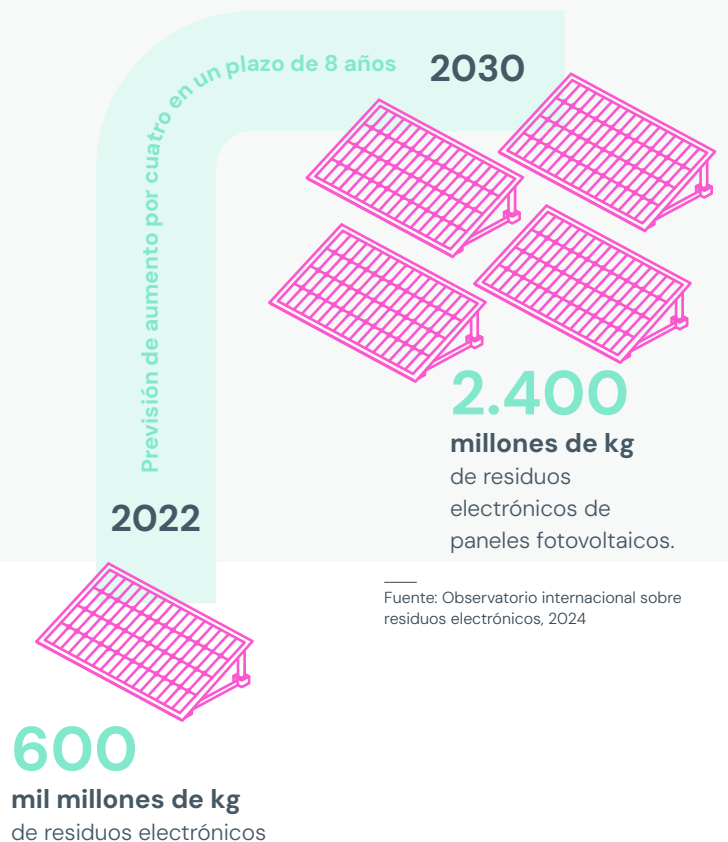
La gestión de residuos electrónicos genera materias primas secundarias por valor de 28.000 millones de USD, de un total de 91.000 millones. La mayor parte de las pérdidas se producen por incineración, vertido o procesamiento deficiente. La producción de materias primas secundarias evita la extracción de 900.000 millones de kg de mineral.

Ello subraya la importancia que reviste la economía circular para propiciar cadenas de valor más seguras y sostenibles. Por otro lado, la minería urbana es esencial para reducir la degradación medioambiental. La gestión de residuos electrónicos evita en todo el mundo 93.000 millones de kg de emisiones equivalentes de CO₂ a través de productos refrigerantes de aparatos de intercambio térmico (41.000 millones de kg), a raíz de las menores emisiones de gases de efecto invernadero que se generan al reciclar metales con respecto a las que produciría la actividad minera (52.000 millones de kg). La minería urbana promueve asimismo un enfoque más sostenible en la utilización de recursos, al conservar los recursos naturales, reducir el impacto ambiental y la alteración del suelo con respecto a las actividades mineras primarias, ahorrar energía, evitar residuos electrónicos en centros de vertido, crear oportunidades económicas a escala local y mejorar la seguridad de la cadena de suministro.

Según diversas evaluaciones económicas, la gestión de residuos electrónicos brinda beneficios económicos (en particular, mediante, la recuperación de metales), aunque también genera costes (principalmente a raíz del procesamiento de residuos electrónicos y los costes externos ocultos en el plano social). El coste económico anual mundial de la gestión de residuos electrónicos es de unos 37.000 millones de USD.

Como costes principales cabe destacar 78.000 millones de USD en concepto de costes externos para la población y el medio ambiente, a raíz de las emisiones de plomo y mercurio, fugas de plástico y contribuciones al calentamiento mundial, en particular si las sustancias peligrosas no se gestionan adecuadamente. Los costes adicionales derivados del tratamiento de residuos electrónicos se elevan a 10.000 millones de USD, la mayor parte los cuales es sufragada por los productores de países con regulaciones EPR. Los costes de procesamiento ecológico corresponden principalmente al reciclado conforme de residuos electrónicos, a fin de descontaminar y gestionar sustancias peligrosas, así como a costes administrativos. Los beneficios asociados a la recuperación de metales, que se reincorporan a la economía circular, se estiman en 28.000 millones de USD, con un valor de mercado favorable, habida cuenta del valor económico de 23.000 millones USD correspondiente a las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas.

Residuos electrónicos de paneles fotovoltaicos generados a escala mundial

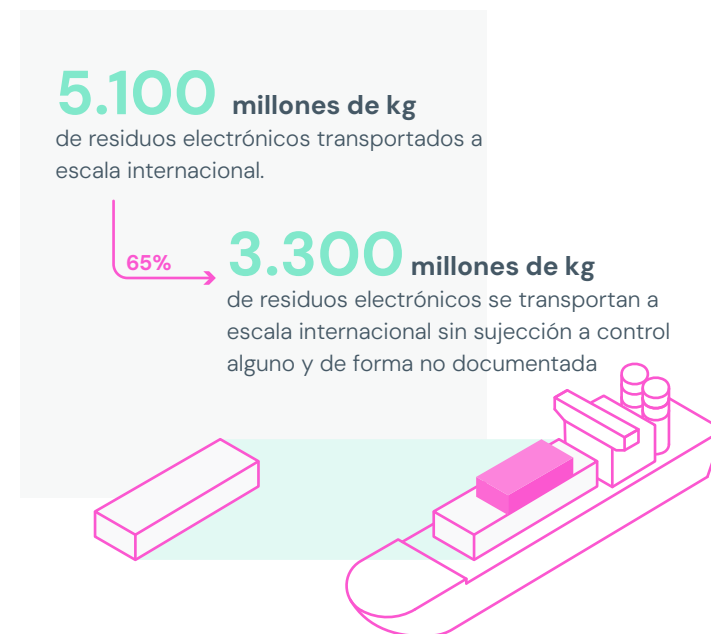


Aunque la transición que tiene lugar en los planos ecológico y digital puede redundar en beneficio de la humanidad, los encargados de la formulación de políticas deben garantizar que ambos aspectos de dicha transición se fortalezcan recíprocamente, y que se subsane todo efecto medioambiental adverso.

Los esfuerzos por facilitar la conectividad universal y pasar de los combustibles fósiles a una producción de energía más limpia generarán en última instancia más residuos electrónicos. Varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular los Objetivos 7 (energía asequible y limpia) y 13 (acción por el clima), subrayan la importancia que revisten las prácticas energéticas sostenibles y ecológicas para forjar un futuro sostenible. Se prevé, en particular, que la cantidad de residuos electrónicos de paneles fotovoltaicos se cuadruple, al pasar de 600 millones de kg en 2022 a 2 400 millones de kg para 2030; su gestión es esencial para facilitar la adopción de fuentes de energía limpias y renovables.

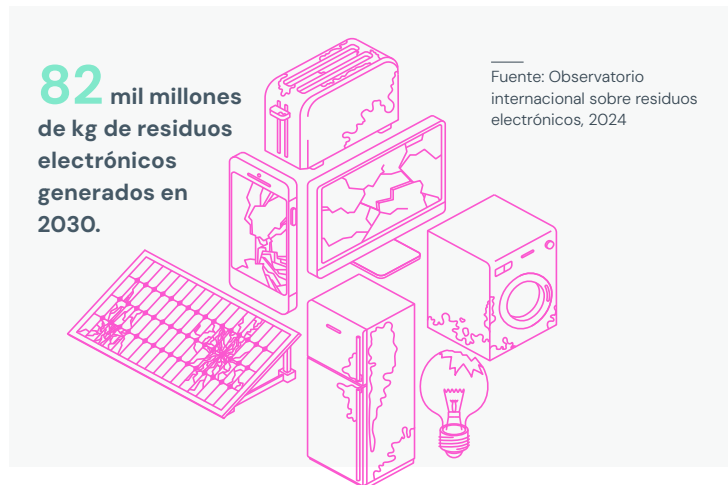
En 2022 se transportaron 5.100 millones de kg de residuos electrónicos en todo el mundo. De ellos, se calcula que 3.300 millones se enviaron de países de ingresos elevados a países de ingresos medios o bajos a través de flujos transfronterizos no controlados e indocumentados, lo que representa el 65 por ciento del conjunto de flujos transfronterizos de residuos electrónicos a escala mundial.

La mayor parte de los flujos transfronterizos controlados tienen lugar en Europa y Asia oriental, y hacia esas regiones. No obstante, muchas subregiones deben hacer frente a obstáculos específicos; por ejemplo, en los países de África, América Latina y el Caribe existe inquietud por los flujos transfronterizos y el transporte ilícito de residuos. Uno de los principales retos que plantea el control de flujos transfronterizos de residuos electrónicos es distinguir los residuos de AEE usados (que no son residuos). Los envíos ilícitos pueden aprovechar el hecho de que en los códigos de comercio internacional no se distinguen los aparatos nuevos de los usados, lo que trae consigo clasificaciones y declaraciones erróneas, así como la mezcla de AEE usados lícitos con residuos electrónicos ilícitos.



Fuente: Adaptación de Global Transboundary E-waste Flows Monitor 2022

Previsiones y casos hipotéticos para 2030



Se han elaborado tres casos hipotéticos, que corresponden a una situación sin variaciones, un caso hipotético progresivo y un caso hipotético idóneo, respectivamente. Se prevé que para 2030 se generen 82.000 millones de kg de residuos electrónicos.

En un **caso hipotético sin variaciones** basado en la evolución previa de los índices oficialmente documentados de recogida y reciclado de residuos, dichos índices se reducirían hasta el 20 por ciento para 2030.

Con arreglo a los índices oficiales documentados de recogida y reciclado del 22,3 por ciento en 2022, no se podría cumplir el objetivo internacional del 30 por ciento fijado por la UIT para 2023.

Se prevé que la gestión de residuos electrónicos genere pérdidas por valor de 40.000 millones de USD en 2030. Los costes primarios corresponderían a 93.000 millones de USD como costes externos para la población y el medio ambiente, a raíz de las emisiones de plomo y mercurio, fugas de plástico y contribuciones al calentamiento mundial, en particular en los casos en los que las sustancias peligrosas

no se gestionen adecuadamente. Los costes adicionales derivados del tratamiento de los residuos electrónicos se elevarían a 15.000 millones de USD, principalmente en concepto de reciclaje conforme de residuos electrónicos. Se obtendrían beneficios de 42.000 millones de USD correspondientes a la recuperación de metales en residuos electrónicos; por otro lado, 26.000 millones de USD representan el valor económico de las emisiones de gases de efecto invernadero que podrían evitarse.

La gestión de residuos electrónicos sigue constituyendo motivo de inquietud y requiere atención y la adopción de medidas de inmediato, puesto que la cantidad de residuos electrónicos ha aumentado a un ritmo cinco veces superior que la de residuos recogidos y reciclados de manera conforme desde 2010. Pese a ello, cabe margen para el optimismo si todos los países emprenden acciones para poner en marcha infraestructuras de gestión de residuos electrónicos y reglamentar esa gestión.

En un **caso hipotético progresivo**, el índice mundial de recogida y reciclado aumentaría hasta el 38 por ciento para 2030. Una evaluación económica general pone de manifiesto una tendencia a un valor **cero neto**. Ello podría lograrse si los países de ingresos elevados impulsan infraestructuras y legislaciones en materia de gestión de residuos electrónicos con índices de recogida del 85 por ciento para 2030 (objetivo fijado en la legislación de la UE sobre residuos electrónicos), y si otros países toman medidas para recoger y gestionar los residuos electrónicos con arreglo a un índice del 10 por ciento de forma ecológica.

En un **caso hipotético idóneo**, el índice de recogida y reciclado aumentaría hasta el 60 por ciento para 2030. Una evaluación económica general pone de manifiesto que los beneficios, que se elevarían a más de 38.000 millones de USD, serían superiores a los costes. Ello obedecería principalmente a los menores costes externos para la población y el medio ambiente, a las contribuciones económicas favorables respecto de los efectos de calentamiento mundial y al mayor valor de los recursos recuperados. Para ese caso hipotético, el índice de recogida de residuos electrónicos en todos los países con

Residuos electrónicos oficialmente recogidos y reciclados documentados para 2030

20%

2030, caso hipotético sin variaciones

38%

2030, caso hipotético progresivo

60%

2030, caso hipotético idóneo

Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

infraestructuras de gestión de los mismos aumentaría hasta el 85 por ciento (objetivo de la UE); los países de ingresos medios-elevados o elevados sin infraestructuras oficiales de gestión de residuos electrónicos comenzarían a depositar los residuos en centros de vertido; los países de ingresos bajos o bajos-medios mejorarían las condiciones de trabajo del sector informal con miras a recoger y gestionar el 40 por ciento de sus residuos electrónicos de forma ecológica, y se fomentaría la colaboración entre los países de ingresos bajos y elevados a fin de mejorar el procesamiento de AEE usados importados.



Bénédicte Kurzen / NOOR, para la Fundación Carmign

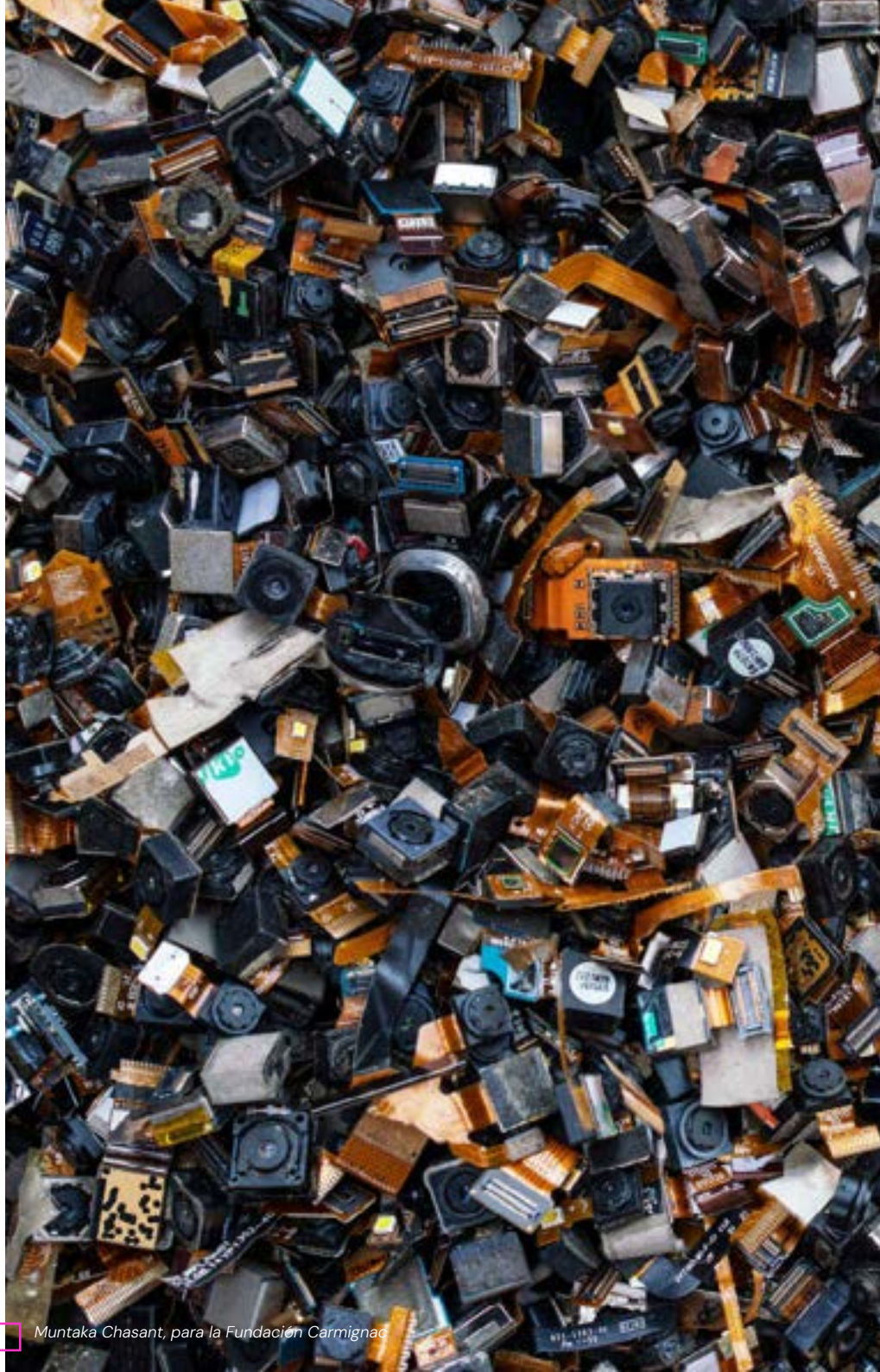
Todo aumento sustancial del grado de recogida y reciclaje de residuos electrónicos requerirá una amplia cooperación entre los sectores formal e informal, así como la introducción de notables mejoras en el sector informal y la oficialización del trabajo en el mismo. Ello incluye facilitar la clasificación en origen de los residuos electrónicos en los países de ingresos elevados que carecen de una legislación específica al respecto, así como el establecimiento de sistemas de recogida eficaces. Y posteriormente, la transferencia de los residuos electrónicos recogidos y clasificados a empresas de reciclaje de residuos electrónicos de forma ecológica. Los gobiernos que hayan implantado sistemas de reciclaje deben propiciar el aumento de los índices de recogida de residuos mediante intervenciones específicas y el establecimiento de índices adecuados a tal efecto. Por otro lado, conviene que todos los AEE usados importados se recojan y utilicen en países de ingresos bajos o medios. La realización de amplias inversiones para aumentar la capacidad de gestión de residuos electrónicos impulsará la demanda de materiales reciclados, lo que a su vez dará lugar a precios más elevados, con respecto a los proveedores de servicios de reciclaje informales y los gestores de residuos formales, y propiciará un mayor aumento de los índices de recogida y reciclaje de residuos electrónicos. Por último, conviene fomentar las actividades de reparación y renovación, y elaborar diseños más inteligentes, a fin de prolongar la vida útil de los AEE. La solución más sencilla para abordar los problemas relacionados con los residuos electrónicos sigue siendo no generarlos.

Capítulo 1.

¿Qué son los AEE y los residuos electrónicos?

El término AEE se refiere a todos los productos que incorporan circuitos o componentes eléctricos, y una fuente de alimentación o baterías.¹

Los AEE abarcan una gran variedad de productos utilizados por hogares y empresas. Comprenden los electrodomésticos, incluidos frigoríficos, cocinas, lavadoras y secadores de pelo, y aparatos electrónicos como teléfonos móviles, auriculares inalámbricos y tabletas. En la actualidad tiene lugar en gran parte del mundo un proceso de transformación digital y de generalización de los dispositivos electrónicos, en el que la electrónica y las tecnologías digitales transforman profundamente nuestra forma de vivir, trabajar, estudiar, socializar y negociar. Según datos internacionales recientes, por cada 100 personas existen 108 abonados de telefonía móvil.² De los datos utilizados en la presente publicación se desprende que en los países de ingresos elevados existen, en promedio, 109 AEE (excluidas lámparas) por habitante. Esa proporción es mucho menor en los países de ingresos bajos, en los que únicamente existen cuatro dispositivos por habitante.

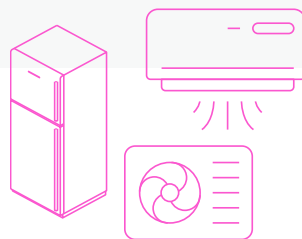


Los AEE abarcan una gran variedad de productos, cada uno de los cuales posee sus propios materiales y métodos de desecho o reciclado; de no gestionarse de forma ecológica, los daños que provocan al medio ambiente y a la salud humana pueden ser de índole muy diversa. En el marco de la presente publicación, los AEE se clasifican en 54 categorías distintas con arreglo a su función, composición, peso promedio y tipo en cuanto a vida útil, en función de cada producto, denominadas UNU-KEY.³ Los AEE pasan a ser residuos electrónicos (o RAEE) una vez que su propietario los desecha como residuo, sin que prevea reutilizarlos.⁴

La lista íntegra de UNU-KEY figura en el **Anexo 1**. Las 54 categorías de productos de AEE se agrupan a su vez en seis categorías generales, que en líneas generales corresponden a características específicas en materia de gestión de residuos (Figura 1).

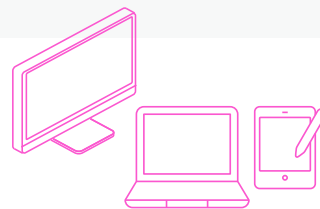
Esa clasificación en categorías está en consonancia con la Directiva de la UE sobre RAEE y el marco internacional para estadísticas sobre residuos electrónicos que figura en las Directrices sobre estadísticas de residuos electrónicos.⁵

Figura 1. Categorías de aparatos



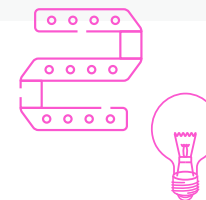
1. APARATOS DE INTERCAMBIO TÉRMICO:

Habitualmente denominados aparatos de refrigeración o congelación, esta categoría comprende frigoríficos, congeladores, aparatos de aire acondicionado y bombas de calor, entre otros.



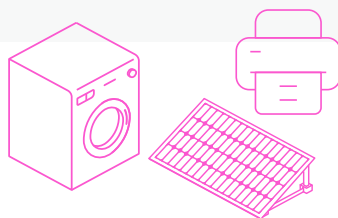
2. PANTALLAS Y MONITORES:

Esta categoría incluye habitualmente televisores, monitores, ordenadores portátiles o móviles y tabletas.



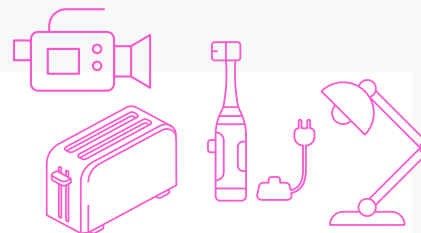
3. LÁMPARAS:

Esta categoría comprende, por lo general, lámparas fluorescentes, dispositivos luminosos de descarga de alta intensidad y LED.



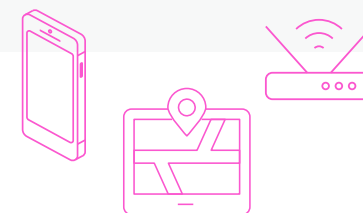
4. APARATOS DE GRAN TAMAÑO:

Esta categoría comprende lavadoras, secadoras de ropa, lavavajillas, estufas eléctricas, impresoras de gran tamaño, fotocopiadoras y paneles fotovoltaicos, entre otros aparatos.



5. APARATOS DE PEQUEÑO TAMAÑO:

Esta categoría incluye habitualmente aspiradoras, hornos microondas, tostadoras, hervidores eléctricos, afeitadoras eléctricas, balanzas electrónicas, calculadoras, dispositivos radiofónicos, cámaras de vídeo, juguetes eléctricos o electrónicos, pequeñas herramientas eléctricas o electrónicas, dispositivos médicos de pequeño tamaño, instrumentos de vigilancia y control de pequeño tamaño y cigarrillos electrónicos.



6. PEQUEÑOS EQUIPOS INFORMÁTICOS Y DE TELECOMUNICACIONES:

Esta categoría comprende teléfonos móviles o de otro tipo, computadores personales, dispositivos GPS, encaminadores de red e impresoras, entre otros aparatos.



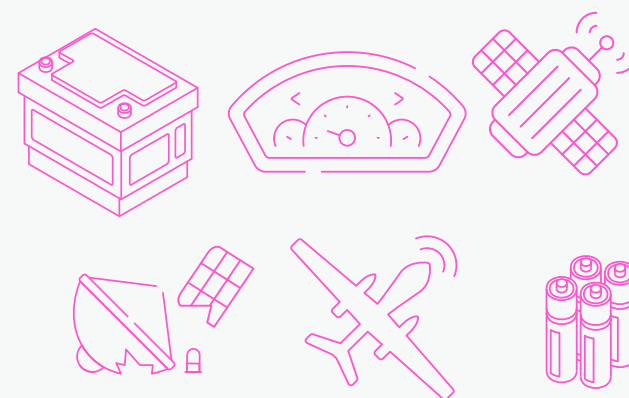
VanderWolf Images / Adobe Stock



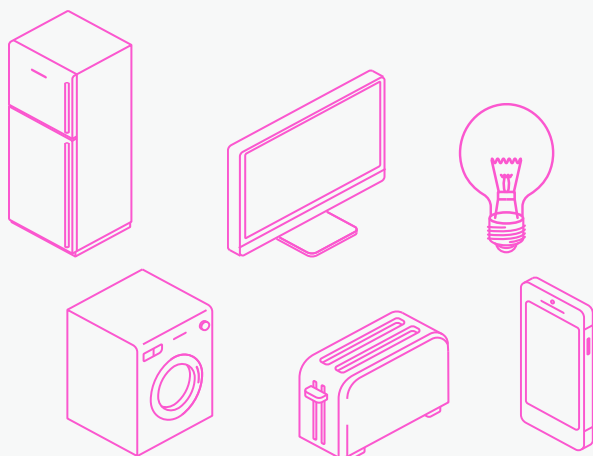
Pixel-Shot / Adobe Stock

Conviene comprender qué dispositivos no son AEE. Las pilas y otros dispositivos de almacenamiento eléctrico no son AEE, y en la mayor parte de las legislaciones internacionales se abordan como residuos específicos, en particular debido al procesamiento particular que requieren al final de su vida útil. Si un AEE se diseña para integrarse e instalarse en un dispositivo automoción, tampoco se considera un AEE, puesto que carece de funcionalidad como dispositivo autónomo y su funcionamiento no puede disociarse de ese dispositivo de automoción. Cabe destacar como ejemplos los sistemas de audio o entretenimiento integrados, o las unidades de navegación por satélite instaladas en automóviles, buques o aeronaves. Sin embargo, en los países en los que aún no se ha elaborado ninguna legislación sobre residuos electrónicos y los vehículos eléctricos están en fase de implantación, pueden reconsiderarse los límites normativos relativos a las baterías y los residuos electrónicos. Los objetos que se utilizan para proteger la seguridad de un país, en particular armas, municiones y objetos de uso exclusivamente militar, tampoco se consideran AEE en términos legales y están exentos de la normativa conexa. Por lo general, ello guarda relación con el mantenimiento de la seguridad nacional. Por otro lado, los flujos de nuevos tipos de residuos, en particular los residuos o desechos espaciales que contienen AEE, tampoco se recogen en los marcos normativos en vigor actualmente. Por ejemplo, la Agencia Espacial Europea elabora un plan para facilitar el reciclaje en el espacio y ha fijado como objetivo evitar los residuos espaciales para 2030.⁶

¿Qué aparatos no son eléctricos ni electrónicos?



¿Qué aparatos son eléctricos o electrónicos?



Pese a que la definición de residuos electrónicos está relativamente clara, la distinción entre residuos y objetos que no lo son sigue constituyendo motivo de debate, en particular para la adopción de decisiones económicas o políticas. No todo lo que es técnicamente reutilizable, con frecuencia por haber quedado obsoleto, tiene valor económico. Por otra parte, no todo lo que desecha su propietario es inservible; algunos aparatos siguen siendo funcionales, al tiempo que otros que no lo son pueden repararse. El interés político por facilitar la distinción entre residuos y objetos que no lo son es fundamental, habida cuenta de que en el marco de determinadas legislaciones internacionales o nacionales se reglamenta el flujo transfronterizo de productos. En los casos en los que los aparatos pueden repararse y reutilizarse, deben fomentarse los flujos transfronterizos para ampliar la vida útil de los AEE y reducir su huella medioambiental. No obstante, considerar determinados productos reparables o reutilizables si no lo son, o enviarlos a lugares en los que no existe un mercado de consumo, ha traído consigo un aumento de la cantidad de residuos electrónicos en todo el mundo, en particular en regiones que carecen de infraestructuras adecuadas para realizar reparaciones apropiadas o mejoras, o llevar a cabo actividades de reciclaje o procesamiento ulteriormente.

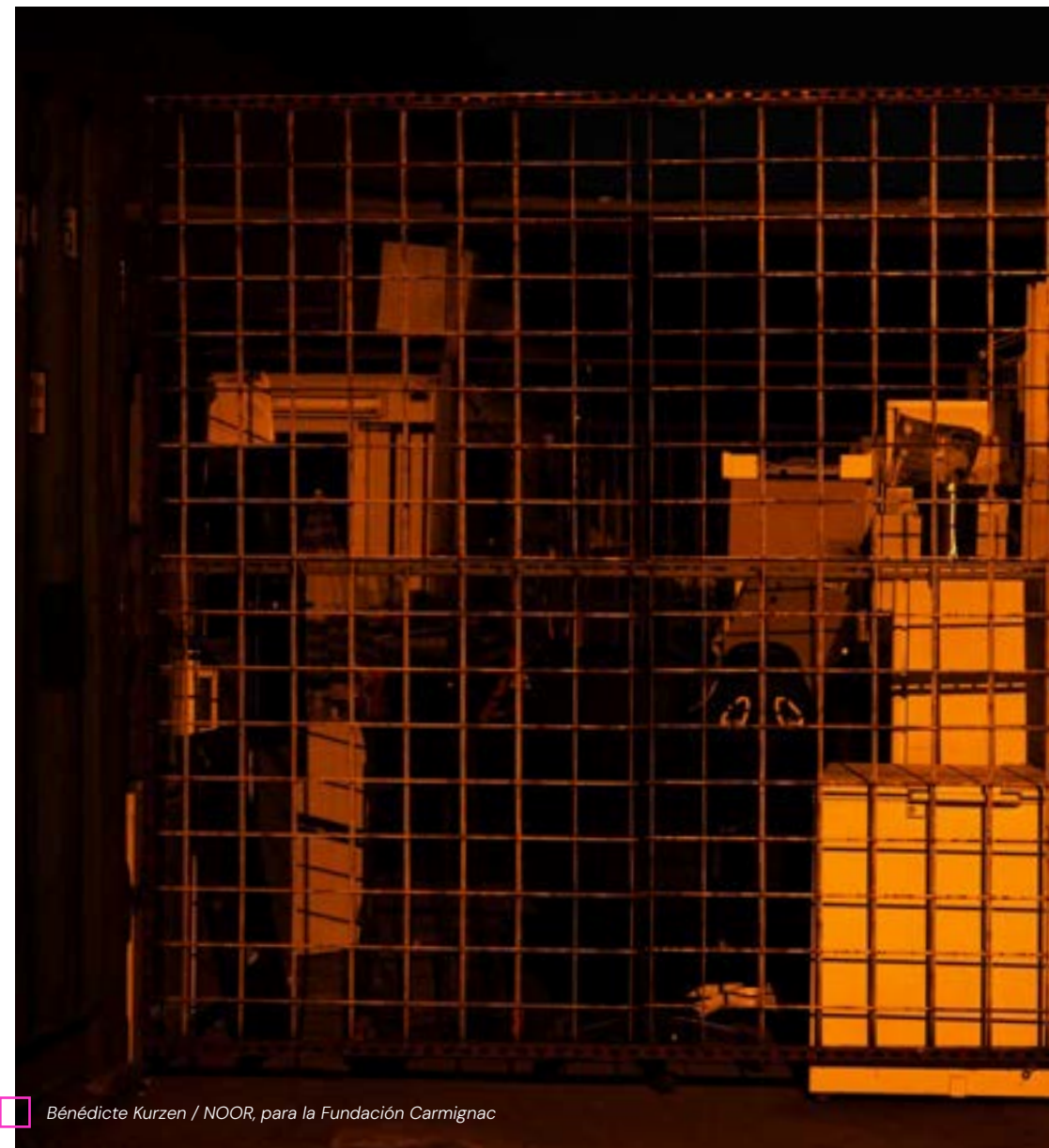


Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

Capítulo 2. Metodología

La supervisión y el análisis exhaustivos de la cantidad y del flujo de residuos electrónicos son fundamentales a los efectos de evaluación de los avances registrados en la gestión de residuos electrónicos, establecimiento y análisis de objetivos al respecto y realización de correcciones o ajustes esenciales en el plano normativo. Conviene recopilar datos precisos y actualizados sobre residuos electrónicos a fin de elaborar marcos normativos y jurídicos eficaces que permitan a los encargados de la formulación de políticas tomar decisiones fundadas y elaborar estrategias adecuadas. El conocimiento de la cantidad, las características y el flujo de los residuos electrónicos permite asimismo establecer una base sólida para supervisar, controlar y, en última instancia, evitar de forma eficaz actividades ilícitas, en particular el transporte no autorizado, el desecho inadecuado y el procesamiento no conforme de dichos residuos. Ese conocimiento permite asimismo detectar y abordar casos de vertidos ilícitos y garantizar que los residuos electrónicos se gestionen de forma responsable, adecuada y ecológica.

Disponer de información pormenorizada sobre la composición de los residuos electrónicos, incluidos sus componentes y materiales específicos, permite orientar los esfuerzos encaminados a la recuperación de recursos. La obtención eficaz de recursos valiosos de productos electrónicos desechados promueve el carácter circular del flujo de los materiales, al tiempo que reduce la dependencia de las actividades mineras y el impacto ambiental que ocasiona la extracción de materias primas de la corteza terrestre. A tal efecto, la Unión Europea promulgó en 2023 la Ley sobre materias primas esenciales a fin de salvaguardar los recursos necesarios para determinadas tecnologías, en particular en las esferas de las energías renovables y el suministro energético mediante baterías. En virtud de dicha Ley, se pide a la Unión que fomente la producción a escala nacional y reduzca su dependencia de materias primas esenciales de países no pertenecientes a la UE o a la AELC para 2030.⁷



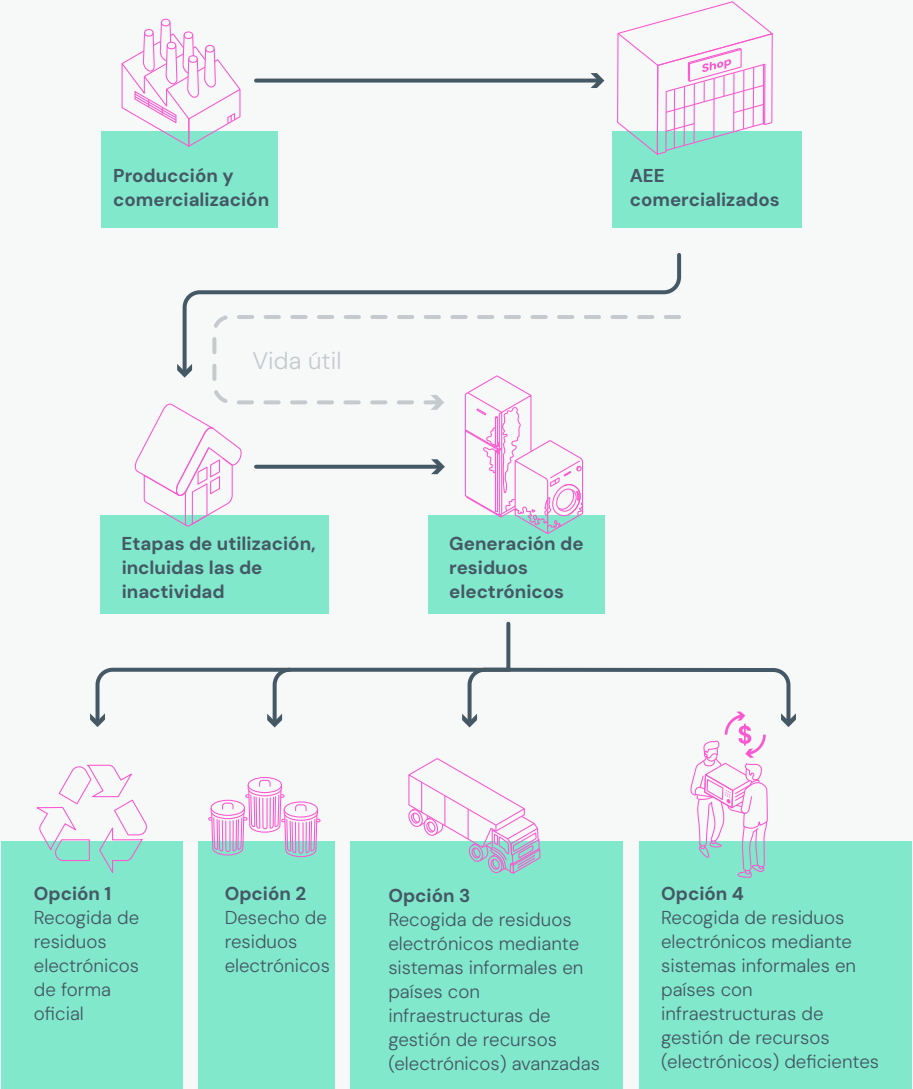
Bénédicte Kurzen / NOOR, para la Fundación Carmignac



El Programa SCYCLE, en colaboración con el Grupo de Tareas sobre Medición de Residuos Electrónicos de la Alianza de las Naciones Unidas para la Medición de las TIC para el Desarrollo, ha elaborado una metodología normalizada a escala internacional para medir los residuos electrónicos. La versión inicial de las Directrices sobre estadísticas sobre residuos electrónicos, que incide en la clasificación de los mismos, la presentación de informes y el análisis de indicadores, fue publicada en 2015 por UNU-SCYCLE, Eurostat, la OCDE, la UIT, la UNCTAD, el PNUMA (Secretarías de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo) y las Comisiones Económicas (y Sociales) de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico, Asia occidental y África, en el marco de un proceso de consultas a escala mundial.⁸ Dichas Directrices se actualizaron ulteriormente, en 2018, en el Programa SCYCLE de la UNU.⁹ La versión actualizada la respaldó la Comisión de Estadística de las Naciones Unidas, y actualmente se aplica en la supervisión del cumplimiento de los ODS por medio de indicadores específicos sobre residuos electrónicos con respecto al ODS 12, en relación con prácticas de consumo y producción sostenibles y la creación de sociedades inclusivas y sostenibles.

La metodología propuesta, reconocida a escala internacional, desempeña una función primordial a los efectos de armonización del marco de medición y de los indicadores utilizados relativos a los residuos electrónicos. Representa asimismo un hito importante para el establecimiento de un marco de medición mundial de referencia e integrado sobre residuos electrónicos. Los principios y conceptos que se esbozan en las citadas Directrices constituyen el punto de partida para la elaboración de un conjunto de Observatorios sobre residuos electrónicos a escalas mundial, regional y nacional. En particular, la metodología propuesta se ha incorporado al Reglamento UE/2017/699 como metodología habitual para la evaluación de los objetivos en materia de recogida de residuos, con arreglo a la versión refundida pertinente de la Directiva de la UE sobre RAEE.

Figura 2. Marco estadístico sobre residuos electrónicos



Fuente: Adaptación de E-waste Statistics – Guidelines on Classification Reporting and Indicators

El marco de medición de las Directrices sobre estadísticas de residuos electrónicos abarca y aborda eficazmente los aspectos fundamentales relacionados con dichos residuos a escala nacional, con respecto a la evolución del flujo y del almacenamiento de AEE y residuos electrónicos (Figura 2).

Una vez que los residuos electrónicos son desechados por su propietario (fase de generación de residuos electrónicos), comienza su proceso de gestión. Por lo general, éste abarca su recogida, procesamiento previo (descontaminación, desmontaje, trituración, clasificación o limpieza y reparación, entre otras actividades) y procesamiento definitivo (preparación para su reutilización, reciclado u otro tipo de recuperación). La primera etapa, la recogida de residuos electrónicos, es fundamental para su gestión ulterior, de ahí que se consideren cuatro opciones principales de gestión de residuos electrónicos al elaborar las estadísticas sobre residuos electrónicos que se proporcionan en la presente publicación.

- **Opción 1:** Recogida y reciclado oficial de residuos electrónicos: opción más adecuada para la gestión de dichos residuos (véase la figura 6);
- **Opción 2:** Desecho de residuos electrónicos con otros residuos: solución inadecuada (véase la figura 11);

- **Opción 3:** Recogida y reciclaje de residuos electrónicos mediante sistemas informales con gestión avanzada de dichos residuos (véase la figura 12);
- **Opción 4:** Recogida y reciclaje de residuos electrónicos mediante sistemas informales con gestión deficiente de dichos residuos (véase la figura 13).

El marco de supervisión de los ODS incluye tres indicadores sobre residuos electrónicos, a saber, la cantidad total de los mismos generada (en kg); la cantidad de residuos electrónicos recogidos y gestionados de forma oficial (en kg); y el índice de recogida de residuos electrónicos¹, que se calcula al dividir la cantidad de residuos electrónicos recogidos y gestionados de forma oficial (indicador 2) por la cantidad total de residuos electrónicos generados (indicador 1) y multiplicar el resultado por 100 (valor porcentual).¹⁰

El Observatorio internacional sobre residuos electrónicos de 2024 abarca seis elementos fundamentales, en consonancia con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. El elemento más destacado son las "estadísticas sobre residuos electrónicos", que permiten establecer series temporales sobre AEE comercializados, generación de residuos electrónicos, flujos transfronterizos y gestión de dichos residuos por país.

Las estadísticas sobre residuos electrónicos son esenciales para determinar tres indicadores relacionados con el ODS 12, en relación con prácticas de consumo y producción sostenibles y creación de sociedades inclusivas y sostenibles, y el ODS 11, sobre ciudades y comunidades sostenibles. Constituyen un requisito previo para determinar los otros cinco elementos fundamentales:

- "Recursos sobre residuos electrónicos" (relacionado con el ODS 12);
- "Efectos económicos" (relacionado con el ODS 8, sobre trabajo decente y desarrollo económico);
- "Impacto medioambiental" (relacionado con el ODS 3, sobre salud y bienestar, el ODS 13, sobre acción por el clima, y el ODS 15, vida en la tierra);
- "Innovaciones para el procesamiento de residuos electrónicos" (relacionado con el ODS 8);
- "Legislación" (relacionado con el ODS 17, sobre alianzas para lograr los Objetivos).

La metodología pertinente se describe de forma pormenorizada en el [Anexo 1](#).

Los **efectos económicos** vienen dados por un análisis más amplio del coste y los beneficios de la gestión de residuos electrónicos a escala mundial. Los beneficios constituyen el valor de los metales recuperados mediante tecnologías viables y el valor económico monetizado a largo plazo de las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas. Cabe destacar asimismo los costes directos

del procesamiento de residuos electrónicos (desglosados en costes de procesamiento ecológico (conforme), procesamiento de residuos electrónicos con otros residuos, costes de procesamiento de residuos electrónicos mezclados con residuos metálicos y costes de procesamiento informal) y los costes indirectos externos para la sociedad de las emisiones al medio ambiente en otros ámbitos, no incluidos en los mecanismos de establecimiento directo de precios. Esos costes indirectos se determinan en función de los daños medioambientales y sanitarios de las emisiones de mercurio, plomo, plásticos y gases de efecto invernadero generadas por residuos electrónicos mixtos, si éstos no se separan para su adecuada gestión y no se recogen de forma oficial.

Los aspectos sobre **normativa, legislación y reglamentación** se refieren al número de países que poseen una normativa, legislación o reglamentación específica sobre residuos electrónicos.

Los **recursos de residuos electrónicos** se determinan con arreglo al conjunto de metales que contienen dichos residuos. Cabe distinguir a tal efecto la recuperación de recursos metálicos que es actualmente viable y la recuperación que no lo es. La recuperación viable viene dada por los recursos que pueden recuperarse actualmente como recursos secundarios. La recuperación inviable se refiere a los recursos que se pierden en el proceso de gestión de residuos electrónicos como consecuencia de defi-

ciencias o pérdidas que se producen a lo largo de dicho proceso de gestión.

En lo concerniente al **impacto ambiental**, se analiza la relación existente con el cambio climático, la liberación de materiales peligrosos (mercurio, plomo y productos retardadores de ignición bromados) y la extracción de minerales de la corteza terrestre evitable por medio de la recuperación viable de metales.

La **tecnología de gestión de residuos electrónicos** ha sido objeto de estudio en el marco de diversas solicitudes de patente sobre reciclaje de residuos electrónicos, y se ha caracterizado y clasificado mediante varios términos clave.



¹ Los tres indicadores figuran en las metas 12.5.1 y 12.4.2 de los ODS. La formulación utilizada en los ODS es ligeramente diferente, si bien las definiciones y los conjuntos de datos son los mismos que se utilizan en el Observatorio internacional sobre residuos electrónicos. Con objeto de proporcionar información sobre esos indicadores, los organismos custodios, el PNUMA y la División de Estadística de las Naciones Unidas, utilizan los conjuntos de datos y las metodologías elaborados por UNITAR-SCYCLE, la Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos y la Alianza de las Naciones Unidas para la Medición de las TIC para el Desarrollo en calidad de organismos custodios conjuntos. Las fuentes de los datos pertinentes figuran en el [Anexo 1](#).

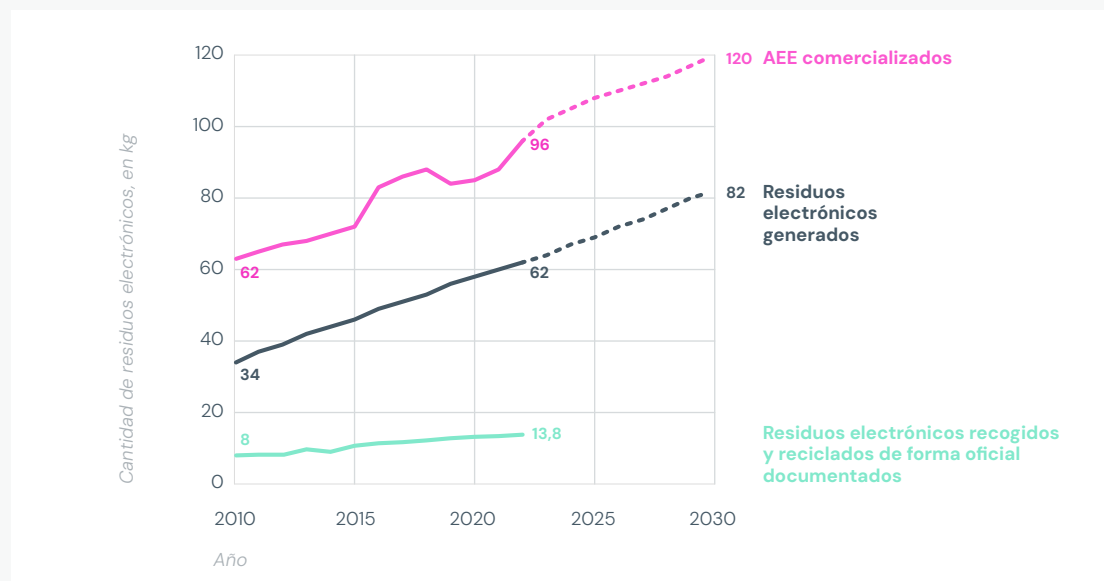
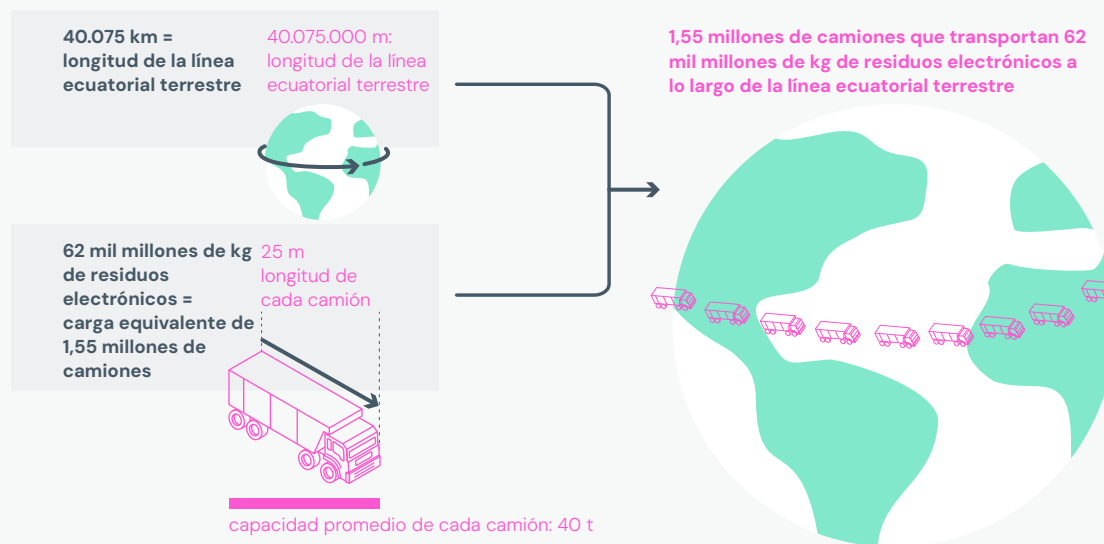
Capítulo 3. Principales estadísticas internacionales

En un período de sólo 12 años, la cantidad de residuos electrónicos generados anualmente en todo el mundo casi se ha multiplicado por dos, hasta alcanzar los 62.000 millones de kg en 2022. A raíz de los avances tecnológicos, el fomento del consumo, el reducido margen de reparación, la breve vida útil de los aparatos y la existencia de infraestructuras deficientes de gestión de residuos electrónicos, la cantidad de residuos electrónicos aumenta a un ritmo mayor que el de las actividades de recogida y reciclaje oficiales documentadas.

A escala mundial, la cantidad de AEE comercializados (POM) pasó de 62.000 millones de kg en 2010 a 96.000 millones de kg en 2022. Se prevé que ese valor pase a ser 120.000 millones de kg para 2030 (Figura 3). Durante ese período, la cantidad de residuos electrónicos generados anualmente pasó de 34.000 millones de kg a 62.000 millones de kg, el valor máximo registrado hasta entonces. Se prevé que aumente a 82.000 millones de kg para 2030. Pese a que se han registrado algunos avances en cuanto a la cantidad de residuos electrónicos que se recogen y reciclan oficialmente, al pasar de 8.000 millones de kg en 2010 a 14.000 millones de kg en 2022, esos avances se ven menoscabados por el rápido aumento de la cantidad de residuos electrónicos en generalⁱⁱ.

En el **Anexo 2** figuran varios conjuntos de datos pormenorizados al respecto. Para ampliar información, póngase en contacto con el correspondiente autor.

Figura 3. Datos destacados (2010 – 2030)



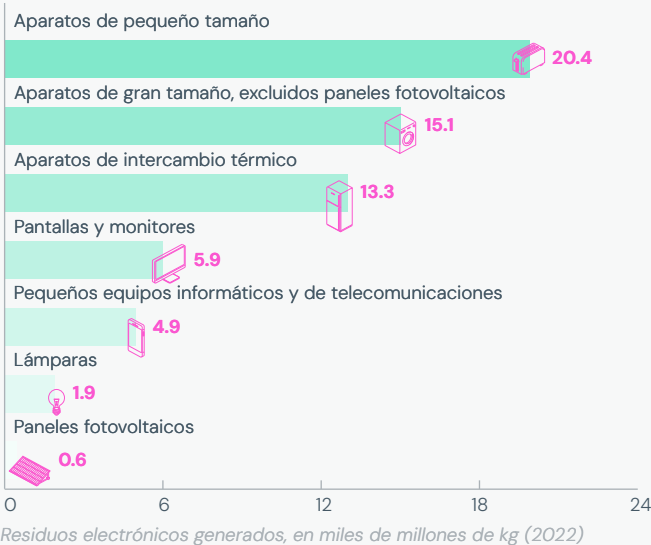
Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

ⁱⁱ Los autores han trabajado con series temporales previas sobre la base de datos suplementarios de países, incluidos datos de nuevos países y revisiones de series temporales anteriores. Habida cuenta de ello, los índices de recogida señalados en anteriores ediciones del Observatorio sobre residuos electrónicos no puede compararse directamente con las series temporales que figuran en la presente publicación.

Los aparatos de pequeño tamaño, en particular cámaras de vídeo, juguetes, hornos microondas y cigarrillos electrónicos (véase el cuadro 1), son el tipo más frecuente de residuos electrónicos en cuanto a peso, cuyo valor total en 2022 fue 20.000 millones de kg, esto es, casi una tercera parte de todos los residuos electrónicos generados en el mundo.

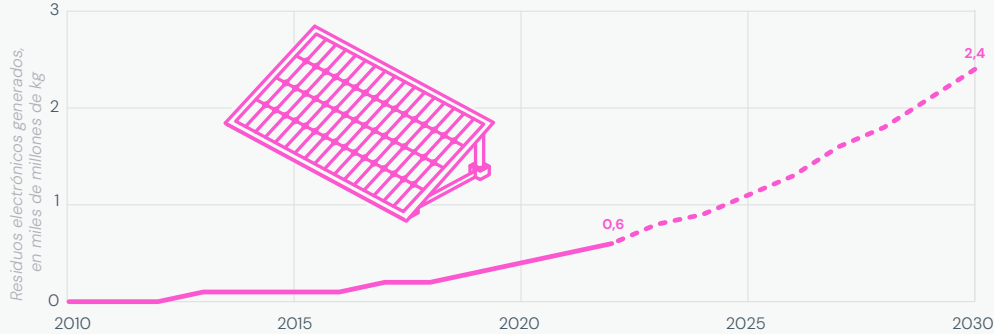
El segundo tipo más frecuente es el de los apartados de gran tamaño, excluidos los paneles fotovoltaicos (15.000 millones de kg en 2022). El tipo de objetos más pequeños, aparte de los paneles fotovoltaicos, corresponde a las lámparas (2.000 millones de kg). Las pantallas y los monitores representan el 10 por ciento de los residuos electrónicos generados (5.900 millones de kg). Los pequeños equipos informáticos o de telecomunicaciones, en particular teléfonos móviles, dispositivos GPS, encaminadores de red, computadores personales, impresoras y teléfonos, representaron 5.000 millones de kg en 2022 (Figura 4).

Figura 4. Cantidad total de residuos electrónicos generados por tipo de AEE



Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

Figura 5. Cantidad total de residuos electrónicos generados por paneles fotovoltaicos



Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

La transición ecológica y la conexión de comunidades sin suministro eléctrico cuadruplicarán la cantidad de residuos de paneles fotovoltaicos, que se prevé pase de 600 millones de kg en 2022 a 2 400 millones de kg para 2030.

Los paneles fotovoltaicos (en red o fuera de la misma) desempeñan un papel primordial en la transición hacia la energía verde, habida cuenta de su capacidad para suministrar electricidad a comunidades sin conexión a la red. Se consideran "equipos de gran tamaño" y se analizan y abordan de forma específica. Pese a que los residuos generados (en red o fuera de la misma) siguen siendo escasos, a saber, 600 millones de kg anuales, se prevé que esa cantidad se cuadruple, hasta alcanzar 2 400 millones de kg para 2030, con una vida útil de 22 años (Figura 5). Existe inquietud por el notable aumento de la utilización de productos solares a pequeña escala no conectados a la red, de vida útil relativamente breve (por lo general, de 3 a 4 años) en países de ingresos bajos o medios, de ahí que sea recomendable reparar esos dispositivos, en lugar de desecharlos.¹¹

Cuadro 1. Principal generador de residuos electrónicos: vaporización aromática



La vaporización aromática, o utilización de cigarrillos electrónicos aromatizados, es cada vez más frecuente. Se prevé que su mercado, valorado en más de 22.000 millones de USD en 2022, aumente en un 31 por ciento anual para 2030^a. Se calcula que en 2022 se vendieron más de 844 millones de productos. Con un peso promedio de 50 g, ello representa más de 42 millones de kg de cigarrillos electrónicos (incluido el peso de las pilas), muchos de los cuales son desechables y pasan a ser directamente residuos. Los vaporizadores aromáticos son residuos electrónicos, pues no sólo contienen plástico, sino también pilas de iones de litio, un elemento calefactor y un circuito impreso. Los cigarrillos electrónicos producidos en 2022 contenían varios metales, entre ellos una cantidad total de alrededor de 130.000 kg de litio en las baterías, de ahí que su reciclaje sea fundamental para abordar el reto de los residuos electrónicos.

^a Grand View Research. 2023. E-cigarette and Vape Market Size and Share Report, 2030. Grand View Research Market Analysis Report, p. 139.

En 2022 se generaron 62.000 millones de kg de residuos electrónicos (7,8 kg por habitante) en el mundo, de los cuales 13.800 millones de kg (1,7 kg por habitante) se recogidos de forma oficial documentada, lo que representa un índice de recogida y reciclaje oficialmente documentado del 22,3 por ciento a escala internacional.



Verena Radulovic

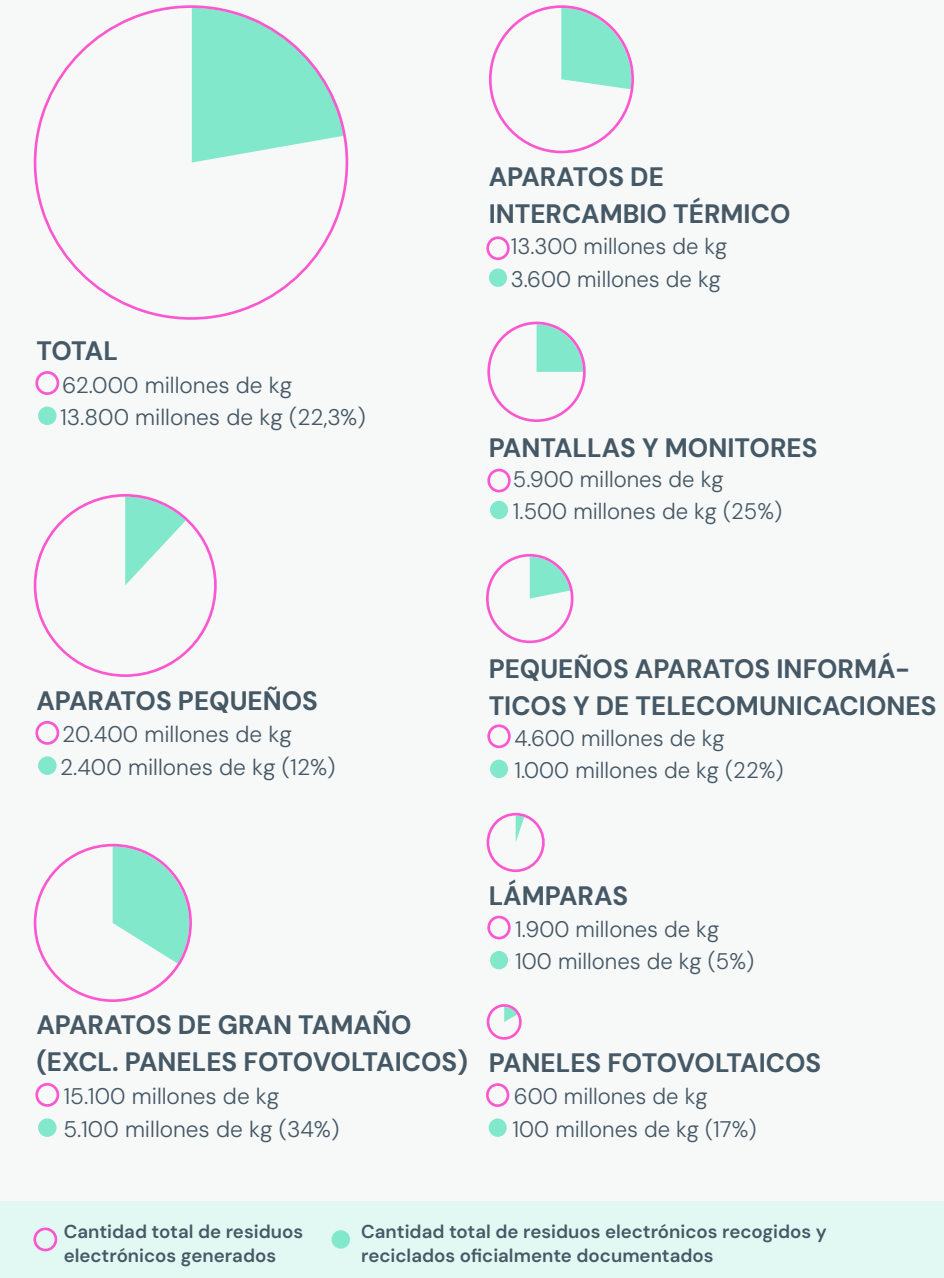


Figura 6. Opción 1: Recogida y reciclaje de residuos electrónicos de forma oficial: opción de gestión idónea.



Las actividades "oficiales" de recogida se gestionan en el marco de la legislación nacional sobre residuos electrónicos de los 81 países que disponen de instrumentos jurídicos en vigor a tal efecto. Las organizaciones pertinentes, los productores y los gobiernos son los encargados de recoger los residuos electrónicos a través de proveedores minoristas, centros de recogida municipales o servicios de recogida (en 2022, se obtuvieron por esa vía 13.800 millones de kg de residuos electrónicos).

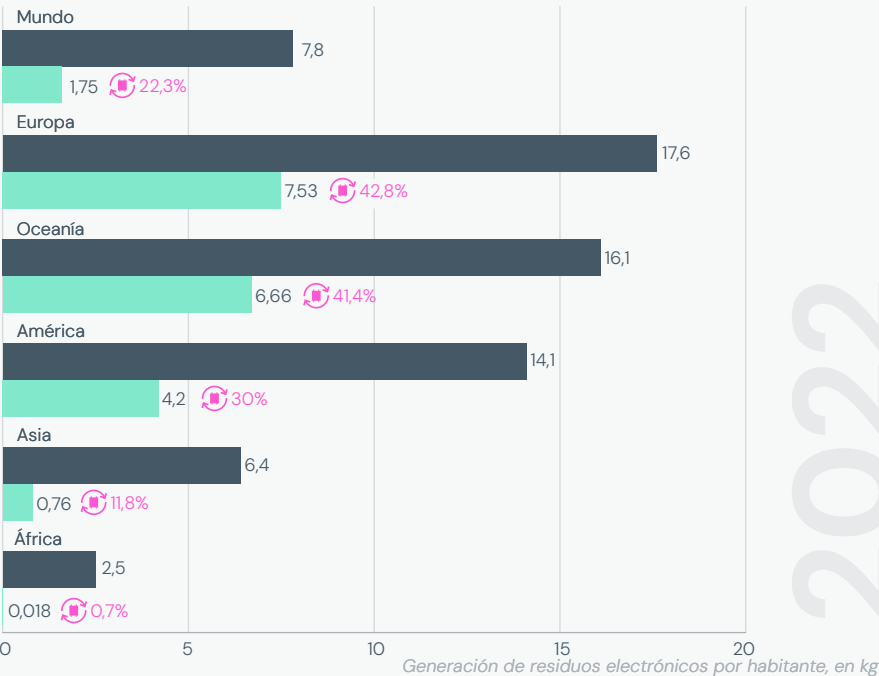
Tras recogerse, los residuos electrónicos se envían a instalaciones de procesamiento específicas, en las que los materiales de valor se recuperan de forma controlada y las

sustancias peligrosas se gestionan de modo ecológico (ello representó 6.000 millones de kg de metales en 2022). Todos los residuos se incineran o se depositan en centros de vertido formales (en 2022, ello dio lugar a la pérdida, o recuperación inviable, de 1.000 millones de kg de metales durante el reciclaje oficial de residuos electrónicos). Ese enfoque (véase la Figura 6) constituye la forma más eficaz y ecológica de procesar los residuos electrónicos; el principal reto es establecer sistemas de recogida eficaces y aumentar los índices de recogida, habida cuenta de que sólo el 22,3 por ciento de los residuos electrónicos se ha gestionado hasta ahora de esa forma a escala mundial.

En 2022, Europa fue la región que generó más residuos electrónicos (17,6 kg por habitante) y en la que se registró el mayor índice documentado de recogida y reciclaje (7,5 kg por habitante), al reciclarse el 42,8 por ciento de los residuos electrónicos generados. En los países de África se registró el índice más bajo, al documentarse menos del uno por ciento de los residuos electrónicos recogidos y reciclados de forma oficial (Figura 7).

En 2022, las regiones que generaron la mayor cantidad de residuos electrónicos por habitante fueron Europa (17,6 kg), Oceanía (16,1 kg) y América (14,1 kg). Al tratarse de las regiones con las infraestructuras de recogida, procesamiento y reciclado más avanzadas, se registraron en ellas los mayores índices de recogida por habitante (7,5 kg en Europa, 6,7 kg en Oceanía y 4,2 kg en América).

Figura 7. Residuos electrónicos generados recogidos y reciclados de forma oficial, por región



■ Residuos electrónicos generados por habitante, en kg
■ Residuos electrónicos recogidos y reciclados por habitante documentados, en kg
🔄 Índice promedio anual de recogida y reciclaje de forma oficial.

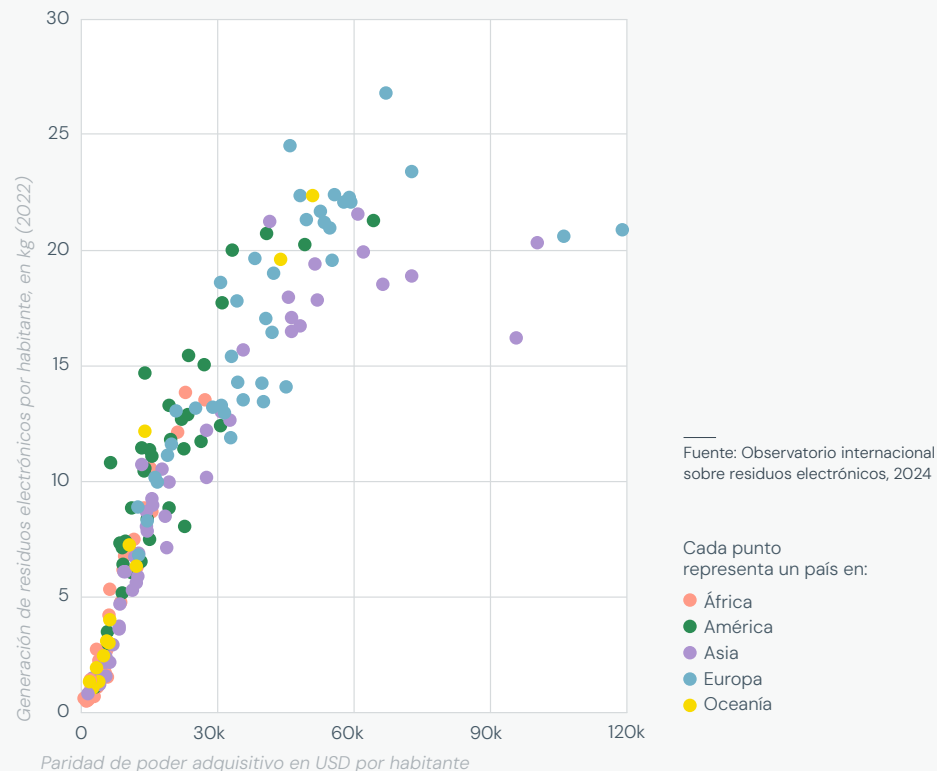
El redondeo de los cálculos podría haber dado lugar a pequeñas incoherencias.

Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024



Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

Figura 8. Relación entre residuos electrónicos e ingresos: generación de residuos electrónicos y paridad de poder adquisitivo



La realización de un análisis comparativo a escala regional pone de manifiesto diferencias sustanciales en la gestión de los residuos electrónicos, que obedecen por lo general a varios factores.

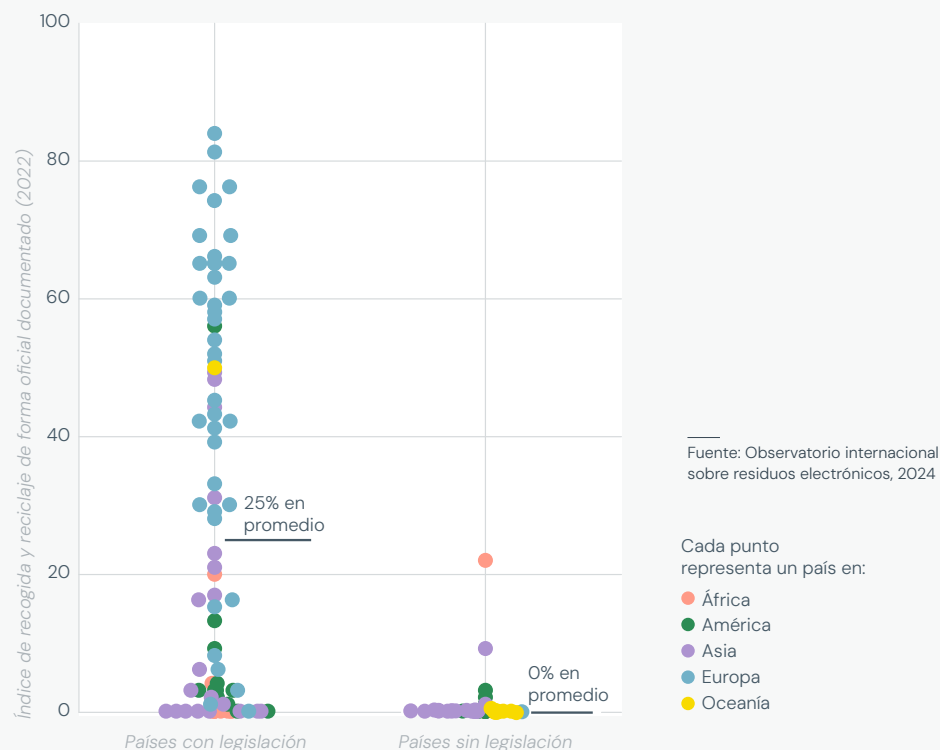
1. Nivel de ingresos y poder adquisitivo

Existe una relación entre el poder adquisitivo por habitante en una región y la cantidad de residuos electrónicos que se generanⁱⁱⁱ. Por lo general, las regiones con mayores ingresos tienden a producir más residuos electrónicos, al consumir más bienes y tener mayor acceso a los AEE (Figura 8).

2. Legislación y normativa sobre residuos electrónicos

Los países que reglamentan la gestión de los residuos electrónicos y hacen cumplir la normativa pertinente al respecto mediante instrumentos jurídicamente vinculantes, con objetivos de recogida y reciclaje o en el marco de legislaciones o políticas sobre residuos electrónicos, poseen un índice documentado de recogida y reciclaje oficial del 25 por ciento. Los países que no cuentan con una legislación de ese tipo, ni prevén elaborarla, poseen unos índices de recogida del 0 por ciento (Figura 9).

