

Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2020

Cantidades, flujos y potencial de la economía circular

Autores: Vanessa Forti, Cornelis Peter Baldé, Ruediger Kuehr, Garam Bel

Colaboradores: S. Adrian, M. Brune Drisse, Y. Cheng, L. Devia, O. Deubzer, F. Goldizen, J. Gorman, S. Herat, S. Honda, G. Iattoni, W. Jingwei, L. Jinhui, D.S. Khatriwal, J. Linnell, F. Magalini, I.C. Nnororm, P. Onianwa, D. Ott, A. Ramola, U. Silva, R. Stillhart, D. Tillekeratne, V. Van Straalen, M. Wagner, T. Yamamoto, X. Zeng



UNITED NATIONS
UNIVERSITY
UNU-VIE SCYCLE
Sustainable Cycles Programme

 **unitar**
United Nations Institute for Training and Research



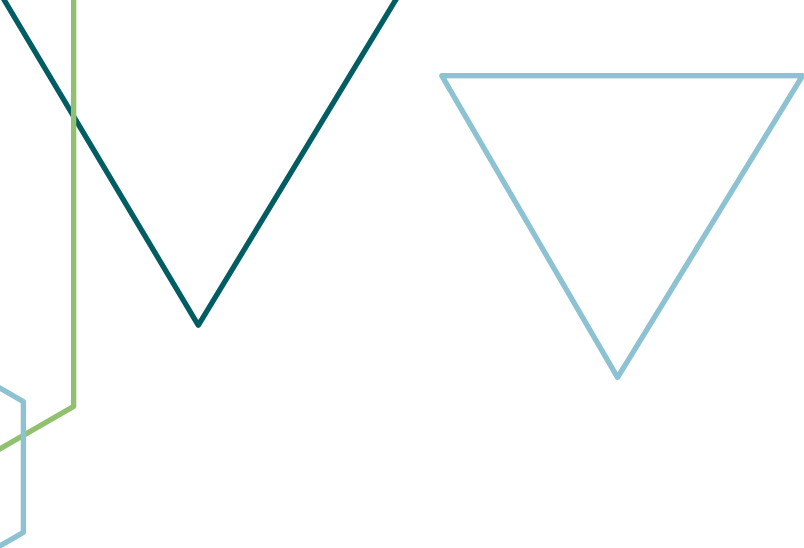
 **ISWA**
International Solid Waste Association

Entidades colaboradoras:

 **World Health Organization**



Federal Ministry
for Economic Cooperation
and Development



Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2020

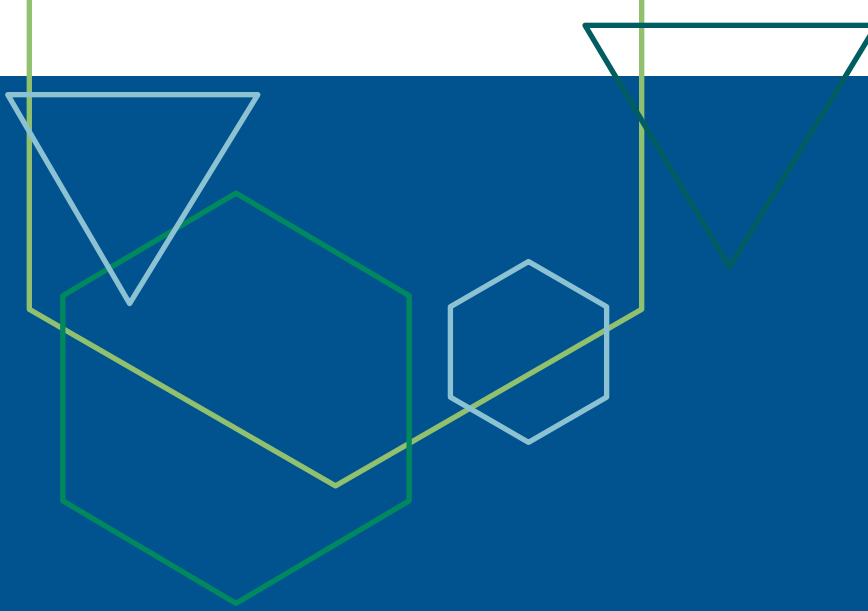
Cantidades, flujos y potencial de la economía circular

Autores:

Vanessa Forti, Cornelis Peter Baldé, Ruediger Kuehr, Garam Bel

Colaboradores:

S. Adrian, M. Brune Drisse, Y. Cheng, L. Devia, O. Deubzer, F. Goldizen, J. Gorman, S. Herat, S. Honda, G. Iattoni, W. Jingwei, L. Jinhui, D.S. Khatriwal, J. Linnell, F. Magalini, I.C. Nnororm, P. Onianwa, D. Ott, A. Ramola, U. Silva, R. Stillhart, D. Tillekeratne, V. Van Straalen, M. Wagner, T. Yamamoto, X. Zeng



Información sobre los derechos de autor y la publicación

Información de contacto:

Le rogamos dirija sus consultas al autor competente, Sr. C.P. Baldé, a través de la dirección de correo-e scycle@unitar.org.

Sírvase citar esta publicación como sigue:

Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2020: Cantidades, flujos y potencial de la economía circular. Universidad de las Naciones Unidas (UNU)/Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – coorganizadores del programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA), Bonn/Ginebra/Rotterdam.

ISBN – Versión digital: 978-92-808-9127-0

La Universidad de las Naciones Unidas (UNU) es un órgano autónomo de la Asamblea General de las Naciones Unidas, que se dedica a generar y transferir conocimientos y fortalecer las capacidades oportunas con respecto a temas de envergadura mundial, tales como la seguridad, el desarrollo y el bienestar de las personas. La Universidad opera a través de una red mundial de centros y programas de investigación y formación, coordinados por el Centro de la UNU en Tokio. www.unu.edu.

El Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) es un organismo de las Naciones Unidas dedicado a la formación, cuya misión es desarrollar las capacidades individuales, institucionales y organizativas de los países y otros interesados de las Naciones Unidas mediante soluciones de aprendizaje de alta calidad y productos y servicios de conocimiento conexos, a fin de mejorar la toma de decisiones a escala mundial y ayudar a los países a superar problemas de alcance mundial. www.unitar.org.

El objetivo del programa Sustainable Cycles (SCYCLE), actualmente en transición de la UNU al UNITAR, es habilitar a las sociedades para que reduzcan la carga ambiental causada por la producción, el consumo y la eliminación de bienes ubicuos y, en especial, de aparatos eléctricos y electrónicos a niveles sostenibles mediante actividades de investigación y formación independientes, exhaustivas y prácticas, que sienten bases empíricas más completas para la elaboración de políticas y la toma de decisiones. Por tanto, las actividades de SCYCLE se centran en la elaboración de patrones sostenibles de producción, consumo y eliminación de aparatos eléctricos y electrónicos, así como de otros bienes ubicuos. SCYCLE lidera el debate mundial sobre los residuos electrónicos y promueve estrategias para la gestión sostenible de estos residuos, basadas en el concepto del ciclo de vida. Para obtener más información sobre SCYCLE y sus proyectos, incluídas sus actividades de investigación y formación, visite www.scycle.info y <http://scycle.vie.unu.edu>.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en lo que concierne a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y se sitúa a la cabeza de la innovación de las TIC junto a sus 193 Estados Miembros y más de 900 entidades del sector privado, universidades y organizaciones internacionales y regionales.

Creada en 1865, la UIT es el organismo intergubernamental encargado de coordinar a escala mundial el uso compartido del espectro radioeléctrico, promover la cooperación internacional para la asignación de órbitas de satélite, mejorar la infraestructura de telecomunicaciones en el mundo en desarrollo y fijar las normas mundiales que garantizan la interconexión continua de una amplia gama de sistemas de comunicaciones. Desde las redes de banda ancha hasta las tecnologías inalámbricas de vanguardia, la navegación aeronáutica y marítima, la radioastronomía, la vigilancia de la tierra por medios oceanográficos y basada en satélites, y la convergencia de la telefonía fija y móvil, Internet y las tecnologías de radiodifusión, la UIT se compromete a conectar el mundo. Para obtener más información, visite www.itu.int.