Figura 9. Residuos electrónicos generados y documentados como recogidos y reciclados oficialmente, por región



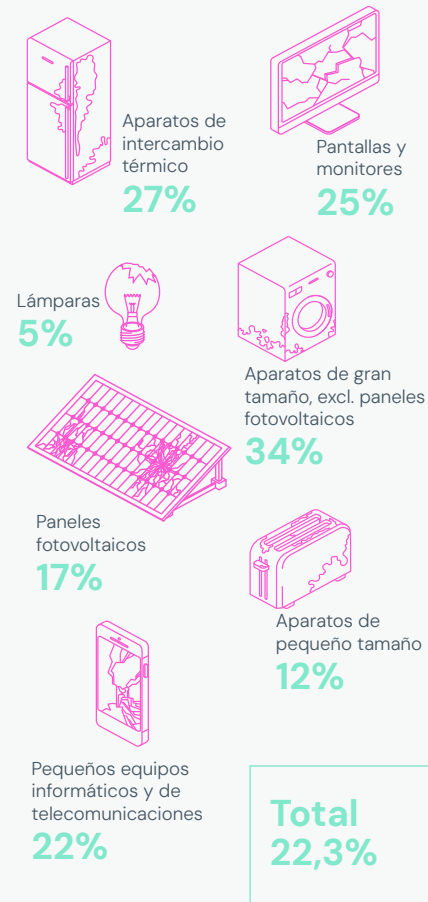
La realización de un análisis comparativo también pone de relieve un comportamiento dispar de los ciudadanos de cada región o subregión de un continente en cuanto a eliminación de residuos. En varias regiones de ingresos bajos, el sector informal desempeña un papel esencial en la gestión de residuos electrónicos. Pese a que la contribución del sector informal pueda ser sustancial, no suele reflejarse en los datos oficiales, ni es objeto de supervisión gubernamental. Con frecuencia, el reciclado informal da lugar a índices muy bajos en cuanto a eficiencia de recursos y, en consecuencia, no cumple las

normas medioambientales o de salud y seguridad pertinentes.

3. Evolución de los sistemas de gestión de residuos electrónicos

Los países que cuentan con sistemas de gestión de residuos electrónicos bien establecidos y oficiales suelen tener índices de recogida más elevados. Sin embargo, cabe señalar que la recogida informal de residuos electrónicos, aunque no siempre esté documentada, también puede ser eficiente y contribuir sustancialmente a los esfuerzos de recogida globales.

Figura 10. Índices de recogida y reciclaje de residuos electrónicos de forma oficial documentados, por tipo de residuo (2022)



Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

Los objetos de peso unitario elevado, en particular los aparatos de gran tamaño, los equipos de intercambio térmico y las pantallas y los monitores, poseen los índices de recogida más elevados.

Por lo general, los índices de recogida oficial documentados son más elevados (34 por ciento) en el caso de objetos de gran peso unitario, en particular aparatos de gran tamaño (lavadoras, lavavajillas, impresoras y fotocopadoras), y equipos de intercambio térmico (frigoríficos, congeladores, aparatos de aire acondicionado y bombas térmicas), cuyo índice de reciclado es del 27 por ciento (Figura 10). Una de las posibles razones por las que los productos de mayor peso unitario se reciclan con más frecuencia es que, en algunos países, los proveedores tienen la obligación de recoger, por ejemplo, aparatos de intercambio térmico, pantallas y monitores desechados al vender o entregar otros nuevos. Debido al peso y tamaño de esos aparatos, es menos probable que los consumidores los acumulen o almacenen.¹²

Los paneles fotovoltaicos también poseen un gran tamaño, si bien sus índices de recogida y reciclado documentados son más bajos (17 por ciento) que el de otros equipos de gran tamaño, por lo general. Ello puede obedecer a que sólo recientemente se han tomado medidas para recogerlos y su gestión aún no ha avanzado tanto como en el caso de otros tipos de aparatos. Por otro lado, los paneles fotovoltaicos pueden plantear dificultades de reciclaje, puesto que el coste de hacerlo de forma adecuada es elevado, contienen metales



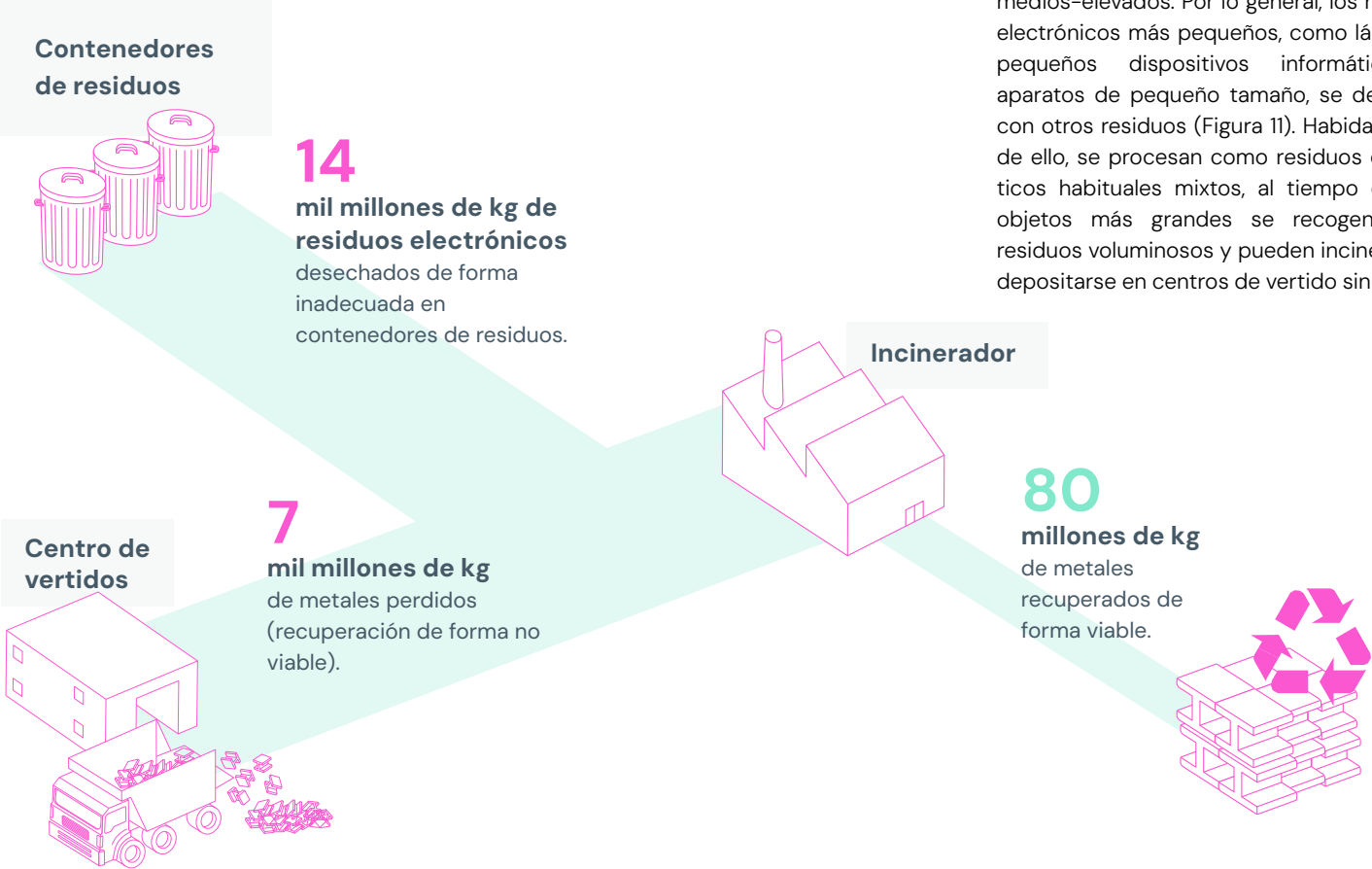
peligrosos y las tecnologías para su reciclado aún se encuentran en fase de desarrollo.

Los residuos electrónicos más pequeños deben devolverse al minorista o depositarse en centros de recogida específicos, si bien lo más probable es que terminen almacenados en armarios durante años, o en contenedores domésticos habituales. Pese a que los aparatos de pequeño tamaño (juguetes, aspiradoras, hornos microondas y aparatos radiofónicos, entre otros) constituyen el principal tipo de residuos electrónicos en cuanto a peso, sus índices de reciclaje siguen siendo bajos, únicamente del 12 por ciento. Las lámparas constituyen el tipo de residuos electrónicos que menos se recicla, con sólo un 5 por ciento, aunque contienen materiales de valor, en particular componentes de tierras raras, metal y vidrio, así como materiales peligrosos como el mercurio. El aumento del índice de reciclaje de lámparas puede brindar ventajas adicionales para el medio ambiente y la sociedad.¹³ Ello pone de

manifiesto la conveniencia de garantizar que los consumidores contribuyan al sistema de recogida.

Los pequeños dispositivos informáticos y de telecomunicaciones, pese a su tamaño, registran índices documentados de recogida y reciclaje oficial del 22 por ciento, valor superior al de otros aparatos o lámparas de pequeño tamaño. Cabe suponer que existan más países con legislación sobre este tipo de residuos electrónicos que sobre lámparas y aparatos de pequeño tamaño, que dichos aparatos tengan componentes valiosos y que, en consecuencia, los encargados de la gestión de residuos electrónicos que cumplen la normativa den prioridad a su recogida. No obstante, los índices de recogida y reciclado documentados son inferiores a los de otros aparatos, probablemente porque los dispositivos informáticos de pequeño tamaño contienen datos personales y, por tanto, los consumidores pueden ser reacios a devolverlos.

Figura 11: Opción 2: Desecho de residuos electrónicos con otros tipos de residuos: solución inadecuada



Se calcula que 14.000 millones de kg de residuos electrónicos se desecharon de forma inadecuada en todo el mundo en 2022 en contenedores de residuos normales, junto con otros residuos domésticos, en particular en países de ingresos elevados o medios-elevados. Por lo general, los residuos electrónicos más pequeños, como lámparas, pequeños dispositivos informáticos y aparatos de pequeño tamaño, se desechan con otros residuos (Figura 11). Habida cuenta de ello, se procesan como residuos domésticos habituales mixtos, al tiempo que los objetos más grandes se recogen como residuos voluminosos y pueden incinerarse o depositarse en centros de vertido sin reciclar

ningún material, en función de la infraestructura de gestión de residuos del país de que se trate.

Algunos países de ingresos elevados aplican métodos específicos, como la clasificación magnética, o reciclan las cenizas que produce la incineración de residuos sólidos urbanos para extraer metales. Según varios conjuntos de datos y modelos del Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, se calcula que 80 millones de kg de metales se recuperan de esta forma. No obstante, la gran mayoría de metales (7.000 millones de kg) se pierden y no se recuperan durante la incineración o en centros de vertido. El mero desecho de residuos electrónicos no es un método de procesamiento de residuos electrónicos adecuado, debido a su posible impacto medioambiental adverso y a las elevadas pérdidas de recursos, de ahí que se prohíba en la mayor parte de las legislaciones sobre residuos electrónicos.

Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

Figura 12. Opción 3: Recogida y reciclaje de residuos electrónicos a través de sistemas informales con gestión de residuos electrónicos avanzada

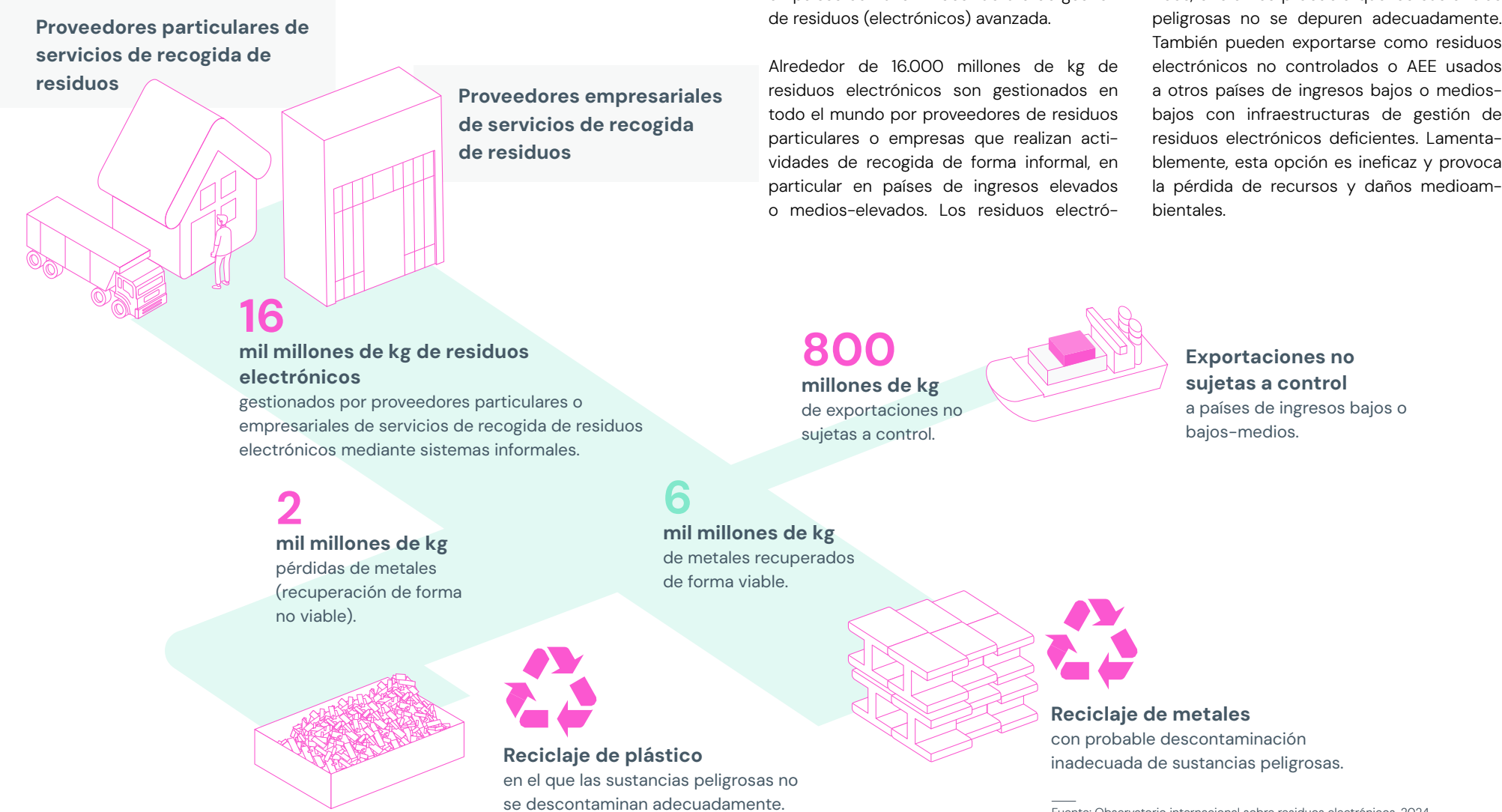
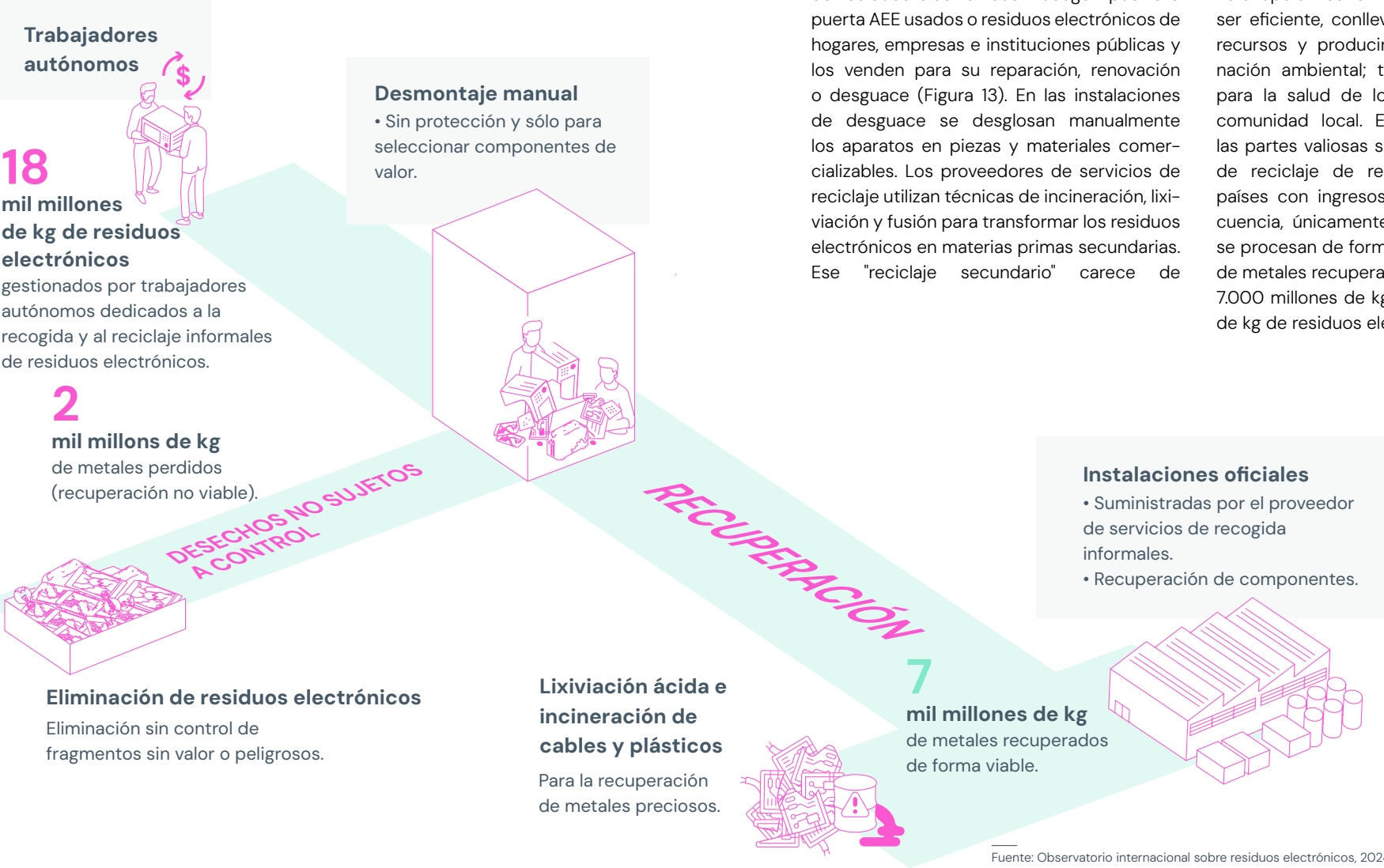


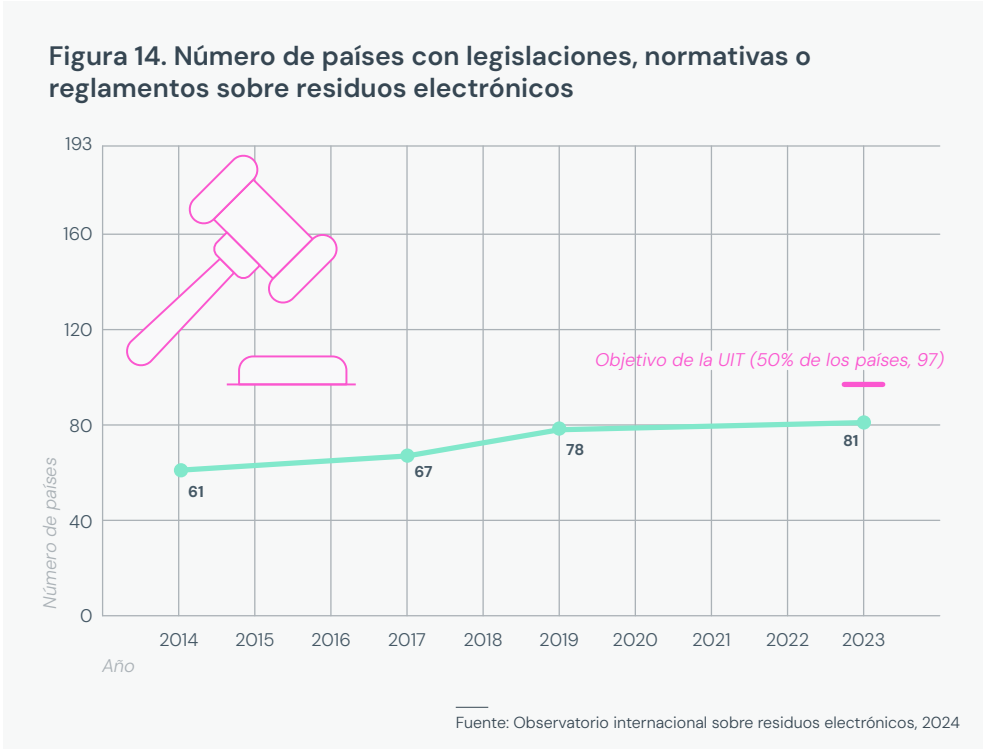
Figura 13. Opción 4: Recogida y reciclaje de residuos electrónicos a través de sistemas informales sin gestión de residuos electrónicos avanzada



En muchos países de ingresos bajos o medios, numerosos particulares autónomos se dedican a la recogida y al reciclaje informales de residuos electrónicos. Recogen puerta a puerta AEE usados o residuos electrónicos de hogares, empresas e instituciones públicas y los venden para su reparación, renovación o desguace (Figura 13). En las instalaciones de desguace se desglosan manualmente los aparatos en piezas y materiales comercializables. Los proveedores de servicios de reciclaje utilizan técnicas de incineración, lixiviación y fusión para transformar los residuos electrónicos en materias primas secundarias. Ese "reciclaje secundario" carece de

normas de procesamiento adecuadas, lo que provoca emisiones nocivas de ácidos, dioxinas y furanos, entre otras sustancias. Esta opción es la menos adecuada por no ser eficiente, conllevar una gran pérdida de recursos y producir una elevada contaminación ambiental; también plantea riesgos para la salud de los trabajadores y de la comunidad local. En determinados casos, las partes valiosas se venden a proveedores de reciclaje de residuos electrónicos en países con ingresos elevados y, en consecuencia, únicamente esas partes con valor se procesan de forma ecológica. La cantidad de metales recuperados viables se estima en 7.000 millones de kg, de los 18.000 millones de kg de residuos electrónicos gestionados.

Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024



En todo el mundo, 81 países (el 42 por ciento del total) cuentan con normativas, legislaciones o reglamentaciones sobre residuos electrónicos. Esa proporción es inferior al objetivo de la UIT del 50 por ciento (97 países) para 2023.

En junio de 2023, 81 de los 193 países objeto de análisis contaban con normativas, legislaciones, o reglamentaciones sobre residuos electrónicos (Figura 14). El hecho de abarcar el 72 por ciento de la población mundial cabe atribuirlo especialmente a los países muy poblados, en particular la India y China, ambos con legislación sobre residuos electrónicos. Si bien el número de países que adoptan instrumentos jurídicos para reglamentar los residuos electrónicos viene aumentando

ininterrumpidamente desde 2014, solo tres nuevos países han adoptado tales instrumentos desde 2019; habida cuenta de ello, 112 países siguen sin contar con ningún tipo de instrumento jurídico para la gestión de los residuos electrónicos. En 2018, el máximo órgano de formulación de políticas de la UIT, la Conferencia de Plenipotenciarios, estableció un objetivo mundial no vinculante para 2023, con el fin de aumentar al 50 por ciento el número de países con legislación sobre residuos electrónicos. Ese objetivo no se había alcanzado en junio de 2023, ya que únicamente el 42 por ciento de los países (81) contaban con normativas, legislaciones o reglamentaciones sobre residuos electrónicos a escala nacional.





De los 81 países que contaban con normativas, legislaciones o reglamentaciones a escala nacional sobre residuos electrónicos, la mayor parte (67) aplicaban asimismo el principio EPR. En los países en los que la legislación incluía objetivos de recogida, el índice medio de recogida fue muy superior, del 35 por ciento, frente al 22,3 por ciento a escala mundial.

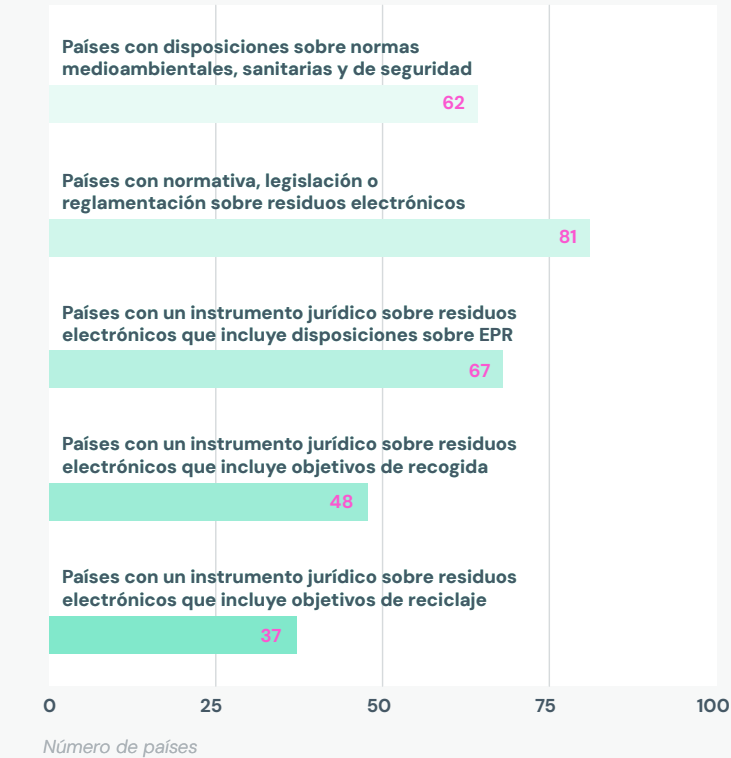
En los 81 países con instrumentos en vigor, el aplicado con más frecuencia es el principio EPR, base de su respectivo sistema nacional de gestión de residuos electrónicos (Figura 15). En virtud del principio EPR se garantiza que un productor, o en los frecuentes casos en los que no existe ningún fabricante inscrito a escala nacional, un importador o un distribuidor, asuma responsabilidad por un producto a lo largo de toda su vida útil, incluida la fase posterior a su consumo. De esos 81 países, 61 contaban con legislación EPR, 62 poseían legislación referente a normas nacionales o internacionales en materia de medio ambiente, salud y seguridad, 48 habían consagrado objetivos nacionales de recogida de residuos electrónicos en su normativa y 37 habían hecho lo propio con respecto a los objetivos de reciclaje de residuos electrónicos a escala nacional. Es esencial legislar esos objetivos con objeto de supervisar los avances registrados y fomentar la recogida y el reciclado de residuos electrónicos.

Los países que contaban con ese tipo de legislación poseían un índice promedio oficial de recogida y reciclaje de residuos electrónicos documentado del 25 por ciento, frente al cero por ciento de los países que poseían ese tipo de legislación. El índice de recogida

y reciclaje en los países que aplicaban el principio EPR era del 27 por ciento, frente al 10 por ciento de los países que tenían la legislación pertinente al respecto, si bien no aplicaban el principio EPR. Los países que habían consagrado objetivos de recogida en su legislación sobre residuos electrónicos contaban con un índice oficial documentado de recogida y reciclaje del 35 por ciento. Pese a que esos datos ponen de manifiesto los

elementos legislativos que deben tenerse en cuenta para fomentar los índices de recogida, también demuestran que los objetivos de recogida y reciclado no son representativos de forma general. Los índices son más elevados en países con sistemas de gestión de residuos electrónicos bien establecidos desde hace tiempo y, en consecuencia, con un nivel adecuado de infraestructuras de gestión de residuos electrónicos.

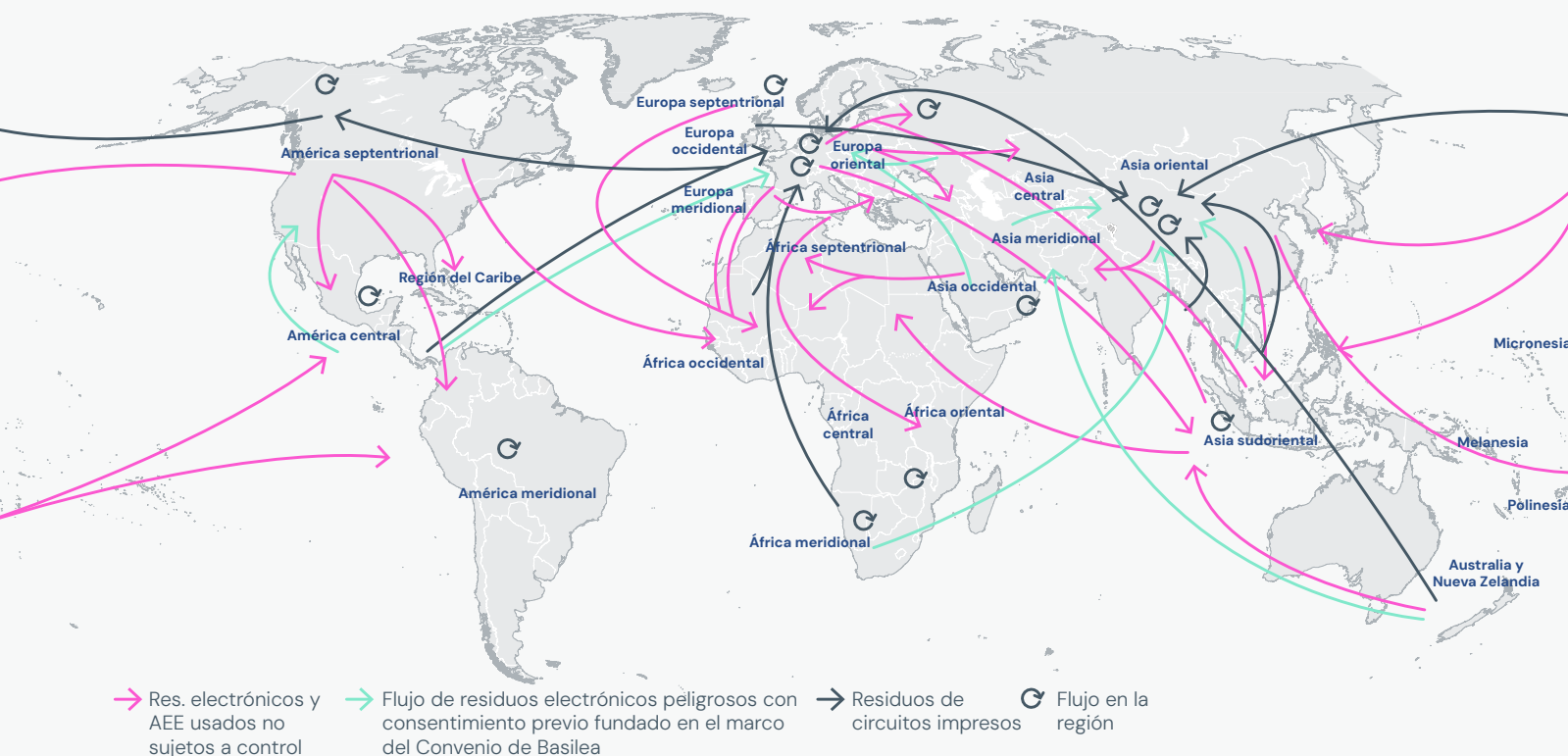
Figura 15. Situación legislativa sobre residuos electrónicos y disposiciones específicas para todos los países



Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

Capítulo 4. Flujos transfronterizos

Figura 16. Flujos de residuos electrónicos a escala mundial (2019)



Mapa de las Naciones Unidas

Adaptación de C.P., Baldé, E. D'Angelo, V. Luda O. Deubzer y R. Kuehr (2022), *Global Transboundary E-waste Flows Monitor – 2022*, Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR), Bonn, Alemania. Disponible en: https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2022/06/Global-TBM_webversion_june_2_pages.pdf.

Cada año se transportan de un país a otro unos 5.100 millones de kg de AEE y residuos electrónicos usados. De ellos, 3.300 millones de kg (el 65 por ciento) constituyen flujos transfronterizos no controlados de AEE o residuos electrónicos usados desde países de ingresos elevados a países de ingresos medios o bajos. Los envíos no controlados pueden incluir de un 33 a un 70 por ciento de residuos electrónicos declarados como productos AEE usados. La mayor parte de los flujos transfronterizos controlados tienen lugar en Europa y Asia oriental, o hacia estas regiones (Figura 16).

Los flujos transfronterizos de residuos peligrosos o de otro tipo, incluidos los electrónicos, plantean grandes retos a escala mundial, al repercutir de forma adversa en el medio ambiente y la salud humana si no se gestionan adecuadamente en países que carecen de infraestructuras y capacidad adecuadas para administrar los residuos electrónicos de forma ecológica. En algunos casos, los flujos transfronterizos de residuos electrónicos o sus componentes son necesarios para recuperar materiales de alto valor (transporte de residuos de circuitos impresos a instalaciones especializadas de reciclaje o de residuos electrónicos de regiones en las que no existen sistemas de gestión de residuos electrónicos). De ahí la importancia que reviste establecer normas y procedimientos para diferenciar los flujos transfronterizos ilícitos de los lícitos.

Cuadro 2. Procedimiento de consentimiento previo fundado del Convenio de Basilea y enmienda sobre residuos electrónicos (2022)

El Convenio de Basilea, adoptado en 1989 y en vigor desde 1992, es un acuerdo medioambiental multilateral que refleja y orienta los esfuerzos de gobiernos a escala internacional con el fin de supervisar los flujos transfronterizos de residuos peligrosos, entre los que se incluyen los residuos electrónicos. Lo han suscrito 187 países. En el marco de dicho Convenio, los flujos transfronterizos de residuos peligrosos, entre otros, deben regirse por un procedimiento de consentimiento previo fundado, en virtud del cual la autoridad competente del Estado exportador debe notificarlo a las autoridades competentes del Estado importador (o de cualquier Estado de tránsito). La presentación de informes a escala nacional, que realizan voluntariamente las Partes del Convenio, la efectúan actualmente menos del 50 por ciento de sus signatarios. Por otro lado, el procedimiento de consentimiento previo fundado sigue siendo arduo en el plano administrativo^a

La Decimoquinta reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio de Basilea, celebrada en junio de 2022, aprobó varias enmiendas a los Anexos II, VIII y IX del Convenio, con el fin de fomentar el control de los flujos transfronterizos de residuos electrónicos y facilitar que todos los residuos electrónicos y eléctricos, incluidos los no peligrosos, estuvieran sujetos al procedimiento de consentimiento previo fundado. El principal objetivo de la enmienda sobre residuos electrónicos, propuesta conjuntamente por los Gobiernos de Suiza y Ghana, es mejorar el seguimiento internacional y la nueva codificación de envíos de residuos electrónicos, con miras a promover la recuperación de recursos y paliar los efectos adversos de una gestión de residuos electrónicos no ecológica en los países de destino. No obstante, el sector privado y otras entidades manifestaron su inquietud en relación con el sistema y subrayaron la necesidad de introducir reformas para evitar ralentizar el ritmo de los flujos transfronterizos de productos, en particular los de productos no peligrosos de posible pertinencia para facilitar la implantación de una economía circular^b

^a PREVENT Waste Alliance y StEP. 2022. *Practical Experiences with the Basel Convention: Challenges, Good Practice and Ways to Improve Transboundary Movements of E-Waste in Low and Middle Income countries*. Bonn, Alemania.

^b Secretaría del Convenio de Basilea. 2023. *Enmiendas al Convenio de Basilea sobre residuos electrónicos*. Ginebra, Suiza.

La supervisión de los flujos transfronterizos de residuos electrónicos es compleja, habida cuenta de que con frecuencia tiene lugar de forma ilícita y los residuos electrónicos que se transportan se declaran como AEE usados. Por otro lado, no existen registros mundiales ni obligaciones de notificación de AEE usados¹⁴, ni un régimen internacional que regule los envíos de aparatos usados. Además, los informes nacionales sobre residuos peligrosos en el marco del Convenio de Basilea no son obligatorios. En 2022, 91 países de 187 (menos del 50 por ciento) presentaron los correspondientes informes, y las discrepancias e imprecisiones en la notificación de información son muy habituales. Los flujos de residuos electrónicos también suelen conllevar actividades ilícitas, de ahí que las partes interesadas se muestren reacias a facilitar información y que resulte muy difícil supervisar dichos flujos.

El Observatorio internacional sobre flujos transfronterizos de residuos electrónicos representa los amplios esfuerzos desplegados por mejorar las estadísticas mundiales sobre flujos lícitos o ilícitos de residuos electrónicos. En 2019, se transportaron 5.100 millones de kg de residuos electrónicos de un país a otro, de los cuales se calcula que 3.300 millones de kg (el 65 por ciento) no estuvieron sujetos a control alguno, lo que impidió conocer su tipo de tratamiento y conllevar una posible gestión de forma no ecológica.¹⁵

Uno de los principales retos de esos flujos transfronterizos no sujetos a control es distinguir los residuos electrónicos de los

AEE usados. En envíos ilícitos se declaran falsamente AEE usados, en lugar de residuos electrónicos, a fin de aprovechar el hecho de que los AEE usados no se rigen por el Convenio de Basilea, ni por ningún otro régimen internacional y, en consecuencia, permiten eludir fácilmente los controles. Los productos enviados ilícitamente pueden constituir una tercera parte del peso del envío (como se determinó en un proyecto sobre pasajeros en los puertos de Nigeria en 2017)¹⁶ y el 77 por ciento de los productos (proporción de productos identificados como residuos electrónicos sobre la base



Bénédicte Kurzen / NOOR, para la Fundación Carmignac

de los criterios estipulados en las directrices técnicas del Convenio de Basilea, en particular, uso de embalaje inadecuado, falta de certificados de funcionalidad o de piezas esenciales, y tecnologías dañadas u obsoletas, en el marco de un proyecto análogo que tuvo lugar de 2021 a 2022 en la República Unida de Tanzania).¹⁷

Los 1.860 millones de kg restantes (el 35 por ciento de todos los flujos transfronterizos) se envían en flujos sujetos a control, la mayoría de los cuales se rigen por el procedimiento de consentimiento previo fundado del Convenio de Basilea (véase el cuadro 2).^{iv} Sin embargo, las autoridades portuarias sólo se han incautado de una pequeña parte de los residuos electrónicos exportados ilícitamente desde la Unión Europea, cuya cantidad se estima de 2 a 17 millones de kg, de lo que cabe inferir que los datos reales sean probablemente mucho mayores. Ello también refleja el hecho de que las autoridades portuarias pueden verse limitadas por sus medios y su formación para detectar residuos electrónicos comercializados ilícitamente.

A escala regional, Europa, Asia oriental y América septentrional tienen capacidad para gestionar eficazmente los residuos electrónicos peligrosos, lo que convierte a esas regiones en los principales importadores a escala mundial. Por otro lado, esas regiones son también las principales exportadoras de residuos electrónicos, al tiempo que África, Asia sudoriental y América central y meridional son las principales regiones receptoras. Lamentablemente, en dichas regiones receptoras se registran bajos índices de reciclaje y una elevada cantidad de trabajadores informales en el sector doméstico.

En las demás regiones se constatan pautas análogas. En Europa oriental, que recibe residuos electrónicos principalmente de Europa occidental, y en Asia sudoriental, que recibe residuos electrónicos principalmente de Asia oriental y América septentrional, tienen lugar flujos cada vez mayores de residuos electrónicos, a tenor de las pautas de comercio intercontinental. Por lo general, los flujos transfronterizos tienen lugar tanto entre continentes como en el interior de los mismos; cuanto mayor es el valor ponderado del material de los residuos electrónicos, a más distancia pueden transportarse.^v



Bénédicte Kurzen / NOOR, para la Fundación Carmignac

Por otro lado, los códigos comerciales (véase el cuadro 3) siguen sin diferenciar entre AEE nuevos y usados, lo que dificulta aún más su control. La mezcla de productos lícitos con otros ilícitos constituye una de las principales estrategias de los grupos de delinquentes que transportan residuos electrónicos de forma ilícita. La clasificación errónea de productos o su declaración incorrecta, así como el fraude, son algunas de las metodologías más frecuentes para mezclar productos en flujos transfronterizos ilícitos de residuos generales, y en particular, residuos electrónicos.

La realización de nuevos proyectos piloto para analizar la composición real de los AEE usados recibidos en países exportadores o importadores podría dar lugar a mejoras sustanciales en cuanto a supervisión del transporte de residuos electrónicos a escala mundial. Esa iniciativa facilitaría una evaluación más precisa de la cantidad de residuos electrónicos que se reciben en los países de ingresos bajos, que a menudo se mezclan con otros tipos de residuos y no se declaran adecuadamente. Como cabe prever, Asia oriental, uno de los

principales productores de AEE con capacidad para reciclar y procesar residuos electrónicos, recibe una gran cantidad de residuos electrónicos, en particular de Europa occidental (34,8 millones de kg), América septentrional (29 millones de kg), Europa septentrional (11,6 millones de kg) y Asia sudoriental (9,9 millones de kg). Pese a ello, Asia tiene restricciones en cuanto a su capacidad de procesamiento de componentes esenciales. En América septentrional también tienen lugar flujos intrarregionales de residuos electrónicos (52,7 millones de kg).

Esos flujos transfronterizos suelen ser de índole comercial, puesto que la demanda de AEE usados de menor precio es elevada en los países receptores. En los países de ingresos bajos o medios-bajos se importan grandes cantidades de aparatos y accesorios de TIC como dispositivos de calidad deficiente o falsificados. Los procedimientos de homologación, conformidad e interoperabilidad que llevan a cabo los organismos de reglamentación de las telecomunicaciones tienen por objeto abordar esos problemas

para los nuevos modelos de productos, al tiempo que se garantiza que los equipos TIC importados se ajusten a las normas de funcionamiento pertinentes (por ejemplo, en cuanto a valores de potencia y frecuencias), con el fin de evitar la redundancia de AEE. En última instancia, la vida útil de los dispositivos falsificados es breve, de ahí que sea probable que un producto pase a ser un residuo elec-

trónico de forma más rápida de lo previsto. En muchos países de ingresos bajos o medios-bajos, los distribuidores y centros de venta deben someterse a inspecciones periódicas para evitar que almacenen y distribuyan AEE sin el correspondiente certificado de homologación o aceptación. Esos países receptores suelen encontrarse en Asia sudoriental (para Asia oriental) y en África (para Europa).

Cuadro 3. Sistema armonizado de la Organización Mundial de Aduanas

En 2022, se empezó a utilizar a escala internacional el nuevo código del Sistema Armonizado (SA) que administra la Organización Mundial de Aduanas específicamente para los residuos electrónicos (SA 8549). En junio de 2023, la información incluida en la base de datos^a Comtrade de las Naciones Unidas puso de manifiesto que aproximadamente el uno por ciento de los residuos electrónicos generados se transporta a escala internacional. Esos resultados se ven influidos específicamente por el hecho de que no todos los países informan al respecto con arreglo a ese nuevo código. En la actualidad, los mayores flujos comerciales tienen lugar a escala intrarregional, sobre todo en Europa occidental (100 millones de kg) y Europa septentrional (80 millones de kg). Esos flujos conllevan un procesamiento adecuado de los residuos electrónicos en las instalaciones de reciclaje de las respectivas regiones. A tal efecto, cabe suponer que dichos flujos no contravienen el Convenio de Basilea ni el Reglamento (CE) 1013/2006 de la UE relativo al transporte de residuos.

^a El análisis efectuado se basa en los siguientes códigos SA de 6 dígitos: 854991 Residuos y desechos, n.c.o.p. en relación con el apartado 8549; 854999 Residuos y desechos, n.c.o.p. en relación con el apartado 8549.91; 854921 Residuos y desechos eléctricos y electrónicos, de los tipos utilizados principalmente para la recuperación de metales preciosos, que contengan pilas y baterías, acumuladores eléctricos, interruptores de mercurio, vidrio de tubos catódicos u otros vidrios activos, o componentes eléctricos; 854929 Residuos y desechos, de los tipos utilizados principalmente para la recuperación de metales preciosos, n.c.o.p. en relación con el apartado 8549.21; 854931 Residuos y desechos eléctricos y electrónicos, montajes eléctricos y electrónicos y circuitos impresos, distintos de los utilizados principalmente para la recuperación de metales preciosos, que contengan pilas y baterías, acumuladores electrónicos e interruptores de mercurio; 854939 Residuos y desechos; montajes eléctricos y electrónicos y circuitos impresos, que no sean los utilizados principalmente para la recuperación de metales preciosos, n.c.o.p. en relación con el apartado 8549.31.



Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

Capítulo 5. Legislación

Contar con una reglamentación de residuos electrónicos eficiente y eficaz es fundamental para evitar el flujo no documentado, cada vez más frecuente, de dicho tipo de residuos, proteger el medio ambiente, la sociedad y la salud humana, y garantizar el futuro de las cadenas de suministro mediante la recuperación de materiales de los residuos electrónicos.



Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

Una reglamentación adecuada facilita el establecimiento de condiciones equitativas para facilitar una gestión de los residuos electrónicos ecológica mediante actividades pertinentes de recogida, transporte, clasificación, descontaminación, desmontaje, tratamiento previo, gestión de componentes complejos (o peligrosos) y exportación de materiales y componentes a instalaciones de tratamiento avanzado.

Como se ha señalado previamente (véanse las principales estadísticas mundiales de 2010 a

2022), en junio de 2023, 81 de los 193 países objeto de análisis contaban con normativas, legislaciones o reglamentaciones sobre residuos electrónicos. No obstante, en última instancia la calidad de las legislaciones sobre residuos electrónicos y su aplicación revisten tanta importancia como la cantidad de países que cuentan con los instrumentos jurídicos pertinentes. Un número considerable de instrumentos jurídicos y herramientas en vigor no establecen objetivos específicos en cuanto a recogida y reciclado de residuos electrónicos, o no abarcan los seis tipos de AEE. Pese a que los objetivos fijados en materia de gestión de residuos pueden contribuir a fomentar el reciclado de dichos residuos, más allá de su eliminación, las opciones más adecuadas (véase la figura 17) para evitar la generación de residuos, en particular el establecimiento de objetivos en materia de reparación y reutilización, no se tienen en cuenta actualmente en las normativas, legislaciones o reglamentaciones específicas sobre residuos electrónicos. Ello dificulta la transición a una economía circular, y propicia el mantenimiento del actual modelo de consumo y generación de residuos, incluidos su recogida y reciclaje. Con respecto a la metodología para determinar el grado de prevención de residuos, conviene fijar objetivos basados en los residuos electrónicos generados en origen, en lugar de objetivos de comercialización de AEE¹⁸, puesto que ello refleja la cantidad de residuos electrónicos de un país y facilita la planificación y gestión futuras.

A lo largo de muchos años, la opinión general de los encargados de la formulación de políticas ha sido que no pueden influir en el diseño de AEE con miras a prolongar su vida útil, habida cuenta de que la huella ambiental en la fase de producción sigue siendo muy

elevada. No obstante, cada vez se pone más claramente de manifiesto que en varias partes del mundo se formulan nuevas políticas para fomentar el derecho a realizar reparaciones de aparatos. Por ejemplo, en Estados Unidos¹⁹ muchos Estados han empezado a elaborar propuestas legislativas específicas, al tiempo que en la Unión Europea, la Comisión Europea ha publicado una propuesta de directiva sobre normas comunes en materia de derecho a realizar reparaciones.²⁰ El objetivo es dar prioridad a la reparación de aparatos frente a su sustitución y otorgar a los consumidores el derecho a que los fabricantes reparen los productos defectuosos. En la Unión Europea, en el marco del Reglamento sobre diseño ecológico de productos sostenibles (Directiva 2009/125/CE), se prevé implantar un pasaporte digital obligatorio para productos a fin de aumentar la transparencia y arrojar luz sobre los aspectos relacionados con la circularidad,

sobre la base del intercambio de información sobre productos a lo largo de toda la cadena de valor, incluidos datos sobre extracción de materias primas, producción y reciclado.²¹ Cabe destacar que la mayor parte de las normativas, legislaciones y reglamentaciones hacen hincapié en la recogida y el reciclado, y que casi ninguna de ellas abarca objetivos de recuperación de materias primas esenciales, incluidos los componentes de tierras raras. En consecuencia, la atención se centra en un proceso más sencillo de recuperación de materiales al por mayor (acero, plásticos, hierro, cobre, oro y plata, entre otros), en detrimento de materias primas esenciales como el hafnio, el indio, el litio y el rodio; el índice de reciclado de componentes de tierras raras contenidos en los residuos electrónicos es únicamente del uno por ciento, aproximadamente (véase *Recuperación de metales valiosos y esenciales*).

Figura 17. Jerarquía de residuos y aspectos sobre los objetivos en materia de residuos electrónicos



Se estudia la aplicación de medidas normativas en varias regiones del mundo sobre suministro de materias primas esenciales, a fin de mejorar ese suministro. Dichas medidas también tienen por objeto aumentar la resiliencia económica mediante la reducción de dependencias, una mejor preparación y el fomento de la sostenibilidad y del carácter circular de la cadena de suministro; no obstante, su aplicación más amplia a escala internacional en el marco de normativas, legislaciones y reglamentaciones sobre residuos electrónicos de los países incluidos los resultados de esa aplicación, aún está pendiente.

El reto que afrontan los encargados de la formulación de políticas es la diversidad cada vez mayor de AEE que se ponen a disposición de los consumidores, en particular, cigarrillos y vehículos electrónicos y AEE invisibles (prendas inteligentes con función de calefacción, muebles inteligentes con función de masaje, etc.). Los avances tecnológicos recientes propician la utilización de productos de composición variable, que requieren tratamientos específicos al final de su vida útil y plantean requisitos especiales o innovadores en cuanto a técnicas de recogida adecuadas. Por otro lado, la compleja composición de los AEE hace necesario asimismo armonizar los requisitos específicos de los residuos electrónicos con legislaciones menos específicas que, sin embargo, son pertinentes para el procesamiento adecuado de los residuos electrónicos, al tiempo que se facilita la transformación a una economía circular.

Según un informe de la OCDE, existen unos 400 sistemas de EPR para diversos flujos de residuos en todo el mundo.²² Con arreglo a la Iniciativa StEP, se entiende por productor toda persona física o jurídica establecida en un

país y que produce AEE con su propia marca o una marca comercial, o encarga el diseño o la producción de AEE y los comercializa con su nombre o marca comercial en dicho país; está establecida en el país y comercializa AEE importados, nuevos o usados, para su ulterior venta o utilización personal; o, por el contrario, no está establecida en el país, pero está inscrita en el mismo a través de un representante autorizado aprobado jurídicamente a escala local para comercializar y promocionar AEE a distancia en el citado país.²³

La mayor parte de los países con legislación sobre residuos electrónicos también aplican el principio EPR, y se prevé que ello traiga consigo un sistema de gestión de residuos electrónicos financiado adecuadamente. Sin embargo, eso sólo será posible si la cuota de residuos electrónicos de cada productor se controla, documenta, recopila y administra adecuadamente, habida cuenta de que la disponibilidad de información y el acceso a la misma siguen constituyendo deficiencias destacadas en la mayor parte de los países. Por otro lado, un fondo común de financiación no propicia automáticamente un sistema de gestión de residuos electrónicos adecuado y eficaz. Los fondos pueden malversarse, utilizarse de forma ilícita o destinarse a costes administrativos de la gestión de fondos y operaciones, lo que disuade a los productores de seguir invirtiendo. El desarrollo de un sistema de gestión de residuos electrónicos adecuado requiere inversiones financieras sustanciales a largo plazo. Las disposiciones en virtud de las cuales se establece, en particular, el destino de las inversiones y el grado de responsabilidad de los productores deben ser claras y rigurosas. De lo contrario, únicamente se adoptarán medidas de base.

En lo que respecta a la legislación sobre residuos electrónicos, se han logrado avances en países de todas las regiones del mundo. No obstante, los gobiernos carecen de la capacidad institucional necesaria para aplicar y hacer cumplir la legislación pertinente. Eso conlleva que aunque los objetivos adecuados estén consagrados en la legislación, es posible que no se exija su cumplimiento, y aunque la legislación prevea un mecanismo financiero, puede suceder que los fondos no se obtengan o se utilicen de forma ineficaz. Además, aunque la legislación abarque de forma clara y sucinta los productores de AEE, los esfuerzos gubernamentales por supervisar a esos productores, y en muchos casos inscribirlos oficialmente, lamentablemente pueden ser infructuosos en cuanto a personal y recursos. De ahí la necesidad de contar con enfoques diversos en cuanto a financiación, fijación de objetivos y cumplimiento de las normativas.

A los gobiernos les puede resultar complejo supervisar los productores que comercializan AEE en una jurisdicción determinada, habida cuenta de las definiciones dispares de "productor" y las oportunidades de competencia desleal. La información sobre productores se recoge inicialmente en aduanas y centros de inscripción gubernamental. Para aumentar el índice de seguimiento y aplicación de la legislación sobre residuos electrónicos, conviene conocer los productores y su ubicación. Las empresas que comercializan AEE están obligadas por ley a inscribirse oficialmente también para otros fines, a fin de contar con la autorización necesaria para desempeñar su actividad, gestionar instalaciones sujetas a licencia, pagar impuestos e inscribir productos AEE destinados a aplicaciones sanitarias o de seguridad, así como a los efectos de eficiencia medioambiental, entre

otras cosas. Si los procesos de inscripción se racionalizaran en un solo servicio que abarcara requisitos análogos, a las autoridades les resultaría más sencillo supervisar y evitar los casos de competencia desleal.

La venta al por menor y la comercialización en línea plantean nuevos problemas de conformidad, habida cuenta de que la venta transfronteriza afecta al funcionamiento de las normativas tradicionales a escala nacional, que facilitan a los consumidores el acceso a proveedores de otros países, aunque esos proveedores no cumplan los requisitos EPR en los países en los que se comercializan sus productos.

En particular, la legislación sobre residuos electrónicos debe incluir, como mínimo, disposiciones claras sobre la definición de las partes interesadas, las funciones y responsabilidades, el alcance de los productos, las medidas destinadas a hacer cumplir la normativa y las sanciones por incumplimiento de la misma, el mecanismo de financiación pertinente y, con respecto al procedimiento EPR, los mecanismos de organización de los productores de AEE, así como una terminología clara sobre los encargados de sufragar el coste de la gestión de residuos electrónicos.²⁴



Capítulo 6.

Recuperación de metales valiosos o esenciales

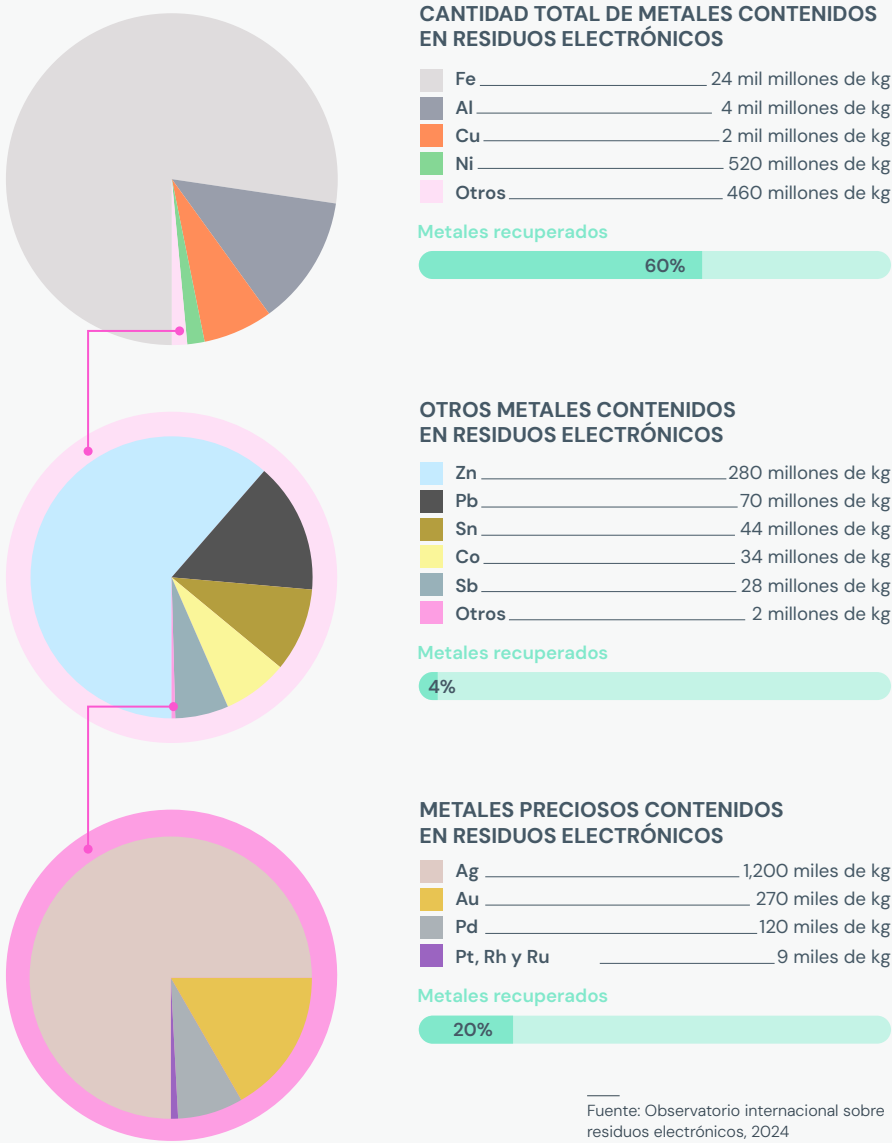
En 2022, los residuos electrónicos generados en todo el mundo contenían 31.000 millones de kg de metales, de los cuales se calcula que 19.000 millones de kg se recuperaron de forma viable para reutilizarse ulteriormente. El metal recuperado con más frecuencia fue el hierro, cuyo índice de reciclado es elevado. El índice de recuperación viable de otros metales, en particular el zinc y el plomo, fue mucho más bajo. Si bien la cantidad de metales preciosos fue mucho menor, se estima que la cantidad recuperada de forma viable fue de 300 mil kg.

La composición de los residuos electrónicos varía según el tipo de aparato de que se trate, pero incluye principalmente metales (Figura 18) y plástico. La cantidad de metales que figura en los conjuntos de datos es de alrededor de 31.000 millones de kg, y la de plástico de residuos electrónicos de unos 17.000 millones de kg. Los otros 14.000 millones de kg incluyen aleaciones diversas, materiales compuestos, vidrio y hormigón, en particular; otros materiales aún no han podido determinarse. El hierro o el acero (Fe, unos 24.000 millones de kg) fueron los metales más utilizados, así como el aluminio (Al, 3.900 millones de kg) y el cobre (Cu, 2.100 millones de kg).

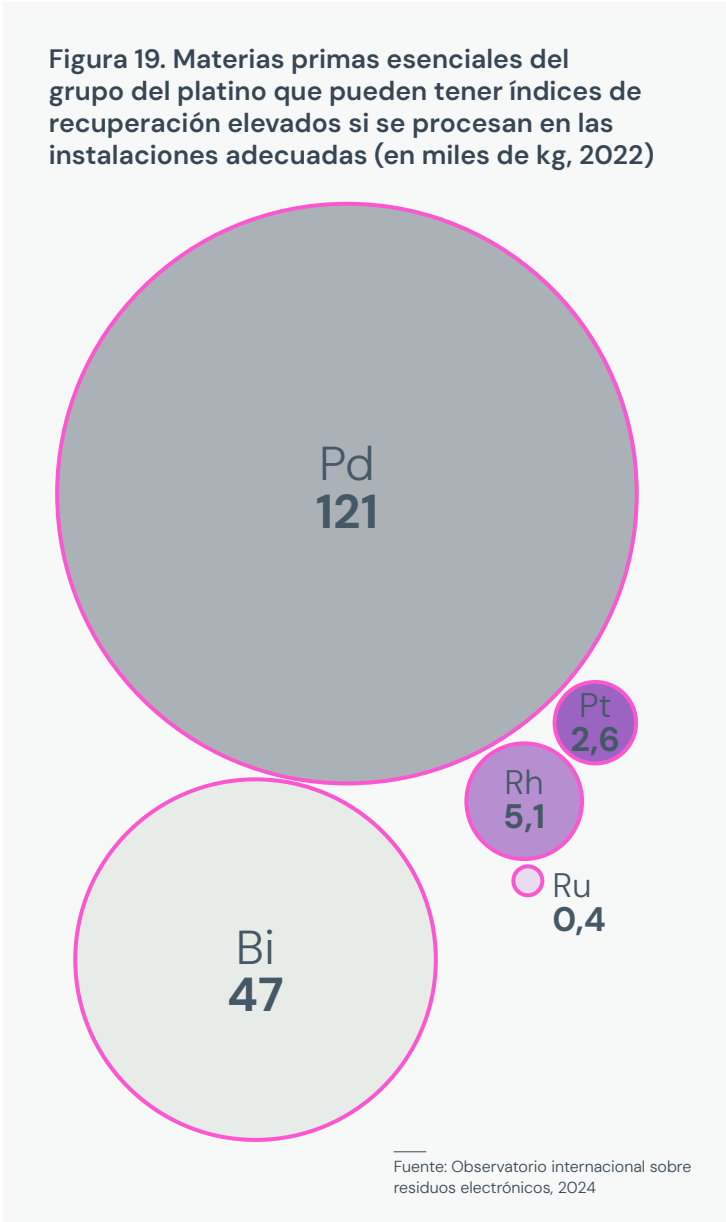
Con respecto a los equipos de pequeño tamaño, éstos contenían 1.000 millones de kg de cobre en cables y circuitos impresos, y los equipos de intercambio térmico 500 millones de kg de cobre de compresores y cables. También había cantidades menores de otros metales preciosos de gran valor (1,6 millones de kg), en particular oro (Au), paladio (Pd) y plata (Ag), así como sustancias tóxicas como plomo (Pb, 70 millones de kg) y cobalto (Co, 34 millones de kg), metal esencial.

En 2022, los residuos electrónicos generados en todo el mundo contenían 31.000 millones de kg de metales, de los cuales se calcula que 19.000 millones de kg se recuperaron de forma viable mediante métodos existentes de gestión de residuos electrónicos. Habida cuenta de ello, se perdieron 12.000 millones de kg de metal, ya sea en el proceso de reciclado conforme, o porque se procesaron mediante sistemas de gestión no conformes o en centros de vertidos, con un nivel de eficiencia inferior. En consecuencia, esas pérdidas fueron inviables a los efectos de recuperación.

Figura 18. Metales recuperados a partir de residuos electrónicos, o no recuperados, mediante prácticas de gestión de dichos residuos



La plata, el oro y el paladio, entre otros metales preciosos, así como el cobre, el hierro o el acero y el aluminio, pueden reciclarse de forma eficaz en fundiciones, en las que se también se recicla plomo, níquel, estaño y zinc, entre otros metales, aunque con arreglo a índices de reciclado más bajos. Con objeto de aumentar dichos índices, es necesario clasificar y procesar previamente los residuos electrónicos y minimizar las pérdidas de metal para generar fracciones de residuos adecuadas para su reciclado en fundiciones²⁵, lo que no es el caso en la gestión de residuos electrónicos que se realiza actualmente a escala internacional.



En 2022, los residuos electrónicos generados en todo el mundo contenían alrededor de 4.000 millones de kg de metales considerados materias primas esenciales, en particular aluminio (Al, 3.900 millones de kg), cobalto (Co, 34 millones de kg) y antimonio (Sb, 28 millones de kg).

La figura 19 pone de manifiesto que la cantidad de otras materias primas esenciales de mayor valor fue mucho más baja. Entre ellas cabe destacar metales del grupo del platino como el paladio (Pd), el bismuto (Bi), el rodio (Rh), el platino (Pt) y el rutenio (Ru), cuya cantidad aproximada fue de 130 mil kg, de los cuales alrededor de 121 mil kg correspondieron a paladio.

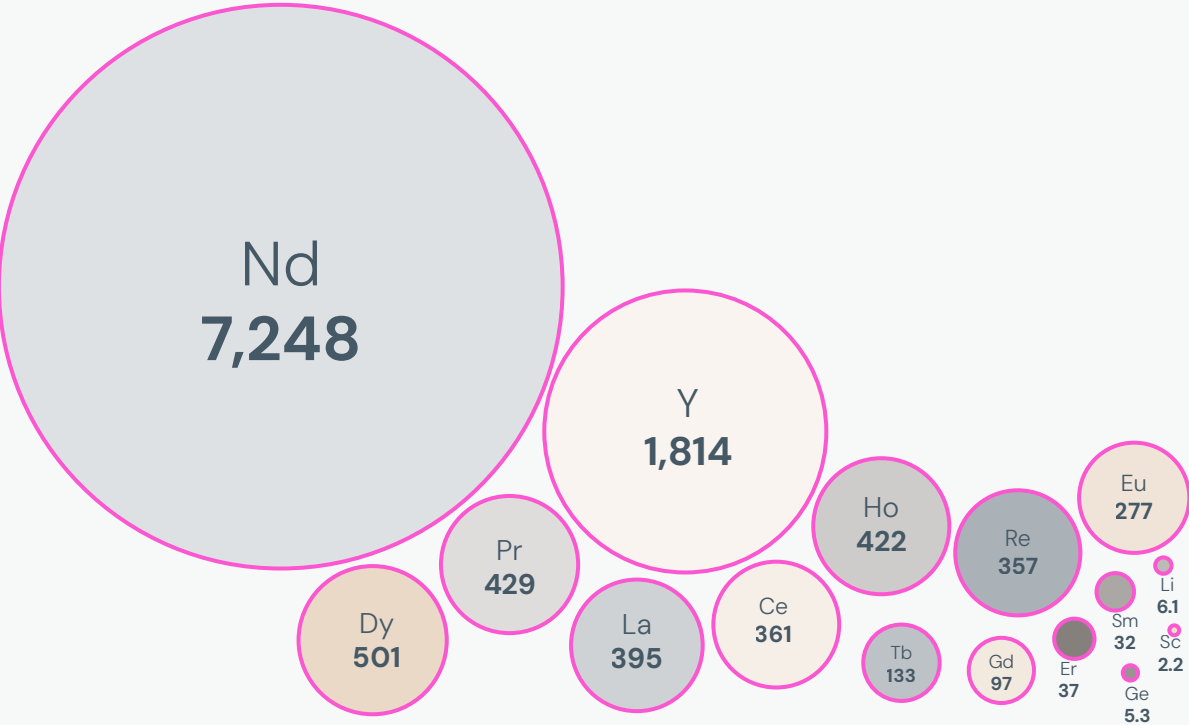
Las materias primas esenciales desempeñan una función económica primordial, si bien son muy vulnerables frente a interrupciones de suministro, puesto que suelen proceder de un pequeño grupo de países. La demanda mundial de materias primas esenciales es cada vez mayor, a raíz de la transformación que propicia la descarbonización de las economías.²⁶ Se utilizan ampliamente en diversas aplicaciones, incluidos los AEE, por lo que son frecuentes en los residuos electrónicos. Aproximadamente el 44 por ciento del aluminio de los residuos electrónicos se encuentra en equipos de pequeño tamaño. Otras materias primas esenciales pueden encontrarse en cantidades menores, y ofrecen funcionalidades indispensables difíciles de sustituir.

Los metales del grupo del platino, en particular el paladio, se utilizan frecuentemente en circuitos impresos. Al procesarse en fundiciones de cobre específicas, los índices de reciclaje del paladio pueden alcanzar al menos el 95 por ciento.²⁷

A excepción del litio (Li) y el germanio (Ge), las materias primas esenciales, principalmente los componentes de tierras raras, son difíciles de reciclar a partir de los residuos electrónicos. En 2022, los residuos electrónicos generados en todo el mundo contenían aproximadamente 12 millones de kg de esos componentes, de los cuales 7,2 millones de kg correspondían al neodimio (Nd) (habitualmente utilizado en imanes) y 1,8 millones de kg al itrio (Y) (Figura 20).



Figura 20. Materias primas esenciales contenidas en residuos electrónicos generados en todo el mundo, según la definición de la Unión Europea, con índices de recuperación cero o bajos (en miles de kg, 2022)



Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

Los componentes de tierras raras poseen propiedades exclusivas primordiales para las tecnologías del futuro, incluida la generación de energías renovables y la movilidad electrónica. La reducción de la dependencia de un pequeño grupo de países en las cadenas de producción ha pasado a suscitar un gran interés político. Los componentes de tierras raras se utilizan habitualmente en pequeñas cantidades y con arreglo a una baja concentración en los AEE. Siguen siendo económicamente difíciles de reciclar, aun a partir de materiales que los contengan en mayor proporción, de ahí que el reciclado represente actualmente sólo alrededor del uno por ciento, o menos, de la demanda.^{vi} Los precios de mercado de los componentes de tierras raras siguen siendo demasiado bajos para justificar actividades comerciales de reciclado a gran escala, si bien los imanes de neodimio brindan cierto potencial para su reciclado a escala industrial a partir de residuos electrónicos. No obstante, el elevado coste de la selección de ese tipo de imanes a partir de residuos electrónicos, incluido su ulterior procesamiento, ha dificultado su adopción generalizada y han hecho que su reciclaje resulte poco interesante en el plano económico.²⁸ La concentración de germanio es demasiado baja en los residuos electrónicos. Según el proyecto CEWASTE²⁹ el germanio no se recicla a partir de residuos electrónicos; en el caso del litio, si bien su reciclado es viable en el plano técnico, no lo es en el plano económico actualmente. No obstante, se registran avances tecnológicos en todo el mundo para fomentar la capacidad de reciclaje de las pilas de litio.³⁰

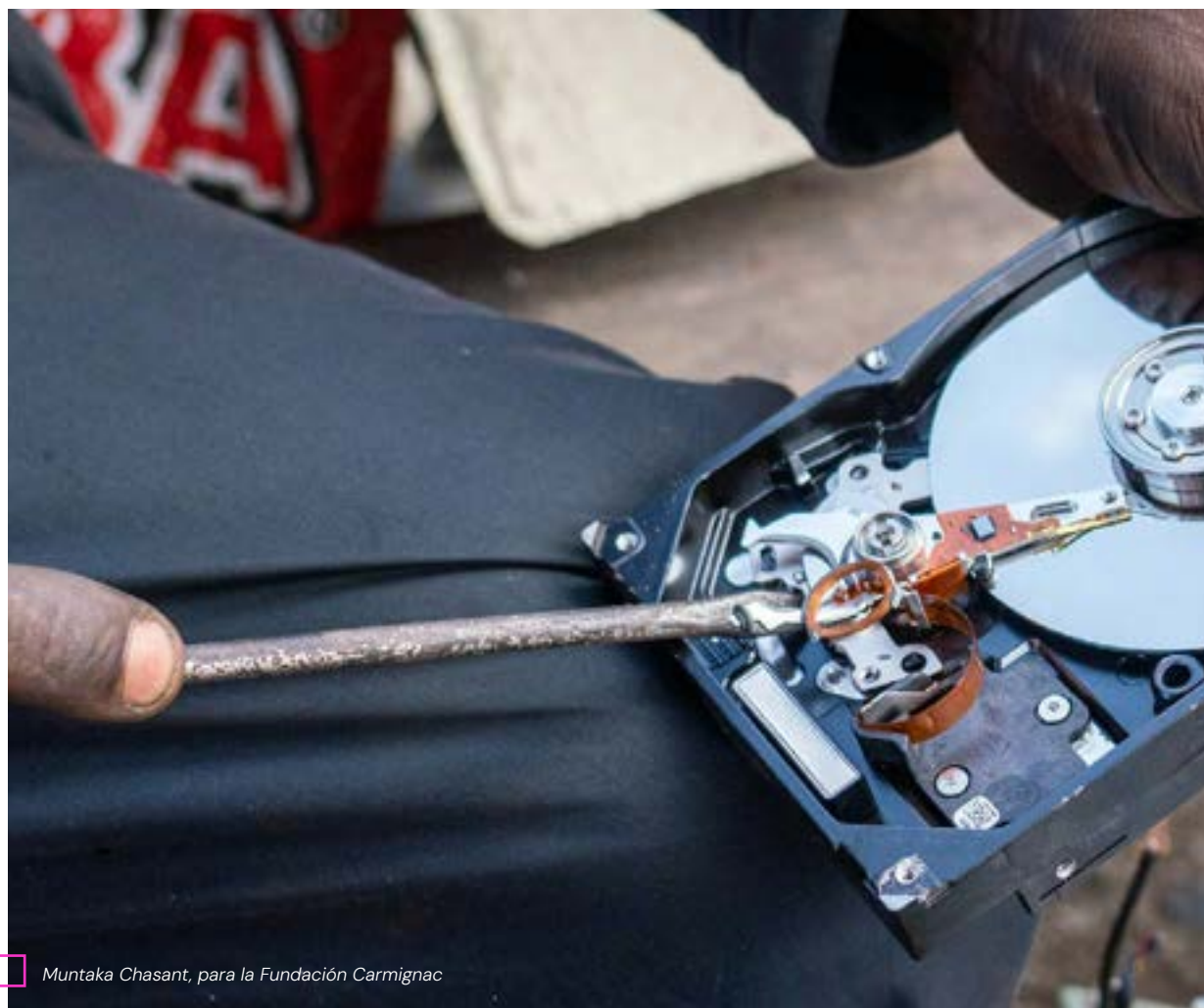


Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

Capítulo 7. Innovaciones tecnológicas en materia de procesamiento

La proporción de solicitudes de patentes sobre reciclaje de residuos electrónicos pasó de 148 por millón en 2010 a 787 por millón en 2022. Esos valores corresponden al número de solicitudes de patentes presentadas en el marco del Código de Procedimiento Aduanero (CPC) para el reciclaje de residuos electrónicos, dividido por el número total de solicitudes de patentes. El aumento de solicitudes obedeció al reciclado de cables, y no existen indicios de un aumento del número de patentes presentadas específicamente para la recuperación de materias primas esenciales.