Sobre la ISWA:

La Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA) es una asociación mundial, independiente, sin ánimo de lucro y de interés público, que fomenta la gestión sostenible, global y profesional de los residuos y la transición a una economía circular.

Descargo de responsabilidad:

Las denominaciones empleadas y la presentación del material en esta publicación no implican la expresión de opinión alguna por parte de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU)/Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) o la Organización Mundial de la Salud (OMS) en relación con la situación jurídica de ningún país, territorio, ciudad o zona ni de sus autoridades, ni en relación con la delimitación de sus fronteras o límites. Se han utilizado nombres y símbolos comerciales con fines meramente editoriales, sin intención de infringir la normativa aplicable a las marcas o los derechos de autor. Además, las opiniones expresadas en esta publicación son las de sus autores y no representan necesariamente las de la UNU/UNITAR, la UIT o la OMS, y la mención de denominaciones comerciales, empresas, planes o procesos mercantiles no es señal de respaldo. Lamentamos los errores u omisiones que puedan haberse cometido involuntariamente.

© Mapas, fotos e ilustraciones conforme a lo especificado.

La Universidad de las Naciones Unidas/Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones y la Unión Internacional de Telecomunicaciones han sometido la presente publicación a una licencia de Reconocimiento –No Comercial– Compartir Igual 3.0 IGO de Creative Commons. Le rogamos se tome el tiempo necesario para informarse sobre Creative Commons.

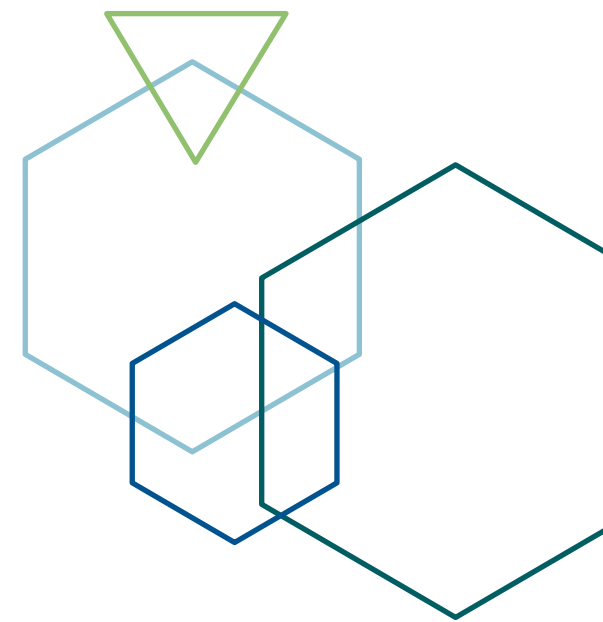


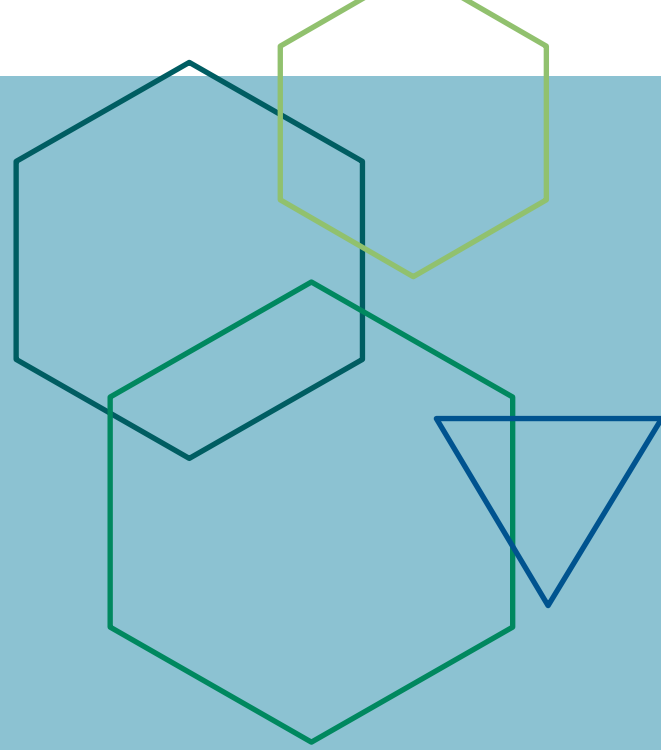
© UNU/UNITAR y UIT, 2020.

Las afirmaciones anteriores no afectan al uso leal de la obra u otros derechos.

Créditos © Ilustraciones UNU/UNITAR SCYCLE - Nienke Haccoû

Créditos © Fotos UNU/UNITAR SCYCLE - Yassyn Sidki





Agradecimientos

El Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos 2020 es fruto de la colaboración entre el programa Sustainable Cycles (SCYCLE), coorganizado actualmente por la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) y el Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA).

Esta colaboración ha sido posible gracias a las contribuciones financieras de:

- la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT);
- la Universidad de las Naciones Unidas (UNU);
- la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA);
- la Organización Mundial de la Salud (OMS); y
- el Ministerio de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania, a través de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ GmbH).

Los autores, Vanessa Forti, Kees Baldé, Ruediger Kuehr (UNU/UNITAR) y Garam Bel (UIT), desean expresar su agradecimiento a los colaboradores y revisores que han participado en la elaboración de esta tercera edición del Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos. Dichos colaboradores y revisores han contribuido al informe a título individual; sus afiliaciones se incluyen a efectos de identificación.

Comité directivo del proyecto:

Kees Baldé, Ruediger Kuehr (UNU/UNITAR), Garam Bel (UIT), Aditi Ramola (ISWA).

Colaboradores:

- Stephanie Adrian (US EPA) – América del Norte
- Marie Noel Brune Drisse (OMS) – Repercusiones de los residuos electrónicos en la salud de los niños y los trabajadores
- Yu-shu (Candy) Cheng (E-titanium Consulting, Inc) – Taiwán
- Leila Devia (Centro Regional del Convenio de Basilea para América del Sur) – América del Sur
- Otmar Deubzer (UNU/UNITAR SCYCLE) – Potencial de los residuos electrónicos en una circular
- Fiona Goldizen (asesora de la OMS) – Repercusiones de los residuos electrónicos en la salud de los niños y los trabajadores
- Julia Gorman (asesora de la OMS) – Repercusiones de los residuos electrónicos en la salud de los niños y los trabajadores
- Sunil Herat (Universidad de Griffith) – Oceanía
- Shunichi Honda (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) – Japón
- Wang Jingwei (Centro de Innovación Colaborativa de Shanghái para el Reciclaje de RAEE) – Asia Oriental y Sudoriental
- Li Jinhui (Universidad de Tsinghua) – Asia Oriental y Sudoriental

- Deepali Sinha Khetriwal (UNU/UNITAR) – Asia Meridional
- Jason Linnell (reciclaje electrónico) – América del Norte
- Federico Magalini (SOFIES) – Política y Legislación – África y Asia Sudoriental
- Innocent Chidi Nnororm (Universidad Estatal de Abia) – África
- Percy Onianwa (Centro de Coordinación del Convenio de Basilea para la Región de África) – África
- Daniel Ott (RLG Americas) – América Latina
- Uca Silva (RELAC) – América Latina
- Ruweyda Stillhart (SOFIES) – Política y Legislación – África y Asia Sudoriental
- Dulip Tillekeratne (CleanTech, GSMA) – Política y Legislación – África y Asia Sudoriental
- Xianlai Zeng (Universidad de Tsinghua) – Asia Oriental y Sudoriental

Diseño:

Nienke Haccoû | Op de Kaart | www.bureauopdekaart.nl

Fotografía:

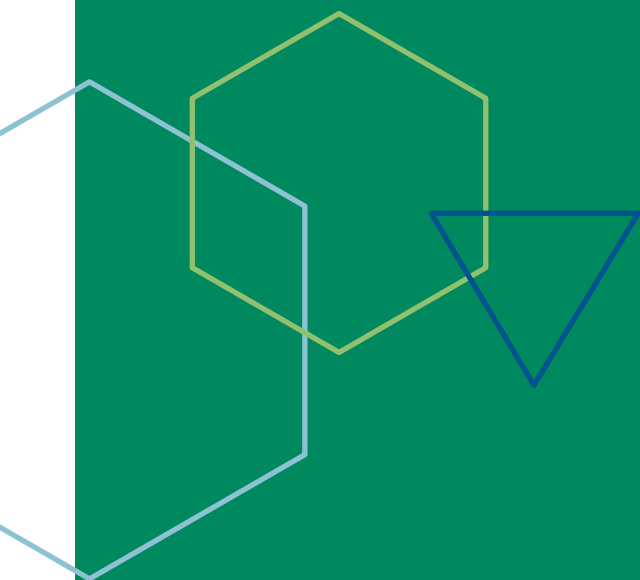
Yassyn Sidki | Yassyn Sidki Photography | www.yassynsidki.com

Agradecimientos adicionales:

A Reed Miller (Centro de Ecología Industrial de la Universidad de Yale), Giulia Iattoni (UNU/UNITAR), Vincent Van Straalen (estadístico de los Países Bajos), Michelle Wagner (UNU/UNITAR) y Tales Yamamoto (Instituto de Ciencias del Medio Ambiente - Universidad de Leiden), por su apoyo en la recopilación y el análisis de datos.

A la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la División de Estadística de las Naciones Unidas, por su colaboración en la distribución de cuestionarios relacionados con los residuos electrónicos a diversos países.

A Terry Collins y Mijke Hertoghs (UIT), por su apoyo en la presentación de la publicación y la campaña mediática.



Prefacio

UNU, UIT e ISWA

Los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) se han convertido en un elemento esencial de la vida cotidiana. Su disponibilidad y uso generalizado han permitido a gran parte de la población mundial mejorar sus condiciones de vida. Sin embargo, la forma en que producimos, consumimos y eliminamos los residuos electrónicos (en adelante, residuos-e) es insostenible. Debido a la lenta adopción de los procesos de recogida y reciclaje, las externalidades – entre ellas el consumo de recursos, la emisión de gases de efecto invernadero y la liberación de sustancias tóxicas durante el reciclaje informal de residuos – ilustran el problema que supone mantenerse dentro de unos límites sostenibles. En consecuencia, muchos países se enfrentan a los graves riesgos para el medio ambiente y la salud de las personas que entraña una gestión inadecuada de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), comúnmente conocidos como residuos-e. Incluso algunos de los países que disponen de un sistema formal de gestión de residuos-e presentan tasas de recogida y reciclaje relativamente bajas.

El seguimiento de las cantidades y los flujos de residuos-e reviste una importancia crucial tanto para valorar su evolución a lo largo del tiempo, como para fijar y evaluar metas en pro de una sociedad sostenible y una economía circular. A partir de un conjunto de datos sólidos sobre residuos-e, las infraestructuras de reciclaje, las políticas cabales y los instrumentos jurídicos pueden desarrollarse con mayor eficiencia. La verdadera naturaleza de los movimientos transfronterizos y, en algunos casos, de los envíos ilegales tampoco podrá entenderse sin una imagen global de estos residuos.

Tomando como base la Asociación para la Medición de las TIC para el Desarrollo, la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA), en estrecha colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), han aunado fuerzas en la Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos (AMCERE). Desde finales de 2019, el Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) coorganiza SCYCLE, el programa especializado de la UNU en materia de residuos-e. La AMCERE recopila datos de países aplicando una metodología normalizada a escala internacional y vela por que esa información esté a disposición del público en su base de datos sobre residuos-e, de alcance mundial y código abierto, en www.globalewaste.org. Desde 2017, la AMCERE no ha escatimado en esfuerzos para ampliar las capacidades nacionales y regionales en relación con la elaboración de estadísticas de residuos-e en diversos países.

En última instancia, la AMCERE ayuda a los países a recopilar datos estadísticos útiles para la definición de políticas nacionales dentro de un marco de medición armonizado y reconocido a nivel internacional. La AMCERE reúne a responsables de la formulación de políticas, estadísticos y representantes de la industria para aumentar la calidad y facilitar la comprensión e interpretación de los datos sobre residuos-e. A nivel mundial, la AMCERE ayuda a controlar los flujos de residuos pertinentes y medir el avance en la consecución

de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 11.6, 12.4 y 12.5. Recientemente, los residuos-e se han incluido con carácter oficial en el plan de trabajo de los indicadores 12.4.2 y 12.5.1 y en la documentación relativa a esos indicadores. La AMCERE permite a organizaciones internacionales, como la UIT, medir los progresos en el alcance de sus objetivos. En 2018, el órgano normativo supremo de la UIT, la Conferencia de Plenipotenciarios, fijó el objetivo de aumentar la tasa de reciclaje mundial de residuos-e al 30% para 2023, lo que correspondería a un incremento del 12,6% con respecto a la media mundial actual.

Esta tercera edición del Observatorio mundial de los residuos electrónicos es obra de la AMCERE y sus colaboradores más cercanos y sigue la estela de la edición de 2017 y del innovador Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2014 de UNU-SCYCLE. Este informe muestra que, a escala mundial, se siguen generando cada vez más residuos-e.

En 2019, el mundo generó 53,6 millones de toneladas métricas (Mt), de los cuales solo el 17,4% quedó oficialmente documentado como recogido y reciclado de forma adecuada. Aunque estas cifras traducen un incremento de 1,8 Mt desde 2014, el total de residuos-e generados a nivel mundial aumentó en 9,2 Mt, lo que indica que las actividades de reciclaje no siguen el ritmo de crecimiento global de los residuos-e.

Además de una perspectiva mundial, el presente informe incluye análisis nacionales y regionales de los volúmenes de residuos-e y los instrumentos legislativos existentes. Si bien el 71% de la población mundial se halla amparada por algún tipo de política, ley o reglamento en materia de residuos-e, es preciso redoblar esfuerzos en favor de la aplicación y el cumplimiento de la normativa, a fin de promover la adopción de infraestructuras de recogida y reciclaje.

En el Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2020 se informa al público en general sobre el problema global de los residuos-e, se aborda el papel que desempeña este último en las iniciativas internacionales encaminadas a la consecución de los ODS y se examinan formas de crear una economía circular y unas sociedades sostenibles. Al mismo tiempo, alentamos a los responsables de la toma de decisiones a que amplifiquen sus actividades de medición y vigilancia de los residuos-e, adoptando y aplicando el marco metodológico internacional que UNU-SCYCLE ha elaborado en colaboración con la Asociación para la Medición de las TIC para el Desarrollo.

Quisiéramos expresar nuestro agradecimiento a todos los autores y colaboradores por este informe, y le invitamos a cooperar con la AMCERE y a apoyar nuestros continuos esfuerzos por mejorar la comprensión mundial y la gestión ambientalmente racional de los residuos-e.