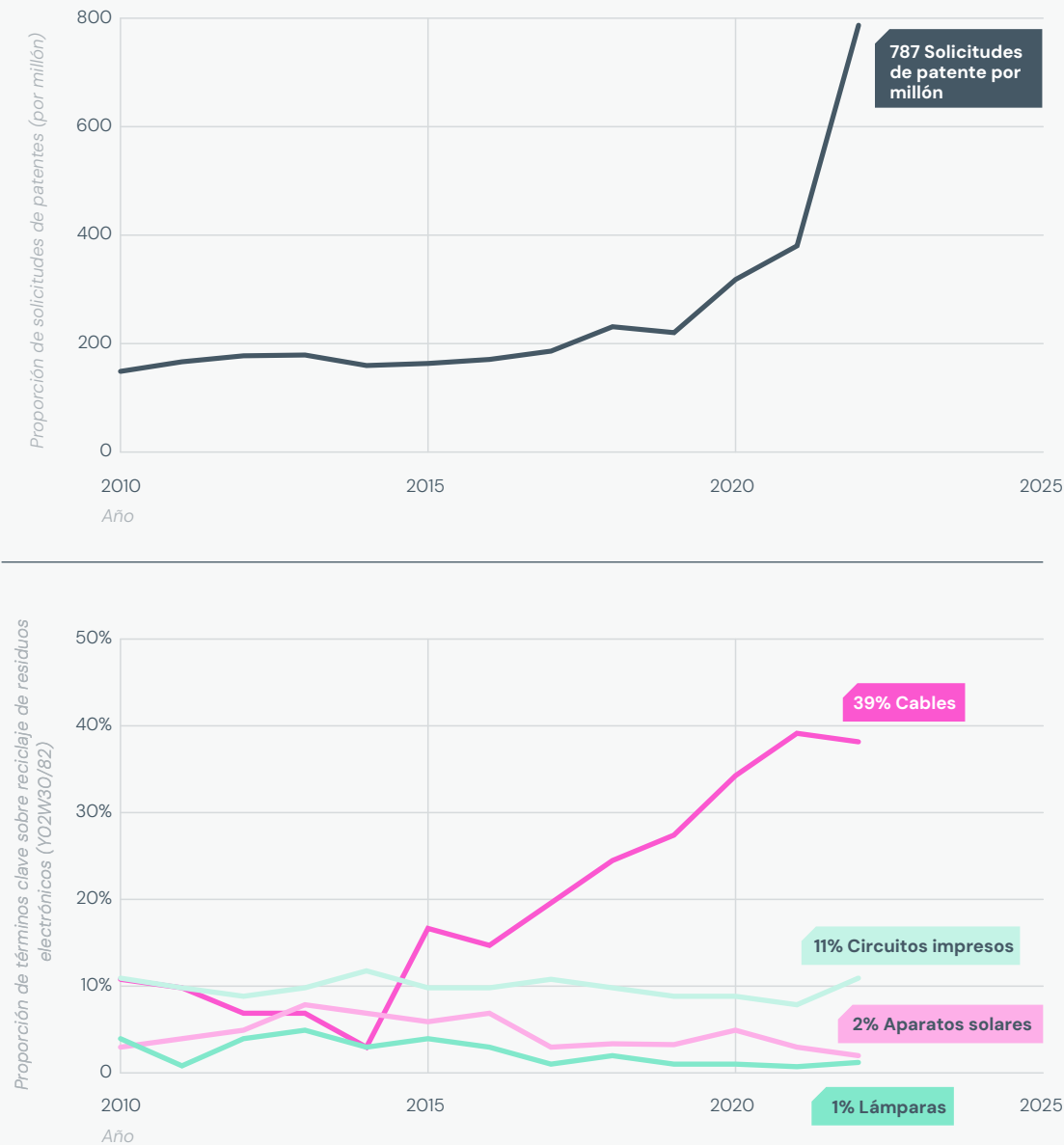
Los avances tecnológicos contribuyen ampliamente al aumento de los índices de reciclado y de la eficiencia general en la gestión de los residuos electrónicos, en particular al tratarse del reciclado de materias primas esenciales. Los datos sobre solicitudes de patente ponen claramente de manifiesto un aumento de la capacidad inventiva, puesto que las patentes de residuos electrónicos reflejan la capacidad de los innovadores para prever nuevas oportunidades tecnológicas y comerciales en relación con la gestión de residuos electrónicos.



Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

Los resultados revelan principalmente que de 2010 a 2019 se produjo un leve aumento en la proporción de solicitudes de patente relacionadas con el reciclaje de residuos electrónicos, a saber, de 148 por millón a 220 por millón (Figura 21). Después de 2019, sin embargo, ese valor aumentó a un ritmo muy rápido, hasta alcanzar 787 solicitudes por millón en 2022. La realización de búsquedas por palabras clave indica que ese rápido aumento obedeció a las patentes relacionadas con las tecnologías de procesamiento de cables. No obstante, la proporción de solicitudes relacionadas con tecnologías de reciclado de otros componentes o productos, en particular circuitos impresos, paneles solares o lámparas, susceptibles de contener elevadas concentraciones de materias primas esenciales, se mantuvo relativamente invariable. En consecuencia, no existen indicios de un aumento de la proporción de solicitudes de patente relacionadas con la recuperación de materias primas esenciales.

Figura 21. Solicitudes de patente para tecnologías de reciclaje de residuos electrónicos como proporción de la cantidad total de solicitudes (parte superior), y por tipo de aparato (parte inferior)



Capítulo 8. Impacto medioambiental

Los sistemas de gestión de residuos electrónicos ecológicos evitan daños al medio ambiente, facilitan la recuperación de materias primas secundarias y reducen las emisiones.

La gestión de residuos electrónicos repercute de diversas maneras en la economía, la sociedad y el medio ambiente. Conviene reconocer asimismo los graves efectos indirectos y evaluar los costes directos e indirectos. Ello incluye el coste externo para la sociedad en los planos sanitario y medioambiental a largo plazo, debido a las sustancias peligrosas no controladas y a las emisiones de gases de efecto invernadero.

La producción de materias primas secundarias a partir del reciclaje de residuos electrónicos ha evitado actividad minera primaria para extraer 900.000 millones de kg de mineral de la corteza terrestre, y la generación de 52.000 millones de kg de emisiones equivalentes de CO₂.

La minería urbana (extracción de recursos de residuos, en lugar de la corteza terrestre) reduce la dependencia de la minería y evita la degradación del medio ambiente. La extracción de minerales de la corteza terrestre proporciona materiales para muchas acti-

vidades económicas, pero también plantea riesgos para el desarrollo sostenible.³¹ Los efectos medioambientales más graves de la actividad minera, tanto a gran escala como de forma artesanal, son la contaminación del aire y del agua, los daños a la tierra y la pérdida de biodiversidad.³² La salud humana también se ve afectada por la actividad minera, por ejemplo, a raíz de enfermedades respiratorias provocadas por la contaminación atmosférica que produce la utilización de mercurio para extraer oro.³³ Otros efectos adversos guardan relación con el incumplimiento de los derechos humanos fundamentales, en particular al utilizar mano de obra infantil en actividades mineras o vulnerar los derechos fundamentales de los trabajadores, o la minería ilícita, en los casos en que la efectúe la delincuencia organizada. Una de las principales razones por las que la minería plantea dificultades es que los minerales que contienen los metales de interés son raros y difíciles de extraer. Hay que extraer grandes cantidades de roca para producir una cantidad sustancial de minerales que contienen metal. Por ejemplo, hay que extraer 3 millones de kg de mineral (roca) para producir 1 kg de oro. El reciclaje, o minería urbana, por otro lado, devuelve las materias primas secundarias a las economías y reduce la demanda de minería primaria. La mayor parte de los 900.000 millones de kg de mineral no extraídos de la corteza terrestre corresponden a cobre recuperado (alrededor del 50 por ciento), oro (alrededor del 20 por ciento), hierro (alrededor del 10 por ciento) y paladio (menos del 5 por ciento).

La recuperación de materias primas secundarias a partir del reciclado de residuos electrónicos también evitó la generación de 52.000 millones de kg de emisiones equivalentes de CO₂. Se calcula que las emisiones evitadas por la gestión ecológica de productos

refrigerantes, que también contribuyen al calentamiento mundial, se elevan a 41.000 millones de kg, lo que permite mitigar los efectos del cambio climático. En 2022, 145.000 millones de kg de emisiones equivalentes de CO₂ se liberaron al medio ambiente a raíz de una gestión inadecuada de dichos productos refrigerantes. Habida cuenta de unas emisiones antropogénicas netas anuales de gases de efecto invernadero a escala mundial de 59 ± 6,6 billones de kg equivalentes de CO₂ en 2019, las emisiones relativas a la gestión de residuos electrónicos que inciden en el cambio climático apenas superan el 0,2 por ciento.³⁴ Las emisiones relativas a la utilización y producción de AEE aún no se han determinado.

Los residuos electrónicos no gestionados repercuten directamente en el medio ambiente y la salud de las personas. En la actualidad, se liberan anualmente al medio ambiente 58.000 kg de mercurio y 45 millones de kg de plásticos que contienen productos retardadores de ignición bromados, a raíz de la gestión no conforme de residuos electrónicos.

Los residuos electrónicos contienen sustancias tóxicas persistentes, en particular productos retardadores de ignición utilizados en aparatos y AEE que contienen plástico. En la actualidad existen 17.000 millones de kg de residuos electrónicos de plástico. De ellos, 59 millones de kg contienen retardadores de ignición, de los que se calcula que 45 millones de kg no se gestionan de forma adecuada. La mayor parte de los productos retardadores de ignición (80 por ciento) se encuentran en pantallas y monitores. Se utilizan, por ejemplo, en carcassas de ordenadores, circuitos impresos, conectores, relés, hilos y cables. El reciclado del plástico que





contiene productos retardadores de ignición bromados plantea varias dificultades, debido al coste de la separación del plástico que contiene dichos retardadores de otros tipos de plástico. Varios estudios internacionales sobre las emisiones provocadas por la quema al aire libre de diversos materiales, incluidos varios materiales peligrosos, ponen de manifiesto los riesgos para la salud derivados de la inhalación de metales pesados (en particular, plomo, cadmio, cromo y cobre) y productos retardadores de ignición bromados contenidos en residuos electrónicos de plástico.³⁵

Un estudio reciente reveló un elevado riesgo de daños para un amplio conjunto de empresarios informales, de un total de 11 millones, que manipulan directamente residuos en países de ingresos bajos o medios, así como para comunidades más amplias que residen en zonas aledañas.³⁶

El mercurio es otra sustancia peligrosa que se encuentra en los residuos electrónicos. El Convenio de Minamata sobre el Mercurio³⁷, que se adoptó en 2013 y entró en vigor en 2017, contiene nuevas disposiciones sobre el procesamiento del mismo. Dicho Convenio, que constituyó un hito a los efectos de seguridad química, se ha modificado ulteriormente para considerar (de existir alternativas) la eliminación paulatina de determinados usos del mercurio para 2025, incluidos los de las lámparas fluorescentes compactas y el combustible de satélites.³⁸ Pese a que los AEE contiene mercurio, en particular las pantallas y los pequeños dispositivos informáticos, el 95 por ciento de las emisiones de mercurio proceden de las lámparas. En 2022 se produjeron 58t de emisiones de mercurio como resultado de una gestión de residuos electrónicos no ecológica, según se desprende de

datos recabados por el Observatorio internacional sobre residuos electrónicos.

Por último, otro grave problema, con frecuencia soslayado, es la gestión deficiente del reciclaje de equipos de intercambio térmico, que contribuye al cambio climático y a la reducción de la capa de ozono.

Los equipos de intercambio térmico contienen refrigerantes. Su incidencia en el cambio climático y contribución a la reducción de la capa de ozono vienen dadas por el tipo de refrigerante utilizado. Según el Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, el 73 por ciento de los equipos de intercambio térmico se gestionan en todo el mundo de forma poco ecológica. Los países sin legislación sobre residuos electrónicos (la mayor parte de los países de ingresos bajos o medios) liberan refrigerantes a la atmósfera directamente. Los países que cuentan con dicha legislación prevén, por lo general, la desgasificación segura y el reciclado o la eliminación de refrigerantes, si bien no recogen ni gestionan todos los equipos de intercambio térmico, y deben hacer frente a frecuentes casos de recogida ilícita y a emisiones de los compresores que contienen gran parte de los refrigerantes.³⁹ Por otro lado, no sólo los clorofluorocarburos y los hidroclorofluorocarburos, sino también los hidrofluorocarburos, que no contribuyen a reducir la capa de ozono, inciden en el cambio climático. El uso de hidrofluorocarburos se rige por el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y se ha fijado el objetivo de lograr emisiones netas cero. Determinados hidrofluorocarburos están regulados en el marco del Protocolo de Montreal (véase el cuadro 4) y se prevé su eliminación. La exportación no regulada de residuos electrónicos de países

de ingresos elevados a países de ingresos bajos para su ulterior reciclaje también puede dar lugar a emisiones adicionales derivadas de su transporte y manipulación, que aumentan la huella de carbono a escala mundial. Es primordial aplicar prácticas adecuadas de gestión de residuos electrónicos, incluidos procesos de reciclaje regulados y prácticas de eliminación responsable, así como adoptar principios de economía circular a fin de minimizar la cantidad de residuos y la utilización de recursos.

Cuadro 4. Protocolo de Montreal de 1987 y gestión de residuos electrónicos de productos refrigerantes

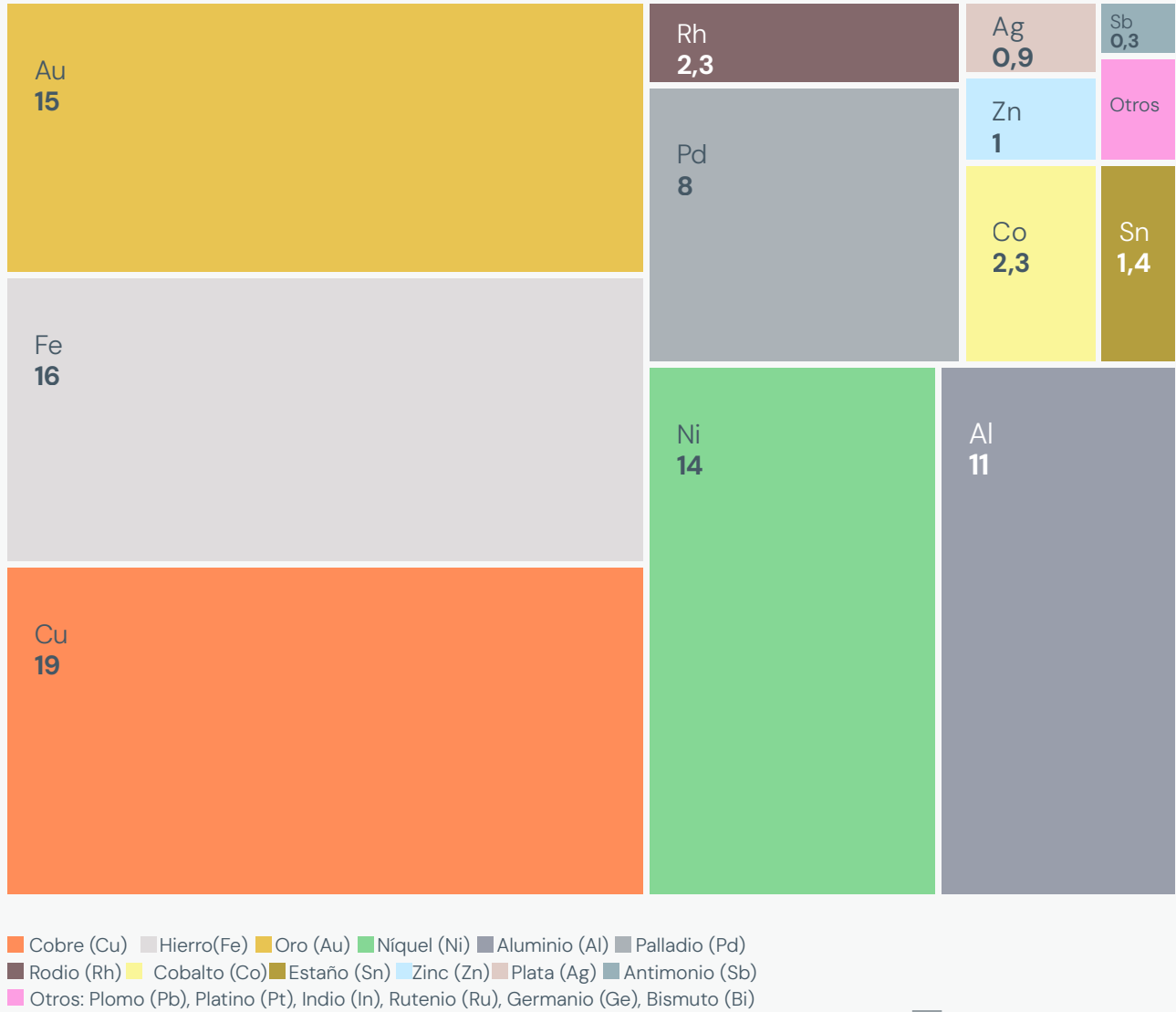
La producción y utilización de sustancias químicas artificiales que afectan de forma adversa al ozono se regulan en el marco del Protocolo de Montreal de 1987 relativo a las sustancias que reducen la capa de ozono. Dicho Protocolo abarca la eliminación paulatina de los clorofluorocarburos e hidroclorofluorocarburos que siguen utilizándose en circuitos refrigerantes y los materiales de espuma aislantes de aparatos de refrigeración y congelación, en particular frigoríficos, congeladores y sistemas de aire acondicionado fabricados antes del año 2000. Aunque ni los clorofluorocarburos ni los hidroclorofluorocarburos se utilizan en aparatos de refrigeración producidos después de 2000, siguen liberándose a la atmósfera en procesos de reciclado poco ecológicos, especialmente en los países de ingresos medios-bajos o bajos. Las moléculas liberadas tienen un efecto adverso a largo plazo a raíz de su larga vida útil en la atmósfera y reaccionan con las moléculas de ozono, generando oxígeno molecular que merma la capa de ozono estratosférico. Eso, a su vez, aumenta la cantidad de radiación ultravioleta que puede atravesar la estratosfera, lo que agrava el riesgo de cáncer cutáneo, las enfermedades oculares y el debilitamiento del sistema inmunitario.

Capítulo 9. Evaluación económica

A raíz de las prácticas de gestión de residuos electrónicos aplicadas en 2022 en todo el mundo, se transformaron en materias primas secundarias metales por valor de unos 28.000 millones de USD. No obstante, la repercusión a escala mundial de la gestión de residuos electrónicos representa un coste neto de aproximadamente 37.000 millones de USD, principalmente en concepto de costes sanitarios y medioambientales externos ocasionados por sustancias peligrosas gestionadas de forma inadecuada y las emisiones de gases de efecto invernadero.

En 2022, el valor bruto total de los metales contenidos en residuos electrónicos fue aproximadamente 91.000 millones de USD^{vii}. La mayor parte del valor potencial de las materias primas secundarias de los residuos electrónicos corresponde al cobre (19.000 millones de USD), al oro (15.000 millones de USD) y al hierro (16.000 millones de USD). Esos metales pueden recuperarse eficazmente con elevados índices de reciclado mediante tecnologías de gestión de residuos electrónicos en las actuales condiciones económicas. No obstante, no todos los metales se reciclan en materias primas secundarias de forma ecológica, habida cuenta del bajo índice mundial de recogida

Figura 22. Valor económico de los metales obtenidos a partir de residuos electrónicos (antes de su gestión), en miles de millones de USD (2022)



Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

^{vii} Aumento sustancial con respecto a los 57.000 millones de USD registrados en 2019. Cabe atribuir dicho aumento a dos factores principales, a saber, el incremento de precio de las materias primas secundarias y la cantidad cada vez mayor de residuos electrónicos generados.

del 22,3 por ciento, y las grandes cantidades que gestiona el sector informal (Figura 22). Esos factores se abordan de forma pormenorizada en el análisis coste-beneficio que figura a continuación.

Los beneficios económicos de la gestión de residuos electrónicos se calcularon en términos de recuperación de metales y contribución al cambio climático. **El valor de los metales recuperados en los residuos electrónicos (recuperación viable) se estima en 28.000 millones de USD para todas las opciones de gestión de residuos electrónicos en 2022.** En el caso de determinados metales, su reciclado es inviable a nivel técnico o económico, o se recogen a través de otros flujos con menor eficacia de recuperación. Los materiales recuperados viables (9.000 millones de USD de hierro, cobre, aluminio y metales del grupo del platino) proceden de sistemas formales documentados de recogida y reciclaje. Se calcula que el sector informal de los países de ingresos bajos o medios-bajos ha procesado metales por valor de unos 12.000 millones de USD (en particular hierro, cobre y metales del grupo del platino). En el sector informal de la gestión de residuos electrónicos en los países de ingresos elevados o medios-elevados se recuperan metales por valor de unos 7.000 millones de USD (sobre todo componentes de gran tamaño de hierro y cobre). Su valor de base corresponde al de los residuos electrónicos que se transforman en otros tipos de residuos en dichos países (alrededor de 500 millones de USD). Ello se desprende de datos del Banco Mundial, que ponen de mani-

fiesto que el 15 por ciento de los residuos de todo el mundo se incineran⁴⁰ para transformarse en cenizas y recuperar posteriormente de ellas algunos metales de forma viable. **El valor estimado de las emisiones de gases de efecto invernadero que se evitan de esa forma es de 23.000 millones de USD.** Si sumamos el valor de 28.000 millones de USD asociado a los metales recuperados viables, la gestión de residuos electrónicos genera a escala mundial un valor de 51.000 millones de USD para la sociedad.

No obstante, la recogida y gestión de residuos electrónicos también conlleva costes. Los más elevados corresponden a los costes externos para la salud humana y el medio ambiente, que se elevan a 78.000 millones de USD y no se reflejan en los costes de procesamiento ni en los costes que se sufragan a través de sistemas EPR. Dichos costes surgen en los casos en que los residuos electrónicos no se gestionan de conformidad con las normas de salud y seguridad ambiental en vigor. Cabe destacar, por ejemplo, la destrucción de aparatos íntegros junto con otros residuos metálicos, o el desmontaje selectivo de aparatos para obtener componentes y materiales comercializables en el sector informal. En esos casos, se liberan al medio ambiente sustancias peligrosas y gases de efecto invernadero procedentes de los productos refrigerantes, o los residuos electrónicos se depositan en centros de vertidos no sujetos a control.

Los costes externos corresponden aproximadamente a las cantidades siguientes:

- 36.000 millones de USD en concepto de costes socioeconómicos (véase el cuadro 5 a título de ejemplo de aspectos de género) y medioambientales a largo plazo asociados a la emisión de gases de efecto invernadero que propician el cambio climático;
- 22.000 millones de USD, correspondientes al coste de enfermedades y reducciones de recursos humanos (productividad y salarios) y al valor medio económico de la pérdida de vidas procesionales a raíz de las emisiones de mercurio;

- 19.000 millones de USD, en concepto de liberación de residuos plásticos en el medio ambiente;
- Menos de 1.000 millones de USD, correspondientes a la liberación de plomo en el medio ambiente y a sus efectos en la fauna y los seres humanos.

Otros costes externos, ocasionados específicamente por la deficiente gestión de otros materiales peligrosos, por ejemplo los retardadores de ignición y el cadmio, o la aplicación de técnicas informales obsoletas de reciclaje, no han podido determinarse. Esos costes son aproximados y varían en gran medida de una región a otra.



Bénédicte Kurzen / NOOR, para la Fundación Carmignac

Otro coste que cabe considerar es el del procesamiento de los residuos electrónicos, que se eleva a 10.000 millones de USD en todo el mundo.^{viii}

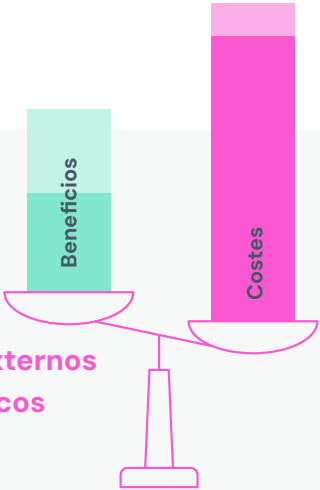
La mitad de esa cantidad (5.000 millones de USD) corresponde al procesamiento ecológico de dichos residuos electrónicos, y la otra mitad al desecho de los mismos, al reciclado en sistemas no conformes en países de ingresos medios-elevados o elevados, y al sector informal en países de ingresos bajos o bajos-medios. En su conjunto, 13.700 millones de kg de residuos electrónicos se someten a un procesamiento ecológico por un coste de 0,36 USD/kg; ello es tres veces superior al coste medio de los residuos electrónicos desechados con otros residuos, reciclados en el marco de sistemas de reciclaje no conformes, o gestionados en el sector informal (0,12 USD/kg). Los costes más elevados de

procesamiento son atribuibles, en particular, a los costes de descontaminación de los residuos electrónicos y de auditoría, administración y cumplimiento de normas mínimas sanitarias y de seguridad ambiental asociadas a la gestión conforme de residuos electrónicos.

Si los beneficios totales que brinda la recuperación viable de metales como recursos secundarios (28.000 millones de USD) y las emisiones de gases de efecto invernadero que ello evita (23.000 millones de USD) se deducen de los costes del procesamiento de residuos electrónicos (10.000 millones de USD) y de los costes externos para la salud humana y el medio ambiente (78.000 millones de USD), ello da lugar a unas pérdidas netas de 37.000 millones de USD para las actuales prácticas de gestión de residuos electrónicos a escala mundial.

-37 mil millones de USD

de pérdidas a raíz de los efectos externos de la gestión de residuos electrónicos
beneficios menos costes



Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

- Valor monetizado de las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas.
- Valor de los metales recuperados reincorporados a la economía circular.
- Asociado al coste del procesamiento de los residuos electrónicos.
- Costes externos para la población y el medio ambiente.

^{viii} No se incluyen todos los costes, en particular los de clasificación y recogida de residuos electrónicos en municipios o a través de minoristas.



Cuadro 5. Aspectos de género en la gestión de residuos electrónicos^a

Los marcos normativos oficiales para supervisar la gestión de los residuos electrónicos son aún incipientes en la mayoría de los países, y aun los sistemas establecidos, en particular en la Unión Europea, sólo están en vigor desde hace dos decenios. A falta de una normativa exhaustiva, en muchos países han surgido muchas empresas informales de residuos electrónicos para afrontar el acuciante problema de los residuos electrónicos. Esos sistemas informales suelen conllevar la renovación de aparatos electrónicos para su ulterior reventa o desmontaje y procesamiento, con objeto de recuperar componentes de valor, con frecuencia mediante herramientas y técnicas rudimentarias. Sin embargo, la extracción de metales de los residuos electrónicos mediante procesos y productos químicos peligrosos expone a los trabajadores a riesgos, en particular por la manipulación inadecuada de productos químicos, los gases tóxicos y las sustancias nocivas. Se ha demostrado que la realización frecuente de esas prácticas puede afectar de forma desproporcionada a la mujer, especialmente en caso de embarazo, al poseer vulnerabilidades específicas de género relacionadas con la salud reproductiva y los niños, susceptibles de afectar al desarrollo neonatal, los niveles hormonales y la función inmunitaria.

Disparidad de género en el sector de los residuos electrónicos

La participación de la mujer en la gestión de residuos electrónicos es limitada y depende de su contexto. A diferencia del sector de la gestión de residuos plásticos, en el que las mujeres suelen constituir una gran parte de la mano de obra, la participación de mujeres en el sector de los residuos electrónicos varía mucho en

función de su situación social, dependiente con frecuencia de normas de género y sesgos sistémicos. En muchos casos, la mujer está menos representada en el sector y las funciones que desempeña no suelen ser especializadas, están mal remuneradas y carecen de medidas de seguridad adaptadas a sus necesidades.

Por ejemplo, en el sector de los residuos electrónicos de Nigeria, predominantemente informal, la mano de obra está compuesta principalmente por hombres, incluidos los jóvenes. Las pocas mujeres que trabajan en el sector lo hacen, por lo general, como recolectoras de objetos electrónicos en hogares y centros de vertidos para venderlos a proveedores de servicios de reciclaje, con frecuencia con bajo margen de negociación debido al poder dispar de hombres y mujeres^b En el sector informal de la India, las mujeres suelen dedicarse a tareas específicas, como la extracción del revestimiento de cables o la recogida de residuos realizando las tareas de menor nivel jerárquico en la gestión de residuos.

No obstante, algunas mujeres desarrollan su labor en empresas formales de reciclaje de residuos electrónicos, por ejemplo para desmontarlos o utilizar maquinaria, o en puestos administrativos, de gestión o de liderazgo, aunque con frecuencia deben afrontar retos y prejuicios específicos de género en esos casos. En esos entornos más formales, las mujeres pueden tener que afrontar prejuicios específicos en procesos de contratación y promoción, casos de disparidad salarial, o falta de instalaciones que tengan en cuenta los aspectos de género o estén provistos de equipos de protección adaptados a sus necesidades.

Pese a que cada vez se dispone de más información sobre gestión de residuos electrónicos y existe un mayor interés por sus prácticas, siguen

existiendo pocos datos documentados a escala mundial sobre la experiencia de la mujer en el sector, en particular en relación con las dificultades específicas de género que deben afrontar. Los estereotipos de género relacionados con la fuerza y los conocimientos técnicos suelen disuadir a las mujeres de participar en ese tipo de trabajos, lo que impide reducir la brecha de género en el sector de la gestión de residuos electrónicos.

Oportunidades para la mujer en el sector de la gestión de residuos electrónicos

El sector de la gestión de residuos electrónicos brinda nuevas oportunidades a las mujeres para desarrollar su labor de forma destacada, en particular a medida que el sector se regula y formaliza. Puesto que los residuos electrónicos constituyen una valiosa fuente secundaria de metales, cuya cantidad aumenta ininterrumpidamente, la cadena de suministro inversa relativa a la gestión de residuos electrónicos puede brindar oportunidades de beneficio tanto a particulares como a empresas. El impulso cada vez mayor para regular y formalizar esa cadena de valor, conjugado con normativas que tengan en cuenta los aspectos de género, da lugar a un entorno normativo propicio susceptible de crear oportunidades empresariales y laborales para la mujer.

Los esfuerzos deben concentrarse en la mejora de la calificación de la mujer, en programas de formación profesional especializados que aborden las necesidades y limitaciones específicas relacionadas con la mujer, mediante la mejora del acceso a incentivos financieros y recursos adaptados a las mujeres, y la organización de programas de tutoría impartidos por mujeres que desarrollan una destacada labor en el sector, con objeto de que puedan apro-

vechar plenamente su potencial. Por otro lado, el aumento de la visibilidad de la mujer que lleva a cabo su labor satisfactoriamente en el sector puede contribuir a contrarrestar los prejuicios sociales que la disuaden de desarrollar su trabajo en esferas técnicas, al tiempo que se proporcionan modelos de conducta a mujeres interesadas en ese tipo de profesiones.

En determinados casos, los esfuerzos de movilización de la comunidad, como se puso de manifiesto en Bhavnagar (India)^c, han permitido a trabajadoras del sector de los residuos electrónicos organizarse para adquirir y procesar componentes más pequeños de esos residuos, frente a los roles tradicionales de género, a fin de mejorar sus medios de subsistencia.

Al abordar esos retos y aplicar las estrategias de apoyo pertinentes, el sector de la gestión de residuos electrónicos puede promover la igualdad de género, brindar a la mujer nuevas oportunidades de superación y forjar un futuro más inclusivo y sostenible para todos.

^a Centro Internacional de Tecnología Ambiental del PNUMA. 2022. The role and experience of women in e-waste management [en línea]; Fan M, Khaliq A, Qalati SA, Gillal FG y Gillal RG. 2022, Antecedents of sustainable e-waste disposal behavior: the moderating role of gender. Environmental Science and Pollution Research, Vol. 29, pp. 20878-20891; Bhatia A y Kiran C. 2022. A study on attitude of women towards management of e-waste. National Seminar on Gender Sensitive Issues and Women Empowerment, pp. 362-370; Sama AA. 2017. Women Empowerment: Issues and Challenges [en línea]. The International Journal of Indian Psychology, Vol. 4, Issue 3, No. 103, April - June. Gender Issues.

^b Bhatia A y Kiran C. 2022, véase la nota a anterior.

^c Sama AA. 2017, véase la nota a anterior.

Capítulo 10. Perspectivas de mejora de 2022 a 2030

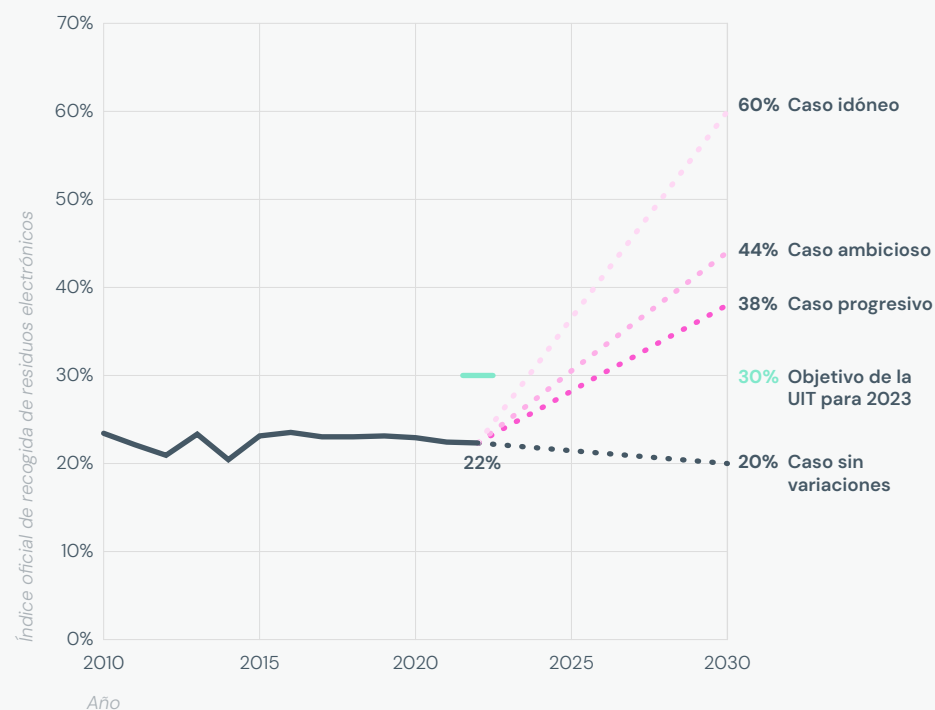
El índice mundial de recogida y reciclaje de residuos electrónicos registrado en 2022, que fue del 22,3 por ciento, se ha reducido paulatinamente. El objetivo de la UIT de aumentar ese índice hasta el 30 por ciento para 2023 parece inalcanzable a tenor de esa tendencia. No obstante, si ésta varía y se establece una infraestructura adecuada de gestión de residuos electrónicos, el índice mundial de recogida y reciclaje de residuos electrónicos podría aumentar al menos hasta el 38 por ciento para 2030.

La meta 12.5 de los ODS consiste en "reducir notablemente la generación de residuos para 2030 mediante la prevención, reducción, reparación, reciclado y reutilización de los mismos". El subindicador 12.5.1 de los ODS permite medir la cantidad total de desechos electrónicos recogidos y reciclados de forma oficial, dividida por la cantidad total de desechos electrónicos generados. Las mediciones realizadas hasta ahora no ponen de manifiesto un aumento del índice de reciclaje de residuos electrónicos, ni un incremento proporcional de su tratamiento ecológico con respecto a los residuos electrónicos generados. En 2010, el índice oficial documentado de recogida y reciclado de residuos electrónicos fue del 23,4 por ciento a escala mundial, valor superior al índice de recogida general registrado en 2022, que fue del 22,3 por ciento^{ix}

Los índices de recogida documentados notificados en los tres Observatorios internacionales sobre residuos electrónicos anteriores arrojaron resultados diferentes, puesto que el hecho de que determinados países pudieran disponer de nuevos datos estadísticos sobre residuos electrónicos permitió mejorar las estadísticas a escala mundial. Habida cuenta de ello, los datos del Observatorio de 2020 y los de la presente edición no pueden compararse de forma directa. En esta edición se proporcionan las series temporales que pueden ser objeto de comparación. Ello indica una disminución general del índice mundial de recogida de residuos electrónicos.

Los índices de recogida y reciclaje de residuos electrónicos oficialmente documentados se calculan dividiendo la cantidad de residuos electrónicos oficialmente recogidos y reciclados por la cantidad total de residuos electrónicos generados. Los métodos de recogida y la infraestructura de reciclaje han mejorado paulatinamente, lo que ha permitido documentar mejor los residuos electrónicos. Sin embargo, el rápido aumento de los residuos electrónicos generados ha sido superior a esos esfuerzos, lo que ha dado lugar a un mayor denominador en la fórmula y a una reducción del índice mundial de recogida.

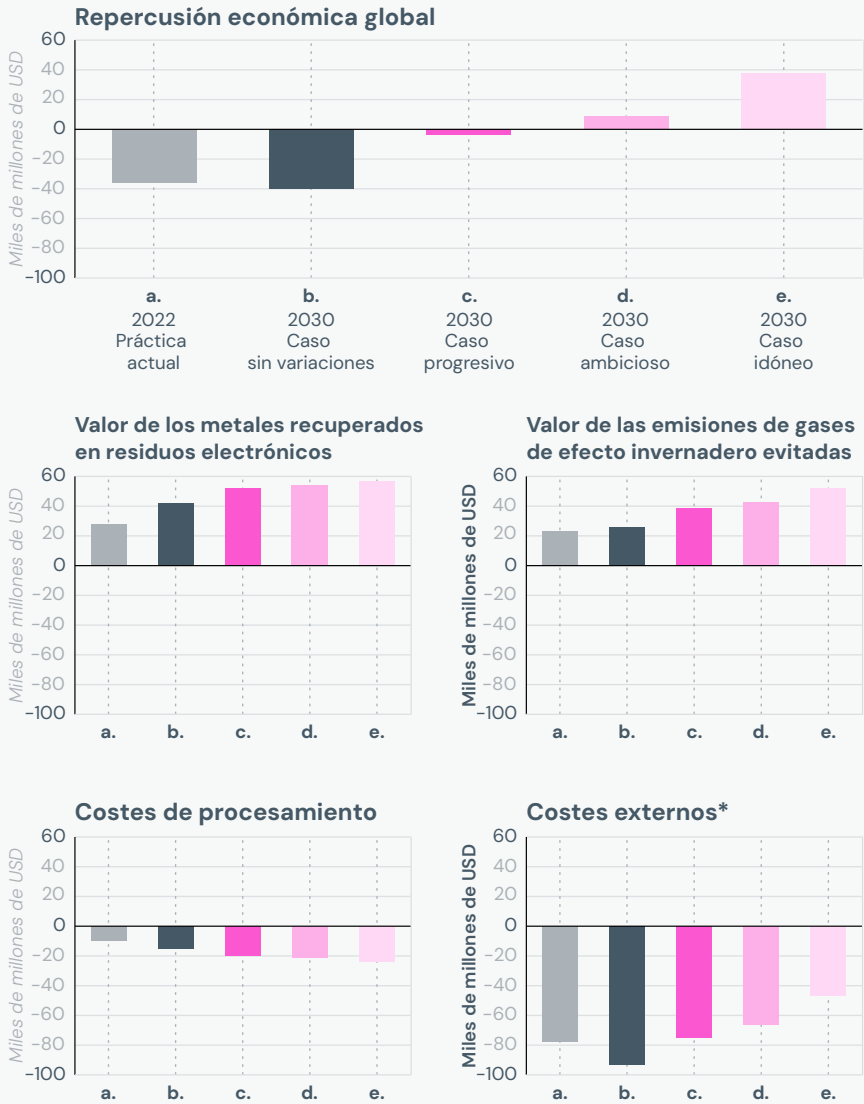
Figura 23. Índices futuros posibles de recogida y reciclaje de residuos electrónicos oficiales para varios casos hipotéticos



Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

^{ix} Los índices de recogida documentados señalados en las tres ediciones anteriores del Observatorio internacional sobre residuos electrónicos proporcionaron datos diferentes, puesto que el hecho de que determinados países pudieran disponer de nuevos datos estadísticos sobre residuos electrónicos permitió mejorar las estadísticas a escala mundial. Habida cuenta de ello, los datos del Observatorio de 2020 y los de la presente edición no pueden compararse de forma directa. En esta edición se proporcionan las series temporales que pueden ser objeto de comparación.

Figura 24. Repercusión posible de cada caso hipotético



*a raíz del plomo, emisiones de mercurio, fugas de plástico y la contribución al calentamiento mundial.

Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

Para alcanzar las metas de los ODS en materia de residuos electrónicos, es preciso invertir la tendencia actual. Cabe considerar a tal efecto cuatro casos hipotéticos, a saber, un caso hipotético sin variación con respecto a la situación actual, y tres casos hipotéticos diferentes con previsión de objetivos (véanse las Figuras 23 y 24). Los cuatro casos hipotéticos se orientan al futuro (hasta 2030) sobre la base de la situación actual, con muy pocas diferencias con respecto a niveles de consumo pasados o presentes. El modelo utilizado realiza proyecciones basadas en la situación actual y la variación de las tendencias existentes, según las cuales la cantidad de AEE comercializados se ajusta a la evolución del PIB y a las tendencias demográficas. Tiene en cuenta las tendencias de miniaturización y desmaterialización debidas a las tecnologías obsoletas hasta 2030. El modelo parte de la base de que la transición a una economía circular a escala mundial no conllevará ninguna prevención adicional de residuos, ni cambios trascendentales en las pautas de consumo. Ello obedece a que 2030 está relativamente cerca y a que la mayor parte de los productos que pasarán a ser residuos en 2030 ya se utilizan en la actualidad y aún no están diseñados de forma idónea, a tenor de estrategias circulares basadas en la reparación, nueva producción o reutilización, entre otras. Por otro lado, no hay suficientes frigoríficos, ordenadores portátiles y otros artículos en el mercado para suministrar a todos los hogares al menos uno de esos aparatos. En consecuencia, aunque se produzca una transición a una economía circular, la demanda de nuevos productos comercializables seguirá existiendo, lo que limitará la prevención de residuos a escala mundial hasta 2030. Se prevé que se sigan generando residuos electrónicos en todos los



países hasta 2030, con arreglo a una cantidad total de 82.000 millones de kg.

Las principales diferencias de los casos hipotéticos radican en el grado de planificación de la infraestructura, la legislación y la tecnología de gestión de residuos electrónicos. Los objetivos de cada caso pueden alcanzarse, habida cuenta de que la tecnología de gestión de residuos electrónicos existe actualmente y requiere inversiones de capital específicas para el desarrollo de infraestructuras y medidas legislativas.

Cabe prever que la cantidad de residuos electrónicos recogidos y gestionados de forma ecológica y oficialmente documentados aumente al mismo ritmo que el registrado en el período 2010–2022, hasta alcanzar los 16.000 millones de kg para 2030. Ello conlleva una mayor reducción del índice mundial de recogida de residuos electrónicos, hasta el 20 por ciento de los generados, habida cuenta de que el índice mucho más elevado de generación de residuos electrónicos será superior al de la mejora de la gestión de dichos residuos. En consecuencia:

- Se prevé que una proporción cada vez mayor de residuos electrónicos (24.000 millones de kg) no se gestione mediante sistemas oficiales, sino en el sector informal en países de ingresos bajos o medios. Se prevé que esa transformación obedezca al rápido aumento del índice oficial de recogida y reciclado no documentados de residuos electrónicos en países sin sistemas de gestión de residuos electrónicos reglamentados. El impacto medioambiental será de 46.000 kg de mercurio liberados y 149.000 millones de kg de emisiones equivalentes de CO₂ que contribuirán al calentamiento mundial.
- Cabe esperar que los residuos electrónicos no recogidos y reciclados mediante sistemas oficiales en países de ingresos medios-altos o altos aumenten hasta los 22.000 millones de kg.
- En consecuencia, se prevé que unos 25.000 millones de kg de recursos metálicos puedan recuperarse de forma viable por diversos medios, en particular mediante recogida y reciclado oficiales (de forma ecológica), la mezcla con residuos metálicos o de otro tipo y la participación del

sector informal. La cantidad de metales perdidos (recuperación no viable) se estima en 17.000 millones de kg.

- Con respecto a la evaluación económica global para este caso hipotético, se prevé que el coste de gestión de los residuos electrónicos **aumente hasta 40.000 millones de USD para 2030.**

Beneficios

- Recuperación viable de metales: 42.000 millones de USD.
- Valor de las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas: 26.000 millones de USD.

Costes

- Los costes primarios corresponderían a 93.000 millones de USD en costes externos para la población y el medio ambiente, ocasionados por las emisiones de plomo y mercurio, las fugas de plástico y las contribuciones al calentamiento mundial como consecuencia de actividades no conformes, en particular en los casos en que las sustancias peligrosas no se gestionen adecuadamente (por ejemplo en el sector informal, o mediante la mezcla de residuos electrónicos con residuos metálicos, o de otro tipo).
- Los costes adicionales asociados al tratamiento de residuos electrónicos se elevarían a 15.000 millones de USD, principalmente los costes de reciclaje de residuos electrónicos conforme a la legislación en vigor. Los costes asociados al sector informal, y a la gestión conjunta con residuos metálicos u otro tipo, serían relativamente menores, ya que el coste de la gestión de esos procesos es notablemente inferior.

Caso hipotético 1: Situación sin variaciones para 2030

ESTADÍSTICAS DESTACADAS SOBRE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

16 mil millones de kg | **20%**
de residuos electrónicos recogidos y gestionados formalmente para 2030.

METALES

25 mil millones de kg
de recursos metálicos recuperados de forma viable.

17 mil millones de kg
de recursos metálicos perdidos.

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

46 mil kg
de emisiones de mercurio liberadas.

149 mil millones de kg
de emisiones de CO₂ equivalentes como contribución al calentamiento mundial.

11 mil kg
de emisiones de mercurio evitadas.

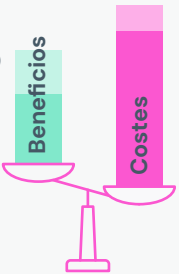
105 mil millones de kg
de emisiones de CO₂ equivalentes evitadas.

IMPACTO ECONÓMICO GLOBAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

Beneficios

26 mil millones de USD
valor de las emisiones de efecto invernadero evitadas.

42 mil millones de USD
valor de la recuperación viable de metales.



Costes

15 mil millones de USD
valor de los costes de reciclaje conforme.

93 mil millones de USD
valor de los costes externos para la población y el medio ambiente.

-40 mil millones de USD
repercusión económica monetaria anual prevista de la gestión de residuos electrónicos a escala mundial.

Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

Caso hipotético 2: Progresivo en 2030

ESTADÍSTICAS DESTACADAS SOBRE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

31 mil millones de kg | 38%
 de residuos electrónicos recogidos y gestionados formalmente para 2030.

METALES

28 mil millones de kg
 de recursos metálicos recuperados de forma viable.

14 mil millones de kg
 de recursos metálicos perdidos.

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

36 mil kg de emisiones de mercurio liberadas.
21 mil kg de emisiones de mercurio evitadas.
116 mil millones de kg de emisiones de CO₂ equivalentes liberadas.
155 mil millones de kg de emisiones de CO₂ equivalentes evitadas.

IMPACTO ECONÓMICO GLOBAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS



Beneficios
39 mil millones de USD
 valor de las emisiones de efecto invernadero evitadas.
52 mil millones de USD
 valor de la recuperación viable de metales.

Costes
20 mil millones de USD
 valor de los costes de reciclaje conforme.
75 mil millones de USD
 valor de los costes externos para la población y el medio ambiente.

Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

implantación de sistemas de retorno más accesibles para una gama más amplia de productos. Ello conlleva que la mayoría de los países de la UE o con ingresos elevados (salvo aquellos en los que los índices de recogida sean inferiores al 40 por ciento) alcanzarían el objetivo de recogida de la UE del 85 por ciento. Por otro lado, aumentaría la eficiencia de los recursos en la gestión de residuos electrónicos de forma ecológica, con objeto de reducir las pérdidas asociadas a circuitos impresos mediante actividades de desmontaje específicas, y la implantación y optimización de tecnologías de gestión de residuos basadas en la inteligencia artificial, la automatización y la robótica avanzada, que desempeñan un papel cada vez más importante en los procesos de tratamiento de residuos. En consecuencia:

- El índice mundial de recogida y reciclado de residuos electrónicos aumentaría hasta el 38 por ciento.
- La mayoría de los cambios se producirán en los países de ingresos medios-elevados o elevados que optimicen sus índices de recogida y desmontaje de circuitos impresos.
- A raíz de ello, en los países de ingresos medios o elevados, la cantidad de residuos electrónicos no recogidos o reciclados por conducto de sistemas oficiales se reduciría hasta 14.000 millones de kg, y la cantidad desechada con otros residuos sería de 13.000 millones de kg. Sin embargo, se seguirían perdiendo recursos y ello repercutiría en el medio ambiente.
- La cantidad de residuos electrónicos no recogidos y reciclados mediante sistemas oficiales en países de ingresos bajos o medios-bajos se mantendría en 24.000 millones de kg. Ello se gestionaría principalmente a través del sector informal y seguiría dándose un amplio efecto adverso en los planos medioambiental y social.
- No obstante, se produciría cierta mejora en términos de impacto ambiental al evitarse la liberación de 21.000 kg de mercurio, la emisión

de 116.000 millones de kg equivalentes de CO₂ y la generación de 1,4 billones de kg de residuos provocados por la extracción de mineral.

- En consecuencia, alrededor de 28.000 millones de kg de recursos metálicos volverían a incorporarse a la economía como recursos secundarios (recuperación viable) por diversos medios, en particular la recogida y el reciclado formales (de forma ecológica), la mezcla con residuos metálicos o de otro tipo, y la participación del sector informal.
- La cantidad de metales perdidos (recuperación inviable) se reduciría hasta unos 43.000 millones de kg.
- Con respecto a la evaluación económica global para este caso hipotético, el coste de gestión de los residuos electrónicos estaría cercana al cero neto (- 4.000 millones de USD).

Beneficios

- Recuperación viable de metales como recursos secundarios: 52.000 millones de USD.
- Valor de las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas: 39.000 millones de USD.

Costes

- Los costes primarios corresponderían a 75.000 millones de USD, en concepto de costes externos para la población y el medio ambiente, ocasionados por las emisiones de plomo y mercurio, las fugas de plástico y las contribuciones al calentamiento mundial por la liberación de productos refrigerantes.
- Los costes asociados al procesamiento de los residuos electrónicos aumentarían hasta los 20.000 millones de USD, y abarcarían principalmente los costes de reciclaje de residuos electrónicos conformes. Los costes asociados al sector informal y a la gestión con residuos metálicos o de otro tipo serían relativamente menores, puesto que el coste de esa gestión sería mucho más bajo.

Para el caso hipotético 3, la acción a escala mundial incidiría en la implantación de sistemas eficaces de recogida voluntaria y en la adopción de medidas gubernamentales para facilitar la clasificación en origen de residuos electrónicos en sistemas habituales de gestión de residuos. Se redoblarían esfuerzos para formalizar el sector informal y establecer sistemas oficiales de recogida parcial de AEE usados importados en países de ingresos bajos o medios. Al igual que en el caso hipotético progresivo, se fomentaría el desmontaje y procesamiento finales de residuos de circuitos impresos, con objeto de aumentar el valor económico de los mismos.

En este caso hipotético, más ambicioso, todos los países que carecen de sistemas formales de gestión de residuos electrónicos participarían activamente en la recogida y gestión de una mayor cantidad de residuos electrónicos, sobre la base de acciones voluntarias. Propiciarían una mayor colaboración con el sector informal y formalizarían sus condiciones de trabajo, con medidas de seguridad y formación adecuadas a fin de facilitar un tratamiento más eficiente y ecológico. Garantizarían la aceptación de los materiales recogidos en el sector informal mediante procesos ecológicos formalizados de tratamiento final en países de ingresos bajos o medios. Por otro lado, los países de ingresos elevados sin legislación específica sobre residuos electrónicos iniciarían la separación de los mismos en origen, y establecerían sistemas de recogida eficaces.

Los gobiernos de países con sistemas de reciclaje priorizarían el aumento de los índices de recogida mediante intervenciones específicas, en particular la implantación de sistemas de retorno simplificados y la fijación

de índices de recogida adecuados y ambiciosos. También se incidiría en la recogida de AEE usados importados en países de ingresos bajos o medios tras transformarse en residuos. En consecuencia:

- El índice mundial de recogida de residuos electrónicos aumentaría hasta el 44 por ciento, con 37.000 millones de kg de residuos electrónicos gestionados de forma ecológica.
- Posteriormente, 12.000 millones de kg de dichos residuos se extraerían de otros tipos de residuos y se gestionarían menos residuos electrónicos en sistemas informales de gestión de los mismos en países de ingresos medios-elevados o elevados.
- Se redoblarían esfuerzos en los países de ingresos bajos o medios, que lograrían una leve disminución de la cantidad de residuos electrónicos gestionados por el sector informal, hasta alcanzar 21.000 millones de kg.
- La repercusión en el medio ambiente sería más favorable, y alrededor de 29.000 millones de kg de recursos de metal podrían recuperarse de forma viable por diversos medios, en particular la recogida y el reciclado formales (de forma ecológica), la mezcla con desechos metálicos o de otro tipo y la participación del sector informal. La cantidad de pérdidas de metal (de forma no viable) se reduciría hasta unos 13.000 millones de kg.
- Con respecto a la evaluación económica mundial para este caso hipotético, se prevé que la gestión de los residuos electrónicos sea favorable en términos netos.

Beneficios

- Recuperación viable de metales: 54.000 millones de USD.
- Valor de las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas: 43.000 millones de USD.

Costes

- Los costes primarios corresponderían a 66.000 millones de USD en costes externos para la población y el medio ambiente, a raíz de las emisiones de plomo y mercurio, fugas de plástico y contribuciones al calentamiento mundial relativas a actividades no conformes, en particular en los casos en que las sustancias peligrosas no se gestionen adecuadamente (por ejemplo en el sector informal o al mezclarse residuos

electrónicos con desechos metálicos o de otro tipo).

- Los costes asociados al procesamiento de residuos electrónicos aumentarían hasta los 21.000 millones de USD, y comprenderían principalmente los costes de reciclaje de residuos electrónicos conformes. Los costes asociados al sector informal y a la gestión con residuos metálicos o de otro tipo serían relativamente menores, puesto que el coste de esa gestión sería notablemente más bajo.

Caso hipotético 3: evolución ambiciosa para 2030

ESTADÍSTICAS DESTACADAS
SOBRE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

37 mil millones de kg | 44%
de residuos electrónicos recogidos y gestionados formalmente para 2030.

METALES

29 mil millones de kg
de recursos metálicos recuperados de forma viable.

13 mil millones de kg
de recursos metálicos perdidos.

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

32 mil kg
de emisiones de mercurio liberadas.

25 mil kg
de emisiones de mercurio evitadas.

103 mil millones de kg
de emisiones de CO₂ equivalentes liberadas.

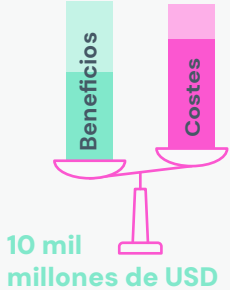
171 mil millones de kg
de emisiones de CO₂ equivalentes evitadas.

IMPACTO ECONÓMICO GLOBAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

Beneficios

43 mil millones de USD
valor de las emisiones de efecto invernadero evitadas.

54 mil millones de USD
valor de la recuperación viable de metales.



10 mil millones de USD

repercusión económica monetaria anual prevista de la gestión de los residuos electrónicos a escala mundial.

Costes

21 mil millones de USD
valor de los costes de reciclaje conforme.

66 mil millones de USD
valor de los costes externos para la población y el medio ambiente.

Para el caso hipotético 4, los países de ingresos elevados o medios-elevados que cuenten con la legislación pertinente alcanzarían un índice de recogida oficial del 85 por ciento. En los demás países con legislación, el índice de recogida y gestión oficiales de residuos electrónicos se situaría en el 40 por ciento, al igual que en los países sin legislación. Por otro lado, los esfuerzos de colaboración entre los países de ingresos bajos y los de ingresos elevados facilitarían el tratamiento de un mayor número de AEE usados importados. Al igual que para el caso hipotético progresivo, se optimizaría el desmontaje y el procesamiento final de los residuos de circuitos impresos, a fin de obtener más valor.

Se fomentaría la cooperación entre los sectores formal e informal, centrada en mejorar sustancialmente y formalizar el trabajo en el segundo. Ello incluiría priorizar la clasificación de residuos electrónicos en origen en los países sin legislación específica al respecto y establecer sistemas de recogida eficaces. Posteriormente, los residuos electrónicos clasificados y recogidos se transferirían a proveedores de reciclaje de residuos electrónicos de forma ecológica. Los gobiernos que cuenten con sistemas de reciclaje priorizarían el aumento de los índices de recogida mediante intervenciones específicas y la fijación de índices de recogida adecuados. Para este caso hipo-

tético, todos los AEE usados importados se recogerían al final de su vida útil en los países de ingresos bajos o medios. Las grandes inversiones para fomentar la capacidad de gestión de residuos electrónicos impulsarían la demanda de materiales reciclados, lo que a su vez elevaría los precios tanto para los proveedores de servicios de reciclaje informales como para los gestores oficiales de residuos.

En consecuencia, el índice mundial de recogida de residuos electrónicos seguiría aumentando hasta el 60 por ciento, y se gestionarían 54.000 millones de kg de residuos electrónicos de forma ecológica. En ese caso hipotético, la mayor parte de los beneficios se obtendrían en países de ingresos bajos o medios, como se indica a continuación:

- La cantidad de residuos electrónicos no gestionados en el sector formal en los países de ingresos bajos-medios o bajos (sector informal) se reduciría a 13.000 millones de kg.
- En los países de ingresos elevados o medios-elevados, la cantidad de residuos electrónicos desechados con otros residuos, o procesados en sistemas conformes, se vería levemente reducida, hasta 10.000 millones de kg.
- En consecuencia, se calcula que en todo el mundo se recuperarían de forma viable 30.000 millones de kg de recursos metálicos. Las pérdidas de metal (recuperación inviable) se reducirían a unos 12.000 millones de kg.
- Los principales beneficios para la sociedad serían la mejora de la situación en términos de emisiones al medio ambiente, al evitarse 34.000 kg de emisiones de mercurio y 209.000 millones de kg de emisiones equivalentes de CO₂. Ello obedecería esencialmente a la mejora sustancial de las condiciones de trabajo en el sector informal.
- Con respecto a la evaluación económica

mundial para este caso hipotético, cabe prever que la gestión de residuos electrónicos sea favorable en términos netos a escala mundial, por un valor de 38.000 millones de USD, principalmente a raíz del valor económico de las emisiones de gases de efecto invernadero mitigadas. No obstante, en los países de ingresos bajos o medios, el resultado podría seguir siendo negativo. En la práctica, los ingresos obtenidos no permitirían sufragar los costes externos.

Beneficios

- Recuperación viable de metales: 57.000 millones de USD.
- Valor de las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas: 52.000 millones de USD.

Costes

- Los costes primarios corresponderían a 47.000 millones de USD en concepto de costes externos para la población y el medio ambiente, a raíz de las emisiones de plomo y mercurio, fugas de plástico y contribución al calentamiento mundial relativas a actividades no conformes, en particular en los casos en que las sustancias peligrosas no se gestionen adecuadamente (por ejemplo, en el sector informal, o mediante la mezcla de residuos electrónicos con residuos metálicos o de otro tipo).
- Los costes asociados al procesamiento de residuos electrónicos aumentarían hasta los 24.000 millones de USD, y comprenderían principalmente los costes de reciclaje de residuos electrónicos conformes. Los costes asociados al sector informal y a la gestión del procesamiento con residuos metálicos o de otro tipo serían relativamente menores, puesto que el coste de su gestión sería notablemente más bajo.

Caso hipotético 4: Idóneo en 2030

ESTADÍSTICAS DESTACADAS
SOBRE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

54 mil millones de kg | **60%**
de residuos electrónicos recogidos y gestionados formalmente para 2030.

METALES

30 mil millones de kg
de recursos metálicos recuperados de forma viable.

12 mil millones de kg
de recursos metálicos perdidos.

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

23 mil kg
de emisiones de mercurio liberadas.

34 mil kg
de emisiones de mercurio evitadas.

73 mil millones de kg
de emisiones de CO₂ equivalentes liberadas.

209 mil millones de kg
de emisiones de CO₂ equivalentes evitadas.

IMPACTO ECONÓMICO GLOBAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

Beneficios

52 mil millones de USD
valor de las emisiones de efecto invernadero evitadas.

57 mil millones de USD
valor de la recuperación viable de metales.



Costes

24 mil millones de USD
valor de los costes de reciclaje conforme.

47 mil millones de USD
valor de los costes externos para la población y el medio ambiente.

Situación relativa a los residuos electrónicos en África en 2022

PRINCIPALES ESTADÍSTICAS SOBRE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

- 5.500 millones de kg AEE comercializados
- 3.500 millones de kg | 2,5 kg por hab. Residuos electrónicos generados
- 25 millones de kg | 0,7% Índice de residuos electrónicos recogidos y reciclados oficialmente documentados

LEGISLACIÓN

- 11 países con normativa, legislación o reglamentación nacional sobre residuos electrónicos
- 9 países aplican el principio EPR
- 2 países con objetivos sobre recogida de residuos
- 1 país con objetivos de reciclado

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

- 12.400 millones de kg equivalentes a emisiones de CO₂ Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)
- 6 mil kg Emisiones de mercurio
- 3 millones de kg Plásticos con productos retardadores de ignición bromados, no gestionados

INFORMACIÓN GENERAL

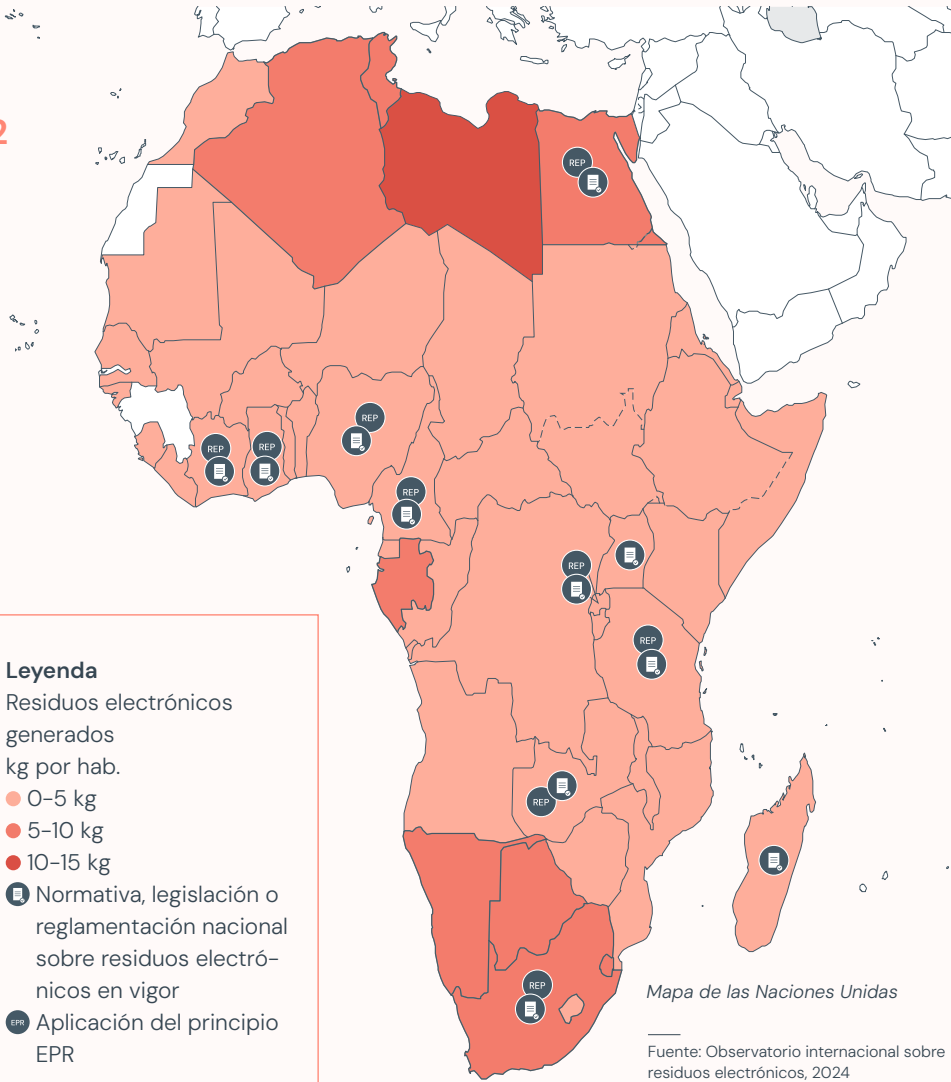
- 1.408 millones de habitantes
- 54 países analizados

FLUJO TRANSFRONTERIZO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS (2019)

- 546 millones de kg de productos importados
- Controlados, 19 No controlados, 527
- 132 millones de kg de productos exportados
- Controlados, 19 No controlados, 113

PAÍSES CON MAYOR GENERACIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS POR SUBREGIÓN

África oriental 470 millones	
430 2,4 0,5% Res. electrónicos (millones de kg)	
1. Kenya	88
2. Etiopía	88
3. Tanzania, República Unida de	61
África central 190 millones	
310 0,1 0% Res. electrónicos (millones de kg)	
1. Angola	150
2. Congo, Rep. Democrática del	56
3. Camerún	33
África septentrional 260 millones	
1.500 0 0% RAEE (millones de kg)	
1. Egipto	690
2. Argelia	330
3. Marruecos	180
África meridional 68 millones	
580 23 4% Res. electrónicos (millones de kg)	
1. Sudáfrica	530
2. Botswana	23
3. Namibia	17
África occidental 420 millones	
750 0 0% Res. electrónicos (millones de kg)	
1. Nigeria	500
2. Ghana	72
3. Côte d'Ivoire	42



PAÍSES EN LA REGIÓN CON MAYOR GENERACIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

Cantidad total, en millones de kg	kg por hab.
1. Egipto	690
2. Sudáfrica	530
3. Nigeria	500
4. Argelia	330
5. Marruecos	180
1. Libia	14
2. Seychelles	14
3. Mauricio	12
4. Guinea Ecuatorial	11
5. Sudáfrica	9

África

ÁFRICA SEPTENTRIONAL

En África septentrional, únicamente Egipto cuenta con legislación sobre gestión de residuos electrónicos. En virtud de la Ley núm. 202 de 2020, se estableció un nuevo organismo regulador para el sector de gestión de residuos, y en el marco del Decreto 165/2002 se prohíbe la importación de sustancias y residuos peligrosos, y se enumeran los residuos electrónicos obtenidos a partir de AEE.⁴¹ Túnez también adopta medidas para reglamentar los residuos electrónicos, mediante la elaboración de un decreto para implantar un sistema en el que se establezca el pago de tasas por importar AEE contaminantes.⁴²

En los países de África septentrional existe una tradicional falta de concienciación sobre la importancia que reviste la recogida y el reciclaje de residuos electrónicos, aunque algunos operadores de redes móviles e instalaciones de procesamiento de residuos electrónicos han puesto en marcha diversas iniciativas para aumentar la concienciación al respecto. En Túnez, la instalación de procesamiento de residuos electrónicos *Collectun D3E Recyclage*, colabora con GlZ (Agencia alemana de cooperación internacional para el desarrollo) en una campaña de promoción que instó a más de 30 empresas a proporcionar residuos electrónicos para su posterior reciclaje. En Egipto, varios operadores han designado varias sucursales como centros de recogida de residuos electrónicos y el Ministerio de Medio Ambiente fomenta la puesta en marcha de instalaciones de procesamiento de residuos electrónicos con arreglo a rigurosas normas medioambientales y



Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

tecnológicas.⁴³ En algunos países de África septentrional (en particular Egipto), existen mercados libres de residuos electrónicos previamente recogidos que suministran materiales a proveedores de servicios de reciclaje.

Recientemente se inauguró en Soukra (Túnez) un centro de recogida y clasificación de residuos electrónicos. Por otro lado, la Agencia de Cooperación Internacional de Corea, que fomenta proyectos para mejorar la gestión de los residuos electrónicos en países de ingresos bajos, contribuye a poner en marcha una instalación de procesamiento de residuos electrónicos en Túnez para gestionar parte de los residuos elec-

trónicos que actualmente no se reciclan, en particular refrigeradores, materiales de espuma de poliuretano, freón y diversos CFC/HFC, así como pantallas que contienen tubos de rayos catódicos.⁴⁴ Habida cuenta de la falta de instalaciones de procesamiento de residuos electrónicos en muchos países de África septentrional, la adopción de un enfoque mejor coordinado a escala subregional podría facilitar el flujo transfronterizo de materiales hacia lugares en los que se pueda garantizar una gestión racional de los residuos electrónicos en el plano ambiental.