Ruediger Kuehr

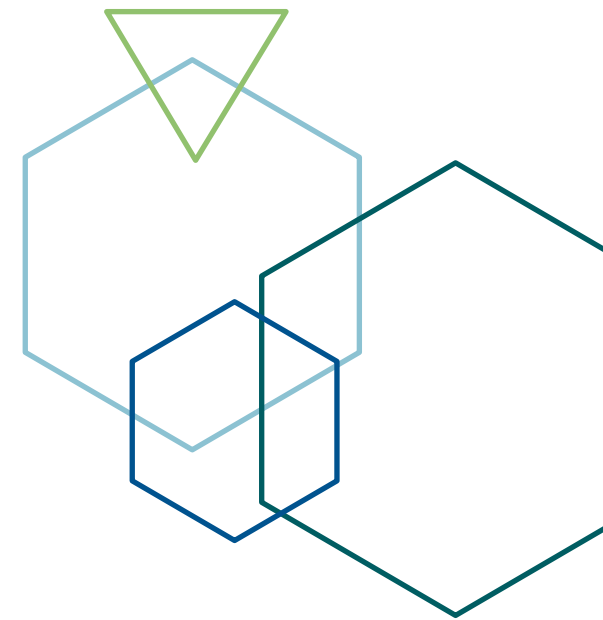
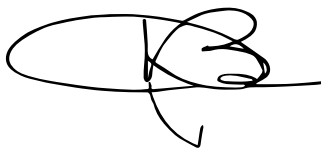
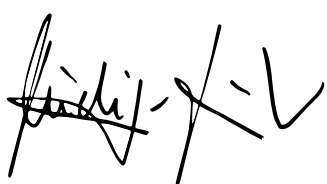
*Director del programa
Sustainable Cycles,
UNU y UNITAR, (SCYCLE)*

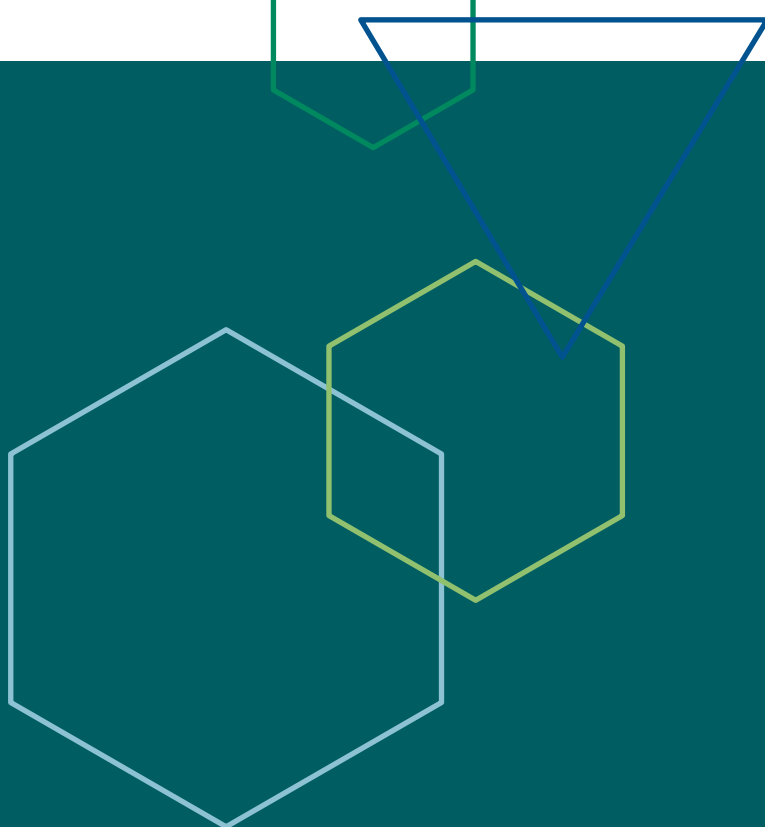
Doreen Bogdan-Martin

*Directora de la Oficina
de Desarrollo de las
Telecomunicaciones,
Unión Internacional de
Telecomunicaciones (UIT)*

Antonis Mavropoulos

*Presidente de la Asociación
Internacional de Residuos
Sólidos (ISWA)*

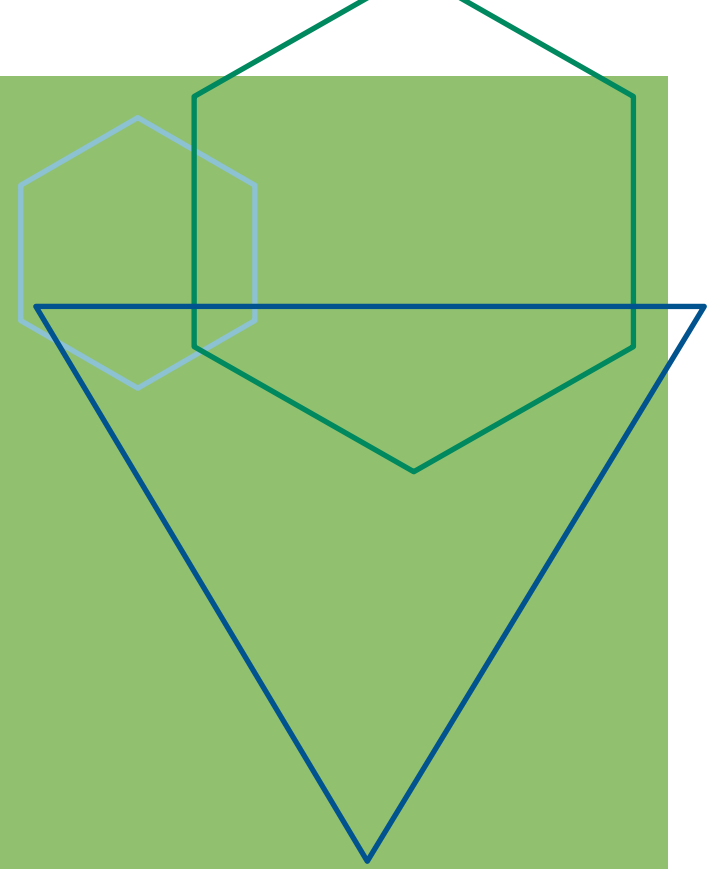




Índice

Resumen ejecutivo	13
Capítulo 1. ¿Qué son los AEE y los residuos-e?	17
Capítulo 2. Estadísticas clave sobre residuos-e a nivel mundial	21
Capítulo 3. ¿Cómo contribuyen los datos sobre los residuos-e a los ODS?	28
Capítulo 4. Medición de las estadísticas de residuos-e	32
Capítulo 5. Armonización global por la Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos	42
Capítulo 6. Legislación y movimiento transfronterizo de residuos-e	49
Capítulo 7. El potencial de los residuos electrónicos en una economía circular	56
Capítulo 8. Consecuencias de los residuos electrónicos en la salud de los niños y trabajadores	62
Capítulo 9. Estadísticas clave regionales sobre residuos electrónicos	68
África	70
Américas	72
Asia	74
Europa	77
Oceanía	80
Notas finales	82
Bibliografía	85
Sobre los autores	94
Anexo 1: CLAVES UNU y su correspondencia con las categorías de residuos-e	97
Anexo 2: Metodología	101
Anexo 3: Estadísticas de residuos-e por países	105

Resumen ejecutivo



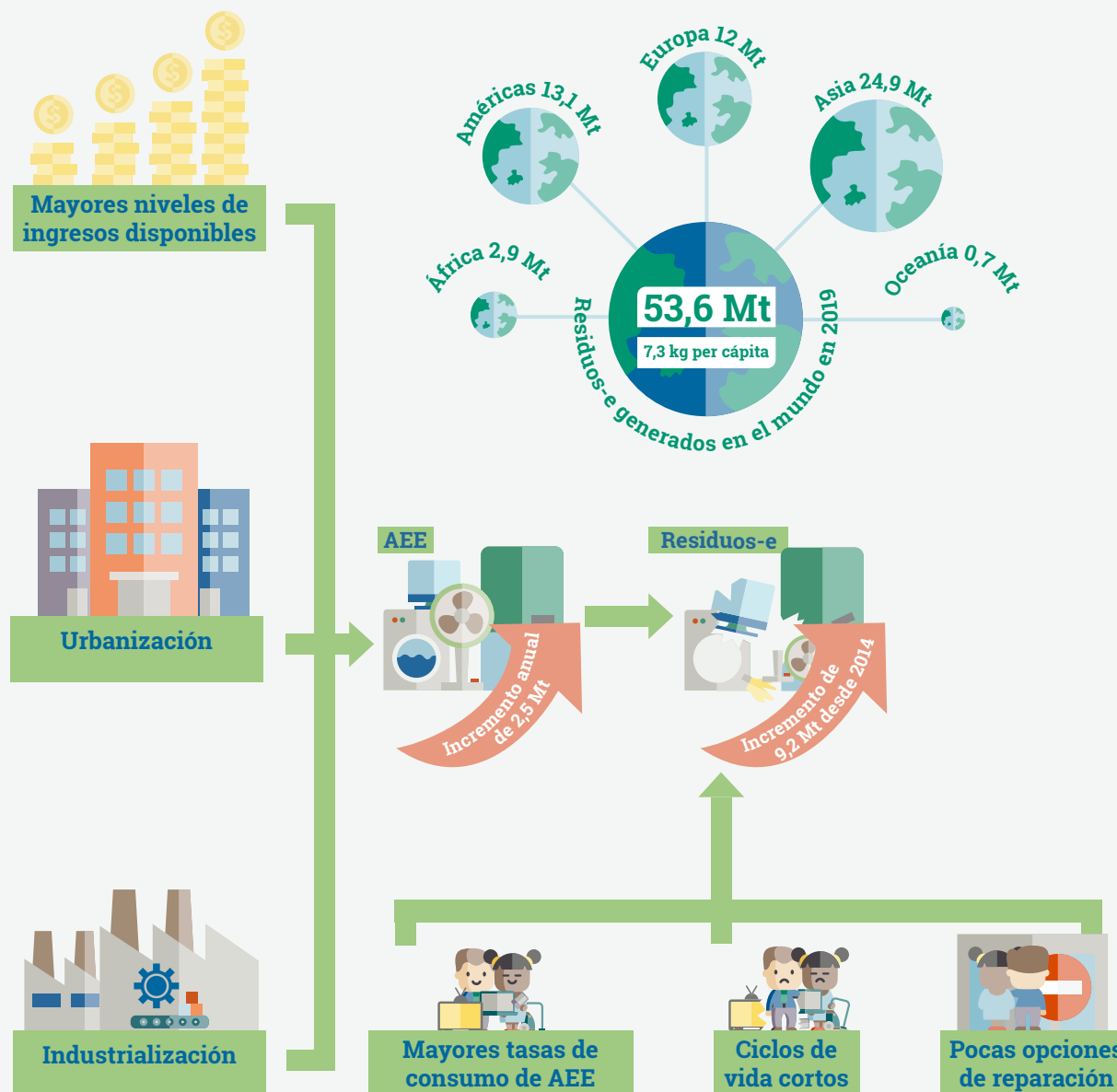
El consumo de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) guarda una estrecha relación con el vasto desarrollo económico mundial. Si bien los AEE se han vuelto indispensables en las sociedades modernas y están mejorando las condiciones de vida, su producción y utilización pueden exigir numerosos recursos, lo que a su vez obstaculiza una verdadera mejora de dichas condiciones. El aumento de los niveles de ingresos disponibles, la urbanización, la movilidad y la industrialización en algunas partes del mundo está dando lugar a un incremento progresivo del volumen de AEE. **En promedio, el peso total (sin contar los paneles fotovoltaicos) de los AEE consumidos a escala mundial aumenta en 2,5 millones de toneladas métricas (Mt) al año.**

Una vez utilizados, los AEE se eliminan, generando un flujo de residuos que contiene materiales peligrosos y valiosos. Dichos residuos se denominan residuos-e o residuos de aparatos eléctrico y electrónico (RAEE), término utilizado principalmente en Europa.

Este observatorio proporciona la actualización más completa de las estadísticas mundiales de residuos-e. **En 2019, el mundo generó la sorprendente cantidad de 53,6 Mt de residuos-e, esto es una media de 7,3 kg per cápita.** El volumen de residuos-e generados a nivel mundial ha sumado 9,2 Mt desde 2014 y, según las previsiones, alcanzará los 74,7 Mt de aquí 2030, casi el doble en tan solo 16 años. Este aumento progresivo se debe principalmente al incremento de las tasas de consumo de AEE, los cortos ciclos de vida y las escasas opciones de reparación. En 2019, el mayor volumen de residuos-e se produjo en Asia –unos 24,9 Mt–, seguida de las Américas (13,1 Mt) y Europa (12 Mt), mientras que en África y Oceanía se generaron respectivamente 2,9 Mt y 0,7 Mt. Europa lidera el ranking de generación

de residuos-e per cápita con 16,2 kg por persona. En segundo lugar, va Oceanía (16,1 kg), seguida de las

Américas (13,3 kg). Asia y África están muy por detrás con 5,6 kg y 2,5 kg respectivamente.



El destino del restante 82,6% (44,3 Mt) de los residuos-e generados en 2019 es incierto, y su paradero y repercusiones ambientales varían de una región a otra. En los países de renta alta, suelen existir infraestructuras de reciclaje de residuos y:

- por ejemplo, residuos plásticos y metálicos. En consecuencia, las fracciones fácilmente reciclables pueden reciclarse, aunque a menudo en condiciones inferiores, es decir, sin descontaminación ni recuperación de todos los materiales valiosos. Por tanto, esta no es la opción idónea.

plenamente desarrolladas; de hecho, algunos carecen de este tipo de infraestructuras. Por consiguiente, **la gestión de los residuos-e queda principalmente en manos del sector informal**. En este caso, los residuos-e suelen tratarse en condiciones inferiores, lo que entraña graves repercusiones para la salud tanto de los trabajadores, como de los niños que a menudo viven, trabajan y juegan cerca de emplazamientos en los que gestionan residuos-e.

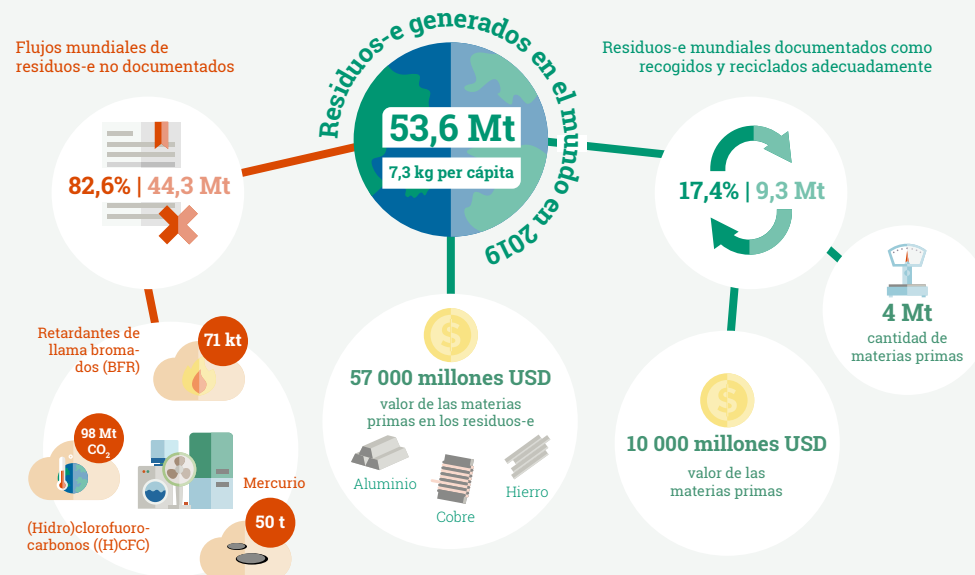
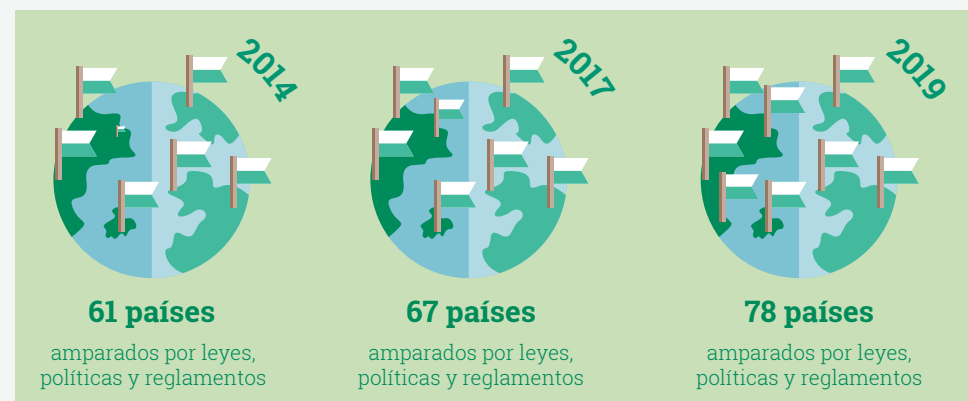