ÁFRICA OCCIDENTAL

En la subregión de África occidental, Ghana, Nigeria y Côte d'Ivoire cuentan con legislación específica sobre gestión de residuos electrónicos. Tanto en el Reglamento Nacional de Medio Ambiente (Sector Eléctrico y Electrónico) (2022) de Nigeria como en la Ley de Control de Residuos Peligrosos y Electrónicos (917) (2016) de Ghana se destaca el principio EPR, si bien existe poca información sobre el funcionamiento y la eficacia de los sistemas EPR, de ahí que se desconozca en qué medida se aplica actualmente ese principio.

En Ghana, todos los productores de AEE abonan una "tasa ecológica" a la Autoridad Tributaria de dicho país, en función de su cuota de mercado; esa tasa es establecida por la Agencia de Protección del Medio Ambiente, que también es la encargada de establecer una instalación oficial de reciclaje de residuos electrónicos. De conformidad con la Ley de Control de Residuos Electrónicos, diez empresas formales de gestión de residuos electrónicos constituyeron en 2020 la Asociación de la Mesa Redonda sobre Residuos Electrónicos. El Banco de Desarrollo de Alemania financia la puesta en marcha de un centro para comprar residuos electrónicos a recolectores informales o particulares, así como el establecimiento de un sistema nacional sostenible para el reciclaje de residuos electrónicos.

En Nigeria, el sistema EPR se coordina en el marco del sector privado, y lo gestiona la Organización sobre Responsabilidad de los Productores de Residuos Electrónicos de Nigeria (EPRON), con reglamentación gubernamental. EPRON mantiene un registro para determinar la cuota de mercado de los productores de AEE y, recauda en consecuencia una tasa EPR que destina a labores de recogida y reciclaje, aumento de la concienciación, investigación, normalización y realización de sus propias funciones administrativas. En enero de 2023, Nigeria modificó el

Reglamento Nacional sobre Medio Ambiente (Sector Eléctrico y Electrónico) (con respecto a su versión inicial de 2011), con el fin de fortalecer el sistema EPR.

En otros países de África occidental se registran avances al respecto. En Senegal, en 2022 se anunciaron diversos planes para establecer un marco normativo para la gestión de residuos electrónicos, si bien su implantación registra retrasos.⁴⁵ Hasta que entre en vigor la legislación pertinente, siguen desarrollándose actividades de aumento de concienciación y de recogida y procesamiento previo de residuos, con el apoyo de la Autoridad de Reglamentación de las Telecomunicaciones y del Servicio Postal (*Autorité de Régulation des Télécommunications et des Postes*). Otros países de África occidental, en particular Níger y Gambia, han elaborado y aprobado estrategias a escala nacional sobre gestión de residuos electrónicos. Ni Níger ni Gambia disponen actualmente de un sistema oficial de gestión de residuos electrónicos, ni de un marco normativo o una red de recogida adecuados para dichos residuos. Pese a que la generación de residuos electrónicos en países como Níger no alcance el nivel registrado en Nigeria y en Ghana, cabe esperar que éste aumente en Níger a corto plazo como consecuencia del proceso de digitalización.⁴⁶

En el marco de otras iniciativas en África occidental, se fomenta la recogida formal de residuos electrónicos mediante programas de formación de trabajadores del sector informal y la organización de donaciones de equipos de protección personal, entre otros métodos. Por otro lado, la reparación de teléfonos móviles brinda desde hace varios años una boyante oportunidad comercial a minoristas técnicos de África occidental, y varios países de la región han puesto en marcha centros de formación en los que los jóvenes pueden adquirir las competencias necesarias para ello. Por ejemplo, en Côte d'Ivoire, un proyecto lanzado en 2020 en Abiyán denominado *Create Lab*, ha impartido formación al públi-

co cómo la manera de reparar, reutilizar y reciclar AEE y residuos electrónicos en sus comunidades.⁴⁷ Con objeto de mejorar los sistemas de iluminación doméstica, en particular en las zonas sin conexión a la red, se calcula que en el segundo semestre de 2018 se vendieron 2,23 millones de productos de energía solar en África oriental, occidental y central.⁴⁸ Los técnicos utilizan, en centros de reparación, baterías sin conexión a la red desechadas por empresas, en particular bancos, a fin de proporcionar energía solar a los hogares, al tiempo que se aumenta la capacidad de recogida y reparación de otros tipos de productos solares sin conexión a la red.⁴⁹ Dichos productos pueden reutilizarse en gran medida, de ahí que los residuos de productos solares sin conexión a la red constituyan únicamente una parte de los residuos electrónicos generados en África.⁵⁰

A lo largo de muchos años, ha existido una gran demanda de AEE usados importados en África occidental. No obstante, en algunos países (por ejemplo, Nigeria), la aplicación cada vez más estricta de las prohibiciones sobre importación de determinados productos de segunda mano, en particular pantallas que contienen tubos de rayos catódicos y AEE no homologados, ha provocado recientemente una reducción de las importaciones de AEE usados. La Agencia de Protección del Medio Ambiente del Estado de Lagos también ha señalado una reducción de la cantidad de residuos electrónicos que se depositan en centros de vertidos.

La mejor aplicación de la ley y la colaboración regional han permitido lograr avances en materia de control del transporte ilícito de residuos electrónicos en África occidental. Sin embargo, en enero de 2023, se detuvo a un grupo de delincuencia organizada por contrabando de más de 5 millones de kg (331 contenedores) de residuos electrónicos enviados de las Islas Canarias a Ghana, Mauritania, Nigeria y Senegal. Por otro lado, en 2020, las autoridades españolas interceptaron una red que envió 2.500 millones de

kg de material a varios países de África, incluidos 750.000 kg de residuos electrónicos falsamente homologados.⁵¹ Pese a la supervisión de la importación de residuos electrónicos a África, es muy difícil controlarla plenamente. Tres de los puertos más activos de África, a saber, Durban (Sudáfrica), Bizerte (Túnez) y Lagos (Nigeria), son asimismo los principales puertos de entrada de AEE usados, lo que pone de manifiesto que el envío de residuos electrónicos sigue sin regirse por los Convenios de Basilea y Bamako.

Según un estudio realizado en Irlanda con arreglo a la metodología relativa a "personas en los puertos" en el marco de la Iniciativa StEP, los vehículos de tráfico rodado, y no los contenedores, son los principales medios de transporte de AEE de Irlanda a África occidental. Dicho estudio, que incluyó inspecciones de vehículos y documentos destinados a facilitar el cumplimiento de la ley en el puerto de Ringaskiddy (Irlanda), extrapolar los datos de la muestra para obtener valores anuales sobre envíos, y llegó a la conclusión de que se exportaban anualmente desde Irlanda más de diecisiete mil kilogramos de AEE usados, y que aproximadamente 1 de cada 5 vehículos exportados contenía AEE usados.⁵² A raíz de este tipo de resultados, los países de África occidental adoptaron medidas para mejorar el control de las importaciones de AEE usados y residuos electrónicos mediante la aplicación estricta de las directrices en vigor y la realización de inspecciones exhaustivas de productos importados.



Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

ÁFRICA CENTRAL

Camerún fue uno de los primeros países de África que elaboró una legislación sobre residuos electrónicos. Sin embargo, muchos de sus países vecinos en África central carecen de ese tipo de legislación. Algunos países han incorporado la promoción de los principios de circularidad a sus normativas de alto nivel sobre desarrollo sostenible o economía verde, si bien aún no han introducido ningún marco jurídico específico en relación con la gestión de los residuos electrónicos. En 2019, *Solidarité Technologique* constituyó el Centro Ewankan para reciclar residuos electrónicos en Camerún; dicho centro tiene por objeto procesar cinco millones de kg de residuos electrónicos anualmente.⁵³ Lamentablemente, en Camerún, al igual que en otros países de África central, existen pocos operadores de residuos electrónicos con licencia, lo que plantea dificultades de colaboración a los efectos de recolección y reciclaje de residuos electrónicos. Una iniciativa sobre residuos electrónicos del Benelux Afro Center, en la República Democrática del Congo, introdujo varios programas de formación sobre gestión sostenible de dichos residuos. En 2021, ese centro, constituido como ONG que importa y dona computadores, había reciclado casi 141 mil kg de residuos electrónicos.⁵⁴

Se ha registrado un aumento de los flujos de residuos electrónicos en África entre Sudáfrica, Nigeria y Túnez, de un lado, y la República Democrática del Congo, Zimbabwe y Mozambique, de otro, entre otros países. Con objeto de controlar las importaciones, el Gobierno de Camerún ha implantado un sólido sistema de "servicios unificados" (*guichet unique*) para gestionar la importación y el control de los productos que contienen HFC, y verificar todos los envíos que acceden al país.⁵⁵ No obstante, por lo general la infraestructura de recogida y procesamiento de residuos electróni-

cos es deficiente en África central, y en muchos países la actividad tiene lugar principalmente en el sector informal, que procesa miles de kilogramos de residuos electrónicos anualmente.

ÁFRICA ORIENTAL

Como en otras regiones de África, la generación de residuos electrónicos es cada vez mayor en África oriental, en la que los países enumerados a continuación cuentan con una normativa, legislación o reglamentación al respecto: República Unida de Tanzania, Rwanda y Uganda. En Kenya se ha elaborado un reglamento sobre el particular, si bien aún no se ha aprobado, y las referencias normativas en vigor se basan en la estrategia y las directrices nacionales sobre residuos electrónicos. La República Unida de Tanzania cuenta con una normativa general de gestión medioambiental que abarca determinadas restricciones sobre residuos electrónicos. Rwanda cuenta con una normativa sobre gestión de residuos electrónicos desde 2018. Un segundo reglamento se encuentra actualmente en fase de elaboración, y se prevé que se establezcan disposiciones relativas a la comercialización de AEE en el marco de inscripción de importadores, con miras a incorporar el procedimiento EPR al de concesión de licencias a operadores comerciales. Uganda cuenta con una normativa nacional sobre residuos electrónicos, y en Burundi se prevé que se apruebe en breve una normativa nacional análoga, tras su validación en 2022. Actualmente no existe ningún instrumento político en Sudán del Sur que abarque la gestión de residuos electrónicos.

Un tema de debate cada vez mayor en África oriental es el desarrollo y la integración de infraestructuras y redes de recogida y reciclaje de residuos electrónicos y la incorporación armonizada del principio EPR a las normativas nacionales. Dicho debate ha sido liderado a escala regional por

la Organización para las Comunicaciones del África oriental, a través de la aplicación de su Estrategia Regional de Gestión de Residuos Electrónicos para 2022-2027. En África oriental, la armonización a escala regional puede contribuir a superar las restricciones en materia de recogida, clasificación y reciclado de productos de alto valor. A este respecto, la Unión Africana de Telecomunicaciones ha publicado unas directrices panafricanas para el sector de las TIC destinadas a armonizar las metodologías sobre residuos electrónicos.

En los últimos años, algunos países de África oriental han empezado a poner en marcha servicios de recogida, reciclaje y reparación. Constituida en 2010, la asociación sin ánimo de lucro *Great Lakes Initiative for Communities Empowerment* (GLICE), con sede en Burundi, promueve la reducción de la brecha digital y energética al tiempo que protege el medio ambiente. GLICE Burundi promueve los servicios de recogida de residuos electrónicos. En Kenya, el Centro RAEE, creado en 2012, ofrece actividades de formación y servicios de eliminación de residuos electrónicos, y en Rwanda, el centro *Enviroserve Rwanda Green Park* se dedica al desmontaje y reciclaje de dichos residuos. Aunque es un objetivo de la estrategia regional de la EACO, la armonización relativa a la clasificación de AEE es deficiente en los países de África oriental. Por ejemplo, en el Apéndice B de la Normativa sobre Gestión de Residuos Electrónicos (RAEE) de 2012 para Uganda se clasifican los AEE en 7 grupos, al tiempo que en el Anexo A del Reglamento Núm.002 de 26/04/2018 sobre Gobernanza de la Gestión de Residuos Electrónicos en Rwanda se enumeran 13 categorías de AEE, al igual que en el Apartado 5 del proyecto de Reglamento de Gestión y Coordinación Ambiental (gestión de residuos electrónicos) de Kenya de 2013.

La formulación de políticas y normativas en la región se ha visto dificultada en cierta medida



Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

por un cambio de prioridades. En Kenya, en particular, se han producido retrasos en la aplicación del proceso EPR⁵⁶ aunque el actual proyecto de reglamento al respecto se encuentra en una fase avanzada de preparación. Dichas dificultades han obedecido al deseo del Gobierno de establecer un marco general sobre el proceso EPR que abarque un conjunto más amplio de categorías de productos, a diferencia de iniciativas anteriores, centradas en productos específicos. El proyecto de Reglamento sobre Gestión y Coordinación Medioambiental en el marco del proceso EPR de 2021 es el fruto de esos esfuerzos.⁵⁷ El Gobierno de Rwanda revisa actualmente la normativa vigente que regula la gestión de los residuos electrónicos, en particular en el marco del Artículo 24 sobre EPR. El país también ha desplegado amplios esfuerzos para poner en funcionamiento el sistema EPR mediante la unificación del proceso de inscripción digital para todos los operadores comercial del sector de los AEE.

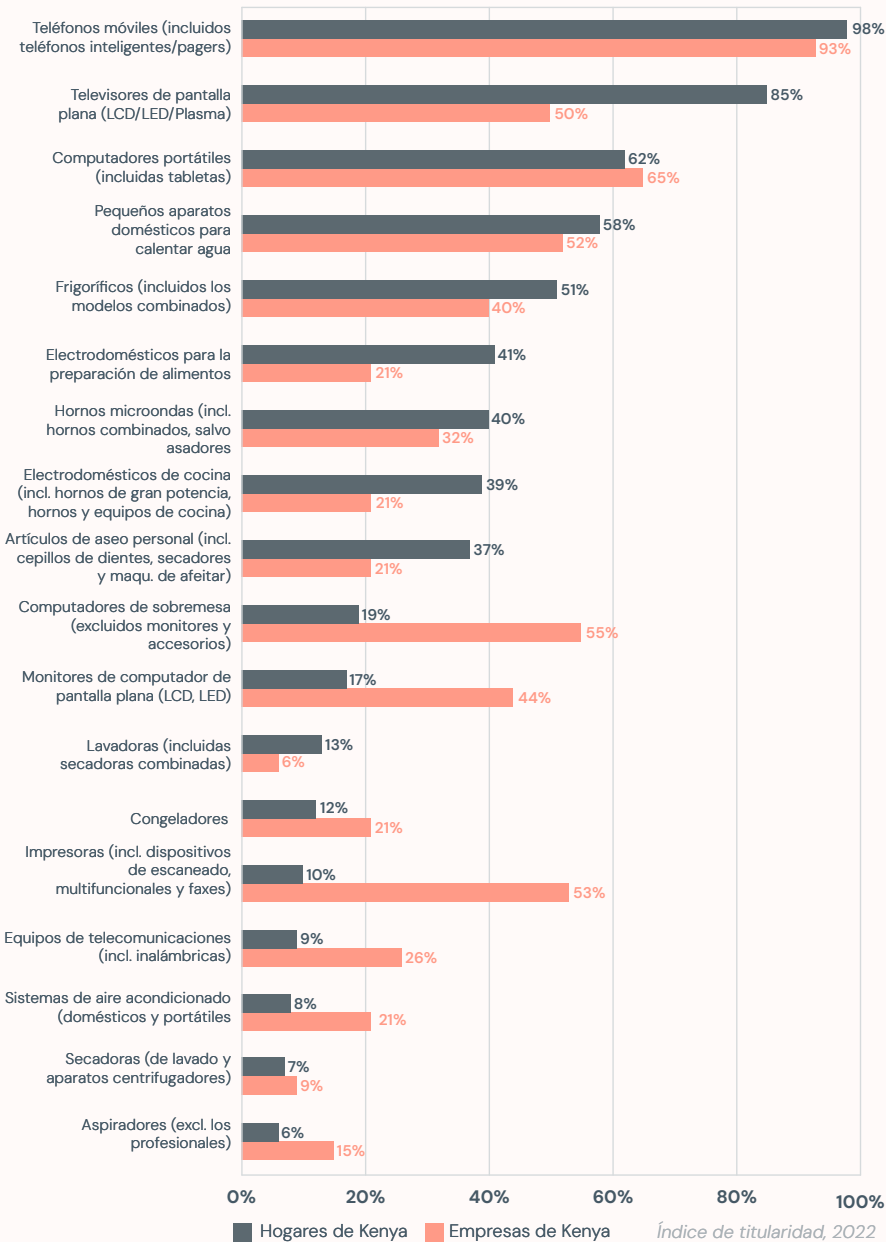
La obtención de datos ha mejorado en algunos países de África oriental gracias al apoyo internacional. En colaboración con la Secretaría de la EACO, la UIT y UNITAR, en el marco de la Alianza Mundial para las Estadísticas de Residuos Electrónicos, se han realizado encuestas de hogares en Burundi y Kenya que han puesto de manifiesto que en ambos países los teléfonos móviles poseen un mayor índice de propiedad: el 96 por ciento de los hogares de Burundi y el 98 por ciento de los de Kenya entrevistados poseen al menos un teléfono móvil (Figura 25).

El objetivo de esas encuestas también fue recabar respuestas sobre las opciones más habituales de eliminación de AEE. En Kenya, los frigoríficos, por ejemplo, suelen llevarse a un centro de recogida de residuos electrónicos o a un lugar de entrega designado a nivel local (20 por ciento de los casos), o son recogidos en hogares por las empresas que vendieron el producto (30 por ciento de los casos). Esta última opción no es habitual para desechar pequeños aparatos domésticos, la mayoría de los cuales se desechan con otros residuos sólidos de forma mixta (31 por ciento) o se venden a talleres de renovación o reparación (33 por ciento). De los resultados de otros estudios realizados en Kenya se desprende que los residuos electrónicos generados anualmente en dicho país corresponden a 11,4 millones de kg de frigoríficos, 2,8 millones de kg de televisores, 2,5 millones de kg de computadores personales, 500 mil kg de impresoras y 150 mil kg de teléfonos móviles.⁵⁸ En Burundi, las empresas que venden previamente sus productos recogen menos aparatos de los hogares y no consta que los recojan las autoridades locales. Por otro lado, un mayor número de hogares manifestó no haber sido informado sobre opciones de eliminación, o señaló que seguía utilizando aún el producto.⁵⁹

Las herramientas para calcular la cantidad de AEE comercializados y los residuos electrónicos generados que proporcionó a los seis países beneficiarios (Uganda, Sudán del Sur, Rwanda, República Unida de Tanzania, Kenya y Burundi) la Alianza Mundial para las Estadísticas de Residuos Electrónicos pusieron de manifiesto un rápido aumento de AEE comercializados en África oriental en los últimos años, hasta alcanzar los 170 millones de kg en 2021. Ello ha provocado el correspondiente aumento en la generación de residuos electrónicos, hasta alcanzar los 128 millones de kg en 2021, lo que plantea dificultades en una región con una infraestructura insuficiente de recogida y reciclaje de residuos electrónicos y sólo una instalación oficial de reciclaje de residuos electrónicos (en Rwanda), con una capacidad aproximada de 7 millones de kg por año.

En África oriental también se han llevado a cabo diversos estudios analíticos a escala nacional mediante herramientas sobre AEE comercializados y residuos electrónicos generados. El primer Informe Nacional sobre Estadísticas de Residuos Electrónicos de la República Unida de Tanzania, publicado en 2019, puso de relieve que la cantidad de AEE comercializados en el territorio continental de Tanzania pasó de 21,7 millones de kg (0,72 kg por habitante) en 1998 a 47,5 millones de kg (0,93 kg por habitante) en 2017; los aparatos grandes representaron la mayor parte de dichos AEE, y los aparatos pequeños han sido cada vez más frecuentes en los últimos años. Los resultados arrojados indican asimismo que la cantidad de residuos electrónicos generados aumentó de unos 2 millones de kg (0,01 kg por habitante) en 1998 a 35,8 millones de kg (0,70 kg por habitante) en 2017.⁶⁰ Los bajos índices de generación, recogida y reciclaje de residuos electrónicos notificados en todo el continente son difíciles de comparar debido a su interpretación dispar.

Figura 25. Proporción de hogares y empresas en Kenya con al menos un tipo de AEE, por tipo de AEE



Fuente: Adaptación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y el Programa SCYCLE Sostenible del Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR SCYCLE). Towards the Harmonization of Data Collection – A Baseline Study for E-waste in Africa. Ginebra/Bonn 2023

ÁFRICA MERIDIONAL

En Sudáfrica, la implantación obligatoria de procesos EPR entró en vigor en 2021, en virtud del Apartado 18 de la Ley Nacional sobre Gestión Medioambiental de Residuos, que abarca los AEE y otros flujos de residuos. Diversas enmiendas a dicha ley permiten a los productores de AEE establecer y aplicar sus propios sistemas EPR. Todos los fabricantes de AEE y otros productos específicos están sujetos a inscripción gubernamental. Las organizaciones que supervisan la responsabilidad del productor también deben inscribirse y están obligadas a integrar a los operadores informales del sector de residuos electrónicos en la cadena de valor de la recogida de residuos posterior a la fase de consumo, al tiempo que los productores de AEE que gestionan sistemas autónomos de recogida deben compensar a los recogedores informales que se inscriben en la Base de Datos de Registro Nacional en concepto de servicios de recogida y beneficios medioambientales.

En Zambia, el Instrumento Estatuario núm. 65 sobre Reglamentación en materia de Responsabilidad Ampliada del Productor (2018) es jurídicamente vinculante con respecto al proceso EPR, si bien se ha aplicado con poca frecuencia. Sin embargo, con el apoyo de organizaciones in-

ternacionales, el gobierno ha comenzado a elaborar una normativa específica sobre gestión de residuos electrónicos y en 2023 inició una normativa específica sobre EPR sobre productos electrónica y materiales de envasado. Zambia también ha avanzado en la implantación de normas sobre gestión de residuos electrónicos, habiéndose adoptado varias normas propuestas.⁶¹

En Malawi, un proyecto de normativa nacional sobre gestión de residuos electrónicos se encuentra en fase de aprobación. Dicha normativa se elaboró mediante un detallado proceso de consultas y validación de las partes interesadas y se aplicará por un periodo de 5 años. Será el primer documento de orientación de Malawi en materia de gestión de residuos electrónicos. Por otro lado, con el apoyo de la Alianza Mundial para las Estadísticas de Residuos Electrónicos, se realizó recientemente un estudio analítico a escala nacional con la Oficina Nacional de Estadística que puso de relieve que la cantidad de AEE en Malawi ha aumentado sustancialmente, al pasar de 1,3 millones de kg en 1995 a 12,5 millones de kg en 2022. Los aparatos de pequeño tamaño y los de intercambio térmico son actualmente las principales categorías comercializadas. Ello ha traído consigo un aumento de la cantidad de residuos electrónicos generados, que pasó de 600.000 kg en 1995 a 12,8 millones de kg en 2021.

Ello ha obedecido principalmente en los últimos 20 años a los pequeños aparatos y a los equipos informáticos y de telecomunicaciones de pequeño tamaño.

Otros países de África meridional elaboran asimismo un primer documento de orientación sobre la gestión de residuos electrónicos. Botswana y Namibia, en particular, han aprobado recientemente sendos proyectos de estrategia y normativa a escala nacional sobre residuos electrónicos, que se encuentran en fase de aprobación. No obstante, pese a los recientes avances normativos, en África meridional sigue siendo habitual que, aun si existe una normativa, legislación o reglamentación en vigor sobre residuos electrónicos, en ocasiones se ha aplica o cumple de forma insuficiente desde hace varios años, principalmente como consecuencia de una falta de financiación, capacidad o recursos gubernamentales. En colaboración con la Alianza Mundial para las Estadísticas de Residuos Electrónicos, se realizaron estudios analíticos a escala nacional en Botswana y Namibia, en colaboración con sus respectivas oficinas nacionales de estadística. En Botswana se constató que en 2020 se comercializaron 21,1 millones de kg de AEE y se generaron 13,5 millones de kg de residuos electrónicos.

Los Estados insulares de África meridional también han logrado avances en cuanto a reglamentación de la gestión de residuos electrónicos. El Gobierno de Mauricio ha elaborado una normativa de protección del medio ambiente destinada a implantar un sistema colectivo EPR para AEE.⁶² De conformidad con el Decreto núm. 2015-930 de Madagascar, relativo a los RAEE, se establece un marco para la clasificación y gestión de residuos electrónicos al fomentar la eliminación de productos de forma ecológica. En 2018, se puso en marcha un centro de reciclaje de residuos electrónicos en Madagascar en colaboración con un proveedor de servicios de reciclaje de Kenya, con objeto de desarrollar prácticas innovadoras para la gestión de residuos

relacionados con la minería urbana y aumentar la concienciación del público sobre la necesidad de gestionar de forma segura los residuos electrónicos. En otros Estados insulares, en particular Seychelles, no existe ningún instrumento jurídicamente vinculante sobre gestión de residuos electrónicos. Sin embargo, en determinada legislación suplementaria se alude a los AEE, incluida la Ley de Protección del Consumidor (2010) de Seychelles, que fija en seis meses la garantía mínima para los AEE. La legislación obliga a los proveedores de AEE a reparar los productos devueltos por una razón válida en un plazo de 60 días, a sustituirlos en un plazo de siete, o a reembolsar su coste al cliente en un plazo de 24 horas. Los elevados costes logísticos para los Estados insulares pueden reducirse al aumentar la vida útil de los AEE (por ejemplo, mediante su reparación) y evitar en gran medida, en consecuencia, la necesidad de exportar residuos.

Sólo algunos países de África meridional cuentan con sistemas oficiales de recogida de residuos electrónicos, si bien en muchos de ellos existen centros específicos de recogida de dichos residuos que facilitan proveedores de recogida y reciclaje de residuos electrónicos, en particular las incipientes empresas que prestan servicio en Botswana, Namibia y Zambia. En los lugares en los que la cantidad de residuos electrónicos es mayor se prestan servicios de recogida y reciclaje a mediana o gran escala (por ejemplo, en Sudáfrica), con sistemas oficiales de recogida de residuos electrónicos y la capacidad técnica necesaria, en algunos casos, para extraer metales preciosos.⁶³ Al igual que en África oriental, se considera cada vez con más frecuencia llevar a cabo una armonización regional en África meridional, en particular a raíz de la necesidad de fomentar economías de escala en la región, habida cuenta del tamaño dispar de las economías y poblaciones circundantes y, en consecuencia, de la cantidad de residuos electrónicos que se generan en cada país.



Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

Situación relativa a los residuos electrónicos en América en 2022

PRINCIPALES ESTADÍSTICAS SOBRE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

- 19.000 millones de kg AEE comercializados
- 14.000 millones de kg | 14,1 kg por hab. Residuos electrónicos generados
- 4.300 millones de kg | 30% Índice de residuos electrónicos recogidos y reciclados oficialmente documentados

LEGISLACIÓN

- 12 países con normativa, legislación o reglamentación nacional sobre residuos electrónicos
- 9 países aplican el principio EPR
- 4 países con objetivos sobre recogida de residuos
- 0 países con objetivos de reciclado

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

- 30.900 millones de kg equivalentes a emisiones de CO₂ Emisiones de gases de efecto invern. (GEI)
- 12,4 mil kg Emisiones de mercurio
- 9 millones de kg Plásticos que contienen retardadores de ignición bromados, no gestionados

INFORMACIÓN GENERAL

- 1.020 millones de habitantes
- 36 países analizados

FLUJO TRANSFRONTERIZO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS (2019)

- 393 millones de kg de productos importados
 - Controlados, 89
 - No controlados, 305
- 547 millones de kg de productos exportados
 - Controlados, 159
 - No controlados, 388

PAÍSES CON MAYOR GENERACIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS POR SUBREGIÓN

- Caribe 32 millones
 - 240 Q,1 | 0% Res. electrónicos (millones de kg)
 - 1. República Dominicana100
 - 2. Puerto Rico 65
 - 3. Trinidad y Tobago24
- América central 180 millones
 - 1.800 60 | 3% Res. electrónicos (millones de kg)
 - 1. México1.500
 - 2. Guatemala92
 - 3. Costa Rica 66
- América septentrional 380 millones
 - 8.000 4 100 | 52% Res. electrónicos (millones de kg)
 - 1. Estados Unidos de América 7.200
 - 2. Canadá770
- América meridional 440 millones
 - 4.400 230 | 52% Res. electrónicos (millones de kg)
 - 1. Brasil 2.400
 - 2. Argentina 520
 - 3. Colombia 390



PAÍSES EN LA REGIÓN CON MAYOR GENERACIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

Cantidad total, en millones de kg		kg por hab.	
1. Estados Unidos de América	7.200	1. Estados Unidos de América	21
2. Brasil	2.400	2. Aruba	21
3. México	1.500	3. Canadá	20
4. Canadá	770	4. Puerto Rico	20
5. Argentina	520	5. Bahamas	18

América

El continente americano es una de las regiones del mundo en la que más residuos electrónicos se generan, a saber, 14.000 millones de kg; pese a ello, la legislación en vigor sobre residuos electrónicos a escala regional es dispar en muchos aspectos. En Estados Unidos y Canadá no existe ninguna legislación al respecto a nivel federal, puesto que los residuos electrónicos se regulan a nivel estatal o provincial, al tiempo que en América meridional se regulan a escala nacional. Dicha legislación varía con respecto a los modelos financieros aplicables y al alcance de las categorías de productos que abarca, entre otros factores. En América septentrional, el diseño de los sistemas de gestión de residuos a escala estatal o provincial y las funciones y responsabilidades de cada parte interesada son asimismo dispares, en particular en cuanto a consideraciones sobre la EPR, las tasas para los consumidores y los modelos de responsabilidad compartida. Todos los países de América han ratificado el Convenio de Basilea, salvo Estados Unidos.

AMÉRICA SEPTENTRIONAL

Estados Unidos

En Estados Unidos, 25 estados y el Distrito de Columbia han establecido una legislación en virtud de la cual se establecen programas estatales sobre reciclaje de residuos electrónicos.⁶⁴ Algunos estados también han promulgado leyes que prohíben el vertido y la incineración de residuos electrónicos y obligan a su procesamiento específico. El principio EPR constituye la norma más habitual, aplicable en la mayoría de los estados. Las normativas estatales sobre EPR suelen aplicar el mismo enfoque que en otros países, con la excepción de California, donde existe una tasa de reciclaje que se per-

cibe previamente. Con arreglo a ese modelo, los consumidores pagan a los minoristas una tasa de 6 a 10 USD (según el tipo de producto) al realizar la compra del producto; dicha tasa se ingresa en un fondo destinado a la gestión de residuos electrónicos en todo el estado. En los modelos de gestión de residuos electrónicos basados en el proceso EPR en Estados Unidos, el departamento estatal encargado del medio ambiente establece un conjunto de categorías de productos específicos a los efectos de reciclaje, denominados frecuentemente "dispositivos electrónicos abarcados". Esas categorías suelen incluir únicamente aparatos electrónicos de consumo (computadores portátiles, televisores, monitores e impresoras) y no electrodomésticos de gran tamaño.⁶⁵ Éstos quedan excluidos de la mayoría de las estadísticas oficiales, puesto que son desmontados y reciclados por proveedores de servicios de desguace. El departamento estatal asigna a cada productor un objetivo de recogida anual con arreglo a su cuota de AEE comercializados en ese estado.

Las categorías de AEE que pueden reciclarse gratuitamente varía de un estado a otro.⁶⁶ Algunos estados incluyen los productos electrónicos de consumo, al tiempo que otros excluyen productos como herramientas, juguetes, cigarrillos electrónicos, muebles inteligentes y prendas de vestir. De forma análoga, la legislación estatal también es dispar en cuanto a las "entidades abarcadas", esto es, grupos de consumidores cuyos productos usados pueden recogerse para su ulterior reciclaje en el marco del citado sistema estatal sobre EPR. Dichos grupos pueden incluir hogares, organizaciones gubernamentales o sin ánimo de lucro, empresas y centros escolares. Los programas estatales sobre residuos electrónicos suelen promover la recogida de dichos residuos en hogares, y algunos casos, organizaciones sin ánimo de lucro, empresas u otras entidades.⁶⁷

Sin embargo, las grandes empresas suelen quedar excluidas de los programas de reciclaje de productos al final de la vida útil de los mismos.

La falta de una legislación federal armonizada ha dado lugar a una gran variedad de normativas y leyes estatales, lo que dificulta la aplicación del proceso EPR a los productores. Una gran parte de los AEE usados se almacena en los hogares o se deposita en centros de vertidos e incineradoras. Otro motivo de inquietud es la exportación de residuos electrónicos recogidos en Estados Unidos a países de ingresos bajos mediante mano de obra de bajo coste, en los que el desmontaje informal plantea riesgos para la salud a raíz de la exposición a materiales tóxicos.⁶⁸ Sin embargo, varias normas y certificaciones de reciclaje, en particular la R2 (Reciclaje Responsable) y *e-Stewards* tiene por objeto reducir los casos de manipulación inadecuada y de exportación ilícita de residuos electrónicos que contienen sustancias químicas tóxicas.

La gran variedad de partes interesadas y de productos abarcados por la normativa en cada estado del país dificulta la comparación de los índices de recuperación de residuos electrónicos a escala federal. Recientemente, los índices de recogida de residuos electrónicos por habitante a nivel estatal han disminuido.⁶⁹ Ello obedece a la variación de la cantidad y los tipos de televisores usados en el flujo de residuos elec-

trónicos, en los que los televisores de tubos de rayos catódicos, por lo general de gran tamaño, se sustituyen paulatinamente por televisores de pantalla plana y cristal líquido o LED más ligeros.⁷⁰

Estudios previos habían previsto ese cambio en la composición de los residuos electrónicos y subrayado la necesidad de ampliar el conjunto de productos abarcados en la legislación sobre residuos electrónicos, con el fin de recuperar metales esenciales de productos basados en las nuevas tecnologías.⁷¹ Por ejemplo, el estado de California, con objeto de anticiparse a esos cambios amplió en 2022 el conjunto de productos abarcados a fin de incluir dispositivos orgánicos de diodos emisores de luz y LCD.⁷² Otros estados han modificado su legislación sobre residuos electrónicos para ampliar dicho conjunto de productos y aumentar el número de centros de recogida.⁷³ Pese a que los estados suelen registrarse por la cuota de mercado de los productores y los índices de recogida de residuos electrónicos del año anterior para establecer objetivos anuales en materia de recogida de residuos, también se han basado en estudios recientes sobre generación de residuos electrónicos para fundamentar la toma de decisiones para fijar dichos objetivos. Por ejemplo, el estado de Oregón se apoyó en gran medida en publicaciones académicas para recabar información sobre los flujos de residuos electrónicos a corto plazo a fin de determinar objetivos en materia de recogida para 2023 y 2024.⁷⁴



Photointoto / Shutterstock.com

En 2023, Nueva York pasó a ser el primer estado que promulgó una legislación sobre el derecho a reparar dispositivos electrónicos digitales. En virtud de dicha legislación, que entró en vigor en el plazo de un año⁷⁵ los fabricantes de AEE deberán facilitar manuales de reparación que permitan a particulares y pequeñas empresas reparar dispositivos digitales. Se prevé que otros estados sigan su ejemplo, a fin de sentar las bases de una legislación análoga a escala nacional. Tales iniciativas facilitan de forma indirecta la gestión de residuos electrónicos, al prolongar la vida útil de los productos y, en consecuencia, reducir el flujo y la cantidad anual de residuos electrónicos.

Canadá

En Canadá, los residuos electrónicos se reglamentan a escala provincial. Todas las provincias y territorios, excepto Nunavut, han implantado una legislación sobre residuos electrónicos basada en el modelo EPR, con frecuencia denominado gestión de productos para AEE específicos en Canadá.⁷⁶ Se han impuesto prohibiciones de vertido en las provincias de Terranova, Nueva Escocia e Isla del Príncipe Eduardo, así como en el municipio de Vancouver y varias partes de Columbia Británica y Ontario. Por otro lado, a escala federal, el Departamento de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá ha promulgado legislaciones sobre control de sustancias tóxicas, entre otros instrumentos, que facilitan de forma indirecta la gestión de los residuos electrónicos.

En la mayor parte de las provincias canadienses, la legislación sobre EPR obliga a los productores de AEE a cobrar una tasa a los consumidores.⁷⁷ A diferencia de la mayoría de los modelos aplicados en Estados Unidos, en virtud de los cuales los productores sufragan los gastos de recogida y reciclado de residuos electrónicos, excepto en el estado de California, en Canadá se cobra una tasa medioambiental por la ad-

quisición de determinados AEE en el punto de venta. No obstante, algunas provincias trasladan la responsabilidad financiera directa de los consumidores a los productores. Por ejemplo, en la provincia de Ontario, los cambios efectuados en la legislación sobre residuos electrónicos en el marco de la Ley de Recuperación de Recursos y Economía Circular de 2016, que entró en vigor en 2021, introdujeron la responsabilidad específica del productor, por lo que no se repercute al consumidor ninguna tasa de gestión ecológica o medioambiental. Sin embargo, los productores son responsables en el plano financiero de recoger, reutilizar o reciclar sus productos.⁷⁸

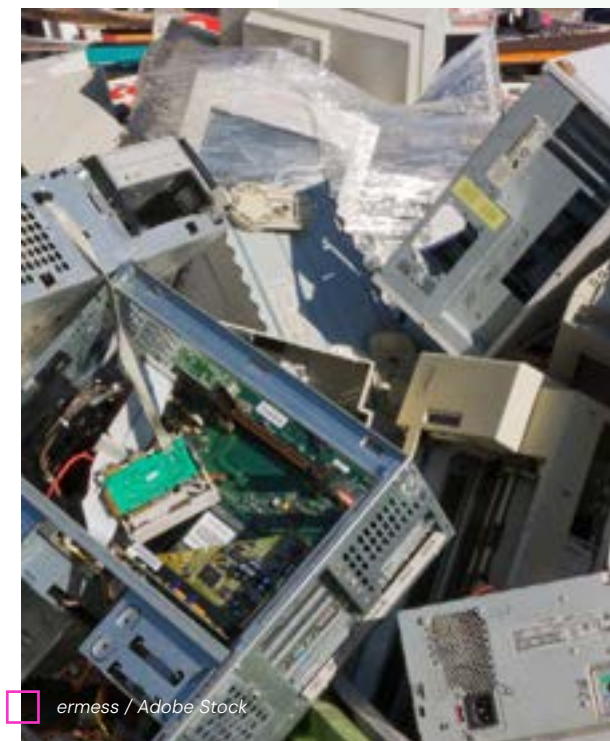
El flujo de residuos electrónicos en Canadá se triplicó de 2000 a 2019 y se prevé que alcance los 1.200 millones de kg para 2030.⁷⁹ Ese aumento se atribuye parcialmente al aumento de población del país, en cierta medida como consecuencia de la inmigración. Al igual que en Estados Unidos, la falta de legislación federal dificulta la gestión de residuos electrónicos en todo el país, puesto que las diferentes normativas provinciales sobre residuos electrónicos plantean problemas de cumplimiento y ocasionan costes más elevados para los productores y proveedores de servicios de AEE que desarrollan su labor en más de una provincia. Las instituciones y normas nacionales desempeñan un papel primordial a los efectos de armonización del conjunto de normativas provinciales. Los programas provinciales sobre EPR suelen incluir iniciativas de formación comunitaria para informar a las partes interesadas de su responsabilidad en cuanto a gestión de residuos electrónicos. Pese a que las iniciativas respaldadas por el gobierno fomentan el diseño ecológico de los AEE, los actuales programas EPR en Canadá no incentivan directamente ninguna mejora en el diseño de los productos de AEE, en particular un aumento de las actividades de reparación o reciclaje.

AMÉRICA CENTRAL

En la mayor parte de países centroamericanos, la gestión de los residuos electrónicos se rige por una legislación general sobre residuos peligrosos. El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Belice y Panamá carecen de legislación específica sobre EPR, o de objetivos oficiales relativos a la recogida de residuos electrónicos.⁸⁰ Cuentan con normativas sobre residuos peligrosos que abordan los contaminantes orgánicos persistentes, pero no los residuos electrónicos. Costa Rica posee legislación en vigor sobre residuos electrónicos. En 2010 se promulgó la Ley General núm. 8839 de Gestión Integral de Residuos y en 2014 el Reglamento para la Declaración de Residuos que Requieren Gestión Especial. Esas normativas adoptan el principio EPR, según el cual los productores informan voluntariamente de la cantidad anual de residuos electrónicos que recogen.

En México, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que supervisa las leyes y normas medioambientales⁸¹, ha elaborado una normativa nacional para supervisar la gestión de AEE al final de su vida útil. La Norma Oficial NOM-161-SEMARNAT-2011 (NOM-161) establece las obligaciones para el tratamiento de residuos sólidos urbanos o especiales, entre los que se encuentran los residuos tecnológicos generados en el sector informático y por los productores de AEE, previa clasificación como residuos que requieren un "procesamiento especial".⁸²

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos obliga a las empresas o a los particulares que generen de residuos a disponer de planes especiales para la gestión de residuos. Dicha ley se rige por principios de responsabilidad compartida que abarcan todas las partes interesadas, en particular productores, exportadores, vendedores, consumidores y



empresas de gestión de residuos, así como organismos a niveles federal, estatal y municipal del Gobierno de México.⁸³ Los estados mexicanos cuentan con autorización para establecer sus propias directrices o legislación específica sobre procesamiento de residuos especiales. Sus planes deben incluir el análisis de residuos o el suministro de datos sobre la cantidad de residuos generados en períodos específicos, así como información sobre su flujo a escalas nacional e internacional. A nivel municipal, Ciudad de México aplica la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-019-AMBT-2018, que hace hincapié en la gestión de residuos electrónicos⁸⁴ y obliga a productores, vendedores y distribuidores de AEE a presentar sus planes de gestión de residuos electrónicos a la Secretaría de Medio Ambiente de dicha ciudad.

En el marco de un proyecto de cinco años financiado por el PNUD y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), concluido en 2022, se brindó asistencia a México para cumplir los requisitos específicos del Convenio de Estocolmo. El proyecto abordaba específicamente la liberación de contaminantes orgánicos persistentes provocados por el flujo de residuos electrónicos en México. Se implantaron cuatro programas piloto de gestión de residuos electrónicos en Baja California, Ciudad de México y Jalisco, y el proyecto facilitó el análisis de muestras de residuos electrónicos para detectar diversas sustancias, en particular bromo.^{85,86} A escala supranacional, la última versión del *Programa Ambiental de México y Estados Unidos: Frontera 2025*, establecido por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México, identifica los residuos electrónicos como un flujo de residuos prioritario para formular estrategias que permitan reducir vertidos ilícitos y promover la recuperación de materiales.⁸⁷

En Costa Rica y El Salvador existen normas en vigor sobre salud y seguridad ambiental para la gestión ecológica y racional de los residuos electrónicos. En Honduras y El Salvador, los departamentos gubernamentales encargados del medio ambiente supervisan la regulación de los residuos electrónicos, al tiempo que en Costa Rica y Panamá el Ministerio de Salud constituye la principal autoridad responsable de dicha regulación. Otros países, incluido Belice, cuentan con normativas generales de residuos que, sin embargo, no abarcan la gestión de residuos electrónicos.⁸⁸ Por lo general, la falta de infraestructuras de recogida y reciclaje de residuos electrónicos en Honduras, Nicaragua y Belice hace que los consumidores confíen esos servicios a proveedores de recogida informales, o desechen sus residuos electrónicos con otros residuos.

En los últimos años se han llevado a cabo varios proyectos internacionales en Centroamérica. Por ejemplo, el proyecto ONUDI-FMAM PREAL (2018-2022) tuvo como objetivo fortalecer las iniciativas nacionales sobre desechos electrónicos y promover la cooperación regional para la gestión de contaminantes orgánicos persistentes en desechos electrónicos. A raíz de ello, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá lograron avances sustanciales en la elaboración de normativas para la recogida de residuos electrónicos y la ampliación de su capacidad de reciclaje de los mismos. El proceso EPR constituye el principal mecanismo de financiación para la gestión de residuos electrónicos en la mayoría de países de América central. En Honduras, sin embargo, los cambios de gobierno han obstaculizado el desarrollo de un sistema EPR sobre residuos electrónicos. Como resultado del proyecto PREAL, El Salvador y Panamá han elaborado nuevos reglamentos, y se prevé que El Salvador apruebe en breve uno de ellos. Por otro lado, Costa Rica, El Salvador y Panamá han desarrollado estrategias de financiación complementarias para la gestión de residuos electrónicos. Otro proyecto en el que participa

el PNUMA ha dado lugar a la publicación de una normativa sobre tratamiento de las luminarias en Honduras, en consonancia con el Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Cabe esperar que el proyecto del PNUMA contribuya a sentar las bases de un sistema EPR para un conjunto más amplio de residuos electrónicos en Honduras.

Según el Observatorio regional sobre residuos electrónicos para América Latina, los países de América central no suelen informar de la exportación de componentes de residuos electrónicos a otros países, pese a haber ratificado el Convenio de Basilea.⁸⁹ Para abordar este problema, el Grupo de Trabajo StEP para América Latina y el Caribe trabaja en la identificación y resolución de los retos que afrontan los proveedores de servicios de reciclaje de residuos electrónicos y los funcionarios gubernamentales a fin de reducir los envíos transfronterizos ilícitos de residuos electrónicos peligrosos.

Región del Caribe

La mayor parte de los países de la Región del Caribe no cuentan con un sector de producción de AEE relevante. República Dominicana,

Jamaica y Trinidad y Tobago cuentan con un pequeño sector que produce televisores, aparatos radiofónicos, electrodomésticos, aparatos sonoros, cables, circuitos impresos, frigoríficos y aparatos de aire acondicionado, entre otros.^{90,91}

La gestión de residuos electrónicos plantea un reto acuciante en esta región, habida cuenta de la falta de normativas y reglamentos específicos que aborden la situación. Pese a que países como Jamaica, Trinidad y Tobago y Barbados han tomado medidas para elaborar normativas sobre gestión de residuos, no cuentan con reglamentos específicos sobre residuos electrónicos. La responsabilidad en cuanto a gestión de residuos electrónicos en los países del Caribe recae simultáneamente en varios organismos. En Antigua y Barbuda, el Ministerio de Sanidad y la Empresa de Gestión de Residuos Sólidos supervisan la gestión de residuos electrónicos. En Barbados, esa responsabilidad recae en el Ministerio de Medio Ambiente y Mejora del Entorno Nacional, el Departamento de Protección del Medio Ambiente y la Dependencia de Gestión de Residuos Sólidos. En Trinidad y Tobago, la reglamentación de la gestión de residuos electrónicos corre a cargo de la Autoridad de Gestión Medioambiental.



Shutterstock / Shutterstock.com

En Jamaica, en virtud de la Ley Nacional de Gestión de Residuos Sólidos se faculta a la Autoridad Nacional de Gestión de Residuos Sólidos para regular la recogida, el transporte y la eliminación de todos los residuos sólidos, incluidos los residuos electrónicos. Dicha ley obliga a los proveedores de servicios de recogida y reciclaje de residuos electrónicos a efectuar la correspondiente inscripción y prohíbe depositar residuos electrónicos en centros de vertidos. En Trinidad y Tobago, la Ley de Gestión Medioambiental constituye la legislación general sobre gestión de residuos, incluidos los residuos electrónicos. Trinidad y Tobago reglamenta la concesión de licencias de importación de AEE y de permisos medioambientales a proveedores de reciclaje de residuos electrónicos.

En la República Dominicana, la Ley 225-20 sobre Gestión Integral y Procesamiento Conjunto de Residuos Sólidos adoptó el principio EPR. A raíz de un proyecto de la UIT y el PNUMA, el Decreto 253-23, recientemente promulgado, tiene por objeto aplicar el principio EPR en virtud de la Ley 225-20. La reglamentación de los residuos electrónicos en República Dominicana la supervisa el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El Decreto 253-23 establece las responsabilidades jurídicas de los productores de AEE y de los minoristas, consumidores y gestores de residuos. También recoge los requisitos necesarios a los efectos de presentación de información, inscripción y proceso EPR.

Se dispone de pocos datos exhaustivos sobre flujos transfronterizos de residuos electrónicos en la región. De 2016 a 2021, únicamente 6 de los 12 países de la Región del Caribe (Antigua y Barbuda, Barbados, Jamaica, República Dominicana, Santa Lucía y Trinidad y Tobago) presentaron a la Secretaría del Convenio de Basilea informes nacionales sobre sus exportaciones

de residuos electrónicos para su ulterior procesamiento y la consecuente recuperación de materiales.^{92,93,94,95,96,97} En 2019, Jamaica exportó 39,8 mil kg de residuos electrónicos a la República de Corea, y en 2021, Antigua y Barbuda, Barbados y Trinidad y Tobago exportaron 114 mil kg de componentes de residuos de este tipo a Francia para su ulterior procesamiento y la consecuente recuperación de materiales. No obstante, se realizan exportaciones no declaradas, ya que algunos países de la Región del Caribe no forman parte del Convenio de Basilea y no declaran sus flujos de residuos electrónicos. La dificultad para analizar y supervisar de forma pormenorizada dichos flujos obedece a la falta de datos exhaustivos.

En la región, la República Dominicana, Puerto Rico y Trinidad y Tobago son los principales generadores de residuos electrónicos. La existencia de infraestructuras deficientes, la insuficiente concienciación y la realización de prácticas informales de reciclado y vertido ilícitos dificultan la gestión de residuos electrónicos en la Región del Caribe. Para afrontar esas dificultades, se han realizado varias iniciativas, en particular actividades de recogida de residuos electrónicos, campañas de formación pública y establecimiento de programas de reciclaje de residuos electrónicos en Jamaica y Trinidad y Tobago.^{98,99} La existencia de un sector informal de servicios de reciclaje de residuos electrónicos en la Región del Caribe subraya la necesidad de mejorar los sistemas de gestión de dichos residuos y los correspondientes marcos normativos. Habida cuenta de ello, algunos países estudian iniciativas de índole diversa, en particular programas de renovación de aparatos electrónicos, a fin de facilitar su reparación y reutilización. No obstante, el desarrollo y la aplicación de normativas y reglamentos eficaces en materia de residuos electrónicos se ven dificultados por varios factores,

incluidos la falta de una legislación exhaustiva, la existencia de una infraestructura de reciclaje deficiente y una insuficiente concienciación pública, y restricciones en el plano financiero.¹⁰⁰

AMÉRICA MERIDIONAL

Región Andina

En la Subregión Andina, Colombia, Ecuador, Perú y el Estado Plurinacional de Bolivia, entre otros países, han colaborado activamente para mejorar las prácticas de gestión de residuos electrónicos. Habida cuenta de los posibles peligros para el medio ambiente y la salud humana que plantea la gestión de residuos electrónicos, dichos países han tomado medidas para abordar el problema mediante la aprobación de leyes y la ratificación de tratados internacionales. Todos los países de esta subregión han establecido normativas específicas sobre residuos electrónicos que incluyen el proceso EPR; salvo el Estado Plurinacional de Bolivia y Ecuador, todos cuentan con mecanismos EPR.^{101,102,103,104}

En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible emitió la Resolución 851 de 2022. Esta resolución establece la clasificación de los AEE/RAEE, junto con una lista de AEE identificados según el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías. También establece las condiciones y requisitos para los sistemas de recolección y gestión de RAEE implementados por los productores de AEE. La resolución se aplica a todos los AEE de consumo masivo que se comercializan en el país y establece objetivos nacionales para la recolección y el tratamiento adecuado de los RAEE, considerando la vida útil de los AEE en la lista de artículos sujetos a registro. Se han mapeado los puntos de recolección de computadoras, lámparas y baterías a nivel nacional, y sus ubicaciones se han compartido con el público a

través de un sitio web oficial del Gobierno. Más información sobre la gestión de residuos electrónicos en Colombia se puede encontrar en [la página web Gestión Sustancias Químicas – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible](#).

En Ecuador, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Hídricos estableció en junio de 2002 un amplio marco jurídico para clasificar los residuos electrónicos en las seis categorías siguientes: electrodomésticos de gran tamaño, pequeños electrodomésticos, equipos de TIC, aparatos de consumo, equipos de iluminación y herramientas eléctricas o electrónicas.

El marco establece la responsabilidad de consumidores y proveedores de servicios de recogida y reciclaje de residuos electrónicos, incluida su eliminación adecuada en centros de recogida autorizados, el cumplimiento de las normas técnicas y los reglamentos medioambientales pertinentes para la gestión de residuos electrónicos, la obtención de licencias y permisos para el desempeño de su actividad y la presentación de informes sobre la misma. El marco también incorpora directrices para la aplicación del proceso EPR y esboza la creación de un plan nacional para la gestión integral de residuos electrónicos.¹⁰⁵

En Perú se reconoce ampliamente la importancia de revisar y actualizar la normativa nacional en materia de residuos electrónicos. A tal efecto, en virtud del nuevo reglamento se deben fijar objetivos obligatorios en materia de recogida y gestión controlada de todas las categorías de residuos electrónicos.^{106,107} El Ministerio de Medio Ambiente es el encargado de supervisar la gestión de residuos electrónicos, aplicar la normativa nacional sobre los mismos y coordinar su labor con la de todas partes interesadas, incluidos los municipios, el sector privado, la sociedad civil y diversas organizaciones internacionales.¹⁰⁸

En el Estado Plurinacional de Bolivia, la legislación nacional atribuye la responsabilidad principal de la gestión de residuos a los productores, en calidad de responsables de los productos que venden. Los consumidores, el gobierno y las autoridades municipales asumen de forma conjunta responsabilidades adicionales. A pesar de los avances registrados en la gestión de los residuos electrónicos y en la legislación conexas, en muchos países, incluido el Estado Plurinacional de Bolivia, se necesitan instrumentos complementarios para establecer requisitos específicos (por ejemplo, objetivos de

recogida). Esos complementos de la legislación vigente son esenciales para facilitar la aplicación de los objetivos en materia de recogida de residuos electrónicos y mejorar la gestión general de los mismos de forma ecológica.

Los países de la Región Andina han suscrito diversos acuerdos internacionales, aunque únicamente Colombia y Perú han venido presentando sus respectivos informes anuales en el marco del Convenio de Basilea (de 2016 a 2021). Según esos informes, Perú exportó 260 mil kg de residuos electrónicos a Suiza y Suecia en 2019, al tiempo que Colombia exportó 19 mil kg a Canadá y Estados Unidos de 2019 a 2020 para su

procesamiento y eliminación.^{109,110} Conviene señalar que la importación de residuos electrónicos o peligrosos a los efectos de recuperación o eliminación de materiales está prohibida en América meridional¹¹¹, sin embargo, se exportan AEE usados al continente con frecuencia.

Los sectores informales de Colombia, Perú, Ecuador y el Estado Plurinacional de Bolivia desempeñan un papel importante en la gestión de residuos electrónicos. Los proveedores informales de servicios de reciclaje desmontan manualmente los residuos electrónicos para obtener materiales valiosos, con el consiguiente riesgo para su salud y seguridad, y de conta-

minación ambiental. En Perú, varios operadores oficiales de residuos electrónicos y cooperativas del sector informal, integradas por antiguos trabajadores informales, han constituido diversas asociaciones.¹¹² En toda América meridional, las iniciativas voluntarias para la recogida de residuos electrónicos son generalizadas, con la colaboración de países que llevan a cabo campañas de recogida y programas de concienciación. Dichas iniciativas conllevan, por lo general, la participación de municipios y partes interesadas clave, en particular universidades, organismos del sector privado como empresas de telefonía móvil y minoristas, y en ocasiones, ONG.



AMÉRICA SUDORIENTAL Y BRASIL

En América sudoriental, en particular Venezuela, Guyana y Suriname, no se dispone de legislación específica sobre residuos electrónicos. Sin embargo, la gestión de residuos electrónicos se rige principalmente por la legislación general sobre residuos o residuos peligrosos (en el caso de Venezuela, la Ley Orgánica sobre Medio Ambiente).¹¹³ En Venezuela se han elaborado diversas propuestas para la reglamentación de la gestión de residuos electrónicos. Una vez aprobadas, sentarán las bases para la aplicación de prácticas de gestión eficaces y contribuirán al establecimiento de sistemas sostenibles de gestión de residuos electrónicos en el país.¹¹⁴

En Guyana, la gestión de los residuos electrónicos se recoge en la Ley de Protección del Medio Ambiente (1996). La Estrategia Nacional sobre Gestión de Residuos Sólidos para 2017-2030 contiene asimismo disposiciones sobre gestión de residuos electrónicos, relativas a la propuesta de elaboración de un marco jurídico, desarrollo de campañas de concienciación pública y establecimiento de centros de recogida.¹¹⁵ De forma análoga, en Suriname, la gestión de residuos electrónicos se recoge en la legislación general sobre residuos, incluidos los residuos peligrosos, en particular en la Ley de Gestión Ambiental (2002) y reglamentos conexos, que proporcionan el marco general para la gestión de residuos. En Paraguay, la gestión de residuos electrónicos se rige por la legislación sobre gestión integral de residuos, en virtud de la cual se propone un sistema nacional de gestión de residuos que comprende los residuos electrónicos y otros flujos de residuos. Dicha legislación establece principios y responsabilidades en materia de prevención, reducción, reutilización, reciclado, tratamiento y eliminación



Joa Souza / Shutterstock.com

final de residuos. Los productores de AEE deben inscribirse ante el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y presentar un informe anual sobre la cantidad y el destino de los residuos electrónicos que recogen y procesan.¹¹⁶ Desde finales de 2023, se brinda apoyo a través de un proyecto con la UIT que hace hincapié en el desarrollo de normativas específicas sobre residuos electrónicos en Paraguay.

En Brasil se han promulgado varias legislaciones para abordar la gestión de residuos electrónicos. La Normativa Nacional sobre Residuos Sólidos (Ley 12.305/2010) proporciona el marco para la gestión de residuos, incluidos los residuos electrónicos. Éstos se rigen específicamente por el Decreto núm. 10 240, promulgado en 2020, en virtud del cual se establece un sistema obligatorio de logística inversa (*SisResíduos*) para analizar y supervisar los residuos electrónicos a lo largo de su vida útil y reseña las funciones y responsabilidades de las partes interesadas. Por otro lado, se establecen objetivos para la recogida y el reciclaje de residuos electrónicos, con el objetivo de lograr el 17 por ciento de las ventas medias anuales para 2023, y el 30 por ciento

para 2025. La eficacia del sistema se supervisa, notifica y evalúa mediante los mecanismos pertinentes. Brasil cuenta asimismo con normas técnicas (ABNT NBR 16156:2014) publicadas por la Asociación Brasileña de Normas Técnicas, que proporcionan orientación para la gestión ecológica de los residuos electrónicos.^{117,118,119,120}

Todos los países de la subregión han suscrito los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo. Por otro lado, Venezuela es signataria y Suriname está en proceso de adhesión al Convenio de Minamata sobre el Mercurio. En 2020 y 2021, se notificó la exportación de 536.000 kg de placas de circuitos impresos obtenidas a partir de residuos electrónicos de Venezuela a Japón y España, para su ulterior tratamiento y recuperación de materiales. Según varios informes elaborados en el país en 2021, Brasil exportó 550 mil kg de placas de circuitos impresos obtenidos a partir de residuos electrónicos a la República de Corea, para su ulterior tratamiento y recuperación de materiales.

El mayor productor de residuos electrónicos de Sudamérica es Brasil, con una producción de 2.400 millones de kg anuales, seguido de Venezuela, con 303 millones de kg, y Paraguay, con 56,5 millones de kg. Suriname y Guyana producen la menor cantidad de residuos electrónicos, con 6,8 y 6,5 millones de kg, respectivamente. Brasil es el único país productor de AEE en Sudamérica, en particular productos de electrónica de consumo, tales como televisores, teléfonos inteligentes y electrodomésticos. La gestión racional de los residuos electrónicos en el plano ambiental plantea dificultades a raíz de la gran extensión del país y la amplia actividad del sector informal en actividades precarias de recogida, reciclaje y renovación. El sistema nacional de gestión de residuos electrónicos se basa en la responsabilidad compartida entre las partes interesadas y el proceso EPR en relación con los productores. Para afrontar esos retos con eficacia, se han fomentado asociaciones e iniciativas entre los sectores público y privado, diversas instituciones académicas y la sociedad civil. Esas asociaciones han permitido aumentar la concienciación al respecto, así como realizar estudios, fomentar la innovación, mejorar las tecnologías de reciclado, desarrollar prácticas idóneas y promover la formación y la participación del público.^{121,122}

En Venezuela, la gestión de residuos electrónicos es motivo de inquietud cada vez mayor, y la amplia participación del sector informal plantea problemas de seguridad. En Guyana, Suriname y Paraguay, la gestión de residuos electrónicos se encuentra en una fase incipiente, carece de infraestructuras y normativas adecuadas y depende en gran medida de particulares informales para recoger materiales valiosos de AEE desechados. Pese a que Guyana y Suriname han puesto en marcha diversas campañas de concienciación y han implantado varios centros de recogida, en ambos países son necesarias más medidas para lograr una gestión eficaz de los residuos electrónicos. El Gobierno de Paraguay ha iniciado varias campañas de concienciación y colabora con organizaciones privadas, y cabe destacar que la reglamentación exhaustiva en dicho país de las actividades relacionadas con los residuos electrónicos y la mejora de la infraestructura de recogida y reciclaje de los mismos son esenciales para lograr una gestión eficaz de los residuos electrónicos en el futuro.^{123,124,125}

CONO SUR

La Subregión del Cono Sur comprende Argentina, Chile y Uruguay. Cada país posee grados dispares de desarrollo y reglamentación en materia de gestión de residuos electrónicos. En Chile, la Ley 20.920 (2016) representa un avance sustancial para abordar los residuos electrónicos. En virtud de dicha ley, la responsabilidad de la gestión de la vida útil de los productos que comercializan, incluida su recogida, reciclado y eliminación, recae en los productores de AEE. La principal normativa se basa en el proceso EPR, que abarca los seis productos prioritarios siguientes: aceites lubricantes, AEE, pilas, envases, neumáticos y medicamentos caducados.¹²⁶ La ley prevé la puesta en marcha de un registro nacional de productores de AEE, a fin de

supervisar y analizar sus actividades. También promueve el establecimiento de centros de recogida de residuos electrónicos, fomenta el reciclaje y la recuperación de los mismos, y promueve la reducción del impacto medioambiental asociado a la eliminación de residuos electrónicos.¹²⁷ Sin embargo, sigue pendiente la inclusión de objetivos específicos y el establecimiento de categorías en materia de recogida.¹²⁸

Argentina y Uruguay también han logrado avances sustanciales en la gestión de los residuos electrónicos. Ambos países han elaborado amplios marcos de gestión que abarcan la manipulación, la eliminación y el reciclado de forma adecuada de residuos peligrosos, incluidos los residuos electrónicos. En Uruguay, la Ley núm. 19.829 (2017) constituye el marco jurídico general y exhaustivo para la gestión de residuos, incluidas diversas disposiciones de alto nivel sobre residuos electrónicos y EPR. Se establecen disposiciones para la recogida, el tratamiento y el reciclado de residuos electrónicos con respecto a seis categorías de AEE, a saber, electrodomésticos de gran tamaño, pequeños electrodomésticos, equipos de TIC, aparatos de consumo, equipos de iluminación y herramientas eléctricas y electrónicas.¹²⁹ Actualmente sigue pendiente la aprobación de un proyecto de decreto específico sobre gestión de residuos electrónicos.

En Argentina, la Ley núm. 25.916 (2004) y la Resolución núm. 92/2019 brindan directrices sobre gestión de residuos peligrosos, incluidos los residuos electrónicos. Ambos instrumentos alientan a la manipulación y eliminación adecuadas de residuos electrónicos e instan a los productores a facilitar la gestión de ese flujo de residuos. Pese a que Argentina carece de una legislación nacional específica sobre residuos electrónicos, determinadas provincias, incluidas Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, han

implantado su propia normativa de gestión de residuos electrónicos.¹³⁰ Argentina, Uruguay y Chile han suscrito los Convenios de Basilea, Rotterdam, Estocolmo y Minamata, aunque únicamente Uruguay y Argentina han venido presentando sus informes respectivos a la Secretaría del Convenio de Basilea. En 2019, 118 mil kg de placas de circuitos impresos obtenidas de residuos electrónicos se exportaron de Argentina a Francia para su ulterior procesamiento y recuperación de materiales. No obstante, cabe destacar asimismo que no se declaran algunas exportaciones de países sudamericanos, lo que dificulta la supervisión y gestión de los flujos transfronterizos de residuos electrónicos.

Argentina es el segundo productor de residuos electrónicos de Sudamérica, con 517 millones de kg anuales, después de Brasil. Le siguen Chile, con 230 millones de kg, y Uruguay, con 44 millones de kg. Además de Brasil, los únicos países que producen AEE en Sudamérica son Chile y Argentina. Chile está especializado en tecnologías relacionadas con la minería y equipos de energías renovables, al tiempo que Argentina desempeña un papel destacado a escala mundial en la producción de productos electrónicos para automóviles, electrodomésticos de gran tamaño y televisores.¹³¹ Argentina, Chile y Uruguay afrontan diversas dificultades a raíz de la existencia de instalaciones de procesamiento insuficientes, problema que se ve agravado por las cantidades cada vez mayores de residuos electrónicos generados. En los tres países, son los sectores informal y parcialmente formal los que llevan a cabo las principales actividades de recuperación y procesamiento de residuos electrónicos peligrosos, en condiciones inadecuadas.^{132,133}

En el Cono Sur, los índices de recogida de residuos electrónicos son más elevadas en Chi-

le, con arreglo a un 3,2 por ciento (equivalente a 7,3 millones de kg a escala nacional); en Uruguay y Argentina se estiman en un 2,9 por ciento (equivalente a 1,3 millones de kg a nivel nacional) en ambos. La infraestructura y las prácticas existentes siguen siendo inadecuadas, habida cuenta del reto más amplio que plantean los residuos electrónicos en esos países. El sector informal contribuye sustancialmente a la gestión de residuos electrónicos en toda Sudamérica. En Chile, sin embargo, se han desplegado esfuerzos para establecer asociaciones de operadores formales de residuos electrónicos y cooperativas del sector informal.¹³⁴ Dichas cooperativas tienen por objeto vender los residuos electrónicos recogidos de manera informal, y los operadores informales participan en las actividades de recogida y procesamiento previo de residuos electrónicos.

Situación relativa a los residuos electrónicos en Asia en 2022

PRINCIPALES ESTADÍSTICAS SOBRE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

- 56.000 millones de kg AEE comercializados
- 30.000 millones de kg | 6,6 kg por hab. Residuos electrónicos generados
- 3.600 millones de kg | 11,9% Índice de residuos electrónicos recogidos y reciclados oficialmente documentados

LEGISLACIÓN

- 18 países con normativa, legislación o reglamentación nacional sobre residuos electrónicos
- 11 países aplican el principio EPR
- 7 países con objetivos sobre recogida de residuos
- 4 países con objetivos de reciclado

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

- 82.400 millones de kg equivalentes a emisiones de CO₂ Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)
- 34.5 mil kg Emisiones de mercurio
- 26 millones de kg Plásticos con retardadores de ignición bromados, no gestionados

INFORMACIÓN GENERAL

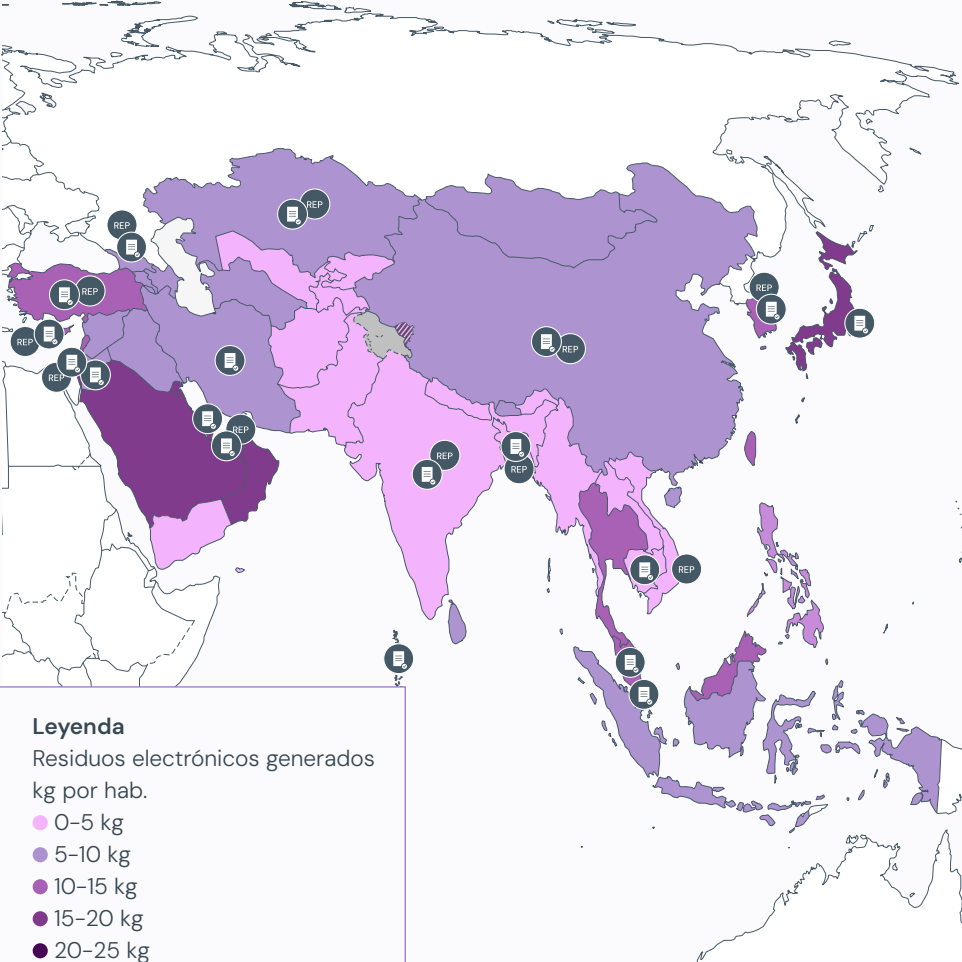
- 4.577 millones de habitantes
- 49 países analizados

FLUJO TRANSFRONTERIZO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS (2019)

- 2.900 millones de kg de importaciones
- Controlados, 1,1 No controlados, 1,8
- 2.500 millones de kg de exportaciones
- Controlados, 1,0 No controlados, 1,5

PAÍSES CON MAYOR GENERACIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS POR SUBREGIÓN

- Asia central 76 millones de euros
- 400 13 | 3,2% Res. electrónicos (millones de kg)
- Kazajistán..... 200
 - Uzbekistán..... 130
 - Turkmenistán45
- Asia oriental 1.600 millones de euros
- 16.000 3.200 | 20% Res. electrónicos (millones de kg)
- China..... 12.000
 - Japón..... 2.600
 - Corea, República de..... 930
- Asia sudoriental 680 millones de euros
- 4.400 0 | 0% Res. electrónicos (millones de kg)
- Indonesia1.900
 - Tailandia 750
 - Filipinas540
- Asia meridional 2.000 millones de euros
- 6.100 60 | 1% Res. electrónicos (millones de kg)
- India4.100
 - Irán 820
 - Pakistán560
- Asia occidental 290 millones de euros
- 3.000 270 | 9,1% Res. electrónicos (millones de kg)
- Türkiye1.100
 - Arabia Saudita620
 - Iraq270



Leyenda

Residuos electrónicos generados kg por hab.