Desde 2014, el número de países que han adoptado políticas, leyes o reglamentos nacionales en materia de residuos-e ha aumentado de 61 a 78. Sin embargo, los avances normativos en algunas regiones son lentos, la aplicación es deficiente y los reglamentos, políticas o leyes siguen sin promover la recogida y la gestión adecuada de los residuos-e, debido a una falta de inversiones y de motivación política. Además, la gama de productos recogida en la legislación suele diferir de los sistemas de clasificación de residuos-e propuestos en el marco metodológico armonizado a escala internacional y utilizado comúnmente para la elaboración de estadísticas de residuos-e. Esas diferencias en cuanto a las gamas de productos resultan en una falta de armonización entre las estadísticas de residuos-e de los distintos países.

Los residuos-e contienen diversos aditivos tóxicos o sustancias peligrosas, como el mercurio, los retardantes de llama bromados (BFR) y los clorofluorocarbonos (CFC) o los hidroclorofluorocarbonos (HCFC). El aumento progresivo de los niveles de residuos-e, las bajas tasas de recogida y la existencia de sistemas de eliminación y tratamiento de flujos de residuos no respetuosos con el medio ambiente plantean serios riesgos para el medio ambiente y la salud de las personas. En los flujos mundiales de residuos-e no documentados se detectan cada año 50 t de mercurio y 71 kt de plásticos BFR, que se liberan en su mayoría en el medio ambiente y afectan a la salud de los trabajadores expuestos.

La gestión inadecuada de los residuos-e también agrava el calentamiento global. En primer lugar, si los materiales de los residuos-e no se reciclan, no pueden sustituir las materias primas primarias, ni reducir las emisiones de gases de efecto invernadero dimanantes de la extracción y el refinado de dichas materias primas. Además, los gases refrigerantes empleados en ciertos aparatos de intercambio de temperatura son gases de efecto invernadero. Un total de 98 Mt de CO₂ equivalente se liberó a la atmósfera a partir de frigoríficos y aparatos de aire acondicionado desechados, que no se gestionaron de manera ambientalmente racional. Esta última cifra equivale a aproximadamente el 0,3% de las emisiones mundiales relacionadas con la energía de 2019 (AIE).

Los residuos-e son "minas urbanas", pues contienen varios metales preciosos, críticos y no críticos que, si se reciclan, pueden utilizarse como materiales secundarios. El valor de las materias primas contenidas en los residuos-e generados a escala mundial en 2019 ascendió a unos 57 000 millones de dólares de los EE.UU. (USD), siendo el hierro, el cobre y el oro las materias más valiosas. La actual tasa documentada de recogida y reciclaje del 17,4% supone una recuperación ambientalmente racional de materias primas por valor de 10 000 millones USD de los residuos-e generados a nivel mundial, así como la posibilidad de poner a disposición



4 Mt de materias primas para su reciclaje. El reciclaje de hierro, aluminio y cobre contribuyó a un ahorro neto de 15 Mt de CO₂ equivalente a las emisiones derivadas del reciclaje de materias primas secundarias en sustitución de materiales vírgenes.

En resumen, es fundamental tanto aumentar de forma notable la tasa mundial oficial de recogida y reciclaje de residuos-e del 17,4%, especialmente en vista del rápido crecimiento de esos flujos de residuos que, según las previsiones, rozarán los 74,7 Mt en 2030, como promover la recuperación de materiales en favor de circuitos cerrados y reducir el uso de materiales vírgenes.



Capítulo 1

¿Qué son los AEE y los
residuos-e?



¿Qué son los AEE y los residuos-e?

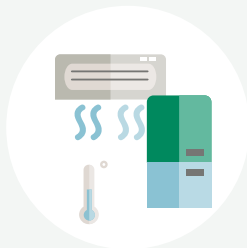
Los AEE comprenden una amplia gama de productos dotados de circuitos o componentes eléctricos y una fuente de alimentación o una batería (iniciativa Step 2014). En casi todos los hogares o empresas se utilizan productos como electrodomésticos de cocina básicos, juguetes, equipos de música y dispositivos de TIC, véanse teléfonos móviles, ordenadores portátiles, etc.

Además del uso doméstico y comercial cotidiano, los AEE desempeñan un papel cada vez mayor en los ámbitos del transporte, la salud, los sistemas de seguridad y los generadores de energía, en particular los paneles fotovoltaicos. Los productos tradicionales, por ejemplo, prendas de vestir y muebles, vienen a menudo equipados de componentes eléctricos y, por consiguiente, contribuyen progresivamente a la generación de residuos-e a nivel mundial. Los AEE también están ganando peso en el sector en expansión de la Internet de las cosas (IoT), en especial los sensores o dispositivos relacionados con el concepto de "hogar inteligente" o "ciudad inteligente".

Los AEE se convierten en residuos-e una vez que su propietario los desecha sin intención de reutilizarlos (Iniciativa Step 2014). Cada producto se compone de unos materiales particulares, se desecha y recicla de diferente manera, y puede tener distintos efectos nocivos para el medio ambiente y la salud de las personas si no se gestiona de una manera ambientalmente racional.

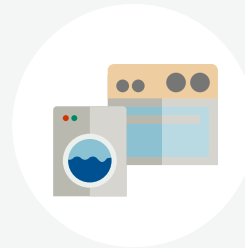
Los AEE comprenden una gran variedad de productos. Sin embargo, a efectos estadísticos, los AEE se clasifican por funciones semejantes, compuestos materiales comparables, pesos medios y atributos similares al final de su vida útil. Por consiguiente, la segunda edición de las Estadísticas en materia de residuos electrónicos: Directrices para la clasificación, presentación de informes e indicadores (Forti, Baldé y Kuehr, 2018) divide a los AEE en 54 categorías centradas en los productos. La categorización se denomina UNU-KEYS. El Anexo 1 contiene la lista completa de UNU-KEYS.

Las 54 categorías de productos AEE se agrupan en seis categorías generales, estrechamente relacionadas con las características de gestión de sus residuos.



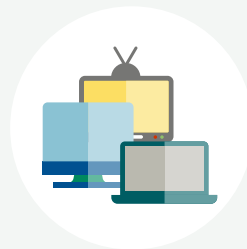
1. Aparatos de intercambio de temperatura:

Comúnmente denominados equipos de refrigeración y congelación. Se incluyen en esta categoría los refrigeradores, los congeladores, los aparatos de aire acondicionado y las bombas de calor.



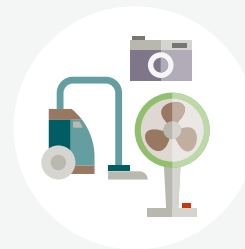
4. Grandes aparatos:

Se incluyen en esta categoría las lavadoras, las secadoras, los lavavajillas, las cocinas eléctricas, las impresoras grandes, las fotocopiadoras y los paneles fotovoltaicos.



2. Pantallas y monitores:

Se incluyen en esta categoría los televisores, los monitores, los ordenadores portátiles, incluidos los miniportátiles, y las tabletas.



5. Pequeños aparatos:

Se incluyen en esta categoría las aspiradoras, los hornos de microondas, los equipos de ventilación, las tostadoras, los hervidores eléctricos, las afeitadoras eléctricas, las básculas, las calculadoras, los aparatos de radio, las videocámaras, los juguetes eléctricos y electrónicos, las pequeñas herramientas eléctricas y electrónicas, los pequeños dispositivos médicos y los pequeños instrumentos de supervisión y control.



3. Lámparas:

Se incluyen en esta categoría las lámparas fluorescentes, las lámparas de descarga de alta intensidad y las lámparas LED.

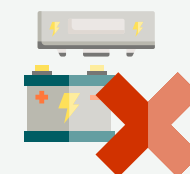


6. Aparatos de informática y de telecomunicaciones pequeños:

Se incluyen en esta categoría los teléfonos móviles, los dispositivos del sistema mundial de determinación de la posición (GPS), las calculadoras de bolsillo, los encaminadores, las computadoras personales, las impresoras y los teléfonos.

Los sistemas y planes de residuos-e aún no abarcan ningún tipo de batería, acumulador o componente eléctrico de vehículo.

Actualmente, esta categorización se ajusta tanto a la directiva sobre RAEE adoptada por los Estados Miembros de la Unión Europea (Parlamento Europeo, 2003), como al marco reconocido a nivel internacional para las estadísticas de residuos-e descrito en las directrices antes mencionadas (Forti, Baldé y Kuehr, 2018), que se utilizan en el presente informe.





Capítulo 2

Estadísticas clave sobre

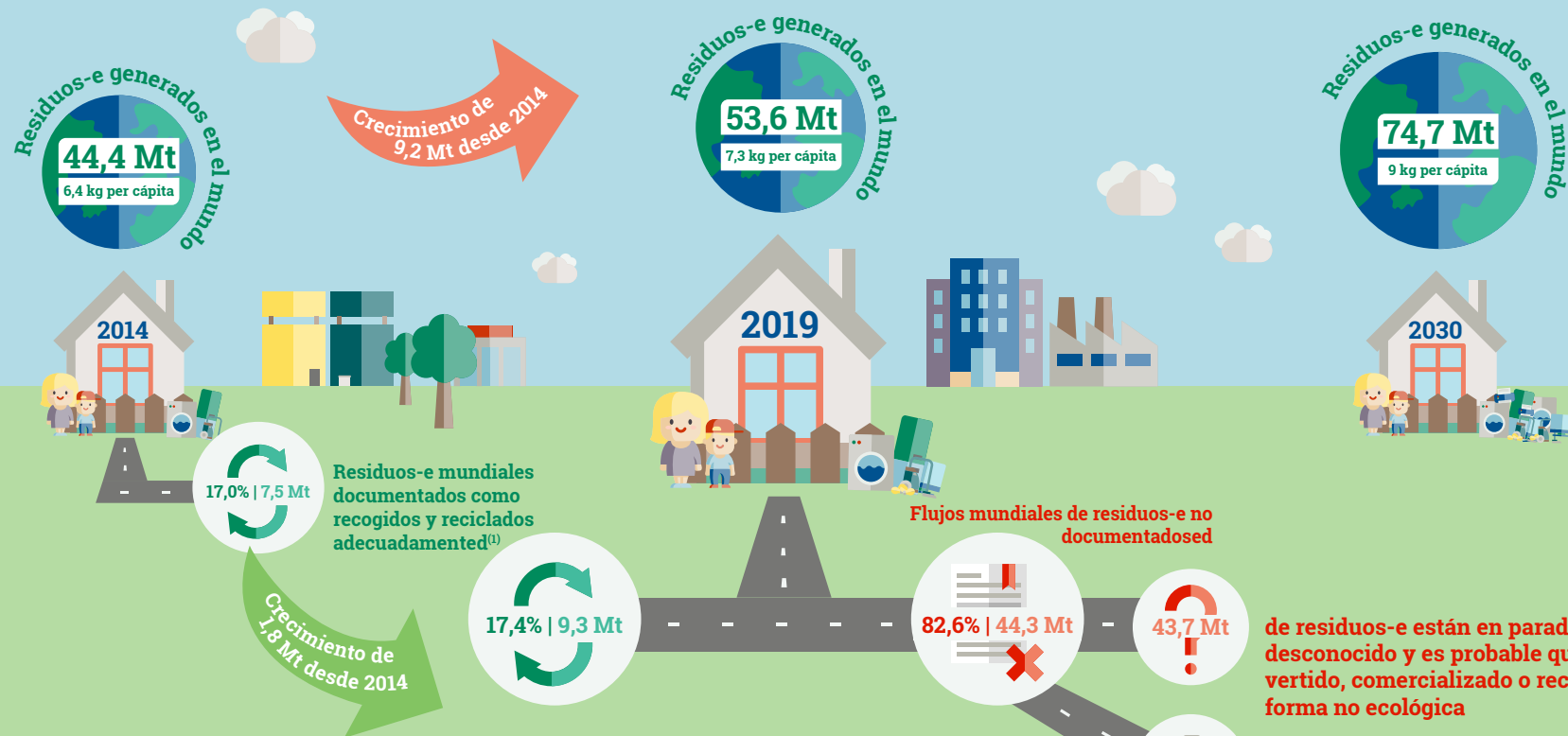


Los aparatos eléctricos y electrónicos figuran entre los vectores esenciales del desarrollo mundial y comprenden una gran variedad de productos que se utilizan en la vida cotidiana.

Estos aparatos pueden encontrarse en hogares y empresas de todo el mundo. Sin embargo, el número de dispositivos en propiedad per cápita varía en función del nivel de ingresos.

Promedio mundial de electrodomésticos seleccionados en propiedad per cápita, según el nivel de ingresos del país





En 2019, se generaron unos 53,6 millones de toneladas métricas (Mt) de residuos-e (sin contar los paneles fotovoltaicos), o sea 7,3 kg per cápita. Se estima que, en 2030, se habrán generado más de 74Mt de residuos-e. Así pues, el volumen mundial de residuos-e está aumentando a un alarmante ritmo de casi 2 Mt al año.

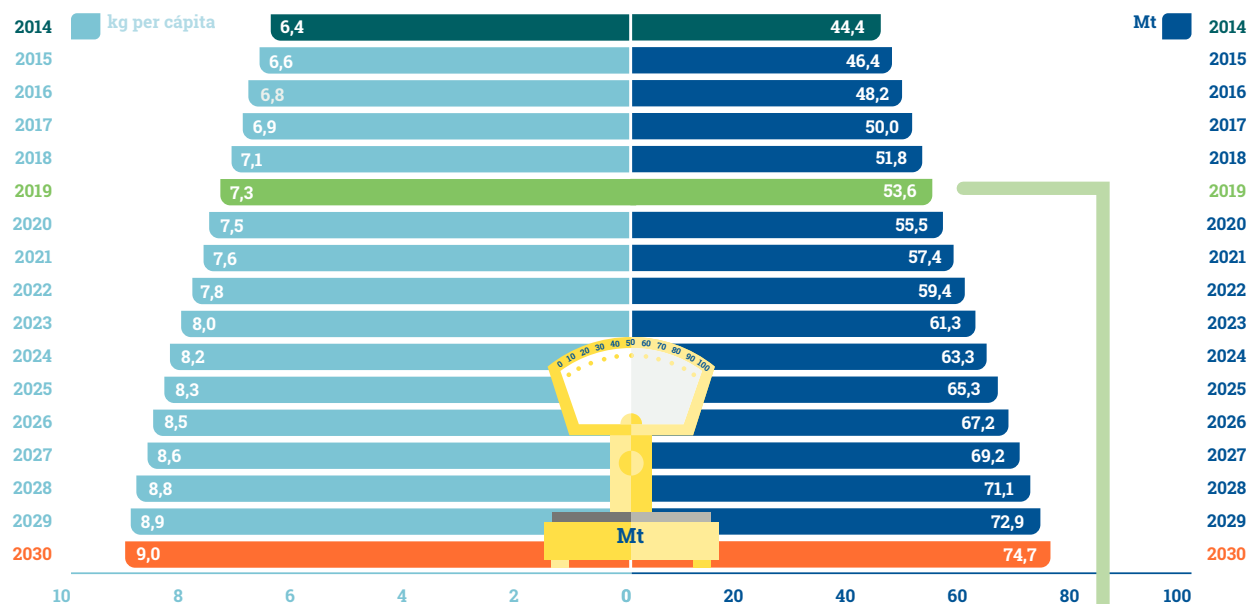
En 2019, 9,3Mt de residuos quedaron oficialmente documentados como recogidos y reciclados, lo que equivale a un 17,4% de los residuos-e generados. Estas cifras traducen un incremento de 1,8Mt, es decir, casi 0,4 Mt al año. Sin embargo, el volumen total de residuos-e generados sumó 9,2 Mt, o sea casi 2 Mt al año. En ese sentido, las actividades de reciclaje no siguen el ritmo de crecimiento mundial de los residuos-e.