- 0-5 kg
- 5-10 kg
- 10-15 kg
- 15-20 kg
- 20-25 kg

Normativa, legislación o reglamentación nacional sobre residuos electrónicos en vigor

Aplicación del principio EPR

Mapa de las Naciones Unidas

Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

PAÍSES EN LA REGIÓN CON MAYOR GENERACIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

Cantidad total, en millones de kg		kg por hab.	
1. China	12.000	1. Hong Kong, China	22
2. India	4.100	2. Japón	21
3. Japón	2.600	3. Singapur	20
4. Indonesia	1.900	4. Brunei Darussalam	20
5. Türkiye	1.100	5. Taiwán (provincia de China)	19

Asia

ASIA ORIENTAL

China

El Gobierno de China ha puesto en marcha varias normativas y reglamentaciones y ha emprendido diversas iniciativas encaminadas a facilitar la gestión de residuos electrónicos.¹³⁵ Una de sus iniciativas clave a tal efecto fue la implantación del principio EPR en 2008; posteriormente, se han realizado varias actualizaciones para abarcar AEE adicionales. Además del principio EPR, se ha establecido un amplio marco normativo para la gestión de los residuos electrónicos. Dicho marco comprende legislaciones y reglamentos, en particular la Legislación sobre Promoción de la Economía Circular y la Legislación sobre Residuos Sólidos, que proporcionan orientación para la gestión segura y eficaz de los residuos electrónicos.¹³⁶ El Gobierno de China ha realizado elevadas inversiones en el desarrollo de infraestructuras para la gestión de los residuos electrónicos. En particular, el Ministerio de Ecología y Medio Ambiente ha puesto en marcha un programa piloto de reciclaje de residuos electrónicos a escala nacional para establecer un sistema normalizado y regulado de reciclaje de dichos residuos.¹³⁷ El programa tiene por objeto crear una red de instalaciones de reciclaje autorizadas en todo el país y ofrecer incentivos a los fabricantes para que diseñen productos más fáciles de reciclar.¹³⁸ La elaboración de una Lista Nacional de Residuos Peligrosos para especificar las sustancias peligrosas que contienen los AEE y proporcionar orientaciones para su gestión constituye otra iniciativa destacada.

Pese a los esfuerzos desplegados por el Gobierno de China y diversas partes interesadas para gestionar los residuos electrónicos, siguen existiendo varios obstáculos. Cabe destacar el sector informal, cuyas prácticas no reguladas, y con frecuencia inseguras, en actividades de recogida, reciclaje y eliminación de residuos electrónicos¹³⁹ contribuyen de forma sustancial a aumentar la contaminación ambiental y los riesgos para la salud humana. Los trabajadores del sector informal suelen trabajar con recursos insuficientes y equipos de protección inadecuados, lo que les expone a sustancias químicas peligrosas que pueden provocar problemas de salud a largo plazo.

Otro reto específico en China es la falta de concienciación y comprensión pública sobre la gestión de residuos electrónicos.¹⁴⁰ Muchos consumidores de dicho país cuentan con escasos conocimientos sobre eliminación y reciclado de dichos residuos de forma adecuada, de ahí que con frecuencia los desechen de forma conjunta con otros residuos. La falta de un sistema eficaz de recogida y transporte de residuos electrónicos también plantea un gran reto en el proceso de reciclaje. Debido a los elevados costes de transporte y a los problemas logísticos, muchos proveedores de servicios de reciclado de residuos electrónicos en China se localizan en grandes centros urbanos, lo que provoca que los residuos electrónicos en zonas rurales queden sin recoger, o se desechen de forma inadecuada.¹⁴¹ Un avance registrado a tal efecto es la adopción cada vez más frecuente de modelos de economía circular, que priorizan la eficiencia de los recursos y la reducción de residuos. Por ejemplo, varias empresas

de China han comenzado a implantar modelos de negocio circulares en el sector de la electrónica, en particular el diseño de productos para reciclar, programas de recuperación de productos y el uso de materiales reciclados en nuevos productos. Por otro lado, cabe esperar que los avances tecnológicos, en particular las cadenas de bloques e Internet de las cosas, desempeñen un papel primordial en la mejora de la gestión de residuos electrónicos en el país.¹⁴² Esas tecnologías facilitan la trazabilidad de los residuos electrónicos desde su recogida hasta su eliminación, al tiempo que garantizan su reciclado y desecho adecuados sin perjudicar al medio ambiente ni a la salud humana.



zilkovec / Adobe Stock

Taiwán, provincia de China

En Taiwán, provincia de China, se han registrado notables avances en la gestión de los residuos electrónicos, lo que pone de manifiesto su compromiso con la sostenibilidad medioambiental.¹⁴³ Se ha establecido asimismo un sólido marco jurídico para regular la gestión de residuos electrónicos y garantizar el desecho y reciclado adecuados de AEE. La Ley de Eliminación de Residuos y la Ley de Gestión del Fondo de Reciclaje constituyen los elementos fundamentales de ese marco normativo. Un aspecto clave relativo a la gestión de residuos electrónicos es la implantación de un sistema EPR, que se rige por una metodología 4 en 1, en virtud de la cual colaboran varias partes interesadas para lograr una gestión integral de los residuos electrónicos. Las cuatro partes interesadas principales a tal efecto son el Gobierno, los fabricantes e importadores, los minoristas y los consumidores.

El Gobierno de Taiwán, provincia de China, desempeña un papel esencial en el establecimiento de reglamentos y normas, así como en la supervisión del cumplimiento de los requisitos de gestión de residuos electrónicos. Establece objetivos en materia de tasas de reciclado, define las categorías de productos sujetos al proceso EPR y aplica sanciones en caso de incumplimiento. Los fabricantes e importadores de AEE son responsables del cumplimiento de sus obligaciones en el marco del sistema EPR.¹⁴⁴ Deben diseñar los productos con miras a su ulterior reciclaje, establecer sistemas de recogida y financiar el reciclaje y desecho adecuados de los residuos electrónicos. Ello alienta a los fabricantes a llevar a cabo un diseño de productos ecológico y a asumir su responsabilidad a lo largo de toda la vida útil de sus productos. Los minoristas también desempeñan una función destacada en la gestión de residuos electrónicos, al proporcionar centros de recogida para que los consumidores devuelvan sus AEE obsoletos o innecesarios. Esos centros de recogida se hallan en comercios, centros de servicio o lugares de entrega previstos a tal efecto. Los minoristas son responsables de manipular adecuadamente los residuos electrónicos y trasladarlos a instalaciones de reciclaje autorizadas. Los consumidores también desempeñan una función esencial en el marco del sistema 4 en 1. Se les alienta a clasificar sus residuos electrónicos de forma independiente de los desechos generales y a transportarlos a los centros de recogida designados para ello. Al colaborar en el desecho de residuos electrónicos de forma adecuada, los consumidores contribuyen a las actividades de reciclaje y a minimizar el impacto ambiental de los productos electrónicos.

Taiwán, provincia de China, cuenta con una infraestructura avanzada de recogida y reciclaje de residuos electrónicos. Los consumidores tienen acceso a centros de recogida específicos, incluidos centros de reciclaje

y lugares de entrega, y participan en eventos de recogida organizados por las autoridades locales u organizaciones de reciclaje. Esos centros de recogida ponen a disposición de los particulares métodos adecuados para que desechen sus aparatos electrónicos que no necesitan, y evitar que terminen depositados en centros de vertidos o se desechen de forma inadecuada. Una vez que los consumidores depositan sus AEE obsoletos o innecesarios en dichos centros de recogida, los aparatos se clasifican por tipo y estado. Ese proceso de clasificación da lugar a unos procedimientos de reciclado eficaces y adecuados. Por lo general, los centros de recogida disponen de contenedores o lugares de desecho independientes para distintos tipos de residuos electrónicos, por ejemplo televisores, computadores, teléfonos móviles y pequeños electrodomésticos.

Tras recogerse, los residuos electrónicos se transportan a instalaciones de reciclaje avanzadas mediante vehículos especializados diseñados para un transporte seguro. Dichas instalaciones están provistas de tecnología avanzada para gestionar los residuos electrónicos de forma ecológica. Los procesos de reciclado requieren el desmontaje de aparatos y la clasificación de sus componentes, incluidos metales, plásticos, vidrio y circuitos impresos. Se utilizan tecnologías avanzadas para extraer metales valiosos, en particular oro, plata, cobre y componentes de tierras raras de los componentes electrónicos.¹⁴⁵ Los materiales extraídos se reutilizan o se venden, a fin de contribuir a la conservación de los recursos y minimizar la extracción de recursos primarios.

Cabe destacar que si bien la recogida y el reciclado de residuos electrónicos en Taiwán, provincia de China, se realizan de forma avanzada, el marco del sistema 4 en 1 conlleva costes asociados a los procesos de reciclado. Esos costes guardan relación con las actividades de transporte, clasificación, desmontaje, transformación y cumplimiento de la normativa medioambiental. Varían en función del tipo y la cantidad de residuos electrónicos que se procesen y de la instalación de reciclado de que se trate. A raíz de esas exhaustivas medidas y de los mecanismos de compartición de costes, los índices de reciclaje en Taiwán, provincia de China, aumentan paulatinamente. De los resultados de varios estudios se desprende que el índice de reciclado de residuos electrónicos regulados de forma oficial ha sido de alrededor del 80 por ciento en los últimos años¹⁴⁶; aproximadamente el 31,4 por ciento de los residuos electrónicos generados se recogen a través de dichos sistemas regulados a nivel oficial. Cabe atribuir ese avance a la eficacia de la infraestructura de recogida y a la activa colaboración de los productores de AEE en el marco de los programas de reciclaje. Dicha colaboración facilita el tratamiento y reciclado adecuados de los materiales de residuos electrónicos.



Boris Golovnev / Shutterstock.com



Japón

Japón cuenta con un exhaustivo marco normativo sobre gestión de residuos electrónicos, en particular la Ley de Circulación de Recursos como principal legislación que regula la recogida y el reciclaje de los mismos.¹⁴⁷ A tenor de dicha legislación, los fabricantes y los importadores son los encargados de la recogida y el reciclaje de residuos electrónicos, y los consumidores deben clasificar sus residuos electrónicos para desecharlos de forma adecuada. En 2021, el gobierno anunció planes para revisar dicha Ley con el fin de revisar la responsabilidad de fabricantes e importadores a fin de facilitar la eliminación de sus productos de forma adecuada, y requerir informes pormenorizados sobre la recogida y reciclaje de residuos electrónicos.¹⁴⁸ Ello pone de relieve el compromiso gubernamental ininterrumpido para mejorar las prácticas de gestión de residuos electrónicos en el país. El Gobierno también ha anunciado planes para ampliar el número de centros de recogida de residuos electrónicos y aumentar el índice de reciclaje de los mismos.

Japón ha fomentado el uso de productos más sostenibles en el marco de programas de etiquetado ecológico, que se utilizan para identificar productos que cumplen determinados criterios medioambientales; *Eco Mark* es la etiqueta ecológica más reconocida.¹⁴⁹ Los programas alientan a los fabricantes a elaborar productos más ecológicos y a los consumidores a adoptar decisiones de compra más sostenibles. No obstante, uno de los principales retos para los consumidores japoneses sigue siendo la falta de concienciación y conocimientos sobre gestión adecuada de residuos electrónicos. Eso ha llevado a que se desechen muchos dispositivos. Por otro lado, el coste del reciclado de los residuos electrónicos es relativamente elevado en Japón, de ahí que la responsabilidad al respecto recaiga en los fabricantes, que pueden exportar los residuos electrónicos a países con costes de reciclado más bajos.

Japón ha logrado avances sustanciales para mejorar su sistema de gestión de residuos electrónicos. Su objetivo es reciclar el 70 por ciento de los cuatro artículos que figuran en la Ley sobre Reciclaje de Electrodomésticos para 2025, y ha tomado varias medidas a tal efecto.¹⁵⁰ Una de ellas es la ampliación de los programas de reciclaje, incluidas diversas reglamentaciones y directrices para garantizar el desecho y el reciclaje de residuos electrónico de forma adecuada. En 2020, el Ministerio de Medio Ambiente revisó la Ley de Promoción del Reciclaje de Residuos de Pequeños Aparatos Eléctricos y Electrónicos, con objeto de obligar a los minoristas a aceptar AEE obsoletos de los consumidores sin coste alguno. Ello ha contribuido a fomentar la recogida de residuos electrónicos para su posterior reciclaje. Además de ampliar los programas de reciclaje, Japón promueve un enfoque de economía circular para la gestión de residuos electrónicos al alentar la reutilización y renovación de AEE y el reciclaje de recursos valiosos como los metales raros. A tal efecto, el Gobierno insta a los fabricantes a diseñar productos reciclables.

República de Corea

La República de Corea ha logrado avances sustanciales en materia de gestión de residuos electrónicos en los últimos años. Ha implantado un exhaustivo marco jurídico y diversos mecanismos institucionales para gestionar eficazmente los residuos electrónicos. El principal objetivo del Ministerio de Medio Ambiente es promover una economía circular mediante la ampliación de la vida útil de los AEE, a fin de reducir la generación de residuos y fomentar el reciclaje y la recuperación de recursos.

La Ley sobre Transporte de Recursos de Aparatos y Vehículos Eléctricos y Electrónicos, promulgada en enero de 2020, constituye una medida destacada al respecto.¹⁵¹ En virtud de dicha Ley, los productores de AEE deben responsabilizarse de la gestión de los residuos electrónicos que generan sus productos. También se establecen diversos índices de reciclaje obligatorio para varios tipos de residuos electrónicos, y se propugna el desarrollo de un sistema de trazabilidad para la gestión de residuos electrónicos. El programa *Green Card* (Tarjeta verde), puesto en marcha por el Ministerio de Medio Ambiente en 2011, constituye otra iniciativa destacada al respecto.¹⁵² El programa ofrece incentivos a los consumidores que elijan productos ecológicos, en particular AEE eficientes en el plano energético y ecológicos.¹⁵³

Mongolia

Mongolia afronta un aumento de la cantidad de residuos electrónicos generados debido al rápido desarrollo de su industria electrónica y a la demanda cada vez mayor de AEE. El gobierno ha reconocido la necesidad de contar con una gestión adecuada de los residuos electrónicos y ha empezado a establecer un marco jurídico y unas normativas pertinentes a tal efecto. En 2012, se modificó la Ley de Protección del Medio Ambiente para incluir disposiciones sobre la gestión de residuos electrónicos y, en 2016, se actualizó el Programa Nacional de Protección del Medio Ambiente para incluir objetivos específicos en materia de gestión de dichos residuos.¹⁵⁴ no obstante, muchas personas siguen depositando sus dispositivos electrónicos en contenedores de desechos habituales, o los incineran, y el país cuenta con muy poca infraestructura o capacidad para la gestión de residuos electrónicos. Sólo existen algunas instalaciones de reciclaje de residuos electrónicos, y en su mayor parte se hallan en Ulán Bator, capital del país. Ello da lugar a la acumulación de residuos electrónicos en otras zonas del país y dificulta la recogida y el transporte de residuos electrónicos en las instalaciones de reciclaje.¹⁵⁵

Con objeto de superar esas dificultades, el Gobierno de Mongolia ha tomado medidas para mejorar la gestión de residuos electrónicos. En 2020, el Ministerio de Medio Ambiente y Turismo puso en marcha una campaña para aumentar la concienciación de la población sobre la eliminación de residuos electrónicos de forma adecuada.¹⁵⁶ Por otro lado, el Gobierno viene promoviendo la creación de instalaciones de reciclaje de residuos electrónicos en otras zonas del país. En 2021, suscribió un memorando de entendimiento con una empresa privada para establecer una instalación de

reciclaje de residuos electrónicos en Darkhan, la segunda ciudad más grande de Mongolia.¹⁵⁷

La puesta en marcha del Programa Nacional de Gestión y Reciclaje de Aparatos Electrónicos y Eléctricos, cuyo objetivo es gestionar los residuos electrónicos a través de un enfoque integral que incluye campañas de aumento de la concienciación y la creación de centros de recogida, el tratamiento y la eliminación de residuos electrónicos de forma adecuada y la promoción de prácticas sostenibles, constituye otra iniciativa gubernamental destacada al respecto.¹⁵⁸ Otra iniciativa notable es el proyecto *Eco Town*, iniciado en 2019 con miras a fomentar el reciclaje y la reutilización de residuos electrónicos en Ulán Bator. El proyecto hace hincapié en la creación de comunidades urbanas ecológicas que promuevan prácticas sostenibles de gestión de residuos, incluidas la recogida, separación y eliminación de residuos electrónicos.



Bénédicte Kurzen, para la Fundación Carmignac

ASIA SUDORIENTAL

Brunei

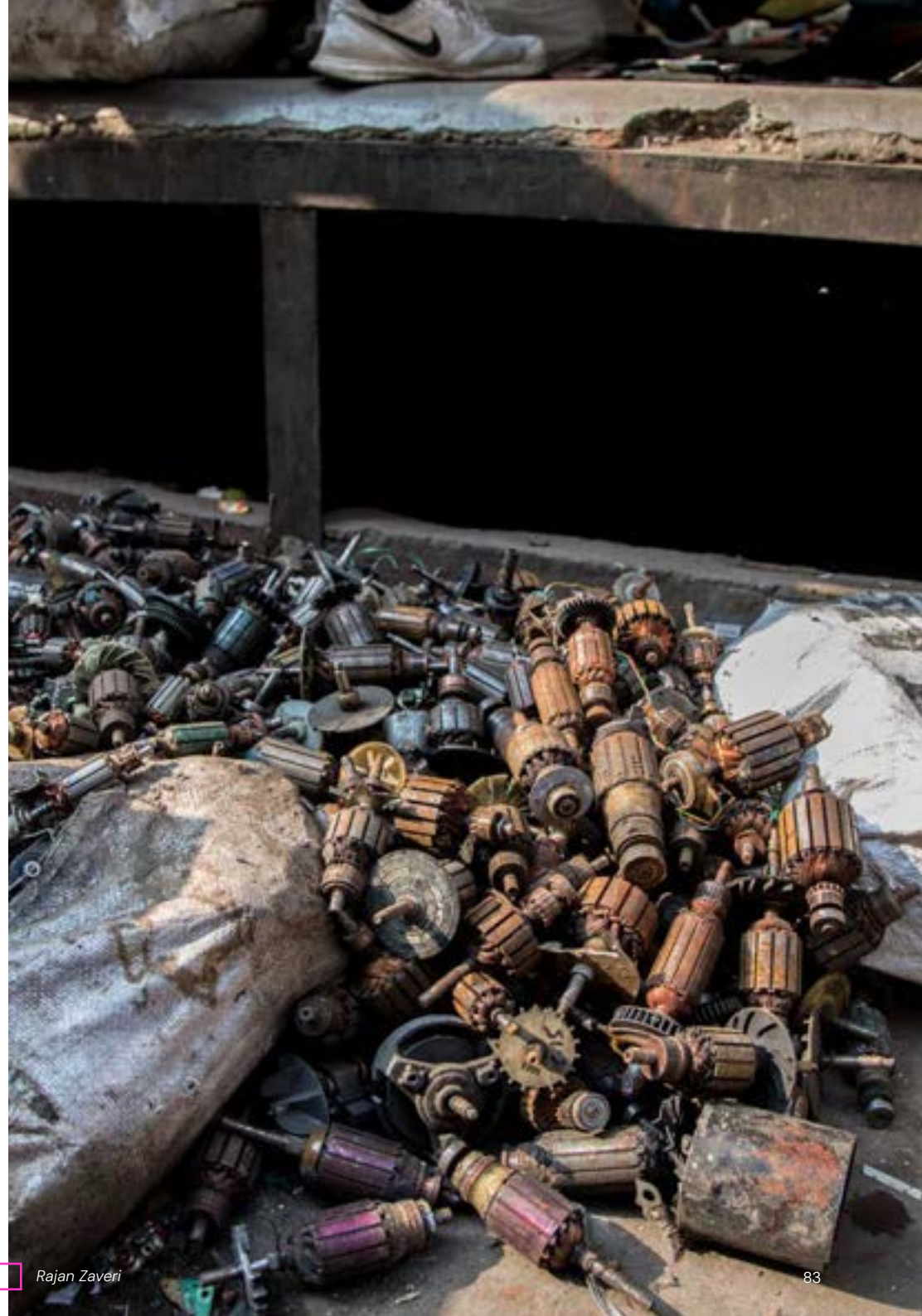
El Gobierno de Brunei Darussalam ha tomado medidas para abordar los problemas medioambientales, incluida la gestión de residuos. Su visión para 2035 es lograr un desarrollo sostenible al respecto y reducir el impacto ambiental, al tiempo que se hace hincapié en prácticas de gestión de residuos responsables y eficientes. El objetivo es reducir los residuos a 1 kg por habitante y día para 2035.¹⁶⁹

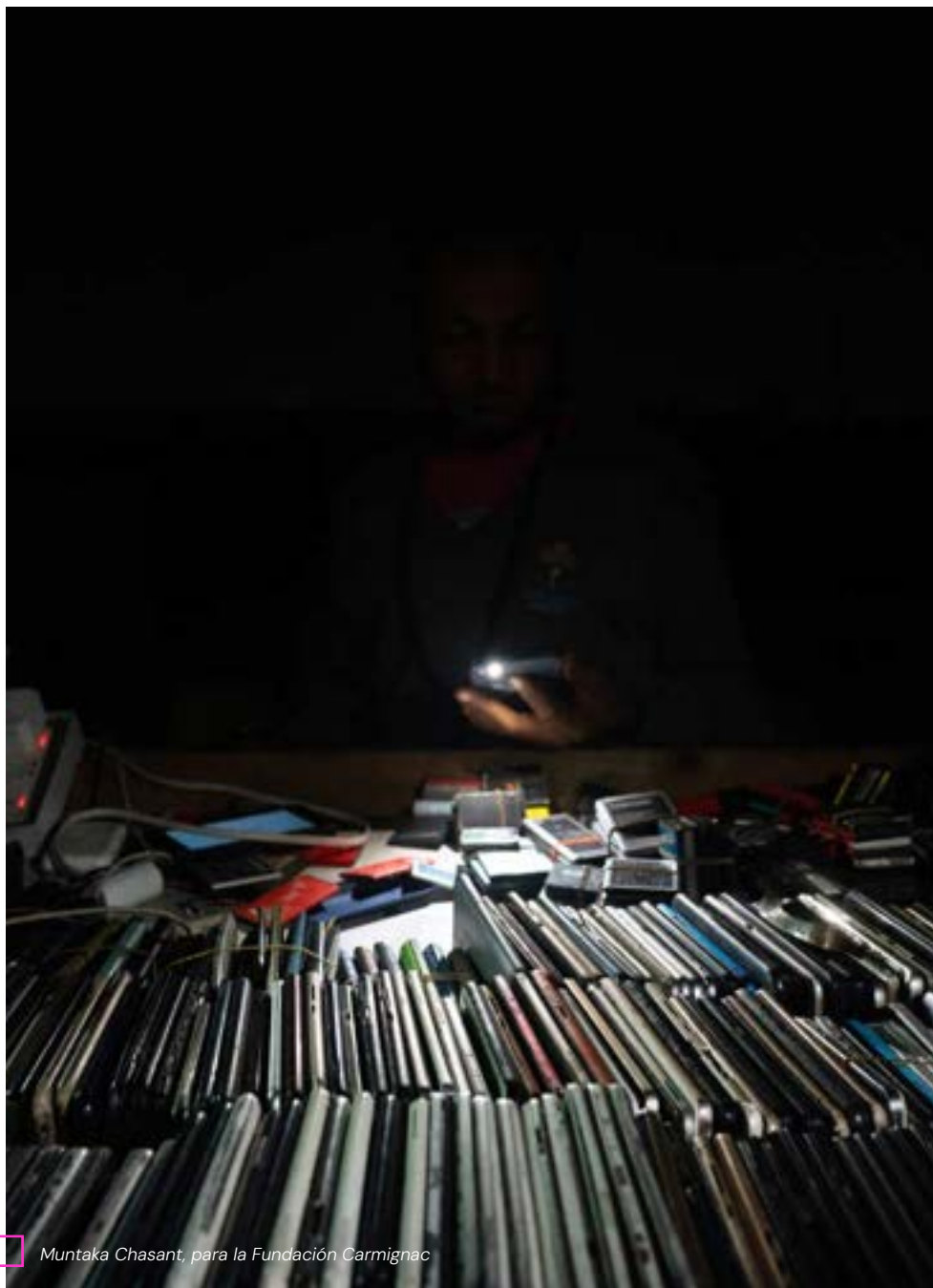
Se ha elaborado una estrategia de gestión de residuos para el periodo comprendido entre 2019 y 2030. Dicha estrategia incluye un exhaustivo plan gubernamental para promover prácticas sostenibles de gestión de residuos en el país. En virtud de la misma se establece un conjunto de objetivos e iniciativas encaminados a reducir la generación de residuos, aumentar los índices de reciclado hasta el 60 por ciento en 2030 y promover prácticas sostenibles de gestión de residuos. También se pone en marcha un sistema integral de gestión de residuos electrónicos que abarca el desarrollo de una instalación de reciclaje de residuos electrónicos y la promoción de prácticas ecológicas a los efectos de manipulación y desecho de residuos electrónicos. En 2021, el Departamento de Medio Ambiente, Parques y Ocio publicó las Directrices sobre Gestión de Residuos Electrónicos en Brunei Darussalam, a fin de fomentar un marco para la gestión de residuos electrónicos con miras a promover prácticas sostenibles para el procesamiento, almacenamiento, transporte y desecho de residuos electrónicos. Dichas directrices también subrayan la necesidad de priorizar la reutilización y el reciclaje de residuos electrónicos con arreglo a la jerarquía de residuos pertinente.¹⁶⁰ En ellas se detalla la responsabilidad de las partes interesadas en la gestión de residuos electrónicos, incluidos productores, importadores y minoristas de AEE, los

proveedores de servicios de gestión de residuos y los organismos gubernamentales encargados de hacer cumplir los reglamentos y las normativas en relación con la gestión de residuos electrónicos.¹⁶¹

Camboya

En Camboya, en el marco de la Estrategia Nacional sobre Medio Ambiente y el Plan de Acción de 2016, se reconoce que los residuos electrónicos constituyen una inquietud cada vez mayor en los planos ambiental y sanitario, y que deben gestionarse y desecharse adecuadamente para proteger la salud pública y el medio ambiente.¹⁶² Dicho plan abarca un conjunto de actividades y estrategias para afrontar el reto que plantean los desechos electrónicos, incluida la promoción de pautas de producción y consumo sostenibles; el fortalecimiento de la infraestructura de gestión de desechos electrónicos; el fomento de la concienciación y la participación del público; y, por último, el aumento de la capacidad institucional. La Ley de Protección del Medio Ambiente y Gestión de Recursos Naturales de 2018 también recoge disposiciones sobre gestión de residuos electrónicos. El actual sistema informal de reciclaje en Camboya es deficiente, puesto que los trabajadores están expuestos a materiales peligrosos y a contaminación ambiental.^{163,164} El país carece de las infraestructuras necesarias, incluidas instalaciones de reciclaje y sistemas de recogida, con objeto de gestionar adecuadamente los residuos electrónicos. Para mejorar la gestión de dichos residuos en Camboya, es primordial invertir en el desarrollo de infraestructuras, establecer sistemas de recogida adecuados y promover instalaciones de reciclaje ecológicas. Por otro lado, es primordial aumentar la concienciación del público, de las empresas y de los organismos gubernamentales acerca de la importancia que reviste realizar una gestión responsable de los residuos electrónicos con objeto de fomentar una cultura de prácticas de desecho sostenibles.





Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

Indonesia

En Indonesia, los residuos electrónicos figuran en el Reglamento de Gestión de Residuos Peligrosos o Tóxicos (*Peraturan Pemerintah* núm. 101/2014), cuyo objetivo es garantizar que los residuos electrónicos no perjudiquen a la salud pública ni al medio ambiente. Dicho Reglamento establece los procedimientos de manipulación de residuos peligrosos, incluidos los electrónicos, en particular su recogida, transporte y eliminación. Pese a esa normativa de carácter general, la gestión de residuos electrónicos en Indonesia se encuentra aún en sus primeras fases de desarrollo.¹⁶⁵ Por otro lado, no existe ninguna normativa específica al respecto. La cantidad de instalaciones y tecnologías en el país necesarias para la eliminación de forma segura y responsable de los residuos electrónicos es insuficiente, y apenas existen normativas efectivas o concienciación pública al respecto.¹⁶⁶ En consecuencia, gran parte de los residuos electrónicos generados en Indonesia se depositan en centros de vertidos, con el consecuente riesgo para el medio ambiente y la salud humana.

Con objeto de afrontar esos retos, el Gobierno de Indonesia elaboró el Plan de Acción Nacional sobre Gestión de Residuos Electrónicos en 2019.¹⁶⁷ Dicho Plan comenzó a ejecutarse en febrero de 2020 y abarca el periodo comprendido entre 2020 y 2025. Su objetivo es establecer un sistema sostenible de gestión de residuos electrónicos en Indonesia mediante la puesta en marcha de diversas iniciativas, en particular la elaboración de normativas, la puesta en marcha de instalaciones de reciclaje, el aumento de la concienciación de la población y el fomento de la investigación y la innovación. También tiene por objeto generar oportunidades de empleo en el sector formal de la gestión de residuos electrónicos y aumentar la capacidad del país para gestionarlos. La elaboración de una hoja de ruta

para la gestión de residuos electrónicos en Indonesia constituye uno de los logros más notables al respecto. El Sistema de Gestión de Residuos Electrónicos que implantó el Ministerio de Medio Ambiente y Silvicultura tiene por objeto proporcionar una base de datos exhaustiva sobre productores de AEE, proveedores de servicios de recogida de residuos electrónicos y de reciclaje de los mismos, y centros de desecho, a fin de garantizar que los residuos electrónicos se gestionen de forma segura y responsable. El sistema se encuentra aún en fase de desarrollo y se prevé que esté plenamente operativo para 2023.

República Democrática Popular Lao

En la República Democrática Popular Lao se ha registrado un rápido desarrollo económico en los últimos años, que ha dado lugar a un fomento del consumo de AEE y a una mayor generación de residuos electrónicos. Existe un bajo grado de concienciación sobre el hecho de que la gestión de residuos electrónicos en el país conlleva prácticas inadecuadas de gestión de residuos sólidos, en particular su vertido e incineración al aire libre, con el consecuente riesgo de peligro para la salud humana y el medio ambiente.¹⁶⁸ En consecuencia, la mayor parte de los residuos electrónicos se eliminan de forma insegura e insostenible. Por otro lado, no existe una infraestructura adecuada de gestión de residuos electrónicos ni normativas al respecto. Para abordar la situación, el Gobierno ha venido adoptando varios instrumentos, entre ellos la Estrategia Nacional sobre Gestión de Residuos Sólidos y el Plan de Acción para 2019-2028, cuyo objetivo es promover prácticas de gestión de residuos ecológicas y el reciclaje de residuos electrónicos.¹⁶⁹ En 2021, el Gobierno también anunció una normativa en virtud de la cual los productores de AEE deben responsabilizarse del desecho de sus productos al final de su vida útil.¹⁷⁰ La gestión de los residuos electrónicos se

ve aún más obstaculizada a raíz de la insuficiencia de fondos e inversiones. La falta de coordinación entre las partes interesadas y el acceso deficiente a la tecnología y a los conocimientos técnicos necesarios para la gestión y el reciclaje de residuos electrónicos contribuyen asimismo a agravar las dificultades que afronta el sector.

Malasia

En Malasia, se vienen aplicando desde hace varios años diversas leyes y normativas sobre residuos sólidos, en particular el Reglamento sobre Calidad Medioambiental (Residuos Catalogados) de 2005, la Ley Nacional de Gestión de Residuos Sólidos de 2007 y la Ley de Comunicaciones y Multimedia de 1998, y se han adoptado diversas medidas para garantizar su cumplimiento.¹⁷¹ Por ejemplo, en 2021, el Departamento de Medio Ambiente aplicó en varios estados un conjunto de medidas de supervisión del procesamiento y de la eliminación de residuos catalogados, incluidos los

residuos electrónicos. Dichas medidas dieron lugar a que varios en lugares se recibieran notificaciones de incumplimiento y sanciones por infringir la normativa en vigor. Por otro lado, en 2022, la Comisión de Comunicaciones y Multimedia de Malasia puso en marcha un sistema de certificación voluntaria de aparatos de comunicación electrónica que cumplen la normativa de dicha Comisión. Ello tuvo por objeto fomentar la utilización de aparatos electrónicos más duraderos y reparables, y reducir la cantidad de residuos electrónicos generados.¹⁷²

El Gobierno de Malasia ha reconocido la necesidad de promover una gestión sostenible de los residuos electrónicos y ha puesto en marcha varias iniciativas para abordar el problema. El Plan Estratégico Nacional sobre Gestión de Residuos Sólidos (2018-2030) esboza el compromiso gubernamental de promover prácticas sostenibles de gestión de residuos, incluida la gestión de residuos electrónicos. Una de

las iniciativas clave al respecto es el fomento de sistemas de recogida y reciclaje de residuos electrónicos en todo el país. Eso incluye la creación de centros de recogida de residuos electrónicos y la implantación de sistemas EPR. También se prevé facilitar el desarrollo del sector del reciclaje de residuos electrónicos en Malasia. Al hacerlo, el Gobierno espera promover una economía circular en la que los recursos valiosos se recuperen a partir de los residuos electrónicos, en lugar de desecharlos.¹⁷³ El fomento de la concienciación y la formación en materia de gestión de los residuos electrónicos constituye otro elemento destacado del plan.

La persistencia de actividades informales de reciclaje de residuos electrónicos en Malasia es uno de los mayores retos que debe abordar dicho país. Muchos trabajadores informales desmontan residuos electrónicos sin equipos de protección adecuados ni controles medioambientales. También faltan infraestructuras de re-

cogida y reciclaje de residuos electrónicos. En el marco del Plan Estratégico Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos se establecen objetivos para la gestión de los residuos electrónicos que guiarán los esfuerzos a tal efecto en Malasia.¹⁷⁴

Myanmar

El Gobierno de Myanmar ha reconocido la necesidad de abordar el problema y ha empezado a trabajar en la elaboración de normativas, si bien los avances han tenido lugar a un ritmo muy lento. En consecuencia, no existe ningún sistema para controlar la cantidad de los residuos electrónicos generados, ni para garantizar su eliminación de forma adecuada.¹⁷⁵ En 2023, Myanmar empezó a planificar la introducción de sistemas EPR en relación con los AEE. No obstante, la existencia de infraestructuras insuficientes para la gestión de residuos electrónicos sigue constituyendo un reto destacado. Hay muy pocas instalaciones de reciclaje en el país y el sector informal se encarga de la mayor parte de las actividades de reciclaje de residuos electrónicos. Con frecuencia, ello conlleva actividades de desmontaje y clasificación de AEE sin las medidas de seguridad e higiene adecuadas, con el consecuente riesgo para el medio ambiente y la salud humana.¹⁷⁶

La concienciación del público y de las partes interesadas es insuficiente en relación con los efectos de los residuos electrónicos en el medio ambiente y la salud humana. Ello ha traído consigo un bajo grado de participación en campañas de recogida de residuos electrónicos y en programas de reciclaje.¹⁷⁷ Por otro lado, la mayor parte de AEE se importan de países limítrofes, lo que dificulta la regulación de la calidad de los productos. Cabe prever que ello contribuya asimismo a la generación de residuos electrónicos en Myanmar.



Filipinas

Los principales tipos de residuos electrónicos generados en Filipinas son aparatos electrónicos de consumo, en particular televisores, frigoríficos, lavadoras y teléfonos móviles. Esos dispositivos se importan con frecuencia de otros países y reglamentar su calidad puede ser complejo, lo que puede provocar un elevado índice de obsolescencia de productos y su desecho antes de tiempo. Se trata de un tema habitual en toda la región. El país aplica un enfoque mixto de gestión formal e informal de residuos electrónicos. El sector formal abarca las iniciativas gubernamentales y del sector privado que hacen hincapié en la eliminación, el procesamiento y el reciclaje de residuos electrónicos de forma adecuada. Por otro lado, el sector informal, lo forman particulares y proveedores de servicios de reciclaje oficiosos que recogen y extraen componentes valiosos de aparatos electrónicos desechados.

A raíz del reto cada vez más mayor que plantean los residuos electrónicos, el Gobierno de Filipinas ha promulgado leyes y reglamentos de índole general que abarcan la gestión de residuos electrónicos. En virtud de la Ley de Gestión Ecológica de Residuos Sólidos de 2000 (Ley núm. 9003 de la República), es necesario procesar y desechar de forma adecuada los residuos sólidos, incluidos los electrónicos. Por otro lado, el Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales publicó la Orden Administrativa núm. 2013-22, que esboza las directrices para una gestión adecuada en el plano medioambiental de los residuos electrónicos en el país.¹⁷⁸ Dicho Departamento también publicó la Estrategia Nacional Revisada de Gestión de Residuos Sólidos en 2021, en la que se recogen disposiciones para la gestión de residuos electrónicos. Con arreglo a dicha estrategia revisada, se entiende por residuos electrónicos los AEE que han alcanzado el final de su vida útil, cuyos componentes han dejado de tener valor

para sus usuarios o han pasado a ser inutilizables a raíz de su desgaste, deterioro u obsolescencia. Esa definición incluye asimismo aparatos destinados a su reutilización, reventa o desecho.¹⁷⁹

Uno de los principales problemas en Filipinas es la falta de acceso a instalaciones e infraestructuras adecuadas para la eliminación de residuos electrónicos, en particular en zonas rurales. Ello dificulta la recogida y eliminación de residuos electrónicos en esas zonas, y a menudo da lugar al vertido ilegal de residuos electrónicos en ríos, centros de vertidos u otras zonas. También se da una falta de reglamentación y aplicación adecuadas de las leyes y normativas en vigor relacionadas con la gestión de residuos electrónicos. Ello da lugar a la exportación ilícita de residuos electrónicos a otros países. Cada vez se reconoce más la importancia que reviste contar con una gestión adecuada de los residuos electrónicos en Filipinas. La Estrategia Nacional Revisada de Gestión de Residuos Sólidos y los diversos programas e iniciativas puestos en marcha por gobiernos locales, ONG y empresas privadas constituyen medidas acertadas para lograr avances. Existe asimismo una tendencia cada vez más marcada a aplicar principios de economía circular, que dan prioridad a la eficiencia de los recursos y a la reutilización y el reciclado de materiales. Ello podría propiciar el desarrollo de un sistema de gestión de residuos electrónicos más sostenible en Filipinas.¹⁸⁰

Singapur

La Agencia Nacional de Medio Ambiente de Singapur es la encargada de gestionar los residuos electrónicos en dicho país, cuyo sistema de gestión se apoya en un enfoque basado en tres actividades principales: disminución, reutilización y reciclaje de residuos electrónicos. La Agencia prevé reducir la cantidad de residuos electrónicos que se generan mediante la implantación de un plan EPR a escala nacional, el fomento de la reutilización de AEE mediante programas de repara-

ción y renovación, y la promoción del reciclado de residuos electrónicos en el marco de programas de recogida y tratamiento. A tal efecto, los fabricantes e importadores de AEE son los responsables de la gestión de sus productos al final de su vida útil. Ello incluye las actividades de recogida, transporte y eliminación de residuos electrónicos, así como el desarrollo de estrategias para reducir el impacto medioambiental de sus productos.¹⁸¹

Con objeto de facilitar la recogida y eliminación de residuos electrónicos, Singapur ha creado una red de centros y programas de reciclaje para residuos electrónicos. Dichos programas se han concebido para fomentar la eliminación y el reciclado de productos electrónicos de forma adecuada, así como para aumentar la concienciación de la población sobre los riesgos medioambientales y sanitarios que plantea la eliminación inadecuada de residuos electrónicos. Pese a esos esfuerzos, sigue habiendo problemas, principalmente la insuficiente capacidad del país para reciclar y procesar residuos electrónicos. Eso ha provocado que una cantidad sustancial de residuos electrónicos se exporte a otros países, en los que pueden procesarse en condiciones menos ecológicas. La falta de concienciación y participación pública en los programas de reciclaje de residuos electrónicos es una dificultad añadida. Pese a que el gobierno ha contribuido a promover esos programas y a aumentar la concienciación sobre la gestión de residuos electrónicos, es necesario alcanzar un mayor compromiso con el público y hacer más hincapié en actividades de formación y divulgación.¹⁸²

A pesar de esas dificultades, el sistema de gestión de residuos electrónicos en Singapur ha logrado notables avances en los últimos años. La Agencia Nacional de Medio Ambiente ha fijado el objetivo de reciclar el 30 por ciento de los residuos generados en Singapur para 2030 y colabora con las partes interesadas a tal efecto.¹⁸³



Heng Lim / Shutterstock.com



Tailandia

El Plan Nacional de Gestión de Desechos Electrónicos de Tailandia, puesto en marcha en 2018 por el Departamento de Control de la Contaminación del Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente de dicho país, constituye una de las iniciativas normativas más destacadas en Tailandia para abordar el reto que plantean los desechos electrónicos. El Plan tiene por objeto establecer un sistema más sostenible y eficaz de gestión de residuos electrónicos en el país. A tal efecto, esboza un conjunto de estrategias y medidas encaminadas a reducir la generación de residuos electrónicos, fomentar el reciclaje y la eliminación de los mismos de forma adecuada, y mejorar las prácticas generales de gestión. Uno de los principales objetivos del Plan Nacional de Gestión de Residuos Electrónicos es establecer un sistema más eficiente y eficaz de recogida y transporte de residuos electrónicos. Ello abarca el desarrollo de centros de recogida de residuos electrónicos y la aplicación de normativas que garanticen un procesamiento y transporte adecuados de los residuos electrónicos. Al mejorar los procesos de recogida y transporte, se prevé garantizar que los residuos electrónicos se eliminen adecuadamente y que se recuperen y reciclen materiales valiosos.¹⁸⁴

En 2021, se puso en marcha el Plan Estratégico de Gestión Integrada de Residuos Electrónicos en Tailandia (2022-2026) para dar seguimiento al Plan Nacional de Gestión de Residuos Electrónicos de 2018. El segundo establece un marco a largo plazo para la gestión de residuos electrónicos en dicho país, al tiempo que el primero tiene por objeto alcanzar objetivos a corto y medio plazo para 2026. Dicho plan estratégico hace hincapié en la aplicación de los objetivos y las metas del Plan nacional, incluido el fortalecimiento del sistema de gestión de residuos electrónicos, la promo-

ción de la economía circular y el fomento de la concienciación y participación públicas.¹⁸⁵

En el marco del Plan Nacional de Gestión de Residuos Electrónicos también se subraya la importancia de concienciar al público sobre la manipulación y eliminación adecuadas de los residuos electrónicos. Abarca campañas de concienciación sobre los riesgos que conlleva para la salud y el medio ambiente la eliminación inadecuada de residuos electrónicos, y promueve los esfuerzos para promover un consumo y un diseño de productos más responsables. Al concienciar a la población, el plan prevé fomentar un comportamiento más responsable de los consumidores y reducir la cantidad de residuos electrónicos generados. Conviene señalar que Tailandia es uno de los mayores productores de equipos de intercambio térmico, incluidos acondicionadores de aire y frigoríficos. De ahí que el país cuente con productores nacionales de AEE, y que, en consecuencia, sea aún más importante que el país aborde la cuestión de la gestión de residuos electrónicos.

Uno de los principales obstáculos para la gestión de residuos electrónicos en Tailandia es la falta de un marco normativo exhaustivo. Pese a que existen varias normativas sobre gestión de residuos peligrosos y sólidos, ninguna de ellas aborda específicamente la gestión de residuos electrónicos. En la actualidad se revisa un proyecto de ley sobre RAEE elaborado por el Departamento de Control de la Contaminación sobre la base del concepto EPR, previa consulta con las partes interesadas a escala nacional, incluidos los productores. No obstante, a falta de un consenso sobre ese proyecto de ley, en particular en relación con el modelo de financiación del sistema de gestión de residuos electrónicos, y sin una normativa aplicable al respecto, la gestión de residuos electróni-

cos sigue siendo objeto de un enfoque dispar, en virtud del cual cada organismo se encarga de reglamentar aspectos diferentes. La continuidad del sector informal, que desempeña un papel destacado en el reciclaje de residuos electrónicos en Tailandia, constituye una dificultad adicional. Pese a que los proveedores de servicios de reciclaje informales desempeñan una función muy útil, con frecuencia desarrollan su labor en condiciones inseguras y sin la formación ni el equipo adecuados. Ello puede conllevar riesgos para el medio ambiente y la salud, y redundar en índices de recuperación de materiales valiosos inferiores a los previstos.¹⁸⁶

Según un estudio analítico sobre flujos de materiales relativo a la gestión de residuos electrónicos en Tailandia extraídos de frigoríficos (UNU-KEY 0108), aparatos de aire acondicionado (UNU-KEY 0111), computadores personales (UNU-KEY 0302), televisores de tubo de rayos catódicos (0308), televisores LCD (UNU-KEY 0309), teléfonos (UNU-KEY 0305) y teléfonos móviles (UNU-KEY 0306), se calcula que en 2023 se obtuvieron 218 millones de kg de residuos electrónicos de forma manual.¹⁸⁷ De esas cantidades, alrededor del 80 por ciento fueron materiales reciclables y aproximadamente el 20 por ciento materiales sin valor. Determinados componentes de valor se reciclan, pero los que no se pueden vender se depositan en centros de vertidos o se incineran. Otro estudio de los mismos autores puso de manifiesto que de los 417 millones de kg de residuos electrónicos generados en hogares, 125 millones de kg se almacenan en los mismos, 263 millones de kg los gestionan trabajadores del sector informal y 29 millones de kg el sector formal.¹⁸⁸

Viet Nam

El Gobierno de Viet Nam ha adoptado diversas medidas para abordar la gestión de los residuos electrónicos. En 2020, el Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente publicó el Plan de Acción Nacional sobre gestión de residuos de productos electrónicos en el país para el periodo 2020-2025. El plan tiene por objeto mejorar la gestión de los residuos electrónicos a escala nacional mediante el enfoque de las 3R (reducción, reutilización y reciclado) y el fortalecimiento del marco jurídico pertinente. También fija el objetivo de recoger y tratar el 70 por ciento de los residuos electrónicos generados en el país para 2025.¹⁸⁹ Por otro lado, el Gobierno ha puesto en marcha varias normativas para supervisar la importación y exportación de residuos electrónicos. En 2020, promulgó el Decreto núm. 31/2020/ND-CP, en virtud del cual se reglamenta la gestión de AEE y componentes usados. El Decreto también tiene la finalidad de controlar la importación y exportación de residuos electrónicos; a tal efecto, los importadores de AEE y componentes usados deben suscribir un compromiso de protección del medio ambiente conforme a la legislación y velar por que no importen o exporten residuos peligrosos.¹⁹⁰

El sector privado también ha adoptado diversas iniciativas para mejorar la gestión de los residuos electrónicos en Viet Nam.¹⁹¹ Por ejemplo, en 2020 se constituyó la empresa *Vietnam E-waste Solutions Joint Stock Company* con objeto de promover una economía circular relativa a los residuos electrónicos en dicho país. El Instituto de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de Viet Nam pone a disposición de empresas y particulares del país sus conocimientos sobre gestión de residuos electrónicos, incluidos servicios de recogida, transporte y reciclaje.

Viet Nam debe hacer frente a diversas dificultades para aplicar y hacer cumplir eficazmente la normativa sobre gestión de residuos electrónicos. Entre ellas cabe destacar la concienciación insuficiente del público y de las empresas sobre la importancia que reviste la eliminación adecuada de residuos electrónicos. En consecuencia, dichos residuos se mezclan en ocasiones con residuos generales, lo que da lugar a una eliminación inadecuada de los mismos. Para afrontar la situación se han puesto en marcha diversas iniciativas de colaboración en las que participan organismos gubernamentales y del sector privado y diversas ONG. Ello tiene por objeto fomentar la concienciación sobre los problemas asociados a los residuos electrónicos, mejorar las prácticas de reciclaje y establecer un sistema de gestión de residuos electrónicos más sostenible.



Heng Li Hanoi Photography / Adobe Stock



Asia central

Los países de Asia central han suscrito varios acuerdos medioambientales multilaterales destinados a facilitar la conservación del medio ambiente y a minimizar el impacto adverso de los productos químicos peligrosos en el medio ambiente y la salud humana. Dichos acuerdos han sido adoptados y ratificados por algunos países de la región, al tiempo que otros han manifestado su intención de cumplirlos. Todos los países de Asia central, así como Armenia, Azerbaiyán y Georgia, han suscrito el Convenio de Basilea.¹⁹² Al elaborarse el presente informe, Turkmenistán había adoptado medidas para incorporar las disposiciones internacionales establecidas en el marco del Convenio de Basilea a su legislación nacional mediante el desarrollo de procedimientos para la importación, la exportación y el flujo transfronterizo de residuos peligrosos, entre otros tipos de residuos.

Los países miembros de la Unión Económica Euroasiática han aprobado varios documentos jurídicos importantes destinados a regular la gestión de los residuos electrónicos. Uno de ellos, el Reglamento Técnico sobre Restricción de Sustancias Peligrosas en Productos Eléctricos y Electrónicos (TR EAEU O37/2016), entró en vigor en 2018 y es aplicable a todos los países de la Unión Económica Euroasiática, incluidos Armenia, Belarús, Kazajistán, Kirguistán y la Federación de Rusia. El Reglamento Técnico establece requisitos para el diseño y la producción de AEE, con restricciones sobre contenido de plomo, mercurio, cadmio, cromo hexavalente, bifenilos polibromados y éteres difenílicos polibromados. A lo largo del proceso de fabricación, la concentración de esas sustancias en los materiales homogéneos utilizados no debe superar el 0,1 por ciento en peso, y el cromo hexavalente no debe superar el 0,01 por ciento.¹⁹³

El Acuerdo de Cooperación sobre Gestión de Residuos de Aparatos Electrónicos y Eléctricos¹⁹⁴, suscrito en 2018 por representantes de los Estados miembros de la Comunidad de Estados Independientes, incluidos Uzbekistán, Armenia, Belarús, Kazajistán, Kirguistán, la Federación de Rusia y Tayikistán, constituye otro documento regional de gran importancia relacionado con los residuos electrónicos. El principal objetivo del acuerdo es promover el establecimiento de un sistema regional de gestión de residuos electrónicos. Ello incluye el fomento de la utilización de dichos residuos como fuente de materiales secundarios por medio del desarrollo y la aplicación de las tecnologías más avanzadas disponibles.

Existen pocas diferencias en cuanto al modo de gestionar los residuos electrónicos y el nivel de desarrollo de las infraestructuras en cada país de Asia central. Si bien la región cuenta con proveedores de servicios de reciclaje de residuos electrónicos, por lo general dichos proveedores obtienen los residuos de entidades jurídicas. Una práctica habitual de gestión de residuos electrónicos es la reutilización y reparación de AEE usados. Otra es la nueva compra o recogida gratuita de aparatos electrodomésticos por organizaciones de servicios que reparan y revenden AEE usados. Sigue habiendo una insuficiente concienciación pública sobre el efecto adverso de los residuos electrónicos y la necesidad de que éstos sean objeto de recogida y reciclaje. Sólo algunos países, incluidos Kazajistán y Uzbekistán, organizan campañas ocasionales para fomentar la concienciación pública y recoger residuos electrónicos domésticos.

Algunos países de Asia central y de la Comunidad de Estados Independientes desarrollan e implantan proyectos destinados a mejorar el sistema de recogida y reciclaje de residuos electrónicos. Por ejemplo, con el apoyo de la UIT y el PNUMA, se han elaborado propuestas para la aplicación del proceso EPR a los residuos electrónicos y se han organizado una serie de seminarios y sesiones de formación sobre gestión de residuos electrónicos. Con el apoyo de UNITAR, tiene lugar en Kazajistán, Kirguistán, Uzbekistán y Tayikistán un proyecto de supervisión de residuos electrónicos a escala nacional. Uno de los resultados que prevé el proyecto es la elaboración de hojas de ruta en el país para mejorar el sistema de recogida y reciclaje de residuos electrónicos.

Kazajistán es el principal país de la región en materia de regulación de la gestión de residuos electrónicos, y el país cuenta con una normativa específica al respecto. El desarrollo de un sólido sistema de gestión de residuos constituye una prioridad para el país. La principal ley que regula la gestión de residuos es el Código de Medio Ambiente¹⁹⁵ aprobado en 2021. Dicho Código contiene disposiciones sobre recogida selectiva de residuos electrónicos, o residuos que contengan mercurio, pilas y otros componentes peligrosos. Establece la transferencia de esos residuos a instalaciones de reciclado. Desde 2017, el proceso EPR es aplicable a los AEE en Kazajistán. Si bien la responsabilidad relativa a dicho proceso recae en una organización estatal, el país estudia la posibilidad de implantar su propio sistema EPR para fabricantes e importadores de AEE.¹⁹⁶

Asia occidental

La subregión de Asia occidental abarca los Emiratos Árabes Unidos, Bahrein, Chipre, Israel, Kuwait, Omán, Qatar, Arabia Saudita, la República Árabe Siria, Yemen, Líbano, Armenia, Azerbaiyán, Georgia, Iraq, Jordania, el Estado de Palestina y Türkiye.

En Arabia Saudita, Bahrein, Emiratos Árabes Unidos, Iraq, Jordania, Kuwait, Israel, Líbano, Omán, el Estado de Palestina, Qatar, la República Árabe Siria y Yemen, la gestión de los residuos electrónicos se caracteriza por prácticas inadecuadas, independientemente del nivel de renta del país de que se trate; el 99.9 por ciento de los residuos electrónicos no se gestionan, o se gestionan indebidamente (salvo en Israel y Türkiye). Los residuos electrónicos se depositan en centros de vertidos o los gestiona el sector informal, lo que tiene graves efectos adversos para la salud y el medio ambiente debido a la liberación de sustancias peligrosas, las emisiones de gases de efecto invernadero y la pérdida de recursos materiales esenciales. Debido a la falta de legislación específica, en esos países los residuos electrónicos sólo pueden gestionarse en el marco de la legislación vigente sobre residuos generales o peligrosos. Determinados países (en particular, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, Estado de Palestina, Jordania, Líbano, Omán, Qatar y Sudán) cuentan con marcos jurídicos y normativos avanzados sobre gestión de residuos, y específicamente, sobre residuos peligrosos, aplicables asimismo a los residuos electrónicos.

En cuanto al marco jurídico en vigor, ningún país de la región cuenta con leyes específicas sobre residuos electrónicos, a excepción de Israel y su Ley sobre Aparatos Eléctricos y Electrónicos y Pilas (o residuos electrónicos)¹⁹⁷, y Türkiye, con su Reglamento sobre la Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.¹⁹⁸ En virtud de lo establecido en la legis-

lación israelí, los fabricantes e importadores deben procesar directamente sus residuos de aparatos electrónicos y pilas, o suscribir un contrato con empresas acreditadas a tal efecto. El Ministerio de Protección Medioambiental es el encargado de garantizar que esos aparatos, entre los que se incluyen teléfonos móviles, computadores, televisores y frigoríficos, se eliminen adecuadamente una vez que son inservibles, o se reciclen siempre que sea posible.

El Reglamento de Türkiye entró en vigor el 1 de febrero de 2023. Introduce un marco para la aplicación del proceso EPR a los fabricantes de AEE y regula las estrategias, normativas y procedimientos y principios administrativos, jurídicos y técnicos pertinentes. Dicho Reglamento prioriza la utilización de materiales reciclados si ello es técnicamente viable, en particular en relación con los productos de nuevo diseño. Los residuos electrónicos y los componentes de los mismos que no pueden enviarse para su reutilización o reciclado se eliminan en instalaciones que poseen los permisos y las licencias medioambientales adecuados. El citado Reglamento fija objetivos específicos para la recogida de AEE, a saber: 40 por ciento para 2025, y posteriormente, un aumento anual del 5 por ciento, hasta alcanzar el 65 por ciento para 2030. Después de 2030, el objetivo de recogida es del 65 por ciento, a menos que el Ministerio establezca otro criterio.

La exhaustiva legislación de Qatar sobre tratamiento y eliminación de residuos peligrosos (Reglamento Ejecutivo de la Ley de Protección del Medio Ambiente, promulgado mediante el Decreto-Ley núm. 30 de 2002) prohíbe el procesamiento y la eliminación de dichos residuos en instalaciones que no estén debidamente previstas para ello.¹⁹⁹ De forma análoga, los Emiratos Árabes Unidos adoptaron una ley de gestión integrada sobre residuos en 2018.²⁰⁰

El Líbano adoptó el Decreto núm. 5606/2019, en virtud del cual se detallan los fundamentos de la gestión de residuos peligrosos y se incluyen los residuos electrónicos como un tipo de residuo peligroso, además de un conjunto de decisiones ministeriales que rigen la recogida, el transporte y el almacenamiento de residuos peligrosos. En el Estado de Palestina, los residuos electrónicos se incluyen en la Ley de Medio Ambiente de 1999²⁰¹ como parte de los residuos peligrosos, si bien no existe ninguna estrategia, legislación o especificación técnica sobre la gestión de los residuos electrónicos.

Únicamente Israel, Türkiye y Emiratos Árabes Unidos aplican el principio EPR a los residuos electrónicos y las pilas, al tiempo que Jordania y Líbano están en proceso de establecer normativas al respecto. Ningún otro país o territorio de la región ha aplicado o elaborado legislación alguna sobre un sistema EPR relativo a los residuos electrónicos.

Varios países de Asia occidental han adoptado, o están en proceso de hacerlo, normas o reglamentos sobre gestión general de residuos de forma ecológica. Jordania y Bahrein han publica-

do normativas específicas sobre gestión de residuos electrónicos, al tiempo que Qatar está en fase de elaborarlas. En Israel, las empresas deben solicitar una acreditación para procesar residuos electrónicos de importadores y fabricantes. Dos empresas se han acreditado hasta 2024.²⁰²

Todos los países de la región han ratificado los Convenios de Basilea y Estocolmo (Israel sólo ha suscrito el Convenio de Estocolmo), así como el Convenio de Rotterdam. Por lo general, la regulación de la importación y exportación de residuos electrónicos se basa en lo dispuesto en el marco del Convenio de Basilea. Kuwait, Líbano, el Estado de Palestina, Qatar y Emiratos Árabes Unidos también han promulgado legislaciones nacionales sobre importación y exportación de residuos peligrosos, incluidos los electrónicos.

Varios países, en particular Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, Jordania, Kuwait, Líbano y Qatar, prohíben la importación de residuos y materiales peligrosos, si bien autorizan su exportación en virtud del Convenio de Basilea. En particular, Jordania y Líbano autorizan la exportación de residuos peligrosos (incluidos los residuos electrónicos) bajo condiciones espe-



OVKNHR / Shutterstock.com

cólicas de concesión de licencias y con la autorización del ministerio supervisor pertinente. Kuwait y Qatar sólo permiten la exportación de esos residuos en el marco del Convenio de Basilea si en el país exportador no existe ninguna planta para su reciclaje o procesamiento.

En Georgia, los residuos electrónicos se regulan como un flujo de residuos específico a nivel legislativo y se gestionan en el marco del Código de Gestión de Residuos.²⁰³ En el marco de dicho Código se entiende por "residuos específicos" los generados mediante productos que requieren medidas especiales de gestión y un procesamiento meticuloso tras su transformación en residuos. Ese tipo de productos incluye envases, aceite, neumáticos, vehículos de motor, pilas, acumuladores y AEE. Por otro lado, el Gobierno de Georgia ha aprobado varias normativas que abordan específicamente la gestión de los residuos electrónicos. Una de las normativas más destacadas es el Reglamento Técnico sobre Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos,²⁰⁴ que establece normas para la gestión de los residuos electrónicos, incluidas disposiciones relacionadas con el proceso EPR y el fomento de la prevención de residuos y su reutilización. La clasificación de AEE que se esboza en el Reglamento Técnico está en consonancia con la clasificación internacional de residuos electrónicos, así como con la de la UE.

El Acuerdo de Asociación General Mejorada de Armenia con la Unión Europea incluye disposiciones para fortalecer la cooperación medioambiental.²⁰⁵ En virtud de dicho Acuerdo, Armenia debe aplicar el principio de "quien contamina paga", y tiene previsto implantar un sistema EPR. La regulación de los residuos en el país se rige por la Ley de Residuos,²⁰⁶ que establece los principios jurídicos y las normas que rigen la gestión de residuos, incluidos su recogida, pro-

cesamiento, reciclado y transporte. No obstante, salvo tipos específicos de residuos electrónicos, en particular el mercurio y las lámparas fluorescentes, los residuos electrónicos no figuran tácticamente en la lista de residuos reglamentados.

En Azerbaiyán, la Estrategia Nacional para la Mejora de la Gestión de Residuos Sólidos prevé la aplicación de planes y medidas pertinentes. Sin embargo, ello hace hincapié en la construcción de centros de vertidos y no regula los residuos electrónicos.

La recogida oficial de residuos electrónicos de forma ecológica sólo tiene lugar en algunos estados de la región, a saber, Jordania, Qatar, Emiratos Árabes Unidos y Türkiye. En Qatar, en particular, los residuos electrónicos se recogen en zonas residenciales mediante planes anunciados y organizados en coordinación con las autoridades competentes, como el Ministerio de Municipios y Medio Ambiente. Los residuos electrónicos de oficinas gubernamentales e instalaciones industriales y comerciales, así como los de otros sectores, se recogen en el marco de acuerdos entre proveedores de servicios de recogida privados autorizados y el generador de esos residuos electrónicos. En Emiratos Árabes Unidos, los residuos electrónicos los recogen las autoridades municipales, o se eliminan de forma voluntaria en centros de recogida oficiales (centros de recogida de residuos de Emiratos Árabes Unidos). Por otro lado, el país alberga la única instalación de reciclaje y procesamiento de residuos electrónicos de África y Oriente Medio, con capacidad para procesar 40 millones de kg de residuos electrónicos de todo tipo por año. En 2019 y 2020, el Ministerio de Medio Ambiente de Jordania comenzó a conceder licencias a empresas para la recogida y el reciclaje de residuos electrónicos; siete empresas cuentan con licencia para recoger (aun en centros de recogida

informales) y desmontar residuos electrónicos para su posterior exportación, de conformidad con la normativa del Convenio de Basilea.²⁰⁷

En Türkiye, el índice de reciclaje de residuos electrónicos es bajo, con independencia del marco legal vigente. Pese a que Türkiye es uno de los mayores productores de pequeños electrodomésticos de Europa, las deficiencias de su normativa en vigor le impiden alcanzar sus objetivos en materia de reutilización y reciclado de esos productos.²⁰⁸ Por otro lado, en Türkiye existen tres asociaciones autorizadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Urbanismo para la producción de aparatos eléctricos y electrónicos (ELDAY, AGID y TÜBİSAD). TÜBİSAD, por ejemplo, fue designada a nivel ministerial en 2015 como institución autorizada para la recogida de televisores, monitores y residuos de aparatos de consumo de la TIC. Sigue llevando a cabo diversas actividades de formación, asesoramiento y campañas informativas, y en su sitio web figura la dirección de 294 centros de recogida de residuos electrónicos.²⁰⁹

En el Líbano, todos los residuos electrónicos se gestionan en virtud de un decreto general sobre residuos peligrosos y el país aplicará en breve el proceso EPR, al que se alude en su estrategia nacional de 2019 sobre gestión integrada de residuos sólidos.²¹⁰ Los objetivos propuestos en materia de residuos electrónicos son los siguientes: una cantidad mínima de 2 kg por habitante y año en materia de recuperación, y de 4 kg por habitante y año para la recogida selectiva en los cinco años siguientes a su introducción. La estrategia es objeto de revisión en la actualidad, lo que podría dar lugar a una modificación de sus objetivos.²¹¹ A tenor de una evaluación de la ONUDI efectuada en 2019, la infraestructura de gestión de residuos electrónicos en el Líbano es insuficiente con respecto a varios aspectos,

a saber, por verse restringida a raíz de los elevados costes energéticos; por la existencia de muchos proveedores informales en el sector que trabajan sin observar ninguna medida de seguridad sanitaria o medioambiental; por no existir ninguna legislación específica sobre residuos electrónicos; por el bajo grado de concienciación al respecto; y por la falta de datos estadísticos sobre residuos electrónicos.²¹²

ASIA MERIDIONAL

India

India es uno de los mayores productores de residuos electrónicos del mundo y fue uno de los primeros países en la región en lo que se refiere a legislación e infraestructuras de recogida y reciclado de dichos residuos. La primera normativa sobre residuos electrónicos (gestión y manipulación)²¹³ fue publicada en 2011 por el Ministerio de Medio Ambiente, Asuntos Forestales y Cambio Climático, encargado de la legislación relacionada con los residuos; dicha normativa se actualizó y modificó ulteriormente de forma periódica, y su última versión entró en vigor en abril de 2023. La normativa sobre residuos electrónicos²¹⁴ incluye asimismo un programa de aplicación, análogo al de la Directiva RoHS de la UE, en virtud de la cual se restringe la utilización de determinadas sustancias peligrosas en los AEE de existir otras opciones más seguras.

Su versión de 2011 incluía 21 categorías de productos, principalmente aparatos informáticos y algunos electrodomésticos. Se introdujo el concepto EPR para la gestión de residuos electrónicos, en particular con respecto a productores, proveedores de servicios de desmontaje y reciclaje y organismos de reglamentación. También se recogen diversos requisitos destinados a reducir la cantidad de sustancias peligrosas de los productos, en consonancia con la Directiva RUSP de la UE. La Junta Central de Control de Contaminación, organismo federal de regulación medioambiental, publicó las Directrices para la Aplicación de Normas sobre Residuos Electrónicos en 2011. Dichas normas se revisaron y entraron en vigor en 2016.²¹⁵ Contribuyeron a fortalecer aún más el marco EPR e introdujeron el concepto de organizaciones de productores responsables. Pese a que la definición de producto sigue siendo la misma, la aplicabilidad de

las normas se ha ampliado para incluir componentes, bienes de consumo, piezas y repuestos de los aparatos electrónicos abarcados por las normas, con el fin de clarificar el alcance de las mismas. Conviene destacar asimismo que las normas de 2016 introdujeron objetivos de recogida escalonada de residuos electrónicos, incluidos los objetivos del 30 por ciento para el primer año, y del 70 por ciento ulteriormente.

Las normas de 2016 se enmendaron en 2018 con miras a abarcar asimismo los nuevos proveedores de productos electrónicos en la India en lo concerniente a la aplicación de las normas sobre residuos electrónicos, a fin de fomentar la competencia en pie de igualdad. Su versión enmendada racionaliza asimismo los objetivos de recogida, a fin de brindar más tiempo al sector para desarrollarse y consolidar el sistema. Incluye los requisitos que deben cumplir las organizaciones de productores responsables que deseen inscribirse en la Junta Central de Control de Contaminación, y pone de manifiesto la decisión de implantar un método de autorización EPR centralizado y regulado a escala nacional para residuos electrónicos, con el fin de garantizar un cumplimiento íntegro de la normativa en todo el país. La normativa de 2016, incluida sus modificaciones ulteriores, han propiciado el inicio de mejoras sistémicas y la realización de inversiones en infraestructuras, así como un aumento de la concienciación, a lo largo de toda la cadena de valor de las partes interesadas. A raíz de ello, se ha producido un rápido aumento de la capacidad de reciclaje, que pasó de 89.000 millones de kg en 2010 a más de 1.000 millones de kg en 2021; en la actualidad, el país cuenta con 400 proveedores de reciclaje autorizados, frente a únicamente 23 en 2010.²¹⁶

Las normas sobre residuos electrónicos tiene por objeto simplificar los requisitos reglamentarios y de información, y hacen hincapié en productores, fabricantes y proveedores de servicios de reciclaje. La normativa revisada incide asimismo en las actividades de reciclado y fija objetivos al respecto que difieren de los que existían anteriormente en materia de servicios de recogida. Por otro lado, amplía a más de 100 el número de productos sujetos a la normativa, incluidos paneles solares, dispositivos médicos, herramientas, juguetes y equipos de laboratorio. Los objetivos de reciclaje de AEE comercializados han aumentado paulatinamente desde el 60 por ciento (con arreglo a la vida útil media del producto) para el año fiscal 2023-2024, hasta el 80 por ciento para el año fiscal 2027-2028. La Junta Central de Control de Contaminación también ha establecido una propuesta de vida útil promedio para cada producto.²¹⁷

Por otro lado, el Gobierno de la India ha puesto de manifiesto la necesidad de propiciar cambios para promover una economía circular, incluidas las oportunidades que ello brinda. El Instituto Nacional de Transformación de la India (NITI Aayog) ha publicado varios documentos estratégicos sobre la normativa más amplia que debe elaborar el Gobierno para fomentar una economía circular eficiente con respecto a la utilización de recursos en el país. En particular, el Ministerio de Productos Electrónicos y Tecnologías de la Información publicó un documento estratégico sobre economía circular y AEE, en el que se establecen esferas clave de intervención, especialmente en lo que respecta a la gestión del final de la vida útil de los productos electrónicos, y se propone un programa de acción integral para mejorar la eficiencia de los recursos y la economía circular en el sector.



Muntaka Chasanti, para la Fundación Carmignac

La estrategia general sobre economía circular también fomenta las actividades de reparación, y el Ministerio de Consumo ha constituido un comité para elaborar un marco sobre el derecho a que se efectúen reparaciones. En su primera fase de elaboración, el marco hará hincapié en los teléfonos móviles, las tabletas y los bienes de consumo duraderos. El Portal de la India sobre el derecho a que se efectúen reparaciones²¹⁸, del Departamento y el Ministerio de Consumo, Alimentación y Distribución Pública, proporciona a los consumidores de la India información sobre garantías y actividades de postventa para cada marca de producto.

Afganistán

Afganistán genera las menores cantidades de residuos electrónicos por habitante de la región (0,8 kg), con un total aproximado de 32,4 kg en 2022. No dispone de legislación específica sobre gestión de residuos electrónicos. Según un informe gubernamental de 2017 sobre los avances realizados en el país en relación con la Declaración 3R de Ha Noi (Objetivos 3R Sostenibles para Asia y el Pacífico, 2013-2023), Afganistán cuenta con índices insuficientes de reciclaje y recuperación de residuos electrónicos, así como de otros materiales reciclables. Los Objetivos 13 (garantizar la gestión ecológica y racional de los desechos electrónicos), 14 (aplicación efectiva para evitar los flujos transfronterizos ilícitos de desechos electrónicos) y 15 (aplicación del proceso EPR) no se consideraron pertinentes para el país.²¹⁹

Bangladesh

Bangladesh es uno de los mayores generadores de residuos electrónicos de la región (más de 350 millones de kg anuales, a razón de 2,2 kg por habitante), si bien cuenta con pocos proveedores de servicios de desmontaje de residuos electrónicos autorizados y

éstos aplican prácticas de base de recuperación de recursos que son contaminantes e inseguras. A falta de infraestructuras oficiales para procesar residuos electrónicos o aplicar la legislación al respecto, dichos residuos los gestiona principalmente el sector informal.

No obstante, el rápido aumento de la cantidad de residuos electrónicos generados en el país ha dado lugar a demandas de la sociedad civil en los planos normativo y de cumplimiento de la legislación,²²⁰ así como de asociados internacionales para el desarrollo y de organizaciones multilaterales. El Ministerio de Medio Ambiente, Asuntos Forestales y Cambio Climático, encargado de la coordinación de todos los asuntos relacionados con el medio ambiente, incluida la gestión de los residuos electrónicos, publicó en 2021 las Normas de Gestión de Residuos Electrónicos, tras casi 10 años de debates.²²¹ Dichas normas introducen el marco EPR para la gestión de residuos electrónicos, y en virtud de las mismas, los productores de la mayor parte de AEE deben inscribirse en el Departamento de Medio Ambiente, disponer de un plan de gestión de residuos electrónicos aprobado y alcanzar objetivos en materia de recogida de residuos del 10 por ciento en 2022, con un aumento anual de 10 puntos porcentuales, hasta alcanzar el 50 por ciento para 2026. Las restricciones relativas a las sustancias peligrosas están en consonancia con las de la Unión Europea.

Pese a los avances logrados, el Gobierno de Bangladesh no ha podido aplicar la reglamentación en vigor, incluidas normas de base sobre el plomo y, en consecuencia, la situación ha sido objeto de bloqueo por la Organización Mundial del Comercio. En 2022, la Comisión de Reglamentación de las Telecomunicaciones de Bangladesh, encargada de regular y aprobar la importación, instalación y utilización de aparatos de



telecomunicaciones, adoptó la Directriz sobre el Sistema de Gestión y Reciclaje de Residuos Electrónicos²²² tras un proceso de debate con las partes interesadas que había comenzado en junio de 2021. Varios asociados para el desarrollo han mostrado interés en brindar asistencia a Bangladesh para establecer un sistema eficaz de gestión de residuos electrónicos. En el marco de una iniciativa en curso del Banco Mundial²²³ se aborda la infraestructura de gestión de dichos residuos como un elemento específico, con una financiación de 71 millones de USD destinados a apoyar la gestión de una asociación público-privada eficaz para atraer inversión privada en instalaciones de residuos electrónicos que garanticen un procesamiento ecológico de los residuos y proporcionen asistencia técnica sobre normas de certificación e incentivos, entre otras cosas.

Por otro lado, los proveedores de servicios de reciclado formales de residuos electrónicos, establecidos por empresarios locales, con frecuencia tienen dificultades para acceder a residuos electrónicos. Por lo general, el sector informal dispone de amplias redes de trabajo con compradores, también fuera de Bangladesh, que pueden ofrecer precios mucho más elevados que los empresarios locales. Ello se pone de manifiesto en el aumento de precios registrado en el mercado, al multiplicarse el precio de los residuos electrónicos por un factor de tres a diez, habida cuenta de que los proveedores de servicios de desmontaje informales han cobrado conciencia del valor de los residuos electrónicos y pueden clasificarlos y seleccionarlos de manera más eficaz para obtener más valor añadido.

Bhután

Bhután genera alrededor de 5,2 millones de kg de residuos electrónicos anualmente, según se desprende de diversos datos estadísticos. La Ley de Prevención y Gestión de Residuos de 2009²²⁴ establece la orientación y los objetivos del Gobierno de Bhután en materia de gestión de residuos. En virtud de la misma se constituyen organismos clave y autoridades supervisoras para aplicar eficazmente dicha Ley, que abarca varios tipos de residuos, incluidos los electrónicos. A tenor de la legislación en vigor, se entiende por residuos electrónicos los "aparatos eléctricos o electrónicos desechados, obsoletos o reciclables, incluidos todos los componentes, subconjuntos y productos de consumo desechados". La Comisión Nacional de Medio Ambiente es el órgano supremo de supervisión, encargado de coordinar y controlar la labor de los organismos operacionales pertinentes. El Departamento de Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones posee el mandato de evitar la generación de residuos electrónicos y velar por la gestión de los mismos, de conformidad con la Estrategia Nacional de Gestión de Residuos de 2019.²²⁵

Al amparo de la Ley de Prevención y Gestión de Residuos, el Reglamento de Prevención y Gestión de Residuos de 2012 entró en vigor el 18 de abril de 2012. Dicho reglamento abarca disposiciones sobre gestión de residuos electrónicos, incluidas directrices destinadas a productores, exportadores y consumidores, y constituye un fondo sobre residuos electrónicos con el fin de fomentar las medidas de aplicación del reglamento. En su Capítulo VII, sobre residuos electrónicos, se establece el alcance de esa aplicación, las funciones de las partes interesadas y los requisitos de información y divulgación. El fondo sobre residuos electrónicos lo gestiona el Departamento de Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones, previa consulta con la

Comisión Nacional de Medio Ambiente, y permite financiar la implantación de un sistema de gestión de dichos residuos. El Departamento de Hacienda y Aduanas y el Departamento de Bienes Nacionales son asimismo partes interesadas en el sistema, con responsabilidad en cuanto a recogida de AEE y subasta de dispositivos informáticos gubernamentales, respectivamente.

Pese a los avances logrados, los conocimientos insuficientes sobre residuos electrónicos, la falta de órganos de gestión de los mismos para su recogida, transporte, clasificación y reciclaje de forma ecológica, así como la existencia de instalaciones inadecuadas al respecto, han dado lugar a que su procesamiento y desecho de forma inadecuada sigan constituyendo una práctica habitual. El Plan de gestión de residuos de Thimpu también destaca esas dificultades, y aunque Buthán haya suscrito el Convenio de Basilea, los residuos electrónicos generados en el país se venden principalmente a compradores de residuos metálicos de otros países.²²⁶

Maldivas

El Ministerio de Medio Ambiente, Cambio Climático y Tecnología de Maldivas publicó las Directrices de Gestión de Residuos Electrónicos en marzo de 2022.²²⁷ Dichas directrices ponen de manifiesto que Maldivas cuenta con recursos insuficientes para la gestión de residuos peligrosos, y con ningún mecanismo o infraestructura formal para su recogida selectiva. También se desprende de las mismas que la gestión de residuos electrónicos en un marco EPR daría lugar a actividades de reciclaje más eficientes, y fomentaría la creación de empleo. La Agencia de Protección del Medio Ambiente de Maldivas y el Departamento de Gestión de Residuos son partes interesadas destacadas para el desarrollo y la implantación del marco regulador para la gestión de residuos electrónicos en el país.



Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

Nepal

Nepal genera 41,5 millones de kg de residuos electrónicos por año, y 1,4 kg por habitante, uno de los más bajos de la región. Según un inventario de residuos electrónicos encargado por el Departamento de Medio Ambiente, únicamente el Valle de Katmandú generó aproximadamente 18 millones de kg de residuos electrónicos en 2017. Dicho inventario también reveló que la vida útil media de los aparatos era de dos años para los teléfonos móviles, cuatro años para los computadores portátiles, ocho años para televisores y ordenadores, y diez años para frigoríficos y lavadoras.²²⁸ No se tuvieron en cuenta los resultados de una encuesta pública destinada a determinar las principales causas de

la generación de residuos electrónicos, si bien cabe deducir que las nuevas tecnologías y el surgimiento de modelos avanzados de dispositivos constituyeron los motivos principales. El deterioro de los aparatos, la concienciación insuficiente y el elevado coste de las reparaciones fueron otros motivos de desecho de AEE. Sin embargo, de los resultados de un informe encargado por la Autoridad Nacional de Telecomunicaciones, se desprende que la reparación y reutilización de AEE es muy habitual en Nepal.²²⁹

El Gobierno de dicho país aún no ha elaborado ni publicado ninguna normativa o legislación relacionada con los residuos electrónicos. El Ministerio de Ciencia y Tecnología ha encargado a la Autoridad de Telecomunicaciones de Nepal que publique un proyecto de marco legislativo sobre residuos electrónicos para 2023.

El Ministerio de Asuntos Federales y Administración General abordan los residuos electrónicos como una categoría específica de residuos en su revisión de la Ley de Gestión de Residuos Sólidos de 2011, si bien aún no se ha publicado información pormenorizada al respecto. Ni el Ministerio de Asuntos Forestales y Medio Ambiente ni el Departamento de Medio Ambiente han hecho hincapié al respecto, a diferencia de los demás organismos gubernamentales, pese a ser, en principio, partes interesadas destacadas. La falta de coordinación y colaboración entre las partes interesadas en la cadena de valor de los residuos electrónicos también se refleja en los diálogos y las consultas públicas que han tenido lugar, que han arrojado pocos resultados concretos. Por otro lado, habida cuenta de la falta de un sistema EPR, la mayor parte de los productores no son conscientes de la necesidad de contar con soluciones para la recogida y el reciclado de AEE de forma segura al final de su vida útil. El sector de reciclaje es incipiente, y se han

puesto en marcha instalaciones formales de reciclaje de residuos electrónicos que ofrecen servicios de recogida y reciclaje a título voluntario.

En el marco de diversos compromisos a escala regional y mundial, algunos productores comienzan a adoptar medidas eficaces de forma voluntaria para recuperar residuos electrónicos, y colaboran con empresas de reciclaje para su desecho de forma segura. No obstante, puesto que Nepal es un país sin litoral, afronta dificultades para encontrar soluciones de procesamiento de las partes de residuos que no pueden tratarse o reciclarse en el país, y que con frecuencia se envían a otros países, de ahí que ese proceso sea más largo y costoso para Nepal.

Pakistán

Pakistán, el segundo país más poblado de la región, es un gran generador de residuos electrónicos; en 2022, produjo alrededor de 556 millones de kg, con arreglo a un índice de 2,4 kg por habitante. Pakistán es asimismo país de destino de residuos electrónicos exportados desde otros países, y de los resultados de un estudio publicado en 2017 se desprende que en dicho año se importaron al país aproximadamente 95,4 millones de kg de ese tipo de residuos. La gran mayoría de las importaciones correspondieron a computadores personales y cables de alimentación (37 por ciento, en cada caso), así como de monitores (15 por ciento). El citado estudio también puso de manifiesto que el 89 por ciento de las importaciones de residuos electrónicos se realizan a través de Karachi. Al igual que la mayoría de los países de la región, la normativa vigente en Pakistán (en vigor desde junio de 2023), tanto a escala provincial como federal, carece de disposiciones específicas sobre gestión de residuos electrónicos. En virtud de la Normativa Nacional sobre Gestión de Residuos Peligrosos 2022,

emitida por el Ministerio de Cambio Climático, los residuos electrónicos constituyen uno de los flujos de residuos que se prevé abarcar en el marco normativo pertinente que se elaborará a raíz de la aprobación de dicha normativa.²³⁰

Dicho Ministerio había publicado anteriormente las Directrices Medioambientales sobre Gestión Eficaz del Desecho de Mercurio contenido en Bombillas Fluorescentes Compactas.²³¹ Sin embargo, dichas directrices sólo aluden al método de procesamiento y eliminación de bombillas, y consideran que la responsabilidad social en cuanto a eliminación de bombillas al final de su vida útil debe recaer en los fabricantes. En un estudio encargado por el Banco Asiático de Desarrollo sobre la gestión de residuos sólidos en Pakistán en 2022 se subraya la necesidad de elaborar un plan de acción para establecer un sistema eficaz de gestión de residuos electrónicos en el país. También se pide la colaboración de las partes interesadas, en particular el Ministerio de Cambio Climático, el Ministerio de Industria y Producción y los fabricantes de equipos. El sector del reciclaje en Pakistán está constituido principalmente por proveedores informales. Aunque Karachi es el principal centro de desmontaje y reciclaje de residuos electrónicos, también han surgido mercados secundarios en Lahore, Faisalabad, Gujranwala y Peshawar.²³²

Sri Lanka

Sri Lanka, país insular que produce una pequeña cantidad de AEE, importa la mayor parte de aparatos eléctricos o electrónicos que se utilizan en el país. Al igual que la mayor parte de los países de la región, no dispone de ningún jurídico que regule la gestión de residuos electrónicos. La responsabilidad de la gestión de los residuos electrónicos recae en la Autoridad Central de Medio Ambiente,²³³ que ha elaborado un proyecto de normativa sobre residuos electró-

nicos a fin de facilitar la aplicación del principio basado en que "paga quien contamina", y sentar las bases de una legislación en el marco del proceso EPR. Dicha normativa propone que se estudien modos de aplicar el principio anteriormente reseñado de que paga quien contamina, con objeto de generar ingresos por medio de una gestión eficiente y eficaz de residuos electrónicos, e identificar instrumentos financieros que permitan aumentar los ingresos y promover una utilización eficiente de los mismos.

Pese a la falta de una normativa sobre residuos electrónicos, la Autoridad Central de Medio Ambiente ha puesto en marcha varios proyectos sobre el terreno para recoger y gestionar dichos residuos. En el marco del Programa Nacional de Residuos Electrónicos de 2014, cuyo objetivo es reciclar todo tipo de residuos "móviles" generados por clientes de todo el país, la autoridad suscribió varios memorandos de entendimiento con 14 organizaciones asociadas del sector de telecomunicaciones y aparatos electrodo-

mésticos sobre recogida voluntaria de residuos electrónicos. Por otro lado, se suscribió asimismo otro memorando de entendimiento referente a la colaboración con una red de 5.000 centros escolares en Sri Lanka, que constituyó un mecanismo eficaz para la recogida de residuos y permitió aumentar la concienciación de niños y adultos acerca de la importancia de gestionar los residuos electrónicos. La Autoridad Central de Medio Ambiente también publica una lista de proveedores de servicios de recogida de residuos electrónicos autorizados en Sri Lanka, en la que figuran (a junio de 2023) 13 organizaciones encargadas de la gestión de dichos residuos electrónicos.²³⁴ Las opciones para el tratamiento y la recuperación posteriores de los mismos son limitadas, de ahí la necesidad de que existan flujos transfronterizos para subsanar esa deficiencia. En calidad de país signatario del Convenio de Basilea, Sri Lanka requiere un consentimiento fundamentado previo del país importador, y detalla línea el procedimiento y los costes correspondientes.²³⁵



Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

Situación relativa a los residuos electrónicos en Europa en 2022

PRINCIPALES ESTADÍSTICAS SOBRE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

- 14.000 millones de kg AEE comercializados
- 13.000 millones de kg | 17,6 kg por hab. Residuos electrónicos generados
- 5.600 millones de kg | 42,8 Índice de residuos electrónicos recogidos y reciclados oficialmente documentados

LEGISLACIÓN

- 39 países con normativa, legislación o reglamentación nacional sobre residuos electrónicos
- 37 países Aplican el principio EPR
- 34 países con objetivos sobre recogida de residuos
- 31 países con objetivos de reciclado

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

- 16.600 millones de kg equivalentes a emisiones de CO₂ Emisiones de gases de efecto invern. (GEI)
- 4,7 millones de kg Emisiones de mercurio
- 6 millones de kg Plásticos con productos retardadores de ignición bromados, no gestionados

INFORMACIÓN GENERAL

- 742 millones de habitantes
- 40 países analizados

FLUJO TRANSFRONTERIZO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS (2019)

1.200 millones de kg de importaciones



■ Controlados, 0,6 □ No controlados, 0,6

1.900 millones de kg de exportaciones



■ Controlados, 0,6 □ No controlados, 1,3

PAÍSES CON MAYOR GENERACIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS POR SUBREGIÓN

Europa oriental 290 millones

3.700 1.000 | 27% Res. electrónicos (millones de kg)

1. Federación de Rusia1.900
2. Polonia520
3. Ucrania390

Europa septentrional 100 millones

2.500 1.000 | 42% Res. electrónicos (millones de kg)

1. Reino Unido1.700
2. Suecia220
3. Noruega140

Europa meridional 150 millones

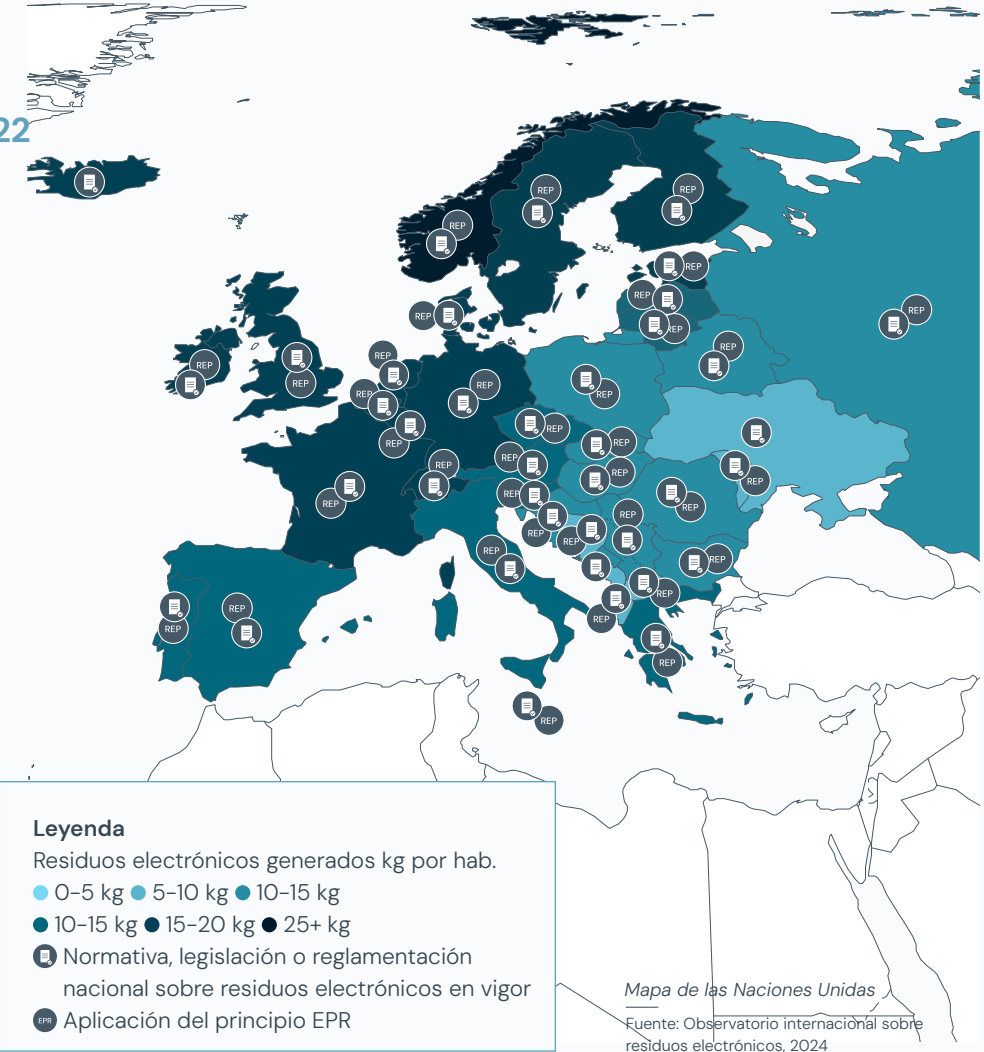
2.700 1.100 | 40% Res. electrónicos (millones de kg)

1. Italia1.100
2. España930
3. Grecia190

Europa occidental 200 millones

4.200 2.500 | 58% Res. electrónicos (millones de kg)

1. Alemania1.800
2. Francia1.400
3. Países Bajos390



PAÍSES EN LA REGIÓN CON MAYOR GENERACIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

Cantidad total, en millones de kg

1. Federación de Rusia1.900
2. Alemania1.800
3. Reino Unido de la Gran Bretaña e Irlanda del Norte1.700
4. Francia1.400
5. Italia1.100

kg por hab.

1. Noruega27
2. Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte24
3. Suiza23
4. Francia2
5. Islandia22

Europa

EUROPA SEPTENTRIONAL, EUROPA OCCIDENTAL Y MIEMBROS DE LA UE DE EUROPA MERIDIONAL Y ORIENTAL

Los países europeos, en particular los de la Unión Europea, se consideran ejemplos adecuados en cuanto a la forma en que legislan y gestionan los residuos electrónicos. La legislación, la normativa y los sistemas en vigor en los 27 Estados Miembros de la UE (más Noruega) se fundamentan en las Directivas RAEE y RoHS de la UE. Los Estados no miembros, entre ellos Islandia y Suiza, han armonizado su legislación a la dicha directiva sobre RAEE. Además de reconocer la importancia de gestionar de forma eficaz los residuos electrónicos a fin de garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, la Unión Europea también ha subrayado la necesidad de facilitar la recuperación de recursos valiosos de AEE. En marzo de 2023, la Comisión Europea publicó la Ley sobre Materias Primas Esenciales, en virtud de la cual se reconoce la necesidad de fortalecer la autonomía de la Unión en el suministro de materias primas clave. El principal objetivo de dicha Ley es garantizar el "suministro de materias primas esenciales(...), indispensables para un amplio conjunto de sectores estratégicos, entre ellos los que fomentan el cero neto de emisiones y las tecnologías digitales, así como los sectores aeroespacial y de defensa".²³⁶

La Directiva de la UE sobre RAEE establece criterios para su recogida, procesamiento y recuperación. La Comisión Europea revisa dicha Directiva para determinar si sigue siendo idónea para sus fines, simplificar su redacción y establecer la necesidad de llevar a cabo una nueva revisión de su texto. La Directiva RoHS de la UE tiene por objeto evitar los riesgos que plantea

la gestión de residuos electrónicos y eléctricos para la salud humana y el medio ambiente. A tal efecto, restringe la utilización de determinadas sustancias peligrosas en los AEE en los casos en que existen alternativas más seguras. Dichas sustancias restringidas incluyen metales pesados, retardadores de ignición y plastificantes. La Directiva RoHS fomenta el reciclaje de AEE, a fin de reducir la cantidad de sustancias peligrosas de los mismos, incluidos sus componentes. Los resultados de una consulta pública sobre la revisión de la Directiva RoHS efectuada a mediados de 2022 permitieron determinar posibles cambios al respecto. En particular, la modificación de las disposiciones sobre recuperación de piezas de recambio, lo que podría repercutir favorablemente en las emisiones de CO₂ y en la eficiencia de recursos, y la realización de la hipótesis de disponibilidad de sustitutos si ello se demuestra viable para una mayoría de fabricantes en el mercado de la UE.²³⁷

En el marco de la Directiva de la UE sobre RAEE se describen dos métodos para determinar el índice de recogida de residuos en los Estados Miembros de la UE. El método de los RAEE generados consiste en dividir la cantidad de residuos electrónicos recogidos por la cantidad de residuos electrónicos generados a lo largo del mismo año. Según este método, el índice de recaudación aumentó del 40 por ciento en 2014 al 54 por ciento en 2021. Ese aumento obedece principalmente a los mayores índices de recogida de residuos electrónicos con respecto a los de generación de los mismos. El segundo método de cálculo es el método de RAEE comercializados, para el que la cantidad de residuos electrónicos recogidos se divide por la cantidad media de RAEE comercializados en los tres años anteriores. El índice de recogida con arreglo al método de RAEE comercializados aumentó del 39 por ciento al 50 por ciento

de 2013 a 2016. De 2016 a 2020, dicho índice se redujo al 44 por ciento, a raíz de la comercialización de cantidades aún mayores de AEE. Cada año, los Estados Miembros de la UE pueden escoger cualquiera de esos dos métodos para calcular su índice de recogida de residuos y realizar un seguimiento de los avances en el cumplimiento de sus objetivos en materia de recogida de residuos electrónicos. En relación con el método de RAEE generados, el objetivo de la UE es alcanzar el 85 por ciento, y con

respecto al de RAEE comercializados, el objetivo es del 65 por ciento desde 2019. Sólo tres de los 27 Estados Miembros de la UE (Croacia, Bulgaria y Polonia) han alcanzado el objetivo de recogida establecido en la Directiva RAEE, según los datos más recientes disponibles. Habida cuenta de ello, 24 Estados Miembros de la UE no alcanzado ese objetivo, y la mayoría de ellos están por debajo del objetivo del 50 por ciento relativo al el método de RAEE comercializados.



Alexanderstock23 / Shutterstock.com

Sólo un país (Polonia) ha superado el índice de recogida del 85 por ciento y ha alcanzado el objetivo más ambicioso del 85 por ciento de recogida de residuos electrónicos con arreglo al método de RAEE generados. En 19 países se han registrado índices que oscilan entre el 50 y el 85 por ciento, al tiempo que once países se han mantenido por debajo del 50 por ciento. Suiza no ha fijado ningún objetivo de ese tipo, si bien cumpliría el objetivo de la UE con arreglo al método de RAEE comercializados.

El procesamiento de residuos electrónicos en el Reino Unido se rige por el Reglamento de Residuos Eléctricos y Electrónicos de 2013, en consonancia con la Directiva de la UE sobre RAEE, pese a que el Reino Unido ya no es miembro de la UE. El Gobierno ha comenzado a revisar ese instrumento jurídico. Tanto en el Reino Unido como en la Unión Europea se hace hincapié en el establecimiento de sistemas de recogida de aparatos de un solo uso, en particular vaporizadores, puesto que también son residuos electrónicos y su cantidad es cada vez mayor.

Los países que alcanzan los objetivos fijados no parecen estar en consonancia con la tendencia general ni regirse por los factores subyacentes que se constatan en el resto de la Unión Europea, y se ha puesto en duda la calidad de los datos elaborados por algunos países. Salvo las estadísticas oficiales gubernamentales, no existen informes públicos ni estudios que faciliten la comprensión de los índices de recogida de residuos.²³⁸ Cabe esperar que el objetivo sea fomentar ampliamente dicha recogida en la Unión Europea, con objeto de cumplir objetivos propios y evitar sanciones.

Según un estudio reciente, cada hogar de la UE posee 74 aparatos eléctricos y electrónicos en promedio (excluidas lámparas y luminarias), lo que constituye una cantidad total de 90.000 millones de kg.²³⁹ De esos 74 aparatos, 61 se utilizan, y alrededor de 4 aparatos por hogar se almacenan en el mismo sin que funcionen (sin desecharse). Ello equivale a 3.000 millones de kg de aparatos rotos que podrían repararse o entregarse a través de sistemas de recogida de RAEE, lo que aumentaría considerablemente los índices de recogida si se convenciera de ello o incentivara a los consumidores.

En Austria y Alemania, la reparación de aparatos eléctricos y electrónicos cuenta con financiación gubernamental, a fin de prolongar la vida útil de los productos. Los depósitos relativos a AEE siguen siendo objeto de debate como método para propiciar índices de retorno más elevados, si bien ello no se ha aplicado aún de forma generalizada, lo que obedece asimismo a la existencia de elevados costes administrativos. Los gobiernos prevén ampliar asimismo los datos de que se dispone y aumentar los índices de recogida de

residuos, que son relativamente bajos, en particular mediante la incorporación de datos sobre flujos transfronterizos (apartados exportados) y componentes de plástico, entre otros. De forma paradójica, se han desplegado pocos esfuerzos encaminados a facilitar que los consumidores devuelvan equipos, ya sea mediante incentivos o la simplificación de los sistemas de recogida. A diferencia de otros flujos de residuos, como los relativos a los envases, la biomasa o el papel, cabe esperar que el consumidor devuelva los residuos electrónicos a través de un amplio sistema de entrega en centros de recogida de municipios o minoristas. La utilización de contenedores de recogida de residuos electrónicos para pequeños aparatos, aunque no se ha generalizado, es cada vez más frecuente en la Unión Europea.



UNITAR

EUROPA MERIDIONAL (PAÍSES QUE NO SON MIEMBROS DE LA UNIÓN EUROPEA)

Serbia, Bosnia y Herzegovina, Montenegro, Albania y Macedonia del Norte, países que no son Estados Miembros de la UE, constituyen la región que habitualmente se denomina Balcanes occidentales. Dichos países adaptan paulatinamente sus métodos de gestión de residuos electrónicos a la Directiva de la UE sobre RAEE, incluida la implantación del principio EPR en su legislación conexas. No obstante, no todos los países de los Balcanes occidentales han implantado plenamente un sistema EPR. Por lo general, han establecido objetivos ambiciosos en materia de recogida y procesamiento de residuos electrónicos, que en algunos casos han quedado obsoletos y deben renovarse, si bien no disponen de las medidas suficientes para facilitar y supervisar su cumplimiento a través de un marco de control exhaustivo. Por otro lado, algunos países recaban y publican datos sobre la cantidad de residuos electrónicos que recogen y reciclan. Sin embargo, carecen de un marco eficaz para notificar la cantidad de AEE que comercializan y la cantidad de residuos electrónicos que generan. Ello dificulta la fijación de objetivos adecuados.

Aunque todos los países de los Balcanes occidentales disponen de infraestructuras de recogida y procesamiento de residuos electrónicos, su grado de evolución varía en función del país de que se trate, y en la mayoría de ellos la infraestructura necesaria para ello sigue siendo deficiente, en particular en Albania y Montenegro. La mayor parte de los países poseen capacidad para realizar un procesamiento previo de los residuos electrónicos antes de exportarlos. Uno de los principales obstáculos a tal efecto es que los consumidores no depositan los residuos electrónicos en los contenedores previstos para ese fin. En consecuencia, la mayor parte de dichos residuos se recogen en el sector informal y se venden como residuos metálicos en la región de los Balcanes occidentales.²⁴⁰ Por otro lado, aun en los casos en que existen sistemas de notificación, los productores de AEE no siempre conocen sus obligaciones en el plano jurídico. Los proveedores informales del sector que realizan actividades de gestión de residuos electrónicos en la región recogen los residuos a domicilio, lo que con frecuencia propicia una selección selectiva de los mismos, al recogerse únicamente productos y componentes de residuos de alto valor.

Dichos proveedores suelen desmontar y clasificar los residuos electrónicos antes de vender las partes de los mismos que recuperan a proveedores de servicios de reciclaje locales, o exportarlas. Si bien en los Balcanes occidentales existen muchas empresas con licencia para recoger residuos electrónicos, únicamente algunas están activas²⁴¹ y otras sólo prestan servicio a empresas. Pese a que todos los países de los Balcanes occidentales han suscrito los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo, siguen existiendo flujos de residuos electrónicos en toda la región porque algunos países carecen de legislación específica que prohíba la importación o exportación de residuos electrónicos. La importación de AEE usados no se regula de forma específica en todos los países de la región, aunque exista una gran demanda de los consumidores. La práctica de la reutilización está muy arraigada en la región y los consumidores reparan los AEE con frecuencia, en lugar de desecharlos de inmediato. En ocasiones, los AEE se donan o se venden a empresas (centros locales de reutilización), o a particulares que comercializan aparatos de segunda mano en los Balcanes occidentales.²⁴²



Matyas Rehak / Adobe Stock

EUROPA ORIENTAL (PAÍSES QUE NO SON MIEMBROS DE LA UNIÓN EUROPEA)

La subregión de Europa oriental comprende Bulgaria, República Checa, Hungría, Polonia, Rumanía y Eslovaquia, que son Estados Miembros de la UE (véase *Europa septentrional, Europa occidental y Estados Miembros de la UE de Europa meridional y oriental*). También abarca Belarús, Ucrania, la República de Moldova y la Federación de Rusia, países que no son miembros de la UE, de los cuales únicamente Belarús, Ucrania y Moldova cuentan con legislación específica sobre residuos electrónicos.

Belarús clasifica los residuos electrónicos como residuos peligrosos, si bien el país se encuentra en proceso de adoptar reglamentos y normas específicas sobre gestión de residuos electrónicos. En la actualidad, dichos residuos se rigen por lo establecido en el marco jurídico de gestión general de residuos. De forma análoga, en la Federación de Rusia se reglamentan los residuos electrónicos mediante un conjunto de ordenanzas. En Moldova, los residuos electrónicos se rigen por los requisitos de la Ley de Residuos núm. 209, de 29 de julio de 2016, y las Disposiciones sobre RAEE aprobadas por la Resolución Gubernamental núm. 212 de marzo de 2018. También son aplicables a los residuos electrónicos otros instrumentos jurídicos relacionados con la gestión general de residuos.

Por lo que respecta a Ucrania, el principal documento normativo que regula la gestión de residuos es la Ley núm. 187/98-BP(66) sobre residuos, de 5 de marzo de 1998, enmendada y ampliada. El marco jurídico abarca íntegramente todos los residuos existentes, incluidos los electrónicos. Por otro lado, varias resoluciones y órdenes ministeriales abarcan asimismo la gestión de residuos electrónicos.

Belarús, Georgia, Moldova, la Federación de Rusia y Ucrania han adoptado recientemente, o están en proceso de hacerlo, normas específicas de gestión de residuos electrónicos. La gestión de residuos, incluidos los peligrosos, se rige por varias leyes y normas a escala nacional en todos los países de la subregión.

En Belarús, Georgia, Moldova y la Federación de Rusia se ha establecido un sistema EPR que rige la gestión de residuos electrónicos. Ucrania elabora un texto sobre EPR en relación con dichos residuos. En esos países se aplica el proceso EPR a los flujos de residuos generados a partir de varios productos, en particular envases, pilas y acumuladores, AEE, vehículos y aceites. En Belarús, se aplica el sistema EPR desde agosto de 2012. El conjunto de productos que abarca incluye varios tipos de envases, computadores y teléfonos móviles. El sistema es propiedad del Estado y sólo cuenta con una organización de productores responsables. Los productores de AEE de Belarús deben recoger y reciclar o neutralizar los residuos de sus productos mediante alguna de las siguientes vías, ya sea de forma individual o conjunta: (a) sus propios sistemas de recogida de residuos (centros de compra o contenedores), líneas de producción y talleres de reparación; deben garantizar el reciclado o la neutralización de los residuos, ya sea directamente o a través de terceros, y los productores y proveedores deben recoger al menos el 30 por ciento de los AEE comercializados anualmente; (b) el establecimiento de un contrato con un operador de gestión de residuos. Por lo general, los productores y proveedores del país utilizan la segunda vía. Los minoristas y las organizaciones comerciales también contribuyen a la recogida de RAEE en Belarús (a través de tiendas y lugares de reparación o mantenimiento).²⁴³

En Moldova, el Artículo 12 de la Ley núm. 209/2016 sobre residuos prevé la aplicación en el país del plan EPR, a fin de evitar la generación de residuos electrónicos y fomentar la reutilización, la recogida y el reciclaje de los mismos. Deben observar lo dispuesto en el plan personas físicas o jurídicas que desarrollen, fabriquen, transformen, procesen, vendan

o importen productos que se rijan por el proceso EPR. La principal responsabilidad de los productores es garantizar el cumplimiento, de forma individual o en el marco de sistemas colectivos, de los objetivos de recogida y reciclado fijados a nivel gubernamental. En Moldova se han constituido varias organizaciones de productores responsables relativas a varios flujos



de residuos (residuos electrónicos, RAEE, pilas y envases), si bien no todas se rigen plenamente por los principios EPR en todos los casos, a raíz de la complejidad de los nuevos métodos implantados mediante la Directiva Marco de la UE sobre Residuos, la insuficiente capacidad de reciclado y procesamiento a escala nacional y la comprensión deficiente de sus funciones.²⁴⁴



Los países de la subregión han suscrito o ratificado varios acuerdos internacionales relacionados con los residuos electrónicos. Cabe destacar a tal efecto diversos acuerdos medioambientales multilaterales, o acuerdos que restringen la utilización de sustancias peligrosas en el proceso de fabricación o promueven la economía circular.²⁴⁵ Todos los países han suscrito los Convenios de Basilea y Estocolmo, y salvo Belarús, el Convenio de Rotterdam. Tras ratificar el Convenio de Basilea, Belarús enmendó el Artículo 27 de la Ley núm. 271-3, de 20 de julio de 2007, sobre gestión de residuos, con objeto de regular el flujo transfronterizo de residuos; en Moldova, el Capítulo VIII de la Ley de Residuos 209/2016 prevé el establecimiento de normas sobre importación y exportación de residuos. Por otro lado, Moldova ratificó en 2017 el Convenio de Minamata sobre Mercurio; pese a que Belarús y la Federación de Rusia también lo han suscrito, aún no han llevado cabo su proceso de ratificación.

En 2020 entró en vigor el reglamento técnico TR EAEU 041/2017, adoptado por la Unión Económica Euroasiática, cuyos Estados Miembros comprenden Belarús y la Federación de Rusia. La normativa, basada en la Directiva RoHS de la UE, restringe las sustancias que pueden utilizarse para fabricar productos electrotécnicos y electrónicos.²⁴⁶

En cuanto a los proveedores de servicios de reciclaje industrial, las empresas de procesamiento de residuos de Moldova clasifican, desmontan, procesan a título primario y reciclan residuos electrónicos antes de exportarlos para su ulterior tratamiento (por ejemplo, a Estados Miembros de la UE). En 2021, Belarús contaba con diez empresas de procesamiento de residuos electrónicos con capacidad para tratar todo tipo de residuos electrónicos; los materiales obtenidos de su desmontaje se procesan

con arreglo a la legislación en vigor, aunque los componentes valiosos se envían en ocasiones a la Federación de Rusia o a la Unión Europea para su ulterior tratamiento. En Ucrania, de las 115 organizaciones autorizadas a gestionar residuos electrónicos, alrededor del 80 por ciento poseen una licencia de reciclaje de residuos electrónicos. En Belarús, Moldova y la Federación de Rusia, los residuos de circuitos impresos, en particular, se desmontan en el proceso de gestión de residuos electrónicos, aunque se procesan o reciclan principalmente en la Federación de Rusia, país que puso en marcha una planta de procesamiento a tal efecto en 2020. Belarús también importa circuitos impresos para su procesamiento final y reciclaje. Los proveedores informales siguen desempeñando un papel fundamental, en particular los que recogen residuos electrónicos a domicilio. Ello obedece principalmente al menor coste que conlleva la entrega de residuos electrónicos a proveedores de servicios de recogida no oficiales; por otro lado, esos proveedores informales ofrecen incentivos económicos en metálico. En Belarús y Ucrania, los consumidores abonan la recogida y el procesamiento o reciclaje de residuos electrónicos y pilas al adquirir nuevos aparatos o pilas, y los productores incluyen el coste de esos servicios en el precio de los bienes de forma implícita.

Situación relativa a los residuos electrónicos en Oceanía en 2022

PRINCIPALES ESTADÍSTICAS SOBRE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

- 750 millones de kg AEE comercializados
- 707 millones de kg | 16,1 kg por hab. Residuos electrónicos generados
- 292 millones de kg | 41,4% Índice de residuos electrónicos recogidos y reciclados oficialmente documentados

LEGISLACIÓN

- 1 país con normativa, legislación o reglamentación nacional sobre residuos electrónicos
- 1 país aplica el principio EPR
- 1 país con objetivos sobre recogida de residuos
- 1 país con objetivos de reciclado

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

- 359 millones de kg equivalentes a emisiones de CO₂ Emisiones de gases de efecto invern. (GEI)
- 542 kg Emisiones de mercurio
- 389 mil kg Plásticos con productos retardadores de ignición bromados, no gestionados

INFORMACIÓN GENERAL

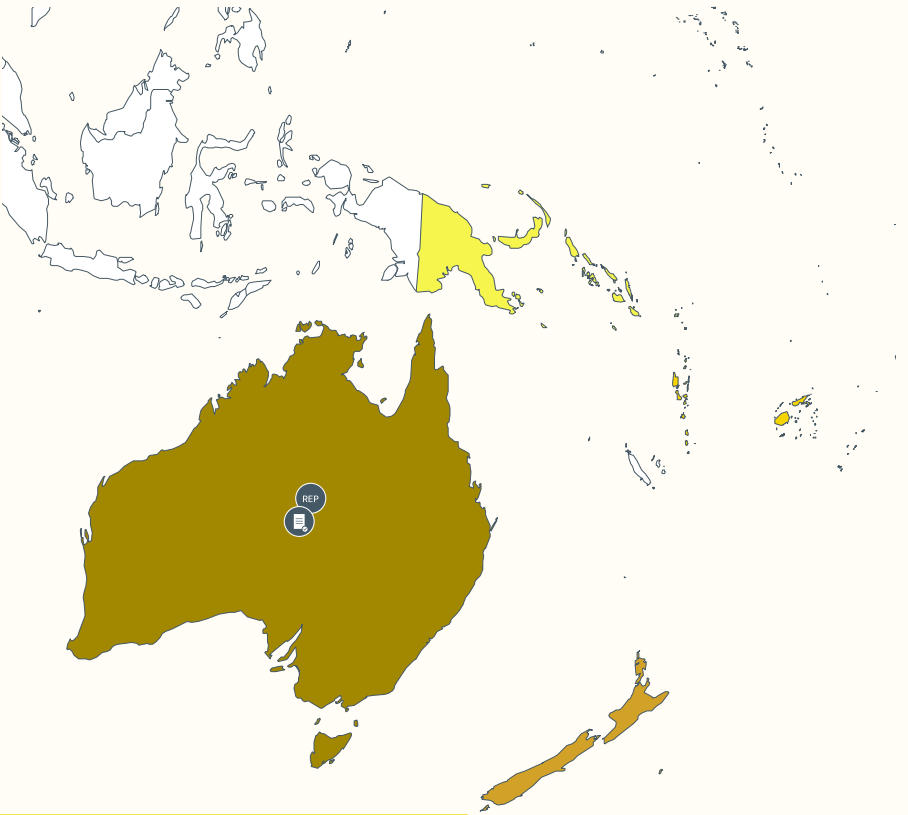
- 44 millones de habitantes
- 14 países analizados

FLUJO TRANSFRONTERIZO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS (2019)

- 0 millones de kg de importaciones
- 22 millones de kg de exportaciones
- Controlados, 12 No controlados, 10

PAÍSES CON MAYOR GENERACIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS POR SUBREGIÓN

Australia y Nueva Zelandia 31 millones	
680 290 43%	Res. electrónicos (millones de kg)
1. Australia	580
2. Nueva Zelandia	100
Melanesia 12 millones	
21 0 0%	Res. electrónicos (millones de kg)
1. Papua Nueva Guinea	13
2. Fiji	6,7
3. Islas Salomón	0,8
Micronesia 0.3 millones	
0,8 0 0%	Res. electrónicos (millones de kg)
1. Micronesia, Estados Federados de	0,2
2. Palau	0,2
3. Kiribati	0,2
Polinesia 0.3 millones	
1,1 0 0%	Res. electrónicos (millones de kg)
1. Samoa	0,7
2. Tonga	0,4
3. Tuvalu	0,03



- Leyenda**
- Residuos electrónicos generados kg por hab.
 - 0-5 kg 5-10 kg 10-15 kg 15-20 kg 20-25 kg
 - Normativa, legislación o reglamentación nacional sobre residuos electrónicos en vigor
 - Aplicación del principio EPR

Mapa de las Naciones Unidas

Fuente: Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, 2024

PAÍSES DE LA REGIÓN CON MAYOR GENERACIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

Cantidad total, en millones de kg	kg por hab.
1. Australia	580
2. Nueva Zelandia	100
3. Papua Nueva Guinea	13
4. Fiji	7
5. Islas Salomón	0,8
1. Australia	22
2. Nueva Zelandia	20
3. Palau	12
4. Fiji	7
5. Nauru	6

Oceanía

AUSTRALIA Y NUEVA ZELANDIA

Australia

Australia es el único país de la región del Pacífico meridional con legislación específica en materia de gestión de residuos electrónicos.²⁴⁷ El Gobierno de dicho país estableció la primera Normativa Nacional de Residuos en 2009, en virtud de la cual se proporcionan directrices para la mejora de la gestión de residuos y recursos y se facilita la notificación de información sobre residuos y recuperación de recursos a escala nacional.²⁴⁸ En 2018, se publicó una versión actualizada de dicha normativa con objeto de fomentar en el país una economía circular mediante el establecimiento de cinco principios armonizados con 14 estrategias específicas sobre residuos, reciclaje y recuperación de recursos.²⁴⁹

El Plan Nacional de Reciclaje de Televisores y Computadores es uno de los planes sobre responsabilidad del productor más destacados cuya aplicación se prevé en Australia en virtud de la Ley de Administración de Productos de 2011, en vigor desde el 8 de agosto de 2011. El Reglamento de Gestión de productos (televisores y ordenadores) conexo de 2011 entró en vigor el 8 de noviembre de 2011. El citado Plan brinda a hogares y pequeñas empresas de Australia acceso a servicios de recogida y reciclado de televisores y computadores financiados por el sector de la electrónica. Según información proporcionada por el Gobierno de dicho país, se han puesto a disposición de los consumidores más de 1 800 servicios de recogida, que han contribuido a recoger y reciclar más de 130 millones de kg de residuos de televisores y computadores. Alrededor de 122 millones de kg de televisores y computadores alcanza-

ron el final de su vida útil en Australia en 2014-2015, de los cuales en torno a 43 millones de kg se reciclaron (35 por ciento) en el marco de dicho Plan. Se trata de una mejora sustancial con respecto al índice de reciclaje registrado en 2008, que fue únicamente del 9 por ciento.

El Plan Nacional de Reciclaje de Televisores y Computadores es el único marco de reglamentación conjunta en Australia. Cinco organizaciones autorizadas llevan a cabo su labor actualmente con arreglo a ese acuerdo de reglamentación conjunta. En el ejercicio fiscal 2020-2021, dicho marco permitió recoger 50,5 millones de kg de televisores y computadores y lograr un índice de recuperación del 96,7 por ciento, el más elevado registrado hasta entonces.^{250,251} El objetivo del marco en relación con la cantidad total de residuos electrónicos que se preveía reciclar aumentó del 50 al 70 por ciento de 2015 a 2022, y el objetivo actual es alcanzar el 80 por ciento para 2035.²⁵² Su labor abarca centros de recogida de residuos electrónicos en zonas urbanas y aisladas a escala nacional. La población de Australia tiene fácil acceso a servicios de reciclado de residuos electrónicos en más de 697 centros de recogida permanentes, y a través de varios centros de recogida puntuales.^{253,254,255}

En cuanto a la gestión voluntaria de productos, los programas de gestión de AEE se coordinan en el marco del sector industrial y pueden implantarse de forma autónoma o con previa acreditación gubernamental. Dicha acreditación garantiza resultados favorables en los planos medioambiental y de bienestar humano, a fin de contribuir a los objetivos de reciclaje y reducción de residuos de Australia. Cabe destacar dos marcos voluntarios que cuentan con acreditación gubernamental y coordinación sectorial: *MobileMuster* y *B-cycle*. *MobileMuster*, el programa de reciclaje industrial de telé-



fonos móviles, obtuvo la acreditación pertinente en 2014. El objetivo del programa es evitar que se depositen productos de telefonía móvil en centros de vertidos y reciclarlos de forma segura y ética. Su administración corre a cargo del sector de la telefonía móvil a través de la Asociación Australiana de Telecomunicaciones Móviles, que amplió su programa de gestión en julio de 2022 mediante la incorporación de tres categorías de productos adicionales, sobre conectividad de red, tecnologías para hogares inteligentes, y pequeños dispositivos portátiles o periféricos. Entre sus miembros figuran varios fabricantes de teléfonos móviles, operadores de red, fabricantes de módems y productores y distribuidores de accesorios.

El programa de reciclaje *MobileMuster* gestiona 3.000 centros públicos de recogida, a fin de prestar un fácil acceso al 96 por ciento de la población del país en zonas de 10 kilómetros de radio. En 2022, permitió la recogida de 109.000 kg de teléfonos móviles, incluidos componentes

conexos, y se alcanzó un índice de recuperación del 99,3 por ciento.²⁵⁶ Desde su constitución, *MobileMuster* ha promovido activamente el reciclaje a través de diversas campañas, incluida la campaña nacional *Go for Zero 2023*, cuyo objetivo es evitar que los teléfonos móviles deteriorados se depositen en centros de vertidos, así como alentar a los hogares a reciclar dispositivos y accesorios obsoletos no funcionales.²⁵⁷ Pese a los avances registrados en Australia en materia de gestión de residuos electrónicos, el diálogo con las partes interesadas y los gobiernos estatales o territoriales ha puesto de manifiesto varias dificultades. Todos los estados respaldan el principio de prohibir que se depositen residuos electrónicos en vertederos del país. No obstante, en las regiones que cuentan con comunidades distantes, en particular el Territorio del Norte, existe inquietud sobre la viabilidad de esas prohibiciones de vertido hasta que se les garantice el acceso al Plan Nacional de Reciclaje de Televisores y Computadores.²⁵⁸

Con objeto de proteger el medio ambiente y ofrecer ventajas en los planos social, económico y cultural, el Gobierno de Nueva Zelanda promulgó la Ley de Minimización de Residuos (2008), en virtud de la cual se promueve la reducción de residuos todo lo posible, incluida su eliminación. Nueva Zelanda elabora un plan nacional para abordar el problema de los residuos electrónicos, de forma análoga a Australia. Según varios informes oficiales, se calcula que en Nueva Zelanda se producen anualmente unos 80 millones de kg de residuos electrónicos, de los que menos del uno por ciento se recicla, y el resto se deposita en centros de vertidos. En 2014, el Ministerio de Medio Ambiente contrató a una organización privada para elaborar un marco de administración de productos para gestionar residuos electrónicos en Nueva Zelanda. Dicha organización llevó a cabo una amplia labor de consultas y colaboración con las partes interesadas, y recopiló y analizó datos sobre residuos electrónicos con objeto de elaborar recomendaciones sobre una metodología de gestión de residuos electrónicos en Nueva Zelanda.²⁵⁹ El Gobierno de dicho país sigue estudiando varias opciones al respecto. También analiza minuciosamente los resultados satisfactorios que ha arrojado el plan implantado en Australia.

El Ministerio de Medio Ambiente reconoce que las actividades de reciclado de residuos electrónicos son insuficientes. Muchas de ellas conllevan el procesamiento de residuos electrónicos a través de componentes específicos, que ulteriormente se exportan para su procesamiento y poder recuperar materiales de interés. Los procesos manuales dificultan las actividades de desmontaje en el plano económico a raíz del elevado coste de la mano de obra, las altas tasas a las que están sujetas las actividades de desecho y los elevados precios de los componentes de los residuos electrónicos desmontados. Por lo general, los electrodomésticos y los equipos informáticos se vuelven a producir o se reciclan por sus valiosos componentes internos, si bien los procesos de desmontaje que llevan a cabo los proveedores en Nueva Zelanda pueden resultar inviables en el plano económico.²⁶⁰ El Fondo de Minimización de Residuos de dicho país, que cuenta con un presupuesto de más de 75 millones de USD, fomenta proyectos que facilitan la transición del país a una economía circular, con un bajo nivel de emisiones.²⁶¹ En consonancia con la Estrategia de Nueva Zelanda sobre Residuos para 2023, el Gobierno del país reconoció la importancia que reviste la implantación de un sistema obligatorio de administración de productos en relación con los AEE, incluidas las baterías de gran tamaño. A tenor de ese objetivo, se prevé poner en marcha un plan de reglamentación de la gestión de productos eléctricos y electrónicos para 2025.²⁶²

MICRONESIA (ESTADOS FEDERADOS DE), MELANESIA Y POLINESIA

Micronesia (Estados Federados de), Melanesia y Polinesia constan de 22 países y territorios que afrontan dificultades específicas a raíz de su dispersión geográfica. Por otro lado, la limitada disponibilidad de terreno adecuado en islas de pequeño tamaño y atolones para construir instalaciones, conjugada con el aislamiento insular y una población relativamente pequeña, plantea problemas de economías de escala a los efectos de gestión de residuos. Esos retos se ven agravados por el cambio de pautas meteorológicas y la subida del nivel del mar. La gestión de residuos en su conjunto en la zona del Pacífico se rige por la Estrategia Regional del Pacífico para la Gestión de la Contaminación por Residuos para 2016-2025, recientemente adoptada (*Cleaner Pacific 2025*), en la que se detalla la situación actual y la estrategia futura para la gestión de todos los flujos de residuos, incluidos los residuos electrónicos.²⁶³

Los organismos encargados de la gestión de residuos electrónicos varían en cada país insular de la zona del Pacífico; algunos de ellos son gestionados a nivel gubernamental, a escalas nacional (Islas Cook, Samoa y Tonga), estatal (Micronesia) o local (Fiji, Vanuatu e Islas Salomón), al tiempo que otros se rigen con responsabilidad compartida (Kiribati e Islas Marshall). Por otro lado, los factores socioeconómicos de la subregión hacen que el grado de gestión de los residuos electrónicos varíe de un país a otro; en Palau, por ejemplo, las empresas privadas de reciclaje se encargan de la gestión de los residuos electrónicos, al tiempo que en otros países los servicios de reciclaje están insuficientemente desarrollados.²⁶⁴



Audreycmk / Shutterstock.com



Una gran cantidad de residuos electrónicos se encuentra almacenada en las islas del Pacífico para ser procesada posteriormente. Las dificultades económicas y logísticas, el acceso limitado a los centros de desecho y a los mercados de reciclado, y el elevado coste del transporte de residuos electrónicos fuera de la región obstaculizan los esfuerzos para abordar el problema de ese almacenamiento. Con el fin de encontrar una solución sostenible para la gestión de los residuos electrónicos y otros flujos de residuos peligrosos, el proyecto *PacWaste* (*Pacific Hazardous Waste*), de cuatro años de duración, financiado por la UE y gestionado por la Secretaría del Programa Regional del Pacífico para el Medio Ambiente en Samoa, tiene por objeto recabar información sobre prácticas de gestión de residuos electrónicos y el almacenamiento de los mismos en cinco países insulares del Pacífico, a fin de priorizar futuras medidas encaminadas a brindar ayuda a otros países del Pacífico en la gestión de dichos residuos. Por otro lado, las islas del Pacífico han recibido apoyo del programa ISLANDS (*Implementing Sustainable Low and Non-chemical Development in Small Island Developing States*), financiado por el FMAM, que brinda asistencia a 14 países del Pacífico con objeto de lograr un Pacífico más limpio para 2025. El programa ISLANDS facilita el control de la importación de materiales peligrosos y el desecho de residuos peligrosos de forma ecológica.²⁶⁵

El Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Samoa, con el apoyo de *PacWastePlus* (continuación del proyecto *PacWaste*), considera los residuos electrónicos un flujo de residuos prioritario. En la actualidad, los residuos electrónicos en Samoa se desechan de forma inadecuada, al depositarse en centros de vertidos, incinerarse o eliminarse de forma ilícita, lo que ocasiona contaminación ambiental y riesgos para la salud de los habitantes. El proyecto

PacWastePlus de Samoa tiene como objetivo establecer el Sistema de Gestión de Productos de Residuos Electrónicos (*E-waste Product Stewardship Scheme*) para facilitar la gestión de residuos electrónicos a largo plazo. También prevé desarrollar una instalación de desmontaje y almacenamiento de residuos electrónicos, incluidos sus componentes, que se ubicará en Taifaigata. Cabe esperar que el diseño del proyecto concluya en septiembre de 2023.^{266,267,268} En Niue, la acumulación de residuos electrónicos, o de otro tipo, plantea dificultades debido a la falta de instalaciones de almacenamiento adecuadas y a actividades de formación y financiación insuficientes. En diciembre de 2022, una campaña de limpieza de residuos electrónicos permitió cargar seis contenedores con los residuos recogidos. Para paliar la falta de infraestructuras, el Departamento de Medio Ambiente de Niue, en colaboración con el proyecto *PacWastePlus*, prevé poner en marcha una nueva instalación de transferencia de reciclado para recoger y gestionar residuos electrónicos, así como aparatos domésticos que pueden reciclarse.^{269,270}

Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos

La Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos (AMCERE), constituida en 2017 y coordinada por UNITAR-SCYCLE y la UIT, tiene tres objetivos principales, a saber, recopilar datos a escala mundial sobre residuos electrónicos por medio de una metodología adoptada internacionalmente; facilitar a las partes interesadas una comprensión más cabal, mediante datos, del reto que plantean los residuos electrónicos; y mejorar la calidad de las estadísticas por medio de actividades de capacitación. Su sitio web (www.globalewaste.org) incluye un portal de código abierto para los datos que recopila sobre residuos electrónicos. El Observatorio internacional sobre residuos electrónicos, que ha publicado su cuarta edición, tras sus ediciones anteriores de 2020, 2017 y 2014, es la publicación insignia de la AMCERE.²⁷¹ Facilita la comprensión y la interpretación de los datos sobre residuos electrónicos a escala internacional con respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y proporciona información de interés a los encargados de la formulación de políticas, a los sectores industrial y académico, a los medios de comunicación y al público en general.

AMCERE ha organizado talleres a escalas nacional y regional, en los que ha formado a participantes de más de 80 países y ha facilitado la adopción de un marco de medición armonizado. Desde 2020, 62 países han participado en talleres sobre estadísticas de residuos electrónicos, entre ellos países de las siguientes regiones: África

oriental, América Latina, Europa oriental y los Estados árabes. Por otro lado, ello ha permitido a cuatro países elaborar estadísticas sobre residuos electrónicos a escala nacional. A raíz de esos talleres, la AMCERE ha desarrollado un conjunto de observatorios nacionales sobre residuos electrónicos destinados a Malawi, Namibia, Botswana, Bahrein, Kazajistán, Tanzania, Líbano y Países Bajos. Ha contribuido asimismo a sentar las bases de modelos de evaluación cuantitativa y, al hacerlo, ha facilitado la determinación de retos clave en materia de residuos electrónicos, la identificación de soluciones para subsanar esos retos y la colaboración entre las partes interesadas a escala nacional con miras a armonizar los datos. Por otro lado se han desarrollado observatorios regionales sobre residuos electrónicos para Asia oriental y sudoriental (2016), América Latina (2022), los Estados árabes (2021) y la Comunidad de Estados Independientes y Georgia (2021), así como una edición sobre las perspectivas para 2050 (*Outlooks to 2050*) para Asia occidental (2023).²⁷²

En 2022, la UIT y UNITAR-SCYCLE colaboraron con la Autoridad de Comunicaciones del África oriental para mejorar los datos sobre residuos electrónicos en África oriental (Rwanda, República Unida de Tanzania, Uganda, Burundi, Kenya y Sudán del Sur). Los datos y las estadísticas sobre residuos electrónicos desempeñan un papel esencial en la toma de decisiones, la fijación de objetivos y el aumento de los índices de recogida de dichos residuos. Disponer de datos precisos y actualizados sobre residuos electrónicos proporciona a los encargados de la toma de decisiones valiosa información sobre el alcance

y los efectos de los residuos electrónicos, con miras a formular políticas y estrategias de forma fundada. Al conocer la cantidad, composición y evolución de los AEE comercializados y de la generación de residuos, los encargados de la toma de decisiones pueden identificar esferas de interés, asignar recursos de forma eficaz y priorizar las intervenciones para abordar los retos que plantea la gestión de residuos electrónicos.

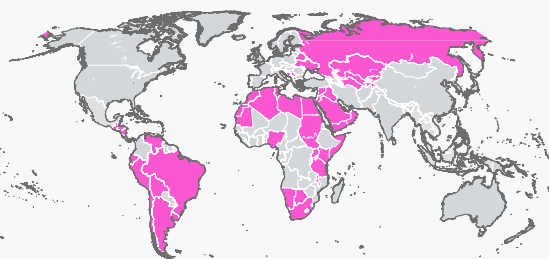
Los datos sobre residuos electrónicos permiten fijar objetivos de reciclado realistas que pueden alcanzarse. El análisis de la cantidad de residuos electrónicos generados y de los índices de reciclado permite a los encargados de la formulación de políticas establecer objetivos adecuados en materia de reciclado y recuperación de dichos residuos. Esos objetivos permiten orientar el desarrollo de infraestructuras de reciclado, la inversión en tecnología y la aplicación de programas de recogida y reciclado a tenor de los objetivos de reciclado.

Los datos sobre residuos electrónicos facilitan la identificación de lagunas y dificultades en los sistemas de recogida de residuos electrónicos. Al analizar los índices de recogida e identificar las regiones o los AEE con bajos índices de recogida, los encargados de la toma de decisiones pueden formular estrategias específicas para mejorar los mecanismos de recogida y fomentar la concienciación de los consumidores. Ello puede requerir la puesta en marcha de centros de recogida adecuados, el establecimiento de sistemas EPR, la promoción de programas de recogida o el desarrollo de incentivos para fomentar el desecho de residuos electrónicos de forma adecuada (véase el cuadro 6).

Cuadro 6. El Primer Ministro Modi hace destaca las actividades de desecho de residuos electrónicos en la India de forma adecuada

El Sr. Narendra Modi, Primer Ministro de la India, abordó el tema de los residuos electrónicos en su programa radiofónico mensual *Mann Ki Baat*, en enero de 2023. Tras subrayar la necesidad de desechar los residuos electrónicos de forma adecuada, manifestó que "los modernos dispositivos actuales son los residuos electrónicos del futuro" y que "la utilización de teléfonos móviles, computadores portátiles y tabletas, entre otros dispositivos, se ha generalizado en todos los hogares". Su cantidad será de miles de millones en todo el país. Cada vez que alguien adquiere un nuevo dispositivo o sustituye uno obsoleto, es necesario determinar si se desecha de forma adecuada. Si los residuos electrónicos no se desechan de forma adecuada, pueden tener un efecto adverso en el medio ambiente". Al referirse al Observatorio mundial sobre residuos electrónicos de 2020, el Sr. Modi añadió: "Cada año se desechan 50 millones de toneladas de residuos electrónicos. ¿Se es consciente de lo que representa esa cantidad? Aunque se sumara el peso de todos los aviones comerciales que se han producido en la historia de la humanidad, el valor resultante sería inferior a la cantidad de residuos electrónicos que se desechan. Es como si se desecharan 800 computadores portátiles por segundo" En agosto de 2021, el Sr. Modi anunció la misión "Waste-to-Wealth", destinada a facilitar el aprovechamiento de los residuos. La alocución del Primer Ministro puede escucharse a través del enlace web siguiente: <https://ewasteindia.com/2023/01/31/mann-ki-baat-e-waste-handling/>.

Países que han participado en talleres de la AMCERE



Acerca de los autores

Sr. Cornelis P. Baldé

Especialista científico superior, UNITAR
Programa SCYCLE

Profesor Ruediger Kuehr

Director del Programa SCYCLE y profesor adjunto del Departamento de Electrónica e Ingeniería Informática de la Universidad de Limerick (Irlanda)

Tales Yamamoto

Contratista autónomo, UNITAR
Programa SCYCLE

Sra. Rosie McDonald

Funcionaria encargada de aspectos relativos al cambio climático, UIT

Elena D'Angelo

Contratista autónoma, UNITAR
Programa SCYCLE

Sra. Shahana Althaf

Científica encargada de aspectos relativos a la sostenibilidad y a la armonización de incentivos

Garam Bel

Coordinador sobre aspectos de economía circular, UIT

Sr. Otmar Deubzer

Especialista científico superior, UNITAR,
Programa SCYCLE y Fraunhofer IZM

Elena Fernández-Cubillo

Contratista autónoma, UNITAR
Programa SCYCLE

Vanessa Forti

Funcionaria asociada, UNITAR
Programa SCYCLE

Vanessa Gray

Directora de la División de Medio ambiente y Telecomunicaciones de Emergencia de la BDT, UIT

Profesor Sunil Herat

Profesor de la Universidad de Griffith

Sr. Shunichi Honda

Funcionario de gestión de programas, Centro Internacional de Tecnología Medioambiental (IETC), PNUMA

Giulia Iattoni

Funcionaria adjunta de programas, UNITAR
Programa SCYCLE

Sra. Deepali S. Khatriwal

Experta internacional en residuos electrónicos

Vittoria Luda di Cortemiglia

Directora de proyectos y consultora, UNITAR
Programa SCYCLE

Yuliya Lobuntsova

Directora del Departamento de Residuos y Seguridad Química, Centro CSD

Profesor Innocent Nnorom

Profesor de la Universidad Estatal de Abia

Noémie Pralat

Asistente en actividades de normalización sobre residuos electrónicos, UIT

Michelle Wagner

Coordinadora técnica de proyectos
Foro sobre RAEE

Anexo 1.

Descripción metodológica pormenorizada

Cuadro A.1.1 UNU-KEYS y relación con seis categorías de residuos electrónicos

CLAVE UNU	DESCRIPCIÓN	EU-6	UE-6PV
0001	Calefacción central (instalación doméstica)	4	4a
0002	Paneles fotovoltaicos (incluidos inversores)	4	4b
0101	Calefacción y ventilación profesionales (excluidos equipos de refrigeración)	4	4a
0102	Lavavajillas	4	4a
0103	Electrodomésticos de cocina (incluidos hornos de gran potencia, hornos y equipos de cocina)	4	4a
0104	Lavadoras (incluidas secadoras combinadas)	4	4a
0105	Secadoras (de lavado y aparatos centrifugadores)	4	4a
0106	Sistemas de calefacción y ventilación domésticos (incluidos extractores, ventiladores y calefactores)	4	4a
0108	Frigoríficos (incluidos los modelos combinados)	1	1
0109	Congeladores	1	1
0111	Sistemas de aire acondicionado (domésticos y portátiles)	1	1
0112	Otros equipos de refrigeración (incluidos deshumidificadores y secadoras con bomba de calor)	1	1
0113	Equipos de refrigeración profesionales (grandes aparatos de aire acondicionado y pantallas de refrigeración)	1	1
0114	Hornos microondas (incluidos hornos combinados, salvo asadores)	5	5

CLAVE UNU	DESCRIPCIÓN	EU-6	UE-6PV
0201	Otros electrodomésticos de pequeño tamaño (incluidos ventiladores, planchas, relojes y adaptadores)	5	5
0202	Electrodomésticos para la preparación de alimentos (incluidos tostadoras, parrillas, procesadores de alimentos y sartenes)	5	5
0203	Pequeños electrodomésticos para calentar agua (incluidos cafeteras, teteras y hervidores de agua)	5	5
0204	Aspiradores (excluidos los profesionales)	5	5
0205	Artículos de aseo personal (incluidos cepillos de dientes, secadores de pelo y maquinillas de afeitar)	5	5
0301	Pequeños equipos informáticos (incluidos encaminadores, ratones, teclados, unidades de almacenamiento externas y accesorios)	6	6
0302	Computadores de sobremesa (excluidos monitores y accesorios)	6	6
0303	Computadores portátiles (incluidas tabletas)	2	2
0304	Impresoras (incluidos dispositivos de escaneado, multifuncionales y de envío de facsímiles)	6	6
0305	Equipos de telecomunicaciones (incluidos teléfonos (inalámbricos) y contestadores automáticos)	6	6
0306	Teléfonos móviles (incluidos teléfonos inteligentes y radiolocalizadores)	6	6
0307	Equipos informáticos profesionales (incluidos servidores, encaminadores, dispositivos de almacenamiento de datos y fotocopiadoras)	4	4a
0308	Monitores de tubo de rayos catódicos	2	2

CLAVE UNU	DESCRIPCIÓN	EU- 6	UE- 6PV
0309	Monitores de pantalla plana (LCD, LED)	2	2
0401	Pequeños aparatos electrónicos de consumo (incluidos auriculares y mandos a distancia)	5	5
0402	Dispositivos de audio o vídeo portátiles (incluidos reproductores MP3, lectores electrónicos y navegadores de automóviles)	5	5
0403	Instrumentos musicales, radiofónicos o de alta fidelidad (incluidos equipos de audio)	5	5
0404	Dispositivos de vídeo (incluidos grabadores de vídeo, reproductores DVD o <i>Blue Ray</i> y decodificadores) y proyectores	5	5
0405	Altavoces	5	5
0406	Cámaras (incluidas videocámaras y cámaras fotográficas y digitales)	5	5
0407	Televisores de tubo de rayos catódicos	2	2
0408	Televisores de pantalla plana (LCD, LED o plasma)	2	2
0501	Pequeños aparatos de iluminación (excluidos LED e incandescentes)	3	3
0502	Lámparas fluorescentes compactas (con adaptador o sin él)	3	3
0503	Lámparas fluorescentes de tubo recto	3	3
0504	Lámparas especiales (incluidas las profesionales de mercurio, y las de sodio de alta o baja presión)	3	3
0505	Lámparas LED (incluidas las provistas de adaptador)	3	3
0506	Luminarias domésticas (incluidos los accesorios domésticos de incandescencia y las luminarias domésticas LED)	5	5
0507	Luminarias profesionales (para oficinas, espacios públicos o entornos industriales)	5	5
0601	Herramientas domésticas (incluidos taladros, sierras, limpiadoras de alta presión y cortacéspedes)	5	5
0602	Herramientas profesionales (incluidos soldadores y fresadoras)	4	4a
0701	Juguetes (incluidos automóviles de carreras, trenes eléctricos, juguetes musicales, computadores para bicicletas y drones)	5	5
0702	Consolas de videojuegos	6	6

CLAVE UNU	DESCRIPCIÓN	EU- 6	UE- 6PV
0703	Equipos para ocio (incluidos equipos deportivos, bicicletas eléctricas y tocadiscos)	4	4a
0801	Aparatos médicos domésticos (incluidos termómetros y aparatos de medida de tensión sanguínea)	5	5
0802	Aparatos médicos profesionales (incluidos los destinados a hospitales, dentistas y la realización de diagnósticos)	4	4a
0901	Aparatos domésticos de supervisión y control (alarmas y detectores de calor o humo, excluidas las correspondientes pantallas)	5	5
0902	Dispositivos profesionales de supervisión y control (destinados a laboratorios o paneles de control)	4	4a
1001	Dispensadores no refrigerados (en particular, para máquinas expendedoras de bebidas calientes, billetes o dinero)	4	4a
1002	Dispensadores refrigerados (en particular, para máquinas expendedoras de bebidas frías)	1	1

Cuadro A.1.2 6, categorías de residuos electrónicos

	DESCRIPCIÓN ÍNTEGRA
1	Equipos de intercambio térmico
2	Pantallas, monitores y equipos que incorporan pantallas
3	Lámparas
4a	Aparatos de gran tamaño (excluidos los paneles fotovoltaicos)
4b	Paneles fotovoltaicos (incluidos los convertidores)
5	Aparatos de pequeño tamaño
6	Pequeños equipos informáticos y de telecomunicaciones

Cuadro A.1.3, Conjunto de indicadores utilizados en el Observatorio mundial sobre residuos electrónicos de 2024

TEMA	INDICADOR	INTERPRETACIÓN
AEE comercializados	1. Cantidad total de AEE comercializados (en kg unitarios por habitante o toneladas).	Representa el tamaño del mercado nacional de bienes AEE, o el consumo de los hogares, en unidades económicas.
Generación de residuos electrónicos	2. Cantidad total de residuos electrónicos generados (medidos en kg unitarios por habitante o toneladas).	Este indicador corresponde a la cantidad de productos eléctricos y electrónicos desechados (residuos electrónicos) a raíz del consumo en el territorio de un país durante un año de referencia determinado, antes de toda actividad de recogida, reutilización, procesamiento o exportación. Su valor representa la cantidad de residuos electrónicos generados a escala nacional.
Gestión de residuos electrónicos	3a. Residuos electrónicos recogidos y gestionados oficialmente (en kg unitarios por habitante o toneladas).	Ello representa la cantidad de residuos electrónicos documentados que deben recogerse y clasificarse y gestionarse a través de sistemas oficiales de gestión de residuos.
	3b. Residuos electrónicos desechados con otros residuos (en kg unitarios por habitante o toneladas).	Ello representa la cantidad de residuos electrónicos incluidos en residuos mixtos.
	3c. Residuos electrónicos recogidos y gestionados por empresas fuera de sistemas oficiales (en kg unitarios por habitante o toneladas).	Ello representa la cantidad de residuos electrónicos que se recogen y reciclan fuera del sistema conforme. Puede tratarse de desguaces metálicos mixtos o triturados. Suelen regirse por normas de salud y seguridad medioambiental menos estrictas, al no estar sujetos a procesos de descontaminación y, en consecuencia, no cumplen la legislación específica sobre residuos electrónicos.
	3d. Residuos electrónicos recogidos y gestionados por proveedores de reciclaje informales (en kg unitarios por habitante o toneladas).	Ello representa la cantidad de residuos electrónicos que gestiona el sector informal, en particular componentes de valor, y que no se somete a procesos de descontaminación.
	4. Índice de recogida de residuos electrónicos (en unidades porcentuales).*	Este indicador permite evaluar la calidad de funcionamiento de los sistemas oficiales de recogida de residuos. Se calcula al dividir la cantidad total de residuos electrónicos recogidos oficialmente por la cantidad total de residuos electrónicos generados y multiplicar el resultado por 100, a fin de obtener el valor porcentual.
Flujos transfronterizos	5. Importaciones y exportaciones totales de residuos electrónicos, desglosadas en residuos controlados (5a) y no controlados (5b) (en kg unitarios por habitante o toneladas).	Representa la cantidad de residuos electrónicos que se importan o exportan a un país.
Impacto medioambiental	6. Emisiones de gases de efecto invernadero (unidad: miles de millones de kg equivalentes de emisiones de CO ₂).	Las emisiones directas se calculan a partir de la gestión inadecuada de productos refrigerantes a raíz de las actividades relativas a los indicadores 3b a 3d.
	7. Emisiones de gases de efecto invernadero evitadas.	Representa las emisiones directas o indirectas evitadas por medio de la gestión de residuos electrónicos. Las emisiones directas evitadas se calculan con arreglo a la hipótesis de que los gases de los productos refrigerantes no se liberan si los equipos de refrigeración o congelación se gestionan de forma conforme (indicador 3a). Las emisiones indirectas evitadas se calculan a partir de las emisiones que se evitan mediante la reducción de la actividad minera o de materias primas primarias, con arreglo a la hipótesis de que las materias primas secundarias recuperadas a partir de los residuos electrónicos pueden utilizarse para la producción de nuevos AEE.
	8. Emisión de sustancias peligrosas desglosadas en mercurio (8a), plomo (8b) y plásticos que contienen retardadores de ignición bromados (8c).	Este indicador corresponde a las emisiones directas de sustancias al medio ambiente con arreglo a modelos establecidos si no se procesan en condiciones ecológicas en el marco de las actividades relativas a los indicadores 3b a 3d.
	9. Extracciones de mineral evitadas (en miles de millones de kg).	La cantidad de minerales no extraídos se calcula sobre la base de la cantidad de recursos viables recuperados a partir de residuos electrónicos y, en consecuencia, no extraídos como materias primas primarias.

TEMA	INDICADOR	INTERPRETACIÓN
Recursos contenidos en residuos electrónicos	10. Cantidad total de metales contenidos en residuos electrónicos. Valor desglosado con respecto a recuperación viable (10a) y recuperación no viable (10b).	Se calcula mediante el análisis de metales específicos en diversos tipos de residuos electrónicos. Para cada categoría de residuos electrónicos, se determina la eficacia del reciclado para tres componentes (circuitos impresos, cables y demás componentes) y por opción en materia de gestión de residuos electrónicos (3a a 3d) a partir de documentos publicados, entrevistas con las partes interesadas y opiniones de expertos.
Innovaciones en tecnologías de procesamiento de residuos electrónicos	11. Proporción de solicitudes de patente sobre reciclaje de residuos electrónicos, desglosado para varias palabras clave.	El desarrollo tecnológico y la innovación, que vienen asociados a la cantidad cada vez mayor de residuos electrónicos, son esenciales para mejorar los índices de reciclado y la eficiencia general de la gestión de residuos electrónicos, en particular en relación con las tecnologías de reciclado. Los datos sobre patentes constituyen un indicador muy útil de la capacidad de invención, habida cuenta de que las patentes sobre residuos electrónicos reflejan la capacidad de los innovadores para prever nuevas oportunidades tecnológicas y económicas en materia de gestión de residuos electrónicos.
Impacto económico	12. Valor total de los metales contenidos en los residuos electrónicos. Se desglosa con arreglo a metales recuperados viables (12a) y no viables (12b) (en USD).	Las cantidades relativas al indicador 10 se calculan sobre la base del precio de cada metal.
	13. Valor de las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas (en USD).	Valor económico de los beneficios a largo plazo de las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas con arreglo a lo establecido por el indicador 7.
	14. Costes de procesamiento de la gestión de residuos electrónicos. Se desglosa con arreglo a los costes de procesamiento ecológico (conforme) (14a), procesamiento de residuos electrónicos con otros residuos (14b), costes de procesamiento de residuos electrónicos mezclados con otros residuos metálicos (14c) y costes de procesamiento en el sector informal (14d) (en USD).	Costes que conlleva la gestión de los residuos electrónicos.
	15. Costes externos para la sociedad (en USD).	Las emisiones al medio ambiente ocasionan costes de otro tipo para la sociedad que no se tienen en cuenta en los mecanismos habituales de fijación de precios. Esos costes ocultos se denominan "costes externos", y se calculan sobre la base de los daños medioambientales y sanitarios debidos a las emisiones de mercurio, plomo, plásticos y gases de efecto invernadero con arreglo a lo establecido por los indicadores 6 y 8, en su mayor parte en relación con las actividades relativas a los indicadores 3b a 3d.
	Impacto económico neto (en USD).	Se calcula al sumar el valor asociado a la recuperación viable (12b) para las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas (13) y substraer los costes de procesamiento (14) y los costes externos (15).
Legislación	Cantidad de países con legislación	La legislación y la normativa sobre residuos electrónicos son esenciales para fomentar una gestión de residuos electrónicos ecológica y la puesta en marcha de infraestructuras de gestión de residuos electrónicos.

* El indicador relativo a la meta 12.5.1 de los ODS (índice nacional de reciclaje y toneladas de material reciclado) viene determinado por la cantidad total de residuos electrónicos reciclados dividida por la cantidad total de residuos electrónicos generados. La "cantidad total de residuos electrónicos reciclados" viene determinada por la recogida oficial de residuos electrónicos documentada mediante el método y los conjuntos de datos del Observatorio internacional sobre residuos electrónicos. Para proporcionar información relativa al indicador, los organismos custodios, el PNUMA y la División de Estadística de las Naciones Unidas, utilizan los conjuntos de datos y metodologías elaborados por SCYCLE, la Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos y la Asociación de las Naciones Unidas para la Medición de las TIC para el Desarrollo. Las fuentes de datos pertinentes figuran en el Anexo 1.

Cálculo de la cantidad de AEE comercializados y de los residuos electrónicos generados

La cantidad de residuos electrónicos generados se calcula mediante datos empíricos relativos al método de consumo aparente, a fin de determinar la cantidad de AEE comercializados y un modelo para todo el ciclo de ventas. Con arreglo a dicho modelo, los datos de vida útil de cada producto se asocia a la cantidad de AEE comercializados (por medio de una función Weibull) para calcular la cantidad de residuos electrónicos generados. Los datos del presente informe se han obtenido y procesado de la manera que se detalla a continuación.

Etapas 1

Se seleccionan los códigos pertinentes que describen los AEE en el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (SA).

Etapas 2

Los datos estadísticos relativos a la Unión Europea sobre comercio internacional se obtuvieron de Eurostat como códigos de nomenclatura combinada de 8 dígitos. Los datos sobre producción a escala nacional también se obtuvieron de Eurostat, con arreglo a la clasificación PRODCOM. Para los demás países, los datos estadísticos sobre importaciones y exportaciones se obtuvieron a través de la base de datos Comtrade de las Naciones Unidas. Ello abarcó 193 países y alrededor de 220 códigos SA de 8 dígitos para los años 1995–2022. Para los países que no corresponden a los 27 Estados miembros de la UE, los datos sobre producción a escala nacional se obtuvieron a través de la base de datos PRODCOM de Eurostat en CPC1.I(39)²⁷³, al tiempo que para China y Viet Nam, los datos sobre dicha producción corresponde a registros nacionales. En algunos países no se disponía de datos sobre producción, lo que se subsanó en las rutinas de detección de valores atípicos. Los datos se expresan en número de unidades. Posteriormente, los

países se clasificaron en cinco grupos, con arreglo a los valores de paridad de poder adquisitivo (PPA) para el caso hipotético sin variaciones.²⁷⁴ El procedimiento se repitió para cada año, habida cuenta de que el valor de PPA para cada país varía a lo largo de los años, en particular para los países de bajos ingresos. El proceso resultó útil para facilitar la comparación de datos estadísticos entre países y establecer tendencias entre grupos.

Grupo 1: valor de PPA más elevado (superior a 32 992 USD por habitante en 2017)

- Grupo 2: valor de PPA elevado (32 992 USD – 14 471 USD por habitante en 2017)
- Grupo 3: valor de PPA medio (14 470 USD – 6 271 USD por habitante en 2017)
- Grupo 4: valor de PPA bajo (6 270 – 1 960 USD por habitante en 2017)
- Grupo 5: valor de PPA más bajo (menos de 1 960 USD por habitante en 2017)

Etapas 3

Las unidades se transformaron en unidades de peso sobre la base de los datos de peso medio por tipo de aparato. Los valores de peso medio se publican en las Directrices Estadísticas sobre Residuos Electrónicos.²⁷⁵

Etapas 4

Los valores de peso de AEE comercializados se calcularon para las 54 UNU-KEYS mediante la metodología de consumo aparente: Comercialización = Producción nacional + Importación – Exportación (ecuación aplicable a los 28 Estados miembros de la UE). En los casos en los que no se dispuso de datos sobre producción a escala nacional, se aplicó el siguiente método: Comercialización = Importación – Exportación. La infravaloración a raíz de la falta de datos sobre producción a escala nacional se subsanó ulteriormente en las fases de detección de valores atípicos de la etapa 6.

Etapas 5

Los valores presentados en este informe para UNU-KEY 0002 (paneles fotovoltaicos) se basan en los valores de capacidad instalada de paneles anualmente, expresada en megavatios, como punto de partida para el cálculo de la cantidad de paneles comercializados. Se calcula como variación anual de la capacidad instalada anualmente. La fuente utilizada para determinar la evolución temporal de la capacidad instalada de paneles fotovoltaicos anualmente y su proyección futura fueron los datos de la Agencia Internacional de Energías Renovables.²⁷⁶ La aplicación de factores de transformación anual (kg de paneles fotovoltaicos o megavatios instalados) obtenidos de la asociación *PV Cycle*²⁷⁷ permitió estimar la cantidad anual de paneles comercializados, en kg.

Etapas 6

Los datos sobre comercialización se corrigieron automáticamente para identificar valores atípicos, con el fin de detectar valores demasiado bajos (debido a la falta de datos sobre producción a escala nacional en los países en los que ésta es relativamente elevada) o demasiado altos (debido a información errónea sobre códigos o unidades). Los valores detectados se sustituyeron por valores de venta más realistas obtenidos de series temporales relativas al país de origen, o a países comparables. Esas rutinas estadísticas arrojaron como resultado un conjunto de datos armonizados de alcance análogo sobre ventas coherentes para cada país, con arreglo a sus propios datos estadísticos comerciales.

Etapas 7

Las correcciones manuales se efectuaron sobre la base del análisis de correcciones automáticas, con el fin de subsanar datos poco fidedignos con arreglo a los conocimientos sobre el mercado. Por ejemplo, no se comercializan televisores de tubo de rayos catódicos desde hace varios años. Por

otro lado, se incorporaron a los conjuntos de datos información oficial sobre comercialización en varios países con arreglo a la misma metodología, facilitados por Argentina, Belarús, Bolivia, Bosnia y Herzegovina, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Kazajistán, Macedonia del Norte, Moldova y Uruguay.

Etapas 8

Se amplió la serie temporal sobre datos de comercialización de AEE. Los datos conexos previos se determinaron hasta 1980, con respecto a la evolución de los datos disponibles y la fecha de entrada en el mercado de cada aparato. Los datos futuros se proyectaron hasta 2030 mediante sofisticados métodos de extrapolación. El principio aplicado tiene en cuenta la relación entre los datos de comercialización y los valores de PPA por condado y se basa en esa relación para estimar los valores de comercialización con arreglo a los valores previstos de PPA, por medio de la base de datos *Shared Socioeconomic Pathways* (Trayectoria socioeconómica compartida).²⁷⁸

Etapas 9

La cantidad de residuos electrónicos generados por país se determinó mediante las distribuciones de valores de productos comercializados y de vida útil. Se obtuvieron datos sobre la vida útil de productos para los 28 Estados Miembros de la UE por medio de la distribución de Weibull. Idealmente, la vida útil de cada producto se determina empíricamente por producto y por tipo. En esta etapa, únicamente se disponía de valores armonizados sobre vida útil de AEE en Europa basados en estudios exhaustivos efectuados para la Unión Europea; se comprobó que eran bastante homogéneos en toda Europa, con una desviación del 10 por ciento en los resultados definitivos.²⁷⁹ Debido a la falta de datos, se realizó la hipótesis de que los valores más elevados de vida útil por producto en la Unión Europea eran también aplicables en gran

medida a países no miembros a la UE. En determinados casos, ello habría dado lugar a una sobrevaloración, puesto que la vida útil de un producto en países de ingresos bajos puede ser mayor que en países de ingresos bajos, habida cuenta de que los habitantes de los países de ingresos bajos son más propensos a reparar los productos. Sin embargo, también podría haber dado lugar a una infravaloración, puesto que la calidad de los productos suele ser inferior en los países de ingresos bajos, debido a la importación de equipos reutilizados o versiones de productos de coste más bajo, cuya vida útil es menor. No obstante, cabe suponer que el proceso generó estimaciones relativamente precisas en la mayor parte de los casos. Hay que tener en cuenta que el valor de los productos comercializados depende mucho más de la cantidad de residuos electrónicos generados que de la vida útil de los productos.

Vaporizadores aromáticos (cigarrillos electrónicos)

La cantidad de residuos de cigarrillos electrónicos se determinó de forma específica en la presente publicación, debido a su reciente interés. Los valores de comercialización para 2022 se calcularon mediante el estudio de las estadísticas del comercio mundial relativas al código SA 854340 (cigarrillos electrónicos y dispositivos personales análogos de vaporización eléctrica). Se tomaron como referencia los datos comerciales relativos a China, habida cuenta de que el 80 por ciento de todos los vaporizadores aromáticos desechables se producen en dicho país.²⁸⁰ Los datos se validaron mediante la comparación de los resultados con los de otros métodos de estimación examinados. En particular, se efectuó una comparación con las estimaciones de la cantidad mundial de vaporizadores (82 millones en 2021)²⁸¹ y la cantidad promedio de vaporizadores de un solo uso consumidos anualmente.²⁸² Los resultados también se validaron calculando la cantidad de litio contenido en cada

vaporizador (0,15 g)²⁸³ y comparándola con las estadísticas mundiales de consumo de litio para la producción de vaporizadores (90 kg).²⁸⁴

Residuos electrónicos recogidos y reciclados oficialmente documentados

Con respecto a la Unión Europea, la cantidad total de residuos electrónicos recogidos y reciclados de forma oficial se obtuvo a través de la base de datos Eurostat. Para los demás países, los valores se recopilaron por medio de cuestionarios elaborados por SCYCLE, la OCDE y la División de Estadística de las Naciones Unidas, o se descargaron del sitio web de los institutos encargados de la gestión de residuos electrónicos a escala nacional. En los casos en que no se obtuvo ningún dato, se realizaron búsquedas en publicaciones académicas revisadas por pares, así como en otros tipos de publicaciones. Se descargó la serie temporal más larga disponible y se clasificó con arreglo a las categorías de residuos electrónicos pertinentes, siempre que ello fue posible. Ello constituyó el punto de partida para la elaboración de series temporales de 2010 a 2022. Los datos no disponibles se extrapolaron mediante índices de recogida de residuos electrónicos relativos a los años más próximos para los que se disponía de datos, multiplicándolos por la cantidad de residuos electrónicos generados durante cada año extrapolado. Los cálculos se realizaron para los países sobre los que se disponía de un valor de datos por lo menos.

AEE usados y residuos electrónicos importados o exportados

La cantidad de residuos electrónicos importados y exportados no controlados se obtuvo a partir de estimaciones que figuran en el Observatorio mundial sobre flujos transfronterizos de residuos electrónicos 2022²⁸⁵, que proporciona información adicional al respecto.

Residuos electrónicos incluidos en otros residuos o recogidos a través de sistemas informales en países con servicios de reciclaje avanzados en sistemas no conformes

Los datos sobre residuos electrónicos desechados con otros residuos y sobre recogida y reciclado de los mismos a través de sistemas no conformes en la Unión Europea se obtuvieron de dos estudios realizados en Europa.²⁸⁶ Para los demás países, los datos se estimaron a partir de la diferencia entre los residuos electrónicos generados, de un lado, y del otro, los residuos electrónicos recogidos y reciclados documentados de forma oficial en cada país, y los residuos electrónicos exportados. En el caso de países de ingresos elevados y medios-elevados, la mitad de esa diferencia se asignó a los residuos electrónicos no recogidos a través de sistemas oficiales en países con infraestructuras avanzadas de gestión de residuos electrónicos. Esa proporción es comparable a la de la Unión Europea.

Residuos electrónicos gestionados a través de sistemas informales en países sin infraestructuras avanzadas de gestión de residuos

En la mayor parte de los países sin infraestructuras de gestión de residuos electrónicos avanzadas, la cantidad de residuos electrónicos recogidos y reciclados documentados de forma oficial fue cero, o casi cero. En este caso, se asignaron valores de residuos electrónicos gestionados por países de ingresos bajos o medios-bajos.

Población abarcada por normativas o legislaciones a escala nacional

En el presente informe se ha analizado la elaboración de normativas y legislaciones a escala nacional en materia de residuos electrónicos con objeto de determinar si un país determinado contaba con dichas normativas o legislaciones en vigor en 2023. Los datos sobre población se obtuvieron a través de la División de Población del Departamento de

Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.

Establecimiento de la cantidad de materias primas contenidas en residuos electrónicos

La cantidad de materias primas contenidas en residuos electrónicos se calculó mediante la asociación de la composición de datos de ProSUM a la cantidad estimada de residuos electrónicos generados.²⁸⁷ Se tuvieron en cuenta los siguientes componentes: aluminio, cobre, plomo, estaño, níquel, zinc, oro, platino, plata, bismuto, cobalto, hierro, germanio, indio, paladio, rodio, rutenio y antimonio. La recuperación viable e inviable de materias primas secundarias se calculó con arreglo a un modelo en el que la recuperación de dichas materias se determinó teniendo en cuenta la gestión de los residuos electrónicos, así como el tipo y los componentes de los mismos. Se elaboró una matriz pormenorizada para determinar las cantidades enumeradas a continuación:

1. residuos recogidos y reciclados oficialmente documentados;
2. residuos electrónicos incluidos en otros tipos de residuos;
3. residuos electrónicos recogidos a través de sistemas de recogida no oficiales en países con sistemas de gestión de residuos avanzados;
4. residuos electrónicos recogidos a través de sistemas de recogida no oficiales en países con sistemas de gestión de residuos no avanzados.



Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac

Los tipos de residuos electrónicos tenidos en cuenta son los siguientes:

5. aparatos de intercambio térmico;
6. pantallas y monitores;
7. lámparas;
8. equipos de gran tamaño, excluidos los paneles fotovoltaicos;
9. paneles fotovoltaicos;
10. aparatos de pequeño tamaño;
11. pequeños equipos informáticos y de telecomunicaciones.

Los componentes corresponden a circuitos impresos y cables, entre otros.

En la evaluación se analizaron diversas publicaciones relativas a cada combinación para determinar los índices de desmontaje y la eficiencia de recuperación por componente, así como la eficacia de las actividades de recuperación para cada categoría de residuos electrónicos (aparatos de intercambio térmico, pantallas y monitores, lámparas, aparatos de gran tamaño excepto paneles fotovoltaicos, paneles fotovoltaicos, aparatos de pequeño tamaño y pequeños equipos informáticos). Se utilizaron diversas fuentes de datos²⁸⁸, así como conjuntos de datos internos de UNITAR, en particular de estudios sobre grado de reciclaje. En los casos en que no se dispuso de datos, se tuvo en cuenta la opinión experta de los autores.

Se obtuvieron datos suplementarios sobre la utilización de componentes de tierras raras a partir del proyecto CEWASTE y un estudio realizado en 2020.²⁸⁹ Dichos datos se sintetizan en el cuadro A1.4.

Plásticos que contienen retardadores de ignición bromados y mercurio en los residuos electrónicos

Se consultó información en diversas publicaciones sobre la composición de plásticos con retardadores de ignición bromados.²⁹⁰ De forma análoga a las materias primas que contienen los residuos electrónicos, los datos relativos a la composición de dichos retardadores de ignición bromados se asociaron a la cantidad estimada de residuos electrónicos generados. La cantidad de mercurio contenido en los residuos electrónicos se determinó mediante conjuntos de datos internos de UNITAR sobre la cantidad de mercurio por UNU-KEY, y sobre la base de varios estudios.²⁹¹ Las emisiones de plásticos que contienen retardadores de ignición bromados y mercurio se evaluaron sobre la base de las cantidades gestionadas mediante sistemas de gestión no oficiales documentados

Extracción de roca en actividades mineras

La cantidad de residuos rocosos obtenidos mediante excavaciones se calculó por medio de la relación roca-metal que figura en el Estudio Geológico UG

Cuadro A.1.4 Utilización de componentes de tierras raras

COMPONENTE DE BASE	PRINCIPAL AEE	COMPONENTES DE TIERRAS RARAS	FUENTE
Polvos fluorescentes	Lámparas fluorescentes	Europio, terbio, itrio, cerio y lantano	Proyecto CEWASTE ^a
	Monitores y televisores de tubo de rayos catódicos	Itrio, terbio, europio, gadolinio, lantano y cerio	Proyecto CEWASTE ^a
Imanes de neodimio	Altavoces (de teléfonos móviles); discos duros de computadores portátiles, computadores de sobremesa, equipos informáticos profesionales (centros de datos); y motores eléctricos de drones	Neodimio, praseodimio, disprosio, gadolinio y terbio	Proyecto CEWASTE, Bobba et al., 2020 ^b
Pantallas, LED, equipos láser y circuitos impresos	Otros aparatos eléctricos y electrónicos, incluidos sus componentes	Neodimio y disprosio	Bobba et al., 2020 ^b
Aleaciones y componentes no estructurales	Impresoras 3D	Neodimio y escandio	Bobba et al., 2020 ^b

^a Consejo de Europa. 2007. *Gestión de residuos sólidos urbanos en Europa*. Documento 1173, 5 de febrero;

^b Bobba et al. 2020, nota 303. Para ampliar información sobre el proyecto CEWASTE, véase <https://cewaste.eu/about-the-project/>.

de 2022²⁹², con respecto a cantidades recuperables de aluminio, cobre, plomo, estaño, níquel, zinc, oro, platino, plata, cobalto, hierro, iridio, paladio, rodio y rutenio. En relación con el bismuto, el germanio, el indio, el osmio y el antimonio se utilizó un valor promedio para dicha relación roca-metal.

Emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la gestión de residuos electrónicos

Las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la gestión de residuos electrónicos se determinaron sobre la base de las emisiones directas de productos refrigerantes que contribuyen al calentamiento global y las emisiones susceptibles de evitarse por medio de la recuperación de materias primas secundarias. El objetivo de este estudio es calcular la cantidad de emisiones equivalentes de

CO₂ que podrían liberarse a la atmósfera si los aparatos de refrigeración y congelación (y, en consecuencia, los productos refrigerantes que contienen) no se reciclaran y procesaran de forma ecológica, y si todos los materiales utilizados fueran materiales primarios en lugar de parcialmente secundarios. Se revisaron varias publicaciones para determinar la cantidad y el tipo de productos refrigerantes utilizados en los aparatos de refrigeración y congelación. A tal efecto, se recabó información pertinente sobre frigoríficos y aparatos de aire acondicionado.²⁹³ Posteriormente, se relacionó la cantidad de productos refrigerantes con la cantidad estimada de residuos de frigoríficos y aparatos de aire acondicionado generados anualmente por cada uno de los 193 países analizados. Por último, se analizó la capacidad de cada tipo de producto refrigerante para contribuir al calentamiento mundial



Muntaka Chasant, para la Fundación Carmignac



y se asoció a la cantidad de productos refrigerantes contenidos en frigoríficos y aparatos de aire acondicionado. En los frigoríficos, los productos refrigerantes R-11 y R-12 se utilizaron hasta 1994; posteriormente se sustituyeron por los productos R-134a y R-22 hasta 2017. Desde 2017, únicamente se utilizan los R-152a y R1234yf. En los aparatos de aire acondicionado, hasta 2017 se utilizaban los productos R-410a, R-134a y R-22, y posteriormente comenzaron a emplearse los R-32 y R-1234yf. Las emisiones que pueden evitarse a partir de materias primas secundarias se calcularon sobre la base de las emisiones netas de gases de efecto invernadero con respecto a la producción de materias primas primarias y secundarias. Se utilizaron varias fuentes para obtener los valores de emisiones netas de gases de efecto invernadero.²⁹⁴ Los cálculos se realizaron para el hierro, el aluminio, el cobre, el zinc, el plomo, el níquel, la plata, el platino, el rodio, el paladio y el oro.

Patentes sobre residuos electrónicos

Las patentes sobre reciclaje de residuos electrónicos abarcan tecnologías relativas a la gestión de residuos electrónicos que figuran en la Clasificación Cooperativa de Patentes YO2W30/82. Las patentes de ese tipo de tecnologías se seleccionaron con arreglo al código internacional de clasificación de patentes. Los datos se obtuvieron de la base de datos PATSTAT de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual y de Espacenet, con cobertura mundial.²⁹⁵

Evaluación económica

La evaluación económica general de la gestión mundial de residuos electrónicos se apoyó en el análisis de la recuperación viable de metales, el valor económico de las emisiones de gases de efecto invernadero y las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas, así como los costes externos y los costes de los sistemas de gestión de residuos electrónicos, con respecto a una

metodología de reciente desarrollo.²⁹⁶ Las proyecciones se efectuaron para un índice de inflación anual del 2 por ciento, y los valores en euros se convirtieron a su equivalente en USD con arreglo a los tipos de cambio vigentes ese año.

El valor de la recuperación viable se determinó para cada tipo de metal, en particular aluminio, cobre, plomo, estaño, níquel, zinc, oro, platino, plata, bismuto, cobalto, hierro, germanio, indio, paladio, rodio, rutenio y antimonio, multiplicando las cantidades relativas a la recuperación viable por el precio de cada metal. El precio de los metales se obtuvo a partir de la base de datos de precios de materias primas del Banco Mundial²⁹⁷, o mediante varias fuentes de información en línea.^{298,299,300,301,302}

El sistema conforme se evaluó sobre la base de los ingresos mediante los recursos secundarios extraídos, los costes de descontaminación de los residuos electrónicos y los daños económicos externos (ocultos) para la salud humana y el medio ambiente que provocan el mercurio, el plomo, los residuos plásticos y los gases de efecto invernadero no gestionados.

Los costes de procesamiento se determinaron por medio de un estudio conjunto de la Alianza Europea para Análisis Energéticos y la UNU relativo a los costes de procesamiento, y sobre la base de varios conjuntos de datos internos de UNITAR para cada tipo de residuo.³⁰³ El importe medio del procesamiento oficial de 1.000 kg de residuos electrónicos fue de 372 USD. No pudo obtenerse fácilmente el valor de los costes de procesamiento de dichos residuos para su desecho con otros tipos de residuos; únicamente figuraba en un estudio relativo a varios países europeos para el año 2000 el coste de 67 euros por cada mil kg de residuos depositados en centros de vertidos. Dicho valor se elevaría a unos 100 euros por cada mil kilos de residuos en 2022, tras aplicar la inflación. En un documento de

la Comisión Europea sobre gestión de residuos sólidos urbanos también se indicaba el valor de alrededor de 100 euros por cada mil kilos de residuos. Ese importe se calculó en USD con arreglo al tipo de cambio promedio EUR/USD para 2022. Los costes de la mezcla de residuos y con otros residuos metálicos se determinaron con arreglo al citado estudio de la Alianza Europea para Análisis Energéticos y la UNU sobre residuos electrónicos de gran tamaño y con gran contenido de metal, sin deducir los costes de descontaminación y conformidad; dichos costes fueron de 38 euros por mil kg de residuos en 2017.

El sector informal se evaluó mediante un estudio realizado en 2021 en Pakistán³⁰⁴, cuyos resultados concluyeron que los costes eran de dos a casi cinco veces superiores a los beneficios económicos. Dichos beneficios económicos se evaluaron teniendo en cuenta la recuperación viable de residuos electrónicos no procesados en sistemas oficiales en países sin infraestructuras avanzadas de gestión de residuos (12.000 millones de USD), y los costes obtenidos se dividieron por un valor promedio de 3,65, lo que arrojó un resultado aproximado de 270 USD por cada mil kg de residuos. El servicio de recogida se incluyó en los costes, pero no con respecto a los residuos electrónicos gestionados de forma conforme, puesto que esa gestión variaba en gran medida en función de cada país, y por lo general su coste se incluía en los costes municipales de recogida o en los costes sufragados por minoristas, entre otros tipos de costes.

El coste socioeconómico medio externo a largo plazo de las emisiones no gestionadas de mercurio, plomo, plásticos y CO₂ se obtuvo a través de varias publicaciones.^{305,306,307,308,309,310,311} Los valores utilizados en esta publicación son 712 mil USD por kg de mercurio, 20 USD por kg de plomo, 8,5 USD por kg de plásticos en equipos pequeños y 250 USD por tonelada de emisiones equivalentes de CO₂.

Perspectivas relativas a los residuos electrónicos para 2030

Con arreglo a un caso hipotético sin variaciones, los servicios de recogida y reciclaje de residuos electrónicos oficiales documentados se ajustarían a la misma evolución que la serie temporal de 2010 a 2022. Con respecto a los otros tres casos hipotéticos, los servicios de reciclaje y recogida de residuos electrónicos oficiales documentados se determinarían con arreglo a una matriz de parámetros, cuyo valor vendría dado por el hecho de que el país objeto de análisis dispusiera de legislación e infraestructuras de gestión de residuos electrónicos, y gestionara los productos importados para su reutilización. El valor de dichos parámetros aumentaría con respecto al nivel de los objetivos fijados. Los datos pertinentes se sintetizan en el cuadro A1.5. Los residuos electrónicos no gestionados a través de sistemas oficiales de recogida y reciclaje se asignaron mediante la misma metodología que la aplicada a los datos de 2022.

Cuadro A.1.5 Visión general de los parámetros de agrupación y cálculo sobre las perspectivas de la gestión de residuos electrónicos para 2030

GRUPO	SITUACIÓN LEGISLATIVA	ÍNDICE DE RECOGIDA Y RECICLAJE DOCUMENTADO EN EL AÑO ANTERIOR	NIVEL DE INGRESOS	ÍNDICE DE RECOGIDA Y RECICLAJE DOCUMENTADA EN EL ÚLTIMO AÑO (EN %)			PROPORCIÓN DE IMPORTACIONES DE AEE USADOS QUE SE GESTIONAN (EN %)		
1a	Sin legislación	< 10%	Bajos o medios-bajos	10	20	40	0	25	50
1b	Sin legislación	< 10%	Medios-altos o altos	10	20	40	0	25	50
2a	Elaborada y en vigor	< 10%	Bajos o medios-bajos	15	25	50	0	25	50
2b	Elaborada y en vigor	< 10%	Medios-altos o altos	15	25	50	0	25	50
3	Elaborada y en vigor	10% < x < 20%	Todos	30	50	60	0	25	50
4	Elaborada y en vigor	20% < x < 30%	Todos	50	65	75	0	25	50
5	Elaborada y en vigor	30% < x < 40%	Todos	65	75	85	0	25	50
6	Elaborada y en vigor	> 40%	Todos	85	85	85	0	25	50
				PROGRESIVO	AMBIICIOSO	IDÓNEO	PROGRESIVO	AMBIICIOSO	IDÓNEO

Metodología legislativa

En este apartado se proporciona una visión general de la metodología utilizada para calcular el indicador principal relativo a la supervisión de los avances en materia de normativa, legislación y reglamentación sobre residuos electrónicos a escala mundial. Su objetivo es ofrecer un enfoque gradual para que el proceso sea lo más transparente posible, al tiempo que se establece un indicador que observe los criterios anteriormente detallados. Conviene señalar que la metodología se ha mejorado para esta versión a raíz de varias discrepancias identificadas en el Observatorio mundial sobre residuos electrónicos de 2020 con respecto al análisis de países que contaban con una normativa, legislación o reglamentación en materia de residuos electrónicos. Ello dificulta, en consecuencia, el análisis comparativo de los datos. Pese a ha-

berse registrado una tendencia al alza ininterrumpida de los valores, a través de un aumento del indicador principal de 81 a 80 entre la edición de 2020 y la presente, existen diferencias en los resultados por país que se reflejan plenamente en el Anexo 2.

La información se recopiló, analizó y revisó como se describe a continuaciónⁱ

En primer lugar, se recopiló información del conjunto de datos *Compliance to Product (C2P)*³¹², que es un sistema mundial de gestión del conocimiento sobre cumplimiento de la reglamentación, normativa y gestión en diversas esferas, en particular los residuos electrónicos. El conjunto de datos C2P comprende información pormenorizada sobre medidas legislativas (normativas, reglamentaciones, legislaciones, directrices y normas) a escalas nacional y estatal o provincial, en particular sobre su situación, fecha y referencia web, entre otros datos. Actualmente incluye 645 registros relativos a normativas, legislación y reglamentación sobre residuos electrónicos, y cada registro describe el territorio en el que los instrumentos de que se trate están en vigor. No obstante, el C2P no incluye directrices ni normas sobre proveedores de servicios de reciclaje de residuos electrónicos, sino únicamente instrumentos vinculantes o no vinculantes a nivel jurídico. La fase de análisis ulterior abarca una revisión sistemática de cada registro del conjunto de datos, con arreglo a la metodología por etapas que se describe a continuación.

Etapas 1

El ámbito geográfico de la medida inscrita figura en la columna "Territorio abarcado". Únicamente se incluyeron en la siguiente etapa las medidas aplicadas a escala nacional, y se excluyeron las de alcance estatal o provincial. En el caso de Estados Unidos y Canadá, se realizó un análisis estatal o provincial.

Etapas 2

Se analizó la "situación" de la medida en el registro. Únicamente se incluyeron en las siguientes etapas los registros con la indicación "En vigor", y se excluyeron los indicados como "Archivados". Los registros con la indicación "Propuesto" no se excluyeron de inmediato, sino que se tuvieron en cuenta para la etapa de Revisión y Validación (véase el apartado siguiente).

Etapas 3

Se analizó el registro con objeto de determinar el tipo de medida. Si ésta se consideró una normativa, un reglamento o una legislación sobre residuos electrónicos, RAEE o categorías o productos específicos acordes con la definición de residuos electrónicos, se incluyó en la etapa de Revisión y Validación. Se excluyeron otras medidas, en particular las normas sobre reciclado, los programas de certificación y las directrices técnicas, así como las que no se referían a residuos electrónicos.

Etapas 4

Una vez analizado el conjunto de datos C2P, los resultados provisionales se volvieron a validar sobre la base de la información recopilada a través de otras fuentes de datos, en particular los resultados de los cuestionarios recibidos de la División de Estadística de las Naciones Unidas³¹³, la OCDE³¹⁴ y la UIT (en el marco de su encuesta anual sobre reglamentación de las telecomunicaciones y las TIC a escala mundial).³¹⁵ Ello tuvo por objeto validar o corregir los resultados del análisis del conjunto de datos C2P, habida

cuenta de la posible ambigüedad de la traducción del título de las medidas inscritas. El registro se validó con respecto a las respuestas recibidas a escala nacional al cuestionario de la OCDE y a la Encuesta sobre Reglamentación de la UIT.

El personal de SCYCLE contribuyó a la elaboración del cuestionario de la OCDE en el marco de la iniciativa internacional encaminada a documentar la información relacionada con los residuos electrónicos, y posteriormente la OCDE lo remitió a sus países miembros. En él figura una pregunta específica sobre la legislación nacional vigente en materia de residuos electrónicos, su contenido y alcance, así como el correspondiente organismo custodio. Los datos se compararon con los resultados del análisis relativo a cada país de la OCDE. Por otro lado, se utilizó la Encuesta sobre Reglamentación de la UIT a título comparativo con respecto al resultado del análisis. Dicha encuesta abarca una gran variedad de aspectos sobre normativas y reglamentos en materia de TIC y facilita el seguimiento de las tendencias y la evolución de las TIC, incluidos algunos aspectos clave del entorno normativo de la gestión de residuos electrónicos. Incluye una pregunta específica sobre la legislación nacional vigente en materia de residuos electrónicos.

Etapas 5

En la etapa previa se validan los registros únicamente para los países de la OCDE. Con respecto a los demás, los registros se revisaron y validaron sobre la base de las respuestas recibidas a un cuestionario enviado por la División de Estadística de las Naciones Unidas, análogo al cuestionario de la OCDE y a la parte sobre medio ambiente de la encuesta de la UIT, elaborado con el fin de documentar la información relacionada con los residuos electrónicos para países no pertenecientes a la OCDE.

Etapas 6

Los registros se compararon con otras fuentes específicas y con la revisión de publicaciones o estudios previos. Dichas fuentes incluyen los talleres de país organizados por el equipo SCYCLE en el marco de las iniciativas de capacitación de la Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos. También comprenden información recabada a través de las actividades de asistencia técnica de la UIT para la elaboración de normativas y reglamentos nacionales sobre residuos electrónicos, que se proporcionan directamente a los gobiernos de los países.

Etapas 7

Tras la revisión minuciosa de cada registro con respecto a esos tres conjuntos de datos complementarios, se adoptó la decisión final sobre su posible inclusión para determinar el valor del indicador. En caso de validación, el registro se incluyó en el cálculo del indicador; en caso contrario, se excluyó.

El resultado del proceso de obtención, análisis, revisión y validación de datos es la base de datos refundida que contiene los datos para cada país.

Las definiciones establecidas³⁶ se aplicaron al analizar los conjuntos de datos. Por lo general, los mecanismos financieros abarcaron la recogida, la clasificación y transferencia, el procesamiento, el reciclaje y el desecho definitivo de residuos, así como su supervisión y control, el suministro de información al público y el fomento de la concienciación del mismo, y la impartición de programas de formación.³⁷ Con respecto a los costes de esas actividades, en la mayor parte de los casos se tuvieron en cuenta los productores de AEE (fabricantes, distribuidores, importadores y revendedores), ya sea de forma individual o colectiva, a través de algún tipo de estructura orgánica.

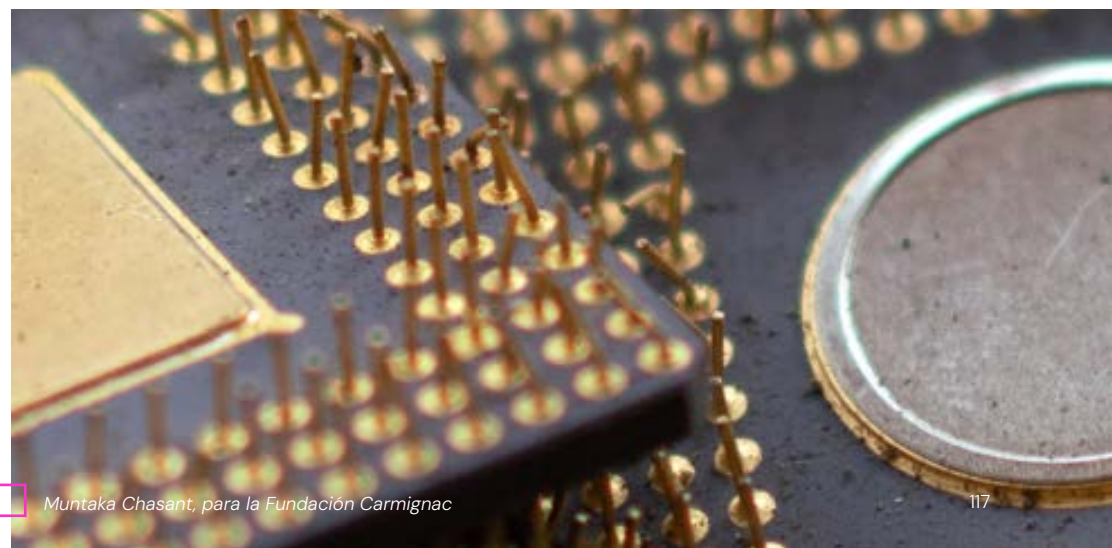
- Estrategia: La estrategia, que con frecuencia constituye un documento de alto nivel no

vinculante en el plano jurídico, tiene por objeto proporcionar información a las partes interesadas sobre la manera en que un país puede alcanzar sus objetivos relativos al sistema de gestión de residuos electrónicos, a tenor de la visión establecida previamente. Una estrategia de gestión de residuos electrónicos a escala nacional suele determinar las esferas prioritarias para la gestión de residuos electrónicos en su conjunto, pero también puede elaborarse para analizar un enfoque específico relativo a sectores concretos de la cadena de valor del sector de los productos electrónicos. Al tratarse de un documento de alto nivel, toda estrategia es adecuada asimismo para su aplicación a escala regional, habida cuenta de la mayor incertidumbre que podría existir en ese caso sobre el futuro de la gestión de los residuos electrónicos.

- Normativa: Las normativas, que no son jurídicamente vinculantes, constituyen habitualmente una mera declaración de intenciones gubernamental para abordar temas específicos, en este caso, la gestión de residuos electrónicos. Los documentos sobre normativas suelen contener objetivos y estrategias específicos, así como un plan de acción a tal efecto, y en determinados casos, definiciones y objetivos

establecidos previamente. Una normativa nacional sobre gestión de residuos electrónicos suele constituir un plan o una línea de acción que establece un gobierno a niveles municipal, provincial o nacional.

- Legislación: Una legislación permite establecer con frecuencia los principios generales de un tema específico; en el caso del presente informe, una legislación general suele abarcar el medio ambiente en su conjunto, y con frecuencia contiene disposiciones sobre los residuos en general. Sobre la base de esas disposiciones, pueden elaborarse reglamentos que faciliten la observancia de aspectos específicos. La legislación nacional puede autorizar a un ministerio determinado la elaboración de reglamentos para que los organismos de reglamentación hagan cumplir la legislación en vigor.
- Reglamentación: En el marco de la legislación nacional se faculta habitualmente a un ministerio determinado para elaborar una reglamentación que permita regir la gestión de los residuos electrónicos de una forma adecuada, a diferencia de una estrategia o política formulada para estudiar la modificación de una orientación, una visión o una estrategia sobre el marco jurídico vigente.

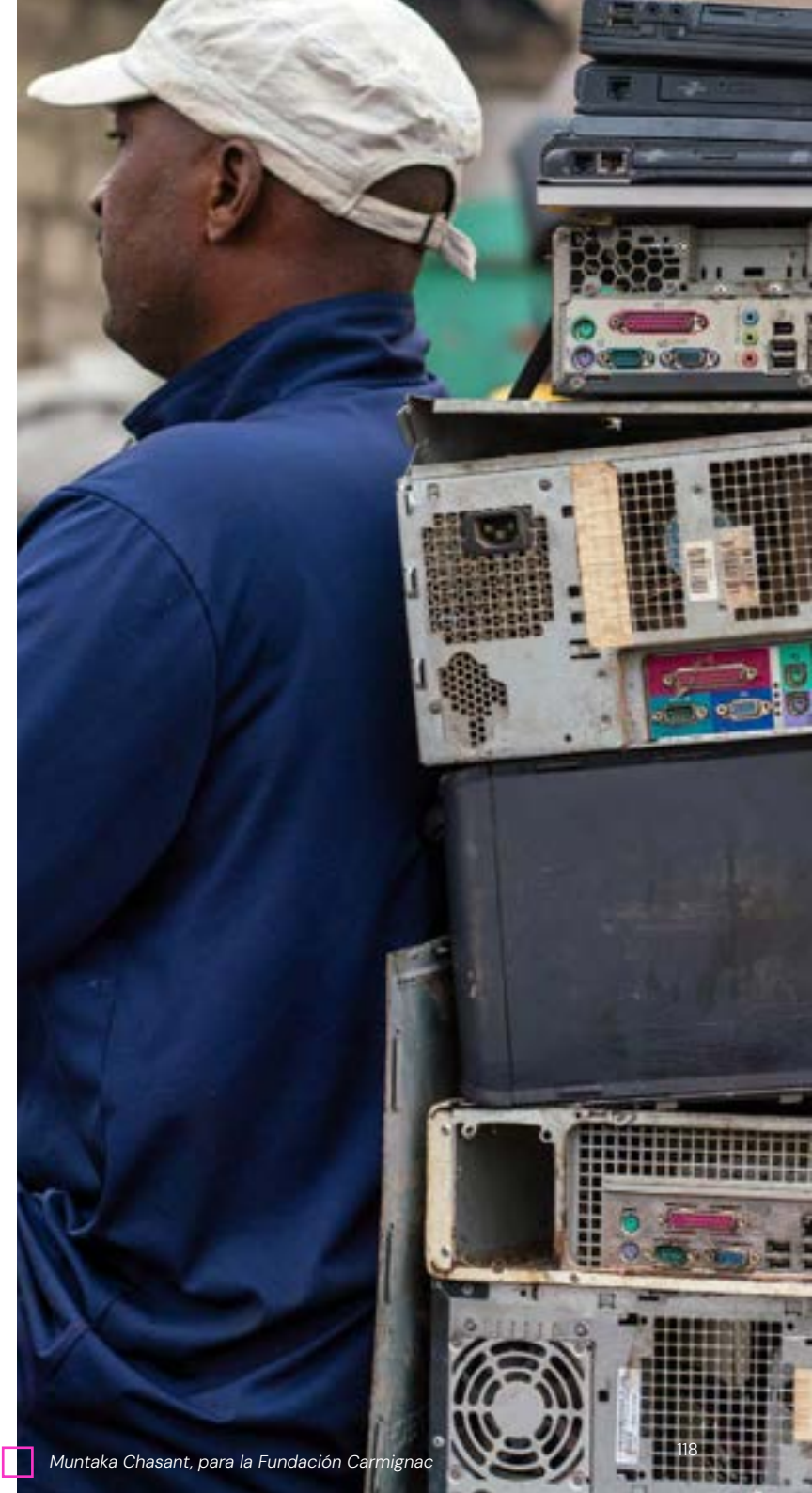


Anexo 2.

Conjuntos de datos

Cuadro A2.1. Cantidad promedio de productos almacenados (en hogares, empresas o el sector público) desglosada por grupo de ingresos y categoría de residuos electrónicos; valores normalizados por hab. (2022)

Nivel de ingresos >		INGRESOS ALTOS	INGRESOS MEDIOS-ALTOS	INGRESOS MEDIOS-BAJOS	INGRESOS BAJOS
Total		145	56	41	19
Total, excluidas lámparas		109	30	17	4
Total, excluidas lámparas y aparatos de pequeño tamaño		12,1	3,3	1,4	0,4
	Aparatos de intercambio térmico	1,4	0,7	0,3	0,1
	Pantallas y monitores	3,5	0,9	0,4	0,1
	Lámparas	36,2	26,4	23,3	14,3
	Aparatos de gran tamaño	3,7	1,3	0,3	3,9
	Aparatos de pequeño tamaño	97,1	26,6	15,8	3,9
	Pequeños equipos informáticos y de telecomunicaciones	3,5	0,5	0,3	0,1



Cuadro A2.2. Estadísticas sobre residuos electrónicos a escala regional

REGIÓN	SUBREGIÓN	NÚMERO DE PAÍSES DE LA REGIÓN	HABITANTES		RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS				RESIDUOS ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS			
			EN MILLONES, 2010	EN MILLONES, 2022	KG POR HAB. EN 2010	KG POR HAB. EN 2022	MILLONES DE KG, 2010	MILLONES DE KG, 2022	MILLONES DE KG, 2020	MILLONES DE KG, 2022	ÍNDICE DE RECOGIDA, 2010 (%)	ÍNDICE DE RECOGIDA, 2022 (%)
África	TODA LA REGIÓN	54	1 040	1 408	1,6	2,5	1 640	3 551	1,9	25	0,1	0,7
	África oriental	18	337	466	0,5	0,9	154	431	1,9	2,4	1,2	0,5
	África central	9	131	193	1	1,6	131	307	0	0,1	0,0	0,0
	África septentrional	6	205	257	3,7	5,8	763	1 484	0	0	0,0	0,0
	África meridional	5	59	68	5,4	8,5	317	578	0	23	0,0	4,0
	África occidental	16	308	424	0,9	1,8	275	752	0	0	0,0	0,0
América	TODA LA REGIÓN	36	918	1 021	9,9	14,1	9,068	14 427	3 149	4 328	34,7	30,0
	Caribe	14	29	32	5,1	7,6	148	241	0	0,1	0,0	0,0
	América central	8	155	178	6,1	10,2	940	1 811	31	60 3	3,3	3,3
	América septentrional	2	344	376	16,6	21,2	5 695	7 963	3 118	4151	54,8	52,1
	América meridional	12	391	435	5,8	10,1	2 285	4 413	0	117,1	0,0	2,7
Asia	TODA LA REGIÓN	49	4 168	4 677	3,2	6,4	13 259	30 147	1 030	3 568	7,8	11,8
	Asia central	5	63	77	2,5	5,2	161	396	0	12,8	0,0	3,2
	Asia oriental	7	1 554	1 638	4,9	9,9	7 672	16 292	1 027	3 225	13,4	19,8
	Asia sudoriental	11	596	678	3,4	6,4	2 045	4 362	0	0	0,0	0,0
	Asia meridional	9	1 723	1 999	1,1	3,1	1 883	6 140	Sin datos	60,1	Sin datos	1,0
	Asia occidental	17	232	286	6,5	10,3	1 498	2 957	2,6	270,1	0,2	9,1



REGIÓN	SUBREGIÓN	NÚMERO DE PAÍSES DE LA REGIÓN	HABITANTES		RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS				RESIDUOS ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS			
			EN MILLONES, 2010	EN MILLONES, 2022	KG POR HAB. EN 2010	KG POR HAB. EN 2022	MILLONES DE KG, 2010	MILLONES DE KG, 2022	MILLONES DE KG, 2020	MILLONES DE KG, 2022	ÍNDICE DE RECOGIDA, 2010 (%)	ÍNDICE DE RECOGIDA, 2022 (%)
Europa	TODA LA REGIÓN	40	733	742	13,3	17,6	9 739	13 076	3 780	5 593	38,8	42,8
	Europa oriental	10	295	291	7,4	12,7	2 177	3 678	355	1 005	16,3	27,3
	Europa septentrional	10	99	106	18,4	23,2	1 824	2 456	940	1 042	51,5	42,4
	Europa meridional	13	152	150	15,5	18	2 349	2 700	844	1 069	35,9	39,6
	Europa occidental	7	188	196	18,1	21,7	3 389	4 243	1 641	2 478	48,4	58,4
Oceanía	TODA LA REGIÓN	14	36	44	12,6	16,1	452	707	Sin datos	292	Sin datos	41,4
	Australia, Nueva Zelandia	2	26	31	16,8	21,9	441	684	Sin datos	292	Sin datos	42,8
	Melanesia	4	9	12	1,1	1,8	10	21	0	0	0,0	0,0
	Micronesia	5	0,3	0,3	1,4	2,6	0,4	0,8	0	0	0,0	0,0
	Polinesia	3	0,3	0,3	2,7	3,3	0,8	1,1	0	0	0,0	0,0
Mundo	TODAS LAS REGIONES	193	6 896	7 893	5	7,8	34 157	61 908	7 961	13 807	23,3	22,3

Cuadro A2.3. Agrupaciones de países tenidas en cuenta en este informe

REGIÓN	SUBREGIÓN	NÚMERO DE PAÍSES DE LA REGIÓN
África	África oriental	Burundi, Comoras, Yibuti, Eritrea, Etiopía, Kenya, Madagascar, Malawi, Mauricio, Mozambique, República Unida de Tanzania, Rwanda, Seychelles, Somalia, Sudán del Sur, Uganda, Zimbabwe
	África central	Angola, Camerún, Chad, Congo, Gabón, Guinea Ecuatorial, República Centroafricana, República Democrática del Congo, Santo Tomé y Príncipe
	África septentrional	Argelia, Egipto, Libia, Marruecos, Sudán, Túnez
	África meridional	Botswana, Lesotho, Namibia, Sudáfrica, Eswatini
	África occidental	Benin, Burkina Faso, Cabo Verde, Côte d'Ivoire, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Liberia, Malí, Mauritania, Níger, Nigeria, Senegal, Sierra Leona, Togo
América	Caribe	Aruba, Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Dominica, Granada, Haití, Jamaica, Puerto Rico, República Dominicana, Saint Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Trinidad y Tobago
	América central	Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá
	América septentrional	Estados Unidos, Canadá
	América meridional	Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Uruguay, Perú, Suriname, Venezuela
Asia	Asia central	Kazajistán, Kirguistán, Tayikistán, Turkmenistán, Uzbekistán
	Asia oriental	China, Hong Kong (China), Japón, Macao (China), Mongolia, República de Corea, Taiwán (Provincia de China)
	Asia sudoriental	Brunei Darussalam, Camboya, Filipinas, Indonesia, Malasia, Myanmar, República Democrática Popular Lao, Singapur, Tailandia, Timor-Leste, Viet Nam
	Asia meridional	Afganistán, Bangladesh, Bhután, India, Irán (República Islámica del), Maldivas, Sri Lanka, Nepal, Pakistán, Tailandia
	Asia occidental	Arabia, Armenia, Azerbaiyán, Bahrein, Chipre, Georgia, Iraq, Israel, Jordania, Kuwait, Líbano, Omán, Qatar, Arabia Saudita, República Árabe Siria, Türkiye, Emiratos Árabes Unidos y Yemen
Europa	Europa oriental	Belarús, Bulgaria, República Checa, Hungría, Moldova, Polonia, Rumanía, Federación de Rusia, Eslovaquia, Ucrania
	Europa septentrional	Dinamarca, Estonia, Finlandia, Reino Unido, Irlanda, Islandia, Letonia, Lituania, Noruega, Suecia
	Europa meridional	Albania, Bosnia y Herzegovina, Croacia, España, Grecia, Italia, Malta, Montenegro, Macedonia del Norte, Portugal, San Marino, Serbia, Eslovenia
	Europa occidental	Alemania, Austria, Bélgica, Francia, Luxemburgo, Países Bajos, Suiza
Oceanía	Australia, Nueva Zelandia	Australia, Nueva Zelandia
	Melanesia	Fiji, Papua Nueva Guinea, Islas Salomón, Vanuatu
	Micronesia	Kiribati, Islas Marshall, Micronesia (Estados Federados de), Nauru, Palau
	Polinesia	Samoa, Tonga, Tuvalu

Cuadro A2.4. Principales estadísticas sobre residuos electrónicos, por país o territorio (2022)

PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELECTRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
Afganistán	Asia	32	0,8	N/A		No	No	No	No
Albania	Europa	24	8,3	N/A		Sí	Sí	No	No
Alemania	Europa	1767	21,2	956,6	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Angola	África	148	4,2	N/A		No	No	No	No
Antigua y Barbuda	América	1	13,3	N/A		No	No	No	No
Arabia Saudita	Asia	617	17,1	N/A		No	No	No	No
Argelia	África	333	7,5	N/A		No	No	No	No
Argentina	América	517	11,4	14,4	Comunicación con el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible en el marco de este informe: M. Wagner, C.P. Baldé, V. Luda, I. C. Nnorom, R. Kuehr, G. Iattoni. <i>Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554, Bonn (Alemania), 2022.</i> https://www.scycle.info/regional-e-waste-monitor-latin-america-2021/	Sí	Sí	No	No
Armenia	Asia	22	7,8	N/A*	Cuestionarios realizados por la UNSD, la OCDE y la UNECE en 2014/2015. Los valores globales totales incluyen tendencias de los datos, si bien éstos no se publican.	No	No	No	No
Aruba	América	2	20,7	N/A		No	No	No	No
Australia	Oceanía	583	22,4	292,4	Estadísticas de la OCDE, 2022. <i>Waste from electrical and electronic equipment (WEEE - e-waste)</i> . https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EWASTE	Sí	Sí	Sí	Sí
Austria	Europa	175	19,6	133,2	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Azerbaiyán	Asia	90	8,7	0,01	Comunicación con JSC "Tamiz Schahar" en el marco de este informe: C.P. Baldé, G. Iattoni, V. Luda, I.C. Nnorom, O. Pecheniuk, R. Kuehr, <i>Regional E-waste Monitor for the CIS + Georgia - 2021, 2021, Universidad de las Naciones Unidas (UNU) / Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) - organización conjunta del Programa SCYCLE, Bonn (Alemania).</i> https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2021/11/REM_2021_CISGEORGIA_WEB_final_nov_11_spreads.pdf	No	No	No	No

PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELEC-TRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
Bahamas	América	7	17,7	N/A		No	No	No	No
Bahrein	Asia	26	17,8	N/A		Sí	No	No	No
Bangladesh	Asia	367	2,2	N/A		Sí	Sí	Sí	No
Barbados	América	4	14,7	N/A		No	No	No	No
Belarús	Europa	111	11,6	31	Comunicación con el Ministerio de Vivienda y Servicios Públicos en el marco de este informe: C.P. Baldé, G. Lattoni, V. Luda, I.C Nnorom, O. Pecheniuk, R. Kuehr, <i>Regional E-waste Monitor for the CIS + Georgia - 2021, 2021, Universidad de las Naciones Unidas (UNU) / Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) - co-organización del Programa SCYCLE, Bonn (Alemania).</i> https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2021/11/REM_2021_CISGEORGIA_WEB_final_nov_11_spreads.pdf	Sí	Sí	No	No
Bélgica	Europa	252	21,7	162,8	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS).</i> Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waselees/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Belice	América	3	7,1	N/A		No	No	No	No
Benin	África	14	1,1	N/A		No	No	No	No
Bhután	Asia	5	6,7	0,5	UNSD - Estadísticas medioambientales. Estado al 1 de agosto de 2023, https://unstats.un.org/unsd/envstats/qindicators	No	No	No	No
Bolivia (Estado Plurinacional de)	América	89	7,3	2,4	Comunicación con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Hídricos del Estado Plurinacional de Bolivia en el marco de este informe: M. Wagner, C.P. Baldé, V. Luda, I. C Nnorom, R. Kuehr, G. lattoni. <i>Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554, Bonn (Alemania), 2022.</i> https://www.scycle.info/regional-e-waste-monitor-latin-america-2021/	Sí	Sí	No	No
Bosnia y Herzegovina	Europa	33	10,1	4,9	Comunicación con BHAS 2022/Zeos/Kim/Tec 2022 en el marco de este informe: G. lattoni, I.C Nnorom, D. Toppenberg, R. Kuehr, C.P. Baldé. <i>Regional E-waste Monitor for the Western Balkans - 2023.</i> Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) e Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) - Programa SCYCLE. https://www.scycle.info/wp-content/uploads/2023/12/Regional-E-waste-Monitor-Balkan-2023.pdf	Sí	Sí	Sí	Sí
Botswana	África	23	8,7	N/A		No	No	No	No

PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELEC-TRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
Brasil	América	2443	11,4	79	P. Dias, J. Palomero, M. Pilotto Cenci, T. Scarazzato, A. Moura Bernardes. <i>Electronic waste in Brazil: Generation, collection, recycling and the covid pandemic, Cleaner Waste Systems. Volume 3, 2022, ISSN 2772-9125, https://doi.org/10.1016/j.clwas.2022.100022. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772912522000227)</i>	Sí	Sí	Sí	No
Brunei Darussalam	Asia	9	19,9	N/A		No	No	No	No
Bulgaria	Europa	90	13,2	75,5	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Burkina Faso	África	17	0,8	N/A		No	No	No	No
Burundi	África	8	0,6	N/A		No	No	No	No
Cabo Verde	África	3	5,3	N/A		No	No	No	No
Camboya	Asia	25	1,5	N/A		Sí	No	No	No
Camerún	África	33	1,2	0,1	Comunicación con Solidarite Technologie en el marco de este informe: Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. <i>The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential</i> . Universidad de las Naciones Unidas (UNU)-Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – co-organización del Programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) & Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA), Bonn, Ginebra, Rotterdam. https://www.scycle.info/global-e-waste-monitor-2020/	Sí	Sí	No	No
Canadá	América	774	20,2	98	Estadísticas de la OCDE, 2022. <i>Waste from electrical and electronic equipment (WEEE – e-waste)</i> . https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EWASTE	Sí	No	No	No
República Centroafricana	África	3	0,6	N/A		No	No	No	No
Chad	África	12	0,7	N/A		No	No	No	No
Chile	América	230	11,7	7,3	Comunicación con el Ministerio de Medio Ambiente de Chile en el marco de este informe: M. Wagner, C.P. Baldé, V. Luda, I. C. Nnorom, R. Kuehr, G. Lattoni. <i>Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554, Bonn (Alemania), 2022. https://www.scycle.info/regional-e-waste-monitor-latin-america-2021/</i>	Sí	Sí	No	No



PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELEC-TRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
China	Asia	12066	8,5	1951,7	Comunicación con el Ministerio de Medio Ambiente en el marco de este informe: <i>Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential.</i> Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – co-organización del Programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA), Bonn, Ginebra, Rotterdam. https://www.scycle.info/global-e-waste-monitor-2020/	Sí	Sí	No	Sí
China, Región Administrativa Especial de Hong Kong	Asia	161	21,6	71,6	Comunicación con el Departamento de Protección del Medio Ambiente de Hong Kong en el marco de este informe: <i>Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential.</i> Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – co-organización del Programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA), Bonn, Ginebra, Rotterdam. https://www.scycle.info/global-e-waste-monitor-2020/	No	No	No	No
China, Región Administrativa Especial de Macao	Asia	13	18,5	N/A		No	No	No	No
Chipre	Asia	16	13	3,5	C.P. Baldé, G. Iattoni, C. Xu, T. Yamamoto, <i>Update of WEEE Collection Rates, Targets, Flows, and Hoarding – 2021 in the EU-27, United Kingdom, Norway, Switzerland, and Iceland, 2022</i> , Programa SCYCLE, Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR). Bonn, Alemania. https://www.scycle.info/new-study-update-of-weee-collection-rates-targets-flows-and-hoarding/ Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Colombia	América	388	7,5	4,9	Estadísticas de la OCDE, 2022. <i>Waste from electrical and electronic equipment (WEEE – e-waste)</i> . https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EWASTE	Sí	Sí	Sí	No
Comoras	África	1	1,5	N/A		No	No	No	No
Congo	África	16	2,7	N/A		No	No	No	No
Costa Rica	América	66	12,7	5,8	Estadísticas de la OCDE, 2022. <i>Waste from electrical and electronic equipment (WEEE – e-waste)</i> . https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EWASTE	Sí	Sí	No	No

PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELEC-TRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
Croacia	Europa	54	13,3	35,3	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
República Checa	Europa	173	16,5	118,9	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
República Democrática del Congo	África	56	0,6	N/A		No	No	No	No
Côte d'Ivoire	África	42	1,5	N/A		Sí	Sí	No	No
Dinamarca	Europa	131	22,3	79	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Djibouti	África	2	1,7	N/A		No	No	No	No
Dominica	América	1	8,9	N/A		No	No	No	No
República Dominicana	América	99	8,8	N/A		Sí	Sí	No	No
Ecuador	América	108	6	3,3	Comunicación con el Ministerio de Ecuador de Medio Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) en el marco de este informe: M. Wagner, C.P. Baldé, V. Luda, I. C. Nnorom, R. Kuehr, G. lattoni. <i>Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554, Bonn (Alemania)</i> , 2022. https://www.scycle.info/regional-e-waste-monitor-latin-america-2021/	Sí	Sí	Sí	No
Egipto	África	692	6,3	N/A		Sí	Sí	No	No
El Salvador	América	41	6,4	0,5	Comunicación con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador en el marco de este informe: M. Wagner, C.P. Baldé, V. Luda, I. C. Nnorom, R. Kuehr, G. lattoni. <i>Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554, Bonn (Alemania)</i> , 2022. https://www.scycle.info/regional-e-waste-monitor-latin-america-2021/	No	No	No	No
Emiratos Árabes Unidos	Asia	178	18,9	5,4	UNSD - Estadísticas medioambientales. Estado al 1 de agosto de 2023, de https://unstats.un.org/unsd/envstats/qindicators	Sí	Sí	No	No

PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELEC-TRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
Eritrea	África	3	0,7	N/A		No	No	No	No
Eslovaquia	Europa	84	15,4	47,3	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waselees/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Eslovenia	Europa	36	17	15,1	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waselees/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
España	Europa	935	19,6	395,2	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waselees/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Estados Unidos	América	7188	21,3	4052,8	Estadísticas de la OCDE, 2022. <i>Waste from electrical and electronic equipment (WEEE - e-waste)</i> . https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EWASTE	Sí	No	No	No
Estonia	Europa	19	14,2	12,4	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waselees/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Eswatini	África	7	6,2	N/A		No	No	No	No
Etiopía	África	88	0,7	N/A		No	No	No	No
Federación de Rusia	Europa	1910	13,2	120,8	Comunicación con el Centro Analítico para el Gobierno de la Federación de Rusia en el marco de este informe: <i>Forti V, Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential</i> . Univ. de las Naciones Unidas (UNU), Inst. de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR), co-organización del Programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA). Bonn, Ginebra, Rotterdam. https://www.scycle.info/global-e-waste-monitor-2020/	Sí	Sí	No	No
Fiji	Oceanía	7	7,2	N/A		No	No	No	No
Filipinas	Asia	537	4,7	N/A		No	No	No	No



PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELEC-TRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
Finlandia	Europa	118	21,3	89,6	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Francia	Europa	1445	22,4	860,7	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Gabón	África	21	8,7	N/A		No	No	No	No
Gambia	África	4	1,4	N/A		No	No	No	No
Georgia	Asia	34	8,9	N/A		Sí	Sí	Sí	No
Ghana	África	72	2,2	N/A		Sí	Sí	No	No
Granada	América	1	10,4	N/A		No	No	No	No
Grecia	Europa	194	18,6	58,6	C.P. Baldé, G. lattoni, C. Xu, T. Yamamoto, <i>Update of WEEE Collection Rates, Targets, Flows, and Hoarding - 2021 in the EU-27, United Kingdom, Norway, Switzerland, and Iceland, 2022</i> , Programa SCYCLE, Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR). Bonn, Alemania. https://www.scycle.info/new-study-update-of-weee-collection-rates-targets-flows-and-hoarding/ Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Guatemala	América	92	5,2	1,1	Comunicación con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el marco de este informe: M. Wagner, C.P. Baldé, V. Luda, I. C Nnorom, R. Kuehr, G. lattoni. <i>Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554, Bonn (Alemania), 2022</i> . https://www.scycle.info/regional-e-waste-monitor-latin-america-2021/	No	No	No	No
Guinea	África	14	1	N/A		No	No	No	No
Guinea-Bissau	África	1	0,6	N/A		No	No	No	No
Guinea Ecuatorial	África	18	10,6	N/A		No	No	No	No
Guyana	América	7	8,1	N/A		No	No	No	No
Haití	América	12	1,1	N/A		No	No	No	No



PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELEC-TRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
Honduras	América	36	3,5	0,1	Comunicación con la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente en el marco de este informe: M. Wagner, C.P. Baldé, V. Luda, I. C. Nnorom, R. Kuehr, G. Iattoni. <i>Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554, Bonn (Alemania), 2022.</i> https://www.scycle.info/regional-e-waste-monitor-latin-america-2021/	No	No	No	No
Hungría	Europa	138	14,3	90,4	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS).</i> Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
India	Asia	4137	2,9	59,6	Comunicación con Assocham India en el marco de este informe: Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. <i>The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential.</i> Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – co-organización del Programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA). Bonn, Ginebra, Rotterdam. https://www.scycle.info/global-e-waste-monitor-2020/	Sí	Sí	Sí	No
Indonesia	Asia	1886	6,9	N/A		No	No	No	No
Irán (Rep. Islámica del)	Asia	817	9,3	N/A		Sí	No	No	No
Iraq	Asia	267	6,1	N/A		No	No	No	No
Irlanda	Europa	103	20,6	67,4	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS).</i> Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Islandia	Europa	8	22,4	4,8	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS).</i> Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Israel	Asia	148	16,5	72,4	Estadísticas de la OCDE, 2022. <i>Waste from electrical and electronic equipment (WEEE - e-waste).</i> https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EWASTE	Sí	Sí	No	No
Italia	Europa	1124	19	461,6	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS).</i> Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí

PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELEC-TRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
Jamaica	América	21	7,4	0,1	Comunicación con la Autoridad Nacional de Gestión de Residuos Sólidos en el marco de este informe: Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. <i>The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential</i> . Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – co-organización del Programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA). Bonn, Ginebra, Rotterdam. https://www.scycle.info/global-e-waste-monitor-2020/	No	No	No	No
Japón	Asia	2638	21,2	613,4	Estadísticas de la OCDE, 2022. <i>Waste from electrical and electronic equipment (WEEE – e-waste)</i> . https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EWASTE	Sí	No	No	Sí
Jordania	Asia	69	6,1	1,6	Comunicación con la Oficina Nacional de Estadística en el marco de este informe: Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. <i>The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential</i> . Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – co-organización del Programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA). Bonn, Ginebra, Rotterdam. https://www.scycle.info/global-e-waste-monitor-2020/	Sí	No	No	No
Kazajstán	Asia	196	10,2	12,4	Cuestionario de la División de Estadística de las Naciones Unidas (2019).	Sí	Sí	Sí	No
Kenya	África	88	1,6	N/A		No	No	No	No
Kiribati	Oceanía	0	1,3	N/A		No	No	No	No
Kirguistán	Asia	14	2,2	N/A		No	No	No	No
Kuwait	Asia	71	16,7	N/A		No	No	No	No
República Dem. Pop. Lao	Asia	27	3,6	N/A		No	No	No	No
Lesotho	África	3	1,3	N/A		No	No	No	No
Letonia	Europa	22	11,9	11,6	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waselees/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Líbano	Asia	60	10,7	0,1	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waselees/default/table?lang=en	No	No	No	No
Liberia	África	3	0,6	N/A		No	No	No	No

PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELEC-TRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
Libia	África	94	13,8	N/A		No	No	No	No
Lituania	Europa	37	13,4	16,7	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Luxemburgo	Europa	13	20,9	6,8	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Antigua República Yugoslava de Macedonia	Europa	21	10	3,4	Comunicación con SSO 2022/MoEPP 2022 en el marco de este informe: G. Iattoni, I.C Nnorom, D. Toppenberg, R. Kuehr, C.P. Baldé. <i>Regional E-waste Monitor for the Western Balkans - 2023</i> . Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) e Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – Programa SCYCLE. https://www.scycle.info/wp-content/uploads/2023/12/Regional-E-waste-Monitor-Balkan-2023.pdf	Sí	Sí	Sí	No
Madagascar	África	19	0,6	N/A		Sí	No	No	No
Malawi	África	11	0,5	N/A		No	No	No	No
Malasia	Asia	411	12,2	N/A		Sí	No	No	No
Maldivas	Asia	5	10	N/A		No	No	No	No
Mali	África	20	0,9	N/A		No	No	No	No
Malta	Europa	8	14,1	3,2	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Marruecos	África	177	4,8	N/A		No	No	No	No
Islas Marshall	Oceanía	0	3	N/A		No	No	No	No
Mauricio	África	16	12,1	0,1	<i>Business Mauritius, UNDP Mauritius (2021). Circular Economy: Optimising private sector investment in Mauritius.</i> https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/mu/Circular-Economy--Optimising-private-sector-investment-in-Mauritius.pdf	No	No	No	No
Mauritania	África	12	2,7	N/A		No	No	No	No
México	América	1499	11,8	52,6	Estadísticas de la OCDE, 2022. <i>Waste from electrical and electronic equipment (WEEE - e-waste)</i> . https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EWASTE	Sí	No	No	No

PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELEC-TRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
Micronesia (Estados Federados de)	Oceanía	0	1,9	N/A		No	No	No	No
Mongolia	Asia	20	5,9	N/A		No	No	No	No
Montenegro	Europa	8	13	0,2	Comunicación con ONG de los Balcanes occidentales en el marco de este informe: G. Iattoni, I.C. Nnorom, D. Toppenberg, R. Kuehr, C.P. Baldé. <i>Regional E-waste Monitor for the Western Balkans – 2023</i> . Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), Progr. de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) e Inst. de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – Programa SCYCLE. https://www.scycle.info/wp-content/uploads/2023/12/Regional-E-waste-Monitor-Balkan-2023.pdf	Sí	No	No	No
Mozambique	África	20	0,6	N/A		No	No	No	No
Myanmar	Asia	76	1,4	N/A		No	No	No	No
Namibia	África	17	6,8	0,03	Comunicación con Namigreen en el marco de este informe: Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. <i>The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential</i> . Univ. de las Naciones Unidas (UNU), Inst. de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – co-organización del Programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asoc. Internacional de Residuos Sólidos (ISWA). Bonn, Ginebra, Rotterdam. https://www.scycle.info/global-e-waste-monitor-2020/	No	No	No	No
Nauru	Oceanía	0	6,3	N/A		No	No	No	No
Nepal	Asia	42	1,4	N/A		No	No	No	No
Nicaragua	América	21	3	0,1	Comunicación con el Ministerio de Medio Ambiente en el marco de este informe: M. Wagner, C.P. Baldé, V. Luda, I. C. Nnorom, R. Kuehr, G. Iattoni. <i>Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554, Bonn (Alemania), 2022</i> . https://www.scycle.info/regional-e-waste-monitor-latin-america-2021/	No	No	No	No
Níger	África	14	0,5	N/A		No	No	No	No
Nigeria	África	497	2,3	N/A		Sí	Sí	Sí	No
Noruega	Europa	145	26,8	107,2	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Nueva Zelandia	Oceanía	101	19,6	N/A		No	No	No	No
Omán	Asia	71	15,7	N/A		No	No	No	No

PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELEC-TRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
Países Bajos	Europa	387	22,1	228,5	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Pakistán	Asia	559	2,4	N/A		No	No	No	No
Palau	Oceanía	0	12,2	N/A		No	No	No	No
Panamá	América	54	12,4	0,1	Comunicación con el Ministerio de Sanidad en el marco de este informe: M. Wagner, C.P. Baldé, V. Luda, I. C Nnorom, R. Kuehr, G. lattoni. <i>Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554, Bonn (Alemania), 2022.</i> https://www.scycle.info/regional-e-waste-monitor-latin-america-2021/	No	No	No	No
Papua Nueva Guinea	Oceanía	13	1,3	N/A		No	No	No	No
Paraguay	América	57	8,4	N/A		No	No	No	No
Perú	América	221	6,5	3,4	Comunicación con el Ministerio de Medio Ambiente en el marco de este informe: M. Wagner, C.P. Baldé, V. Luda, I. C Nnorom, R. Kuehr, G. lattoni. <i>Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554, Bonn (Alemania), 2022.</i> https://www.scycle.info/regional-e-waste-monitor-latin-america-2021/	Sí	Sí	Sí	No
Polonia	Europa	517	13,5	417,8	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Portugal	Europa	183	17,8	60,3	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee), Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS)</i> . Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Puerto Rico	América	65	20	N/A		No	No	No	No
Qatar	Asia	44	16,2	0,2	Comunicación con el Ministerio de Municipio y Medio Ambiente en el marco de este informe: Ministerio de Municipalidades y Medio Ambiente, 2019.	No	No	No	No
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	Europa	1652	24,5	501,9	Agencia de Medio Ambiente del Reino Unido, 2022. <i>WEEE collected in the UK.</i> https://www.gov.uk/government/statistical-data-sets/waste-electrical-and-electronic-equipment-weee-in-the-uk	Sí	Sí	Sí	Sí

PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELEC-TRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
República de Corea	Asia	930	17,9	443,1	Estadísticas de la OCDE, 2022. <i>Waste from electrical and electronic equipment (WEEE - e-waste)</i> . https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EWASTE	Sí	Sí	No	No
República de Moldova	Europa	21	6,8	0,2	Comunicación con el Ministerio de Agricultura, Desarrollo Regional y Medio Ambiente en el marco de este informe: C.P. Baldé, G. Iattoni, V. Luda, I.C. Nnorom, O. Pecheniuk, R. Kuehr, <i>Regional E-waste Monitor for the CIS + Georgia - 2021, 2021</i> , Univ. de las Naciones Unidas (UNU), Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – co-organización del Programa SCYCLE. Bonn, Alemania. https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2021/11/REM_2021_CISGEORGIA_WEB_final_nov_11_spreads.pdf	Sí	Sí	Sí	No
Rumanía	Europa	250	13	71,5	C.P. Baldé, G. Iattoni, C. Xu, T. Yamamoto, <i>Update of WEEE Collection Rates, Targets, Flows, and Hoarding - 2021 in the EU-27, United Kingdom, Norway, Switzerland, and Iceland, 2022</i> , Programa SCYCLE, Inst. de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR). Bonn, Alemania. https://www.scycle.info/new-study-update-of-weee-collection-rates-targets-flows-and-hoarding/ Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee)</i> , Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS). Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waselees/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Rwanda	África	10	0,7	2	Inst. de las Naciones Unidas para la Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – co-organización del Programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asoc. Intern. de Res. Sólidos (ISWA). Bonn, Ginebra, Rotterdam. https://www.scycle.info/global-e-waste-monitor-2020/	Sí	Sí	No	No
Saint Kitts y Nevis	América	1	15	N/A		No	No	No	No
Islas Salomón	Oceanía	1	1,1	N/A		No	No	No	No
Samoa	Oceanía	1	3,1	N/A		No	No	No	No
San Marino	Europa	1	22,1	N/A		No	No	No	No
San Vicente y las Granadinas	América	1	10,6	N/A		No	No	No	No
Santa Lucía	América	2	11,4	0,03	Roldán M. 2017. <i>"E-waste management policy and regulatory framework for Saint Lucia"</i> . Telecommunication Management Group, Inc	No	No	No	No
Santo Tomé y Príncipe	África	0	1,9	N/A		No	No	No	No
Senegal	África	25	1,5	N/A		No	No	No	No

PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELEC-TRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
Serbia	Europa	81	11,1	31,2	Comunicación con IENE en el marco de este informe: G. Iattoni, I.C. Nnorom, D. Toppenberg, R. Kuehr, C.P. Baldé. <i>Regional E-waste Monitor for the Western Balkans - 2023</i> . Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), Progr. de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) e Inst. de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – Programa SCYCLE. https://www.scycle.info/wp-content/uploads/2023/12/Regional-E-waste-Monitor-Balkan-2023.pdf	Sí	Sí	Sí	No
Seychelles	África	1	13,5	N/A		No	No	No	No
Sierra Leona	África	6	0,7	N/A		No	No	No	No
Singapur	Asia	121	20,3	N/A		Sí	No	Sí	No
República Árabe Siria	Asia	121	5,6	N/A		No	No	No	No
Somalia	África	9	0,5	N/A		No	No	No	No
Sudáfrica	África	527	8,8	22,9	Lydall M, Nyanjowa W, y James Y. 2017. "Mapping South Africa's Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Dismantling, Pre-Processing and Processing Technology Landscape", Mintek	Sí	Sí	Sí	Sí
Sudán	África	103	2,2	N/A		No	No	No	No
Sudán del Sur	África	15	1,4	N/A		No	No	No	No
Sri Lanka	Asia	175	8	N/A		No	No	No	No
Suecia	Europa	221	21	151,2	Eurostat, 2022. <i>Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations (env_waselee)</i> , Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS). Eurostat, Oficina estadística de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waseleeos/default/table?lang=en	Sí	Sí	Sí	Sí
Suiza	Europa	204	23,4	129	Estadísticas de la OCDE, 2022. <i>Waste from electrical and electronic equipment (WEEE - e-waste)</i> . https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EWASTE	Sí	Sí	Sí	Sí
Suriname	América	7	11,1	N/A		No	No	No	No
Tailandia	Asia	753	10,5	29	Borrirukwisitsak, S., Khwamsawat, K. & Leewattananukul, S. The use of relative potential risk as a prioritization tool for household WEEE management in Thailand. <i>J Mater Cycles Waste Manag</i> 23, 480–488 (2021). https://doi.org/10.1007/s10163-021-01175-x	No	No	No	No

PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELEC-TRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
Taiwán (provincia de China)	Asia	463	19,4	145,4	Comunicación con EPA Taiwán (Provincia de China) en el marco de este informe: <i>Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential.</i> Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – co-organización del Programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA). Bonn, Ginebra, Rotterdam. https://www.scycle.info/global-e-waste-monitor-2020/	No	No	No	No
República Unida de Tanzania	África	61	0,9	N/A		Sí	Sí	No	No
Tayikistán	Asia	12	1,2	0,11	Comunicación con la planta de residuos de Isfara en el marco de este informe: <i>C.P. Baldé, G. lattoni, V. Luda, I.C Nnorom, O. Pecheniuk, R. Kuehr, Regional E-waste Monitor for the CIS + Georgia – 2021, 2021</i> , Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – co-organización del Programa SCYCLE. Bonn, Alemania. https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2021/11/REM_2021_CISGEORGIA_WEB_final_nov_11_spreads.pdf	No	No	No	No
Timor-Leste	Asia	2	1,6	N/A		No	No	No	No
Togo	África	8	0,9	N/A		No	No	No	No
Tonga	Oceanía	0	4	N/A		No	No	No	No
Trinidad y Tobago	América	24	15,4	N/A		No	No	No	No
Túnez	África	85	6,9	N/A		No	No	No	No
Türkiye	Asia	1077	12,7	186,9	Comunicación con Exitcom en el marco de este informe: <i>Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential.</i> Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – co-organización del Programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA). Bonn, Ginebra, Rotterdam. https://www.scycle.info/global-e-waste-monitor-2020/	Sí	Sí	Sí	Sí
Turkmenistán	Asia	46	7,1	N/A		No	No	No	No
Tuvalu	Oceanía	0	2,4	N/A		No	No	No	No
Ucrania	Europa	385	8,9	31,2	UNSD – Estadísticas medioambientales. Estado al 1 de agosto de 2023, de https://unstats.un.org/unsd/envstats/qindicators	Sí	No	No	No

PAÍS	REGIÓN	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (MILLONES DE KG)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS GENERADOS (KG/HABITANTE)	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (MILLONES DE KG)	REFERENCIA SOBRE LOS DATOS DE RECOGIDA Y RECICLADO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS	LEGISLACIÓN, NORMATIVA O REGLAMENTO NACIONAL SOBRE RES. ELECTRÓNICOS EN VIGOR	EPR SOBRE RES. ELEC-TRÓNICOS	OBJETIVO FIJADO SOBRE RECOGIDA	OBJETIVOS FIJADOS SOBRE RECICLADO
Uganda	África	41	0,9	0,2	Comunicación con Computers for School Uganda en el marco de este informe: <i>Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential.</i> Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – co-organización del Programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA). Bonn, Ginebra, Rotterdam. https://www.scycle.info/global-e-waste-monitor-2020/	Sí	No	No	No
Uruguay	América	44	12,9	1,3	Comunicación con el Ministerio de Medio Ambiente en el marco de este informe: <i>M. Wagner, C.P. Baldé, V. Luda, I. C Nnorom, R. Kuehr, G. lattoni. Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554, Bonn (Alemania), 2022.</i> https://www.scycle.info/regional-e-waste-monitor-latin-america-2021/	No	No	No	No
Uzbekistán	Asia	128	3,7	N/A*	Datos internos confidenciales de UNITAR. Los valores globales totales incluyen tendencias de los datos	No	No	No	No
Vanuatu	Oceanía	0	1,2	N/A		No	No	No	No
Venezuela (República Bolivariana de)	América	303	10,8	1	Comunicación con el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC) en el marco de este informe: <i>M. Wagner, C.P. Baldé, V. Luda, I. C Nnorom, R. Kuehr, G. lattoni. Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554, Bonn (Alemania), 2022.</i> https://www.scycle.info/regional-e-waste-monitor-latin-america-2021/	No	No	No	No
Viet Nam	Asia	516	5,3	N/A		Sí	Sí	No	No
Yemen	Asia	49	1,5	N/A		No	No	No	No
Zambia	África	23	1,1	N/A		Sí	Sí	No	No
Zimbabwe	África	17	1,1	0,03	UNSD – Estadísticas medioambientales. Estado al 1 de agosto de 2023, de https://unstats.un.org/unsd/envstats/qindicators	No	No	No	No

N/A* = Aunque estos datos se tienen en cuenta en el valor total, no pueden publicarse debido a su carácter confidencial.

Cuadro A.2.5. Visión general de los flujos de residuos electrónicos para los casos hipotéticos de 2030 y recuperación viable de metales

CASO HIPOTÉTICO	RES. ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (INDICADOR 12.5.1 DE LOS ODS)	RESIDUOS ELECTRÓNICOS RECOGIDOS Y RECICLADOS OFICIALMENTE DOCUMENTADOS (ODS 12.5.1)	CANTIDAD ESTIMADA DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS DESECHADOS	CANTIDAD ESTIMADA DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS DESECHADOS COMO METAL	SECTOR INFORMAL	TOTAL	HIERRO	COBRE	ORO	NÍQUEL	ALUMINIO
Unidad	por ciento	mil millones de kg	mil millones de kg	mil millones de kg	mil millones de kg	mil millones de kg	mil millones de kg	mil millones de kg	miles de kg	millones de kg	mil millones de kg
2022 – práctica actual	22	14	14	16	18	19	16	1,1	47	1,9	1,1
2030: situación invariable	20	16	20	22	24	25	21	1,4	50	2,1	1,4
2030 – progresivo	38	31	13	14	24	28	24	1,6	78	4,3	2,2
2030 – ambicioso	44	37	12	13	21	29	24	1,6	79	4,5	2,4
2030 – idóneo	66	50	10	10	13	30	25	1,7	79	4,9	2,9



Bénédict Kurzen / NOOR, para la Fundación Carmignac

Cuadro A.2.6 Visión general del impacto medioambiental y económico de los casos hipotéticos para 2030

CASO HIPOTÉTICO	EMISIONES DE MERCURIO EVITADAS	EMISIONES DE MERCURIO	EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EVITADAS (DIRECTAS E INDIRECTAS)	EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO OCASIONADAS POR UNA GESTIÓN ECOLÓGICA DEFICIENTE DE PRODUCTOS REFRIGERANTES	COSTE ECONÓMICO TOTAL	VALOR DE LOS METALES RECUPERADOS EN RESIDUOS ELECTRÓNICOS	VALOR DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EVITADAS	COSTES DE PROCESAMIENTO	COSTES EXTERNOS ASOCIADOS A EMISIONES DE PLOMO O MERCURIO, FUGAS DE PLÁSTICO Y LA CONTRIBUCIÓN AL CALENTAMIENTO MUNDIAL
Unidad	1.000 kg	1.000 kg	Valor equivalente, Mt CO ₂	Valor equivalente, Mt CO ₂	mil millones, USD	mil millones, USD	mil millones, USD	mil millones, USD	mil millones, USD
2022 – práctica actual			94	145	-36	28	23	-10	-78
2030: situación invariable	11	46	105	149	-40	42	26	-15	-93
2030 – progresivo	21	36	155	116	-4	52	39	-20	-75
2030 – ambicioso	25	32	171	103	9	54	43	-21	-66
2030 – idóneo	34	23	209	74	38	57	52	-24	-47



Referencias

- 1] Iniciativa StEP. 2014. [One Global Definition of E-Waste](#). Solving the E-Waste Problem (Step) White Paper, UNU 3576 (June), 08.
- 2] UIT. 2022. [Hechos y cifras, 2022](#). Suscripciones de la UIT.
- 3] Forti V, Baldé CP y Kuehr R. 2018. [E-waste Statistics: Guidelines on Classifications, Reporting and Indicators, second edition](#). UNU, ViE – SCYCLE. Bonn, Alemania.
- 4] Iniciativa StEP. 2014, note 1.
- 5] Forti V et al. 2018, note 3.
- 6] Agencia Espacial Europea. 2022. [Recycling in space: wannabe or reality?](#) ESA Blogs, 10 de enero de 2022.
- 7] Comisión Europea. 2023. [Critical Raw Materials: ensuring secure and sustainable supply chains for EU's green and digital future](#). Comisión Europea, 16 de marzo de 2023. Bruselas, Bélgica.
- 8] Baldé CP, Kuehr R, Blumenthal K, Fondeur Gill S, Kern M, Micheli P, Magpantay E and Huisman J. 2015. [E-Waste Statistics Guidelines on Classification, Reporting and Indicators](#). UNU, IAS – SCYCLE. Bonn, Alemania.
- 9] Forti V et al. 2018, note 3.
- 10] Estadísticas de la ONU. 2023. [SDG indicator metadata](#). Estadísticas de la ONU, 31 de marzo de 2023.
- 11] Munro PG, Samarakoon S, Hansen UE, Kearnes M, Bruce A, Cross J, Walker S and Zalengera C. 2023. [Towards a repair research agenda for off-grid solar e-waste in the Global South](#). Nature Energy 8, 123–128 (2023).
- 12] Baldé CP, Iattoni G, Xu C and Yamamoto T. 2022. [Update of WEEE Collection Rates, Targets, Flows, and Hoarding – 2021 in the EU-27, United Kingdom, Norway, Switzerland, and Iceland](#). Programa SCYCLE, UNITAR. Bonn, Alemania.
- 13] Grigoropoulos CJ, Doulos LT, Zerefos SC, Tsangrassoulis A and Bhusal P. 2020. [Estimating the benefits of increasing the recycling rate of lamps from the domestic sector: Methodology, opportunities and case study](#). Waste Management, vol. 101, 2020, pp. 188–199.
- 14] Baldé CP, D'Angelo E, Luda V, Deubzer O and Kuehr R. 2022. [Global Transboundary E-waste Flows Monitor – 2022](#). UNITAR. Bonn, Alemania.
- 15] Ibid.
- 16] Odeyingbo O, Nnorom I and Deubzer O. 2017. [Person in the Port Project – Assessing Import of Used Electrical and Electronic Equipment into Nigeria](#). UNU-ViE SCYCLE y BCCC África. Bonn, Alemania.
- 17] Prevent Waste Alliance. 2022. [Controlling E-waste Imports in Tanzania](#).
- 18] Baldé CP, Wagner M, Iattoni G y Kuehr R. 2020 [In-depth Review of the WEEE Collection Rates and Targets in the EU-28, Norway, Switzerland, and Iceland, 2020](#). UNU/UNITAR. Bonn, Alemania.
- 19] Calboli I. 2023. [The Right to Repair: Recent Developments in the USA](#). Revista de la OMPI. Ginebra, Suiza.
- 20] De Meneses AA y Molyneux CG. 2023. [European Commission Publishes Directive on the Right of Repair Proposal](#). Global Policy Watch, Covington's Public Policy and Government Affairs Group.
- 21] Comisión Europea. 2023. [Ecodesign for Sustainable Products Regulation](#). Bruselas, Bélgica.
- 22] OCDE. 2016. [Extended Producer Responsibility: Guidance for efficient waste management](#). Policy Highlights. Publicaciones de la OCDE. París, Francia.
- 23] UNU y StEP. 2019. [Developing Legislative Principles for e-waste policy in developing and emerging countries](#). Artículo de StEP. Bonn, Alemania.
- 24] UIT. 2021. [Prácticas en materia de política para la gestión de residuos electrónicos](#). UIT y Foro Económico Mundial. Ginebra, Suiza.
- 25] Reuter MA, van Schaik A, Gutzmer J, Bartie N y Abadías Llamas A. 2019. [Challenges of the Circular Economy – A material, metallurgical and product design perspective](#). Annual Review of Materials Research, Issue 49, 2019, pp. 253–274.
- 26] Comisión Europea. 2022. [EU Critical Raw Materials Act](#). Bruselas, Bélgica.
- 27] Hagelüken C, Lee-Shin JU, Carpentier A y Heron C. 2016. [The EU circular economy and its relevance to metal recycling](#). Recycling, 2016, 1(2), pp. 242–253.
- 28] Deubzer O, Herreras L, Hajosi E, Hilbert I, Buchert M, Wuisan L y Zonneveld, N. 2019. [Baseline and Gap/Obstacle Analysis of Standards and Regulations](#). Proyecto CEWASTE, UNU. Bonn, Alemania; SCRREEN. 2020. [Factsheet updates based on the EU Factsheets 2020: Rare Earth Elements](#). Solutions for Critical Raw materials – a European Expert Network (SCRREEN). Cuadros 25 y 26.
- 29] CEWASTE. 2023. [About the Project](#).
- 30] Baum ZJ, Bird RE, Yu X y Ma J. 2022. [Lithium-Ion Battery Recycling – Overview of Techniques and Trends](#). ACS Energy Lett. 2022, 7/2, pp. 712–719.
- 31] PNUD y PNUMA. 2018. [Managing mining for sustainable development: A sourcebook](#). PNUD. Bangkok, Tailandia.
- 32] Chepkemai J. 2017. [What is the environmental impact of the mining industry?](#) WorldAtlas, 25 de abril de 2017.
- 33] McWhorter WB. 2017. [Exploring the potential health and safety issues of artisanal and small-scale gold mining in Ghana: a case study](#). Tuscaloosa, Alabama.
- 34] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 2023. [Summary for Policymakers](#). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, pp. 1–34.

- 35] Williams M, Gower R, Green J, Whitebread E, Lenkiewicz Z y Schröder DP. 2019. *No Time to Waste: Tackling the Plastic Pollution Crisis before It's Too Late*. Tearfund, Teddington, Reino Unido; Organización Mundial de la Salud. 2019. *Ambient (outdoor) air pollution: Key Facts*. Ginebra, Suiza.
- 36] Velis C, Cook E. 2021. *Mismanagement of plastic waste through open burning with emphasis on the global south: a systematic review of risks to occupational and public health*. Environmental Science Technology, June, Vol 1;55(11), pp. 7186-7202.
- 37] PNUMA. 2019. *Minamata Convention on Mercury – Text and Annexes*. Nairobi, Kenya.
- 38] Secretaría del Convenio de Minamata sobre el Mercurio. 2023. *Minamata Convention in 2022: Progress report on activities*. PNUMA, Ginebra, Suiza.
- 39] Magalini F y Huisman J. 2018. *WEEE Recycling Economics – The shortcomings of the current business model*. Asociación Europea de Recicladores de Productos Electrónico.
- 40] Silpa K, Yao L, Bhada-Tata P y Van Woerden F. 2018. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Overview booklet. Banco Mundial. Washington, DC.
- 41] UIT. 2021. *Policy practices for e-waste management: Tools for fair and economically viable extended producer responsibility – Examples from African countries*. UIT y Foro Económico Mundial. Ginebra, Suiza.
- 42] Merdassi N. 2023. *An Interview with Ines Temimi, Collectun D3E Recyclage, a Woman-Owned Recycling Business in Tunisia*. Women's Council on Energy and the Environment (WCEE), Washington, DC.
- 43] Yahya M. 2022. *Voucher incentive, phone app promote e-waste recycling among Egyptians*. Xinhua, 16 de marzo de 2023.
- 44] Merdassi N. 2023, nota 42.
- 45] Magoum I. 2022. *Senegal: Towards the regulation of electronic waste management*. Afrik 21, 20 de octubre.
- 46] UIT. 2023. *E-waste Policy Development and Data Collection: Examples from African countries*.
- 47] Bergeron JR. s.f. *Initiatives to tackle e-waste in Ivory Coast*. Proyecto Borgen.
- 48] EEP África y Fondo Nórdico de Desarrollo. 2020. *Solar E-waste Management Innovations in Sub-Saharan Africa*, seminario web, 26 de mayo de 2020.
- 49] Global LEAP Awards. 2020. *WEEE Centre Creates an Economically Viable E-waste Management Model*. The Global Leap Awards Spotlight.
- 50] GOGLA 2019. *E-waste Toolkit: Module 4 Briefing Note – E-waste Regulation and Compliance*. Noviembre. Colaboradores: Drew Corbyn, Juliana Martínez, Rebecca Cooke.
- 51] Skrdlik, J. 2023. *Spain Nabs Europe-Africa Electronic Waste Smugglers*. Organized Crime and Corruption Reporting Project, 6 January.
- 52] McMahon K, Uchendu C, Fitzpatrick C. 2021. *Quantifying used electrical and electronic equipment exported from Ireland to West Africa in roll-on roll-off vehicles*. Resources, Conservation & Recycling 164 (2021), 105177.
- 53] UIT. 2021, nota 48.
- 54] Luyeye P. 2023. *Case study – Benelux Afro Center: Innovative relay stations involving young people in the proper recycling of e-waste in the DRC*.
- 55] UIT. 2021, nota 4.
- 56] Onianwa PC. 2020. *Achieving Sustainable and Sound E-waste Management in African Cities through EPR Schemes*. Centro de Coordinación del Convenio de Basilea para la Región de África. Ibadán, Nigeria.
- 57] Fondo Mundial para la Naturaleza. 2022. *Extended producer Responsibility for Single-use Plastics and Packaging Waste Streams: An Assessment for Kenya*. Gland, Suiza.
- 58] Njathi I. 2022. *Kenya's E- Waste Management strategy*. Tharuma Trevisan Advocates, 4 de marzo.
- 59] UIT y UNITAR. 2023. *EACO Regional E-waste Data Harmonization*. Ginebra y Bonn.
- 60] Gobierno de Tanzania, Oficina Nacional de Estadística y UNU, ViE – SCYCLE. 2019. *National E-Waste Statistics Report 2019*. Dodoma (Tanzania) y Bonn (Alemania).
- 61] Africa Clean Energy 2021. *Stand Alone Solar (SAS): Market Update Zambia*. ACE Tetra Tech International Development, March.
- 62] Green Crossroads. 2017. *Green Crossroads and "Green Mauritius" project*. 20 de febrero.
- 63] UIT. 2021, nota 4.
- 64] Electronics Recycling Coordination Clearinghouse. 2023. *Maps*.
- 65] New Jersey Department of Environmental Protection. 2017. *E-waste Frequently Asked Questions*. Trenton, Nueva Jersey.
- 66] Electronics Recycling Coordination Clearinghouse. 2023. *Product Scope Map*.
- 67] Electronics Recycling Coordination Clearinghouse. 2023. *Covered Entities by State*.
- 68] Lee D, Offenhuber D, Duarte F, Biderman A y Ratti C. 2018. *Monitour: Tracking global routes of electronic waste*. Waste Management, 72, pp. 362-370.
- 69] Electronics Recycling Coordination Clearinghouse. 2020. *Per Capita Collection 2018-2020*.
- 70] Connecticut Department of Energy and Environmental Protection. 2022. *2022 Status Report on Connecticut's State-wide Consumer Electronics Recycling Program*.
- 71] Althaf S, Babbitt CW y Chen R. 2019. *Forecasting electronic waste flows for effective circular economy planning*. Resources, Conservation & Recycling, 151, pp. 1-10.
- 72] Dell Technologies. s.f. *State by State Recycling*.
- 73] Paben J. 2023. *State program revamp proposal advances in Oregon*. Resource Recycling, 5 April.
- 74] Department of Environmental Quality. 2023. *Oregon E-cycles Collections Determination for 2024*. State of Oregon, 1 May.
- 75] Moloney S. 2023. *NY Becomes First State to Enact "Right to Repair" Law for Consumers of Digital Electronic Devices*. Norwood News, 1 de enero.
- 76] Xavier LH, Ottoni M y Lepawsky J. 2021. *Circular economy and e-waste management in the Americas: Brazilian and Canadian frameworks*. Journal of Cleaner Production, 297, 126570.

- 77] Dell Technologies. 2023. [Canada's Recycling Laws](#).
- 78] Resource Productivity & Recovery Authority. 2023. [Information Technology, Telecommunications, Audio-visual](#).
- 79] Habib K, Mohammadi E y Withanage SV. 2023. [A first comprehensive estimate of electronic waste in Canada](#). Journal of Hazardous Materials, vol. 448.
- 80] Wagner M, Baldé CP, Luda V, Nnorom IC, Kuehr R y lattoni G. 2022. [Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554, Bonn \(Alemania\), 2022](#). Bonn, Alemania.
- 81] International Trade Administration. 2022. [Environmental Technologies](#), Mexico – Country Commercial Guide.
- 82] Denogean JI. 2016. [Electronic Waste Treatment in Mexico: Viability and Obstacles](#). MS thesis, Department of Earth and Environmental Engineering, Columbia University.
- 83] Gobierno de México. 2003. [General Law for the Prevention and Integral Management of Wastes](#). Official Journal of the Federation, 8 October.
- 84] Grupo Briffault. 2021. [Environmental Standard for the Federal District NADF-O19-AMBT-2018](#). 26 de abril.
- 85] PNUD y FMAM. 2020. [Management of POPs Containing Waste in Mexico](#). Project Implementation Review (PIR)
- 86] PNUD. 2019. [Sound Management of POPs containing waste in Mexico \(EvMT\)](#). Independent Evaluation Office.
- 87] Agencia de Protección del Medio Ambiente y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2020. [Border 2025: United States – Mexico Environmental Program](#).
- 88] Gobierno de Belice. 2020. [Belize – Nationally Determined Contribution under the United Nations Framework Convention on Climate Change](#).
- 89] Wagner et al. 2022, nota 80.
- 90] 90 UNSD. 2022. División de Estadística de las Naciones Unidas. 2022. <https://unstats.un.org/UNSDWebsite/>.
- 91] División de Estadística de las Naciones Unidas. 2022. [División de Estadística de las Naciones Unidas – Base de datos estadísticos sobre el comercio de mercancías \(COMTRADE\)](#). 8 de mayo.
- 92] **Convenio de Basilea**. 2016. Informes de país del Convenio de Basilea – Año 2016. Secretaría del Convenio de Basilea. Ginebra, Suiza. <https://www.basel.int/Countries/NationalReporting/National-Reports/BC2016Reports/tabid/6145/Default.aspx>.
- 93] **Convenio de Basilea**. 2017. Informes de país del Convenio de Basilea – Año 2017. Secretaría del Convenio de Basilea. Ginebra, Suiza. <http://www.basel.int/Countries/NationalReporting/National-Reports/BC2017Reports/tabid/7749/Default.aspx>.
- 94] **Convenio de Basilea**. 2018. Informes de país del Convenio de Basilea – Año 2018. Secretaría del Convenio de Basilea. Ginebra, Suiza. <https://www.basel.int/Countries/NationalReporting/National-Reports/BC2018Reports/tabid/8202/Default.aspx>.
- 95] **Convenio de Basilea**. 2019. Informes de país del Convenio de Basilea – Año 2019. Secretaría del Convenio de Basilea. Ginebra, Suiza. <http://www.basel.int/Countries/NationalReporting/National-Reports/BC2019Reports/tabid/8645/Default.aspx>.
- 96] **Convenio de Basilea**. 2020. Informes de país del Convenio de Basilea – Año 2020. Secretaría del Convenio de Basilea. Ginebra, Suiza. <http://www.basel.int/Countries/NationalReporting/NationalReports/BC2020Reports/tabid/8989/Default.aspx>.
- 97] **Convenio de Basilea**. 2021. Informes de país del Convenio de Basilea – Año 2021. Secretaría del Convenio de Basilea. Ginebra, Suiza. <http://www.basel.int/Countries/NationalReporting/National-Reports/BC2021Reports/tabid/9379/Default.aspx>.
- 98] Gobierno de Jamaica, Ministerio de Administración Local y Desarrollo Comunitario. 2022. [National Solid Waste Management Authority – Jamaica](#).
- 99] Loop News. 2018. [Watch: Electronic Waste Recycling Project Helps Unemployed](#). Trinidad y Tobago.
- 100] Mihai FC, Grazie M-G, Meidiana C, Chukwunonye E y Elia V. 2019. [Waste Electrical and Electronic Equipment \(WEEE\): Flows, Quantities, and Management—a Global Scenario](#). In: Electronic Waste Management and Treatment Technology, pp. 1–34. Elsevier, San Diego.
- 101] Wagner et al. 2022, nota 80.
- 102] Gobierno de Colombia, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. 2023. [Resolución-0479-de-2023](#). 27 de abril.
- 103] PREAL. 2022. [Ecuador](#) [blog PREAL]; Miranda GM. 2022. República del Ecuador Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- 104] Miranda GM. 2022. República del Ecuador Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- 105] Ibid.
- 106] Cueva A, Carlos A, Hernández S, Alhilali S, Ives-Keeler K y Casanas B. 2023. [Promoting Circular Economy through Resource-Efficient Electronic Recycling across Latin America](#). Going Green CARE Innovation 2023, Viena, mayo.
- 107] Gobierno de Perú, Ministerio de Medio Ambiente. 2021. [Disposiciones complementarias al Decreto supremo No 009-2019-MINAM, que aprueba el régimen especial de gestión y manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos](#).
- 108] Industrias de reciclaje sostenible. 2023. [Peruvian Minister to Promote the Creation of a Public-Private Group to Strengthen e-Waste Management during the Closing Ceremony of the Sustainable Recycling Industries Project](#) [blog]. 15 de junio.
- 109] Convenio de Basilea. 2019. Informes de país del Convenio de Basilea – Año 2019. 2019. <http://www.basel.int/Countries/NationalReporting/NationalReports/BC2019Reports/tabid/8645/Default.aspx>.
- 110] Convenio de Basilea. 2020. Informes de país del Convenio de Basilea – Año 2020. 2020. <http://www.basel.int/Countries/NationalReporting/National-Reports/BC2020Reports/tabid/8989/Default.aspx>.
- 111] Convenio de Basilea. 2021. Informes de país del Convenio de Basilea – Año 2021. 2021. <http://www.basel.int/Countries/NationalReporting/NationalReports/BC2021Reports/tabid/9379/Default.aspx>.
- 112] Iniciativa StEP. 2019. Partnership Models between the Informal and the Formal Sector.

- 113] Wagner et al. 2022, nota 80.
- 114] Cueva et al. 2023, nota 106.
- 115] Centro Regional de Formación y Transferencia de Tecnología para el Caribe del Convenio de Basilea. 2020. *The Problem – E-waste Management in the Caribbean*. 2 de agosto.
- 116] Alabate J, Maricel González JT, Sosa C, Laviosa L y Granada A. 2018. *Reciclaje de Electrónicos en Paraguay*. Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Gestión Ambiental para el Desarrollo Sustentable, Asunción, diciembre.
- 117] Xavier LH, Ottoni M, Gomes CF, de Araújo RA, Bico N, Nogueira M, Espinosa D y Tenório J. 2020. *Guia de desmontagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos*. Centro de Tecnologia Mineral/Ministry of Science, Technology and Innovation.
- 118] Xavier LH, Ottoni M y Sierpe R. 2021. *Project Datate: Final Report, November 2021*. Centro de Tecnologia Mineral/Ministry of Science Technology and Innovation.
- 119] Xavier LH, Silva R, Ottoni M y Cugula J. 2021. *Método Para a Categorização e a Estimativa da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil*. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade 8 (January), pp. 1533–51.
- 120] Xavier LH, Contador L, Freitas E, Sierpe R, Marelli Mofati L, Laio de Oliveira M y Vianna Fontes A. 2023. *Diagnostico da mineração urbana dos resíduos eletroeletrônicos no Brasil: Projeto MINARE: relatório final*. Centro de Tecnologia Mineral/Ministry of Science, Technology and Innovation.
- 121] Xavier LH et al. 2021, nota 119; Xavier LH et al. 2023, nota 120.
- 122] Xavier, Lúcia Helena da Silva Maciel, Luciana Contador, Emmanuelle Freitas, Ricardo Sierpe, Luciana Marelli Mofati, Mariano Laio de Oliveira y Ariella Vianna Fontes. 2023. *Diagnostico da mineração urbana dos resíduos eletroeletrônicos no Brasil: Projeto MINARE: relatório final*. CETEM/MCTI. <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/2632>.
- 123] Mohammadi E, Singh SJ y Habib K. 2021. *Electronic Waste in the Caribbean: An Impending Environmental Disaster or an Opportunity for a Circular Economy?* Resources, Conservation and Recycling 164 (January): 105106; Congress of Paraguay, Chamber of Deputies. 2022. *Buscan Crear un Marco Regulatorio para la Disposición Final de Residuos Eléctricos y Electrónicos*. Noviembre; Centro Regional de Formación y Transferencia de Tecnología para el Caribe del Convenio de Basilea. 2020, nota 115.
- 124] Cámara de Diputados del Paraguay. 2022. 'H. Cámara de Diputados Del Paraguay'. Noviembre de 2022. <http://diputados.gov.py/index.php/noticias/buscan-crear-un-marco-regulatorio-para-la-disposicion-final-de-residuos-electricos-y-electronicos>.
- 125] BCRC Caribe. 2020. *Waste Electrical and Electronic Equipment – BCRC Caribbean*. Centro Regional de Formación y Transferencia de Tecnología para el Caribe del Convenio de Basilea, 2 de agosto de 2020. <https://www.bcrc-caribbean.org/our-projects/waste-electrical-and-electronic-equipment/>.
- 126] Arya S y Kumar S. 2023. *Global E-Waste Management Strategies and Future Implications*, 1ª edición. Elsevier, Amsterdam.
- 127] Wagner M et al. 2022, nota 80.
- 128] Cueva et al. 2023, nota 106.
- 129] Congress of Uruguay, House of Representatives. 2019. *Ley Nº 19.829 sobre Gestión Integral de Residuos*.
- 130] Wagner M et al. 2022, note 80; Government of Argentina, Ministry of Environment and Sustainable Development. 2023. *Resolución 27/2023*. Boletín Oficial.
- 131] Wagner M et al. 2022, nota 80.
- 132] Foro RAEE. 2019. *Argentina*.
- 133] Maffei L y Burucua A. 2020. *E-Waste and Employment in Argentina, Executive Summary (abstract)*. Organización Internacional del Trabajo.
- 134] Iniciativa StEP. 2019, nota 112.
- 135] Liu YC. 2021. *E-waste management in China: Status, challenges, and future outlook*. Waste Management, pp. 12–22.
- 136] Junming Zhu, Chengming Fan, Haijia Shi y Lei Shi. 2018. *Efforts for a Circular Economy in China: Una revisión exhaustiva de las políticas*. Journal of Industrial Ecology, Yale University, vol. 23(1), febrero, pp. 110–118.
- 137] Zhen Wang y Jiazhen Huo. 2023. *Do government intervention measures promote e-waste recycling in China?* Journal of Environmental Management, vol. 342, 118138.
- 138] Wang Qixiang, Linghui Kong, Jin Li, Bangyi Li y Fan Wang. 2020. *Behavioral Evolutionary Analysis between the Government and Uncertified Recycler in China's E-Waste Recycling Management*. International Journal of Environmental Research and Public Health 17, No. 19.
- 139] Bakhdi M. 2022. *Managing e-waste in China: the formal and informal sectors*. International Journal of Economic Performance, Vol. 5, Issue 2, pp. 388–399.
- 140] Lou T, Fang F, Hu Q et al. 2022. *Evolution of e-waste resources disposal with propa-ganda education and monetary incentives: the influence mechanism of consumer knowledge level*. Journal of Material Cycles and Waste Management 24, pp. 2620–2635.
- 141] 141 Li W y Achal V. 2020. *Environmental and health impacts due to e-waste disposal in China – A review*. Science of the Total Environment, October.
- 142] Han Y, Shevchenko T y Qu D. 2022. *Smart E-waste Management in China: Una revisión*. Congreso sobre Sistemas Inteligentes, vol. III, pp. 515–533.
- 143] Tsai, W.-T. 2018. *Current practice and policy for transforming e-waste into urban mining: case study in Taiwan*. International Journal of Environment and Waste Management, pp. 1–15.
- 144] Ma, H.-K. 2018. *Recycling Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) and the Management of Its Toxic Substances in Taiwan – A Case Study*. Tóxicos, pp. 811–823.
- 145] Ibitz A. 2020. *Assessing Taiwan's endeavors towards a circular economy: the electronics sector*. Asia Europe Journal, pp. 493–510.
- 146] Ibid.
- 147] Akinaga, K. 2022. *Japan's E-waste Management: Current Status and Challenges*. Recycling, 17.
- 148] Basu, A. &. 2021. *A review of status, trends, and challenges*. Journal of Material Cycles and Waste Management, pp. 261–278.
- 149] Eco Mark Office. 2023. *Eco Mark application*. Fuente: https://www.ecomark.jp/acquire/appli_eng/

- 150] Industrial Structure Council, C. E. 2022. **Report of Progress on the Home Appliance Recycling Law**. Ministerio de Economía, Comercio e Industria, Japón.
- 151] Hong JY. 2021. **Management of E-waste in Korea: Current Status and Challenges**. Journal of Korean Society of Environmental Engineers, pp. 589–595.
- 152] Hyun S. 2022. **Current Status and Challenges of Green Digital Finance in Korea**. In: Taghizadeh-Hesary F y Hyun S (eds), Green Digital Finance and Sustainable Development Goals. Springer, pp. 243–261.
- 153] Kim DK. 2021. **Development and Implementation of E-waste Recycling System in Korea**. Journal of Korean Society of Environmental Engineers, pp. 208–215.
- 154] Davaasuren N. 2021. **Waste management policy, status and challenges in Mongolia**. In: Anquandah CE, E-waste management in Africa and Asia, pp. 89–103.
- 155] Davaasuren N. 2021. **Electronic waste management in Mongolia**. The Asia-Pacific Journal of Science, Technology and Sustainable Development, pp. 41–55.
- 156] Ibid.
- 157] Science Japan. 2021. **Electronic waste recycling system established by NEDO and ARBIZ Corporation**. Japan Science and Technology Agency, 4 August.
- 158] Yeruultsengel B. &. 2021. **Electronic waste management and recycling in Mongolia**. Journal of Environmental Science and Technology, pp. 251–260.
- 159] Gobierno de Brunei, Ministerio de Finanzas y Economía. 2020. **Voluntary National Review Report of Brunei Darussalam for 2020 United Nations High-Level Political Forum on Sustainable Development**. Brunei Darussalam.
- 160] Idris R, Yusof I y Shams S. 2023. **Status of e-waste management in Brunei Darussalam**. AIP Conference Proceedings, 2643 (1).
- 161] Ibid.
- 162] GMS Environment Operations Center. 2018. **Cambodia's Road Map for Sustainable Development: The National Environment Strategy and Action Plan**. Banco Asiático de Desarrollo, Bangkok.
- 163] Dek Vimean Pheakdey NV. 2022. **Challenges and Priorities of Municipal Solid Waste Management in Cambodia**. International Journal of Environmental Research and Public Health, 8458.
- 164] GIZ. 2019. **Partnership Ready Camboya: Waste management**. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Berlín, Alemania.
- 165] Ardi R y Akbar IA. 2022. **Development of Integrated Electronic Waste Management System Strategies in Indonesia**. Proceedings of the First Australian International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Sydney, Australia, 20–21 December, pp. 2190–2200.
- 166] Kurniawan Kurniawan MD. 2022. **Current status of the recycling of e-waste in Indonesia**. Geosystem Engineering, 83094.
- 167] Rimantho D, Syaiful S, Nurfaida y Sulandari U. 2022. **Electronic waste bank model as a solution for implementing circular economy: Case study DKI Jakarta-Indonesia**. Frontiers in Built Environment.
- 168] PNUMA/GRID-Ginebra. 2023. **Contaminación**. Interactive Country Fiches.
- 169] Gobierno de la RDP Lao, Departamento de Control y Vigilancia de la Contaminación. 2020. **Lao PDR: Country Report (in Lao)**.
- 170] Gobierno de RDP Lao, Ministerio de Finanzas. 2023. **Draft E-Waste Management Plan**.
- 171] Yusof Y, Ismail W, Mohd N, Noor A y Bakar M. 2023. **E-Waste Management toward Environmental Sustainability in Malaysia**. In: Sustainable Approaches and Strategies for E-Waste Management and Utilization, IGI Global, pp.239–259.
- 172] Sofian DD, Hanafiah MM, Woon KS y Hassan FM. 2023. **Characteristics of consumer towards development of sustainable e-waste management in Malaysia**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1167.
- 173] Mohamad Razip M, Savita KS, Kalid KS, Ahmad MN, Zaffar M, Rahim EEA, Baleanu D y Ahmadian A. 2022. **The development of sustainable IoT e-waste management guideline for households**. Chemosphere, vol. 303, Parte 1, 134767.
- 174] Mohamad NS, Ai CT y Hon TH. 2022. **The Determinants of Consumers' E-Waste Recycling Behavior through the Lens of Extended Theory of Planned Behavior**. Sustainability 14, No. 15: 9031.
- 175] Gamaralalage Jagath Premakumara D, Hengesbaugh M, Onogawa K y Hlaing OMT. 2017. **Waste Management in Myanmar: Current Status, Key Challenges and Recommendations for National and City Waste Management Strategies**. UN Environment/IGES Centre Collaborating with UNEP on Environmental Technologies, Japan.
- 176] Banco Mundial. 2019. **Myanmar – Country Environmental Analysis: A Road towards Sustainability, Peace, and Prosperity**. Synthesis Report.
- 177] Htun HH. 2019. **A Study of Public Awareness Concerned with E-Waste and Management Strategies**. Myanmar.
- 178] Gobierno de Filipinas, Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2021. **EMB: National policy, regulatory framework already in place for e-waste mngt**.
- 179] Ibid.
- 180] Talavera E. 2022. **Case Study: Philippines. Recognising Green Skills for Environmental and Sustainable Development in Four Selected Industries**. In M Pavlova and M Singh (eds), Recognizing Green Skills Through Non-formal Learning – A Comparative Study in Asia. Springer.
- 181] Gobierno de Singapur, Agencia Nacional de Medio Ambiente. 2023. **Sustainable and Resource Efficient Singapore**.
- 182] Gobierno de Singapur, Ministerio de Sostenibilidad y Medio Ambiente. 2023. **Zero Waste Masterplan in Singapore**.
- 183] Gobierno de Singapur, Agencia Nacional de Medio Ambiente. 2023. **E-Waste Management**.

- 184] Ammartsena A, Dittthapan S y Leena-paesanan P. 2023. **E-waste Management in Communities: Gaps in the Law and a Review of Existing Policies**. Tailandia.
- 185] Envilience ASIA information services. 2023. **Thailand, Draft WEEE Action Plan 2022-2026**.
- 186] Duangthong T y Boonmee T. 2022. **Interest groups and electronic waste management policy**. Corporate & Business Strategy Review, vol. 3, Issue 1, pp. 124-133.
- 187] Borriukwisitsak S, Khwamsawat K, Leewattananukul S. et al. 2023. **Material flow analysis and life cycle assessment of WEEE dismantling into recycled materials in Thailand**. Journal of Material Cycles and Waste Management.
- 188] Borriukwisitsak S, Khwamsawat K y Leewattananukul S. 2021. **The use of relative potential risk as a prioritization tool for household WEEE management in Thailand**. Journal of Material Cycles and Waste Management 23, pp. 480-488.
- 189] Hoang TK. 2021. **E-waste management in Vietnam: Current status, challenges and solutions**. Environmental Science and Pollution Research, 24039-24050.
- 190] Le VP. 2023. **E-waste management in Viet Nam: Policies, practices, and challenges**. Journal of Environmental Management.
- 191] Government of Viet Nam, Ministry of National Resources and Environment, Vietnam Environment Administration. 2020. **E-waste management in Vietnam** [presentación mediante diapositivas].
- 192] Convenio de Basilea. 2023. **Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal**. Ginebra.
- 193] Gobierno de Belarús, Departamento de Reglamentación Técnica y Acreditación. 2016. **Technical regulation TR EEU O37/2016 on Restrictions on the Use of Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment** (en ruso).
- 194] El texto del acuerdo está disponible en ruso en <https://cis.minsk.by/reestr2/doc/5785#text>.
- 195] Gobierno de Kazajstán. 2021. **Environmental Code of the Republic of Kazakhstan**, 2 de enero (en kazajo).
- 196] UNITAR, Ministerio de Ecología y Recursos Naturales de la República de Kazajstán y Centro de Cooperación para el Desarrollo Sostenible. 2023. **National E-waste Monitor 2023 - Kazakhstan**. Bonn/Astana/Almaty.
- 197] Gobierno de Israel. 2012. **Environmental Treatment of Electrical and Electronic Equipment and Batteries Law**, 5772-2012.
- 198] Gobierno de Türkiye. 2023. **Regulation on the Management of Waste Electrical and Electronic Equipment** (en turco).
- 199] Gobierno de Qatar. 2002. **Executive By-Law for the Environment Protection Law**, publicado en virtud del Decreto Ley núm. 30 de 2002.
- 200] Gobierno de Emiratos Árabes Unidos. 2018. **Federal Law No. 12 of 2018 on Integrated Waste Management**.
- 201] Gobierno del Estado de Palestina. 1999. **Palestinian Environmental Law**.
- 202] Gobierno de Israel, Ministerio de Protección Medioambiental. s.f. **Bottles, Tires, Packaging, Appliances, Plastic Bags: Extended Producer Responsibility**.
- 203] Parlamento de Georgia. 2014. **The Waste Management Code of the Republic of Georgia**, No. 2994.
- 204] Parlamento de Georgia. 2020. **Technical Regulations on the Management of Waste Electronic and Electrical Equipment**, Resolución núm. 226 de 25 de mayo de 2020 (en georgiano).
- 205] Gobierno de Armenia, Ministerio de Asuntos Exteriores. 2022. **Acuerdo de Asociación Global y Reforzada entre la República de Armenia y la Unión Europea (CEPA)**.
- 206] Gobierno de Armenia. 2004. **The Law of the Republic of Armenia on Waste**, 24 de noviembre de 2004 (en armenio).
- 207] lattoni G, Vermeersch EM, Baldé CP, Nnorom IC y Kuehr R. 2021. **Regional E-waste Monitor for the Arab States 2021**. Bonn, Alemania.
- 208] Kemal Konyalioglu A y Bereketli I. 2023. **A Decision Support System for small household appliances' waste management in Turkey**. Conference paper: Tenth International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning & Economics (CEMEPE 2023), Skiathos, Greece.
- 209] Ozhan Akyuz A y Kumas K. 2022. **Electrical and electronic wastes in the world and Türkiye: policies and practices in Türkiye and some recommendations**. International Journal of Energy Applications and Technologies 9(3), 2022, pp. 71-80.
- 210] lattoni G et al. 2021, nota 207.
- 211] Baldé CP, Panchal R y Forti V. 2022. **National E-waste Monitor for Lebanon 2022**. Bonn, Alemania.
- 212] Ibid.
- 213] Gobierno de la India, Ministerio de Medio Ambiente y Asuntos Forestales. 2011. **E-waste (Management and Handling) Rules, 2011**, Notificación, 12 de mayo de 2011. Nueva Delhi, India.
- 214] Gobierno de la India, Ministerio de Medio Ambiente, Asuntos Forestales y Cambio Climático. 2022. **E-waste Management System**. Nueva Delhi, India.
- 215] Gobierno de la India, Ministerio de Medio Ambiente, Asuntos Forestales y Cambio Climático. 2016. **Gazette of India** (Extraordinary Part II, Section 3, Sub-section I), Notificación, 23 de marzo de 2016. Nueva Delhi, India.
- 216] Gobierno de la India, Junta Central de Control de la Contaminación. 2021. **Annual Report 2020 - 2021**. Nueva Delhi, India.
- 217] Gobierno de India, Ministerio de Medio Ambiente, Asuntos Forestales y Cambio Climático, Junta Central de Control de la Contaminación. 2022. **Draft Average life proposed for the notified Electrical and Electronic Equipment (EEE) items under the E-Waste (Management) Rules, 2022**. Nueva Delhi, India.
- 218] Disponible en <https://righttorepairindia.gov.in/>.
- 219] Gobierno de Afganistán. 2022. **Country Report, Afghanistan** (proyecto de texto). Seventh Regional 3R Forum in Asia and the Pacific, Adelaide, Australia, 2-4 de noviembre 2016. Centro de las Naciones Unidas para el Desarrollo Regional.
- 220] Hossain S. 2010. **Study on E-waste: Bangladesh Situation 2010**. Organización para el Medio Ambiente y el Desarrollo Social. Dhaka, Bangladesh.
- 221] Aziz M. 2022. **Bangladesh e-waste rules hang in limbo as electrical goods companies ask for delay**. Mongabay News, 21 de octubre de 2022.
- 222] Comisión de Reglamentación de las Telecomunicaciones de Bangladesh. 2022. **E-waste Management** (en bengalí).

- 223] Banco Mundial. 2023. **Bangladesh Environmental Sustainability and Transformation Project (P172817)**.
- 224] Parlamento de Bhután. 2009. **Waste Prevention and Management Act**.
- 225] Gobierno de Bhután, **National Environmental Commission**. 2019. **National Waste Management Strategy 2019**.
- 226] Gobierno de Bhután, Comisión Nacional de Medio Ambiente. 2019. **Thimphu Waste Management Plan**. Thimphu, Bhután.
- 227] Gobierno de Maldivas, Ministerio de Medio Ambiente, Cambio Climático y Tecnología. 2022. **E-Waste Management Guideline for Digital Maldives for Adaptation, Decentralization and Diversification Project**.
- 228] PACE Nepal Pvt. Ltd. 2017. **Final Report on Inventory Preparation of E-waste and Its Management in Kathmandu Valley**. Katmandú, Nepal.
- 229] Inclusive–Everest JV. 2023. **To develop national policy/strategy and regulatory framework for an e-waste management in Nepal**.
- 230] Gobierno de Pakistán, Ministerio de Cambio Climático y Coordinación Medioambiental. 2022. **National Hazardous Waste Management Policy, 2022**. Islamabad.
- 231] Gobierno de Pakistán, Ministerio de Medio Ambiente. 1997. **Environmental Guidelines for Sound Disposal Management of Mercury in Compact Fluorescent Lights Bulbs (CFLs)**. Islamabad.
- 232] Sheikh AT. 2023. **Hazardous Waste Challenge**. DAWN News, Pakistán, 4 de mayo.
- 233] Gobierno de Sri Lanka, Departamento del Auditor General, División de Auditorías sobre Rendimiento y Medio Ambiente. 2016. **Electronic Waste Management in Sri Lanka, 2016**, Informe núm. PER/2016/EW/O.
- 234] Gobierno de Sri Lanka, Autoridad Central de Medio Ambiente. 2023. **Licensed Collectors of Electronic Waste Management in Sri Lanka**.
- 235] Gobierno de Sri Lanka, Autoridad Central de Medio Ambiente. 2023. **Transit or Transshipment approvals for Hazardous Waste through Sri Lanka under the Basel Convention**.
- 236] Comisión Europea. 2023. **Critical Raw Materials: ensuring secure and sustainable supply chains for EU's green and digital future**. Comunicado de prensa, 16 de marzo. Bruselas, Bélgica.
- 237] Comisión Europea. 2022. **Review: Restriction of the use of hazardous substances in electronics**. 10 de marzo.
- 238] Baldé, CP et al. 2022, nota 12.
- 239] Baldé, CP et al. 2022, nota 14.
- 240] PNUD. 2020. **Rapid Assessment Report on the Benefits of Circular Economy on Mitigation of GHGs Emission in the Waste Sector: Republic of North Macedonia**. Ministerio de Medio Ambiente y Planificación Física de Macedonia del Norte, FMAM y PNUD.
- 241] Comisión Europea. 2022. **Support in the implementation of the waste management legislation and Extended Producer Responsibility (EPR) scheme, Annex C1: Twinning Fiche**. Bruselas, Bélgica.
- 242] PNUMA. 2015. **National Implementation Plan for the Stockholm Convention in Bosnia and Herzegovina**. PNUMA, ONUDI, FMAM y Ministerio de Comercio Exterior y Relaciones Económicas de Bosnia y Herzegovina.
- 243] Centro Regional del Convenio de Basilea en Bratislava. 2022. **Proyecto: Improving of Environmentally Sound Management of computing equipment and mobile phones in Moldova and Belarus – Activity 1.1 (Belarus)**.
- 244] Centro Regional del Convenio de Basilea en Bratislava. 2022. **Proyecto: Improving of Environmentally Sound Management of computing equipment and mobile phones in Moldova and Belarus – Activity 1.1 (Moldova)**.
- 245] Baldé CP, Iattoni G, Luda V, Nnorom IC, Pecheniuk O y Kuehr R. 2021. **Regional E-waste Monitor for the CIS + Georgia – 2021**. UNU/UNITAR, Bonn, Alemania.
- 246] Ibid.
- 247] Patil RA y Ramakrishna S. 2020. **A comprehensive analysis of e-waste legislation worldwide**. Environmental Science and Pollution Research, 27, pp. 14412-14431.
- 248] Gobierno de Australia, Departamento de Medio Ambiente, Recursos Hídricos, Patrimonio y Arte, Consejo Nacional de Protección del Medio Ambiente. 2009. **National Waste Policy: Less Waste, More Resources**.
- 249] Gobierno de Australia, Departamento de Cambio Climático, Energía, Medio Ambiente y Recursos Hídricos. 2018. **National Waste Policy: Less waste, more resources**.
- 250] ActivGroup. 2023. **The Activ Group Co-regulatory Annual Report FY 21/22**.
- 251] Gobierno de Australia, Departamento de Cambio Climático, Energía, Medio Ambiente y Recursos Hídricos, y Blue Environment Pty. Ltd. 2022. **National Waste Report 2022**.
- 252] Gobierno de Australia, Departamento de Cambio Climático, Energía, Medio Ambiente y Recursos Hídricos. 2022. **Recycling and Waste Reduction (Product Stewardship–Televisions and Computers) Rules 2021**. Federal Register of Legislation, Compilation No. 2.
- 253] ActivGroup. 2023, nota 250.
- 254] Australia New Zealand Recycling Platform. 2023. **2021/22 Annual Report**; Ecycle Solutions. 2023. **2021/22 Annual Report**.
- 255] Ecycle Solutions. 2023. **2021/22 Annual Report**. Ecycle solutions E-waste & Polystyrene recycling. <https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/documents/ecycle-solutions-annual-report-2021-22.pdf>
- 256] MobileMuster. 2022. **Annual Report MobileMuster**.
- 257] MobileMuster. 2023. **Go for Zero 2023. Aussies' love affair with mobiles – 25 years of MobileMuster**. News.
- 258] Local Government Association of the Northern Territory. 2022. **LGANT Submission to Stewardship for Consumer and Other Electrical and Electronic Products: Discussion Paper**. Australia.
- 259] SLR Consulting NZ Limited. 2015. **E-waste Product Stewardship. Framework for New Zealand. Final Report**. Ministry for the Environment, Report Number 720.10008, Wellington.
- 260] Gobierno de Nueva Zelanda, Ministerio de Medio Ambiente. 2021. **Recycling WEEE**. 30 de marzo.

- 261] Gobierno de Nueva Zelanda, Ministerio de Medio Ambiente. 2022. **Waste Minimisation Fund**. Actualizado al 18 de octubre de 2022.
- 262] Tech Collect NZ. 2020. **E-Waste Product Stewardship – New Zealand**.
- 263] Secretaría del Programa Regional de la Región del Pacífico para el Medio Ambiente. 2016. **Cleaner Pacific 2025: Pacific Regional Waste and Pollution Management Strategy 2016–2025**. Apia, Samoa.
- 264] Pacific Reef Savers Ltd. 2014. **E-Waste Country Assessments**. Summary Report to the PacWaste Technical Advisory Panel, South Pacific Regional Environment Programme.
- 265] FMAM. 2022. **Fourteen Pacific Island nations make major strides towards a Cleaner Pacific**. Comunicado de prensa, 9 de marzo.
- 266] PacWastePlus/South Pacific Regional Environment Programme. 2021. **Samoa Commits to Enhancing E-Waste Management in Collaboration with The PacWastePlus Programme**. News 18 May.
- 267] Programa Regional del Pacífico Sur para el Medio Ambiente. 2022. **Subject: Request for tenders (RFT): Design of Samoa's E-Waste Product Stewardship Scheme**.
- 268] Programa Regional del Pacífico Sur para el Medio Ambiente. 2023. **Tender Name: 2022/PWP-103-CON: Design of Samoa's E-Waste Product Stewardship Scheme**.
- 269] PacWastePlus/South Pacific Regional Environment Programme. 2021. **Instan-tánea del proyecto Niue**. Noviembre.
- 270] PacWastePlus/ South Pacific Regional Environment Programme. 2022. **Niue E-waste Clean-up**. 19 de diciembre.
- 271] Disponible en <https://ewastemonitor.info/monitors/>.
- 272] Disponible en <https://ewastemonitor.info/monitors/>.
- 273] Eurostat. 2019. **Prodcom – statistics by product**.
- 274] Riahi K et al. 2017. **The Shared Socio-economic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview**. Global Environmental Change, vol. 42, enero de 2017, pp. 153–168.
- 275] Forti V, Baldé CP, Kuehr R. 2018. **E-waste Statistics: Guidelines on Classifications, Reporting and Indicators, second edition**. UNU, ViE – SCYCLE, Bonn, Alemania.
- 276] Agencia Internacional de Energías Renovables. 2023. **Country Rankings** (estado al 24 de marzo); Agencia Internacional de Energías Renovables. 2020. **Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050**. Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos.
- 277] PV Cycle Italy Group. 2023. **Recycling Solutions for Every Type of Refuse**. Milán, Italia.
- 278] Riahi K et al. 2017, nota 274.
- 279] Magalini F, Wang F, Huisman J, Kuehr R, Baldé K, Straalen VVS, Hestin M, Lecerf H, Sayman U y Akpulat O. 2014. **Study on collection rates of waste electrical and electronic equipment (WEEE)**. Comisión Europea. Bruselas, Bélgica.
- 280] Tom Grill. 2022. **Are Disposable Vapes Bad For The Environment?** The Ecoexperts, 20 de diciembre.
- 281] Jerzyński T y Stimson GV. 2021. **Estimation of the global number of vapers: 82 million worldwide in 2021**. Drugs, Habits and Social Policy, vol. 24/2, 2023, pp. 91–103.
- 282] Glimov A, Leventhal A, Meza L. et al. 2021. **Prevalence of disposable pod use and consumer preference for e-cigarette product characteristics among vape shop customers in Southern California: a cross-sectional study**. BMJ Open 2021, vol. 11/10.
- 283] Chapman M. 2022. **Rise of single-use vapes sending tonnes of lithium to landfill**. The Bureau of Investigative Journalism, 15 de julio.
- 284] Barnes O y Heal A. 2023. **The environmental cost of single-use vapes**. Financial Times, 7 de marzo.
- 285] Baldé CP et al. 2022, nota 14.
- 286] Baldé CP et al. 2022, nota 12, y Baldé CP et al. 2022, nota 14.
- 287] Huisman M, Kern P, Micheli P y Magpantay E. 2015. **E-waste statistics: Guidelines on classifications, reporting and indicators**. Bonn, Alemania, Universidad de las Naciones Unidas, IAS – SCYCLE.
- 288] Tecchio P, Ardente F, Marwede M, Christian C, Dimitrova G y Mathieux F. 2018. **Analysis of material efficiency aspects of personal computers product group**. EUR 28394, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, Luxemburgo; Buchert M, Jenseit W, Merz C y Schüler D. 2011. **Ökobilanz zum "Recycling von Lithium-Ionen-Batterien" (LithoRec)**. Öko-Institut e.V., Final Report, Darmstadt; Huisman J. 2004. **QWERTY and eco-efficiency analysis on cellular phone treatment in Sweden**. TU Delft, Suecia.
- 289] Bobba S, Mathieux F y Blengini GA. 2020. **How will second-use of batteries affect stocks and flows in the EU? A model for traction Li-ion batteries**. Resources, Conservation and Recycling, vol. 145, June 2019, pp. 279–291.
- 290] Chen et al. 2012 en Y, Jinhui L, Lieqiang C, Shusheng C, y Weihua D. 2012. "Brominated Flame Re[1]tardants (BFRs) in Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Plastics and Prin[1]ted Circuit Boards (PCBs)". *Procedia Environmental Sciences* 16: 552–59. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.10.076>; Abbasi. 2015. "Story of Brominated Flame Retardants: Substance Flow Analysis of PDBEs from Use to Waste, tesis doctoral; Yu et al. 2017. "Charac[1]terization of brominated flame retardants from e-waste components in China". *Waste Management* 68: 498–507. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.033>.

- 291] Maragkos KG, Hahladakis JN y Gidarakos E. 2013. **Qualitative and quantitative determination of heavy metals in waste cellular phones**. Waste Management, Vol. 33 (9), pp. 1882–1889; Wäger P, Schluep M y Müller E. 2012. **RoHS substances in mixed plastics from waste electrical and electronic equipment**. Environmental Science and Technology, Vol. 46 (2), pp. 628–635; Böni H. y Widmer R. 2011. **Entsorgung von Flachbildschirmen in der Schweiz**. Empa y Swico; Cucchiella F, D'Adamo I, Lenny KSC y Rosa P. 2015. **Recycling of WEEE: An economic assessment of present and future e-waste streams**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, vol. 51(C), pp. 263–272; Savvilitidou V, Hahladakis JN y Gidarakos, E. 2014. **Determination of toxic metals in discarded Liquid Crystal Displays (LCDs)**. En JN Hahladakis (ed.), Resources, Conservation and Recycling, Vol. 92, pp. 108–115.
- 292] Nassar NT, Lederer GW, Brainard JL, Padilla AJ y Lessard JD. 2022. **Rock-to-Metal Ratio: A Foundational Metric for Understanding Mine Wastes**. Environmental Science & Technology 2022 56 (10), 6710–6721.
- 293] Duan H, Miller TR, Gang L, Xianlai Z, Keli Y, Qifei H y Jian Z. 2018. **Chilling Prospect: Climate Change Effects of Mismanaged Refrigerants in China**. Environmental Science and Technology, 52 (11).
- 294] Fritz B, Aichele C y Schmidt M. 2020. **Environmental impact of high-value gold scrap recycling**. The International Journal of Life Cycle Assessment, 25(10), pp. 1930–1941; Nuss P y Eckelman MJ. 2014. **Life cycle assessment of metals: A scientific synthesis**. PLoS ONE, 9(7); Usapein P y Tongcumpou C. 2016. **Green-house gas emission in jewelry industry: A case study of Silver Flat Ring**. Applied Environmental Research, pp. 11–18; Van der Voet E, Van Oers L, Verboon M y Kuipers K. 2018. **Environmental implications of future demand scenarios for metals: Methodology and application to the case of seven major metals**. The Life Cycle Assessment of Platinum Group Metals (PGMs) – Reference Year 2017 & 2022 Update, International Platinum Group Metals Association, Munich – Germany. **News**.
- 295] Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). 2023. **PATSTAT Online** OMPI y Oficina Europea de Patentes; Oficina Europea de Patentes. 2023. **Espacenet Patent search**.
- 296] UNITAR et al. 2023, note 196; Yumashev D and Baldé CP. 2022. **Electrical and electronic equipment: A tool for setting targets for e-waste collected**. UNITAR, Bonn, Alemania.
- 297] Banco Mundial. 2023. **Latest Commodity Prices Published, Commodity Markets**.
- 298] ISE Metal Quotes. **Metal Prices**.
- 299] Daily Metal Prices. 2022. **Metal Spot Prices by Date**. 1 de julio de 2022.
- 300] Umicore. 2023. **Iridium**. Precious Metal Management, Prices.
- 301] Metalary. 2023. **Osmium Price**.
- 302] Daily Metal prices. 2022. **Metal Spot Prices by Date**. Daily Metal Prices, July 01, 2022.
- 303] Magalini F y Huisman J. 2018, nota 39.
- 304] Shaikh S. 2021. **A critical analysis of e-waste management and recycling in Pakistan: a life cycle assessment**. Tesis doctoral. Universidad Victoria, Melbourne, Australia.
- 305] Giang A y Selin NE. 2015. **Benefits of mercury controls for the United States**. PNAS, 113 (2) pp. 286–291.
- 306] Pain DJ, Dickie I, Green RE, Kanstrup N y Cromie R. 2019. **Wildlife, human and environmental costs of using lead ammunition: An economic review and analysis**. Ambio 48, pp. 969–988.
- 307] Dalberg Asesores. 2021. **Plastics: The Costs to Society, the Environment & the Economy**. Fondo Mundial para la Naturaleza. Gland, Suiza.
- 308] Pindyck RS. 2016. **The Social Cost of Carbon Revisited**. National Bureau of Economic Research, Working Paper 22807, Cambridge MA.
- 309] Ricke K, Drouet L, Calderia K y Tavoni M. 2018. **Country-level social cost of carbon**. Nature Climate Change 8, pp. 895–900.
- 310] Kikstra JS, Waadelich P, Rising J, Yumashev D, Hope C y Brierley CM. 2021. **The social cost of carbon dioxide under climate-economy feedbacks and temperature variability**. Environmental Research Letters, 2021, 16(9):094037.
- 311] Rennert K, Errickson F y Prest BC, et al. 2022. **Comprehensive Evidence Implies a Higher Social Cost of CO₂**. Nature 610, pp. 687–692.
- 312] Compliance and Risks. 2023. **CRP Platform Overview**.
- 313] División de Estadística de las Naciones Unidas. 2023. **Questionnaire on Environmental Statistics**.
- 314] OCDE. 2023. **OECD.Stat**.
- 315] UIT. 2019. **Encuesta de la UIT sobre la reglamentación de las telecomunicaciones y las TIC**.
- 316] Ibid.
- 317] Wikipedia. 2023. **DIKW pyramid**.



**Instituto de las Naciones Unidas
para Formación Profesional
e Investigaciones (UNITAR)**

Programa para Ciclos Sostenibles (SCYCLE)
Platz der Vereinten Nationen 1
53113 Bonn, Alemania

**Unión Internacional de
Telecomunicaciones
Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)**

Place des Nations, 1211
Ginebra 20, Suiza

Fundación Carmignac

Villa Carmignac, Porquerolles
Île de Porquerolles
La Courtade
83400 Hyères, Francia

Contacto

balde@unitar.org



Maurizio Marcato / Shutterstock.com