Las estadísticas relativas a la recogida y el reciclaje de residuos-e se basan en la información proporcionada por los países y los últimos datos disponibles en materia de residuos-e documentados como recogidos y reciclados formalmente en el plano mundial se refieren en promedio al año 2016 (véanse la metodología en el Anexo 2 y los datos de los países en el Anexo 3).

Es altamente probable que la gran mayoría (82,6%) de los residuos-e generados en 2019 no se haya recogido formalmente, ni se haya gestionado de una manera ambientalmente racional. Esos flujos no suelen documentarse de manera coherente o sistemática. La falta de datos sobre los residuos-e recogidos y reciclados formalmente implica que la mayor parte

de los residuos-e generados en 2019 (44,3 Mt) se ha gestionado al margen del sistema de recogida oficial y, en algunos casos, se ha enviado a países en desarrollo. En los hogares de los países de renta más elevada, los dispositivos electrónicos pequeños pueden acabar en cubos de basura normales y eliminarse junto con los residuos sólidos municipales. Por tanto, no se someten a un reciclaje adecuado, lo que entraña una pérdida de materiales. Se estima que, en los países de la UE, 0,6 Mt de residuos-e acaban en cubos de basura (Rotter et al., 2016).

Residuos-e generados en el mundo por año

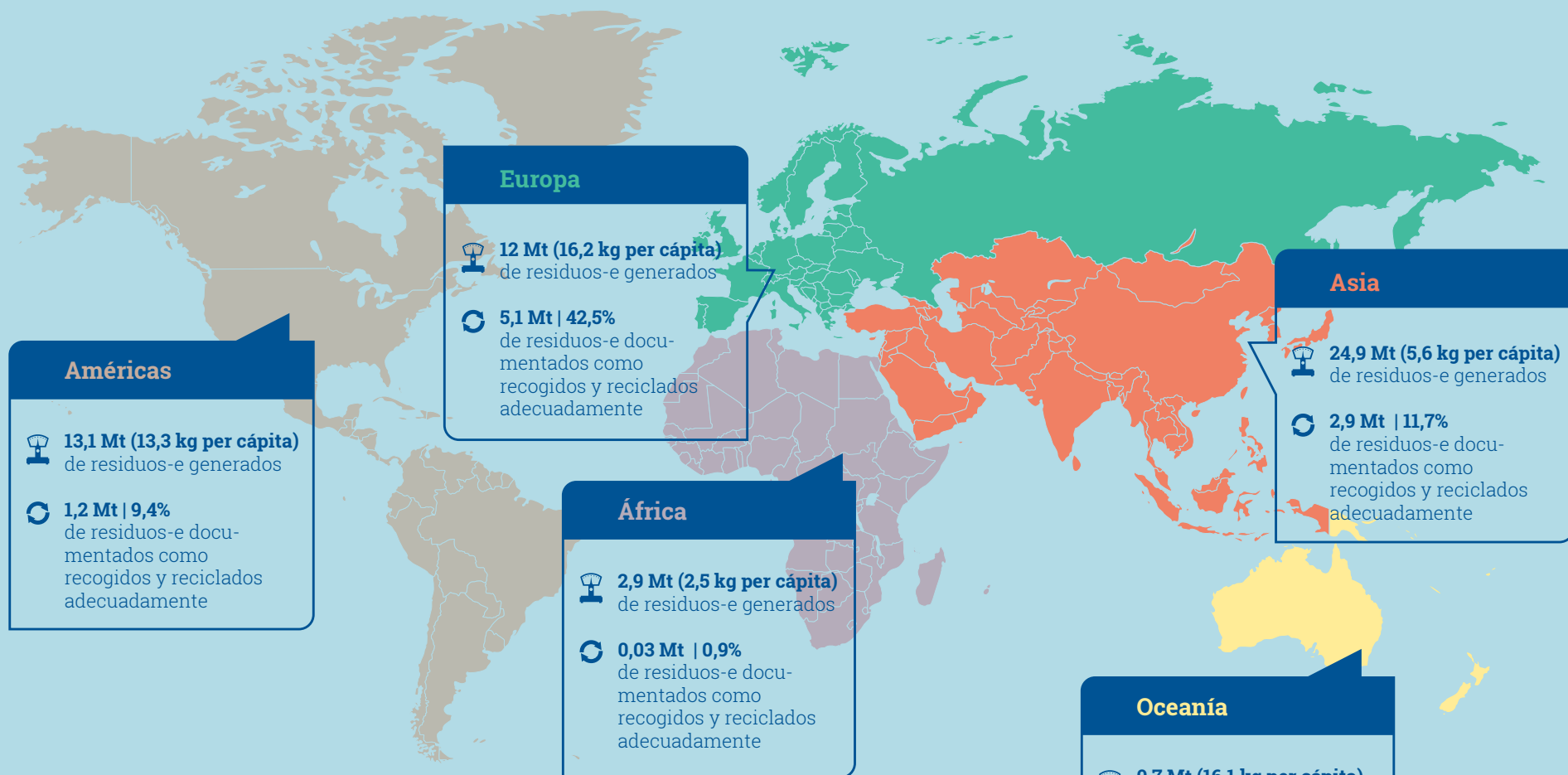


(Las proyecciones futuras no tienen en cuenta las repercusiones económicas relacionadas con la crisis del COVID-19)

El total de residuos-e generados en 2019 se compone principalmente de aparatos pequeños (17,4 Mt), grandes (13,1 Mt) y de intercambio de temperatura (10,8 Mt). Las pantallas y monitores, las lámparas y los aparatos de informática y de telecomunicaciones pequeños representan un porcentaje menor de los residuos-e generados en 2019, a saber, 6,7 Mt, 4,7 Mt y 0,9 Mt, respectivamente. Desde 2014, las categorías de residuos-e que más han aumentado (en términos de peso total de los residuos-e generados) han sido los aparatos de intercambio de temperatura (con un promedio anual del 7%), los grandes aparatos (+5%)

y las lámparas y los pequeños aparatos (+4%). Esta tendencia se debe al creciente consumo de este tipo de productos en los países de renta más baja, donde dichos productos mejoran las condiciones de vida. Los aparatos de informática y de telecomunicaciones pequeños han crecido a un ritmo más lento, y las pantallas y los monitores han registrado un ligero descenso (-1%). Esta disminución puede explicarse por el hecho de que, últimamente, los pesados monitores y pantallas CRT se han ido sustituyendo por pantallas planas más ligeras, lo que ha dado lugar a una disminución del peso total, si bien el número de piezas no ha cesado de aumentar.



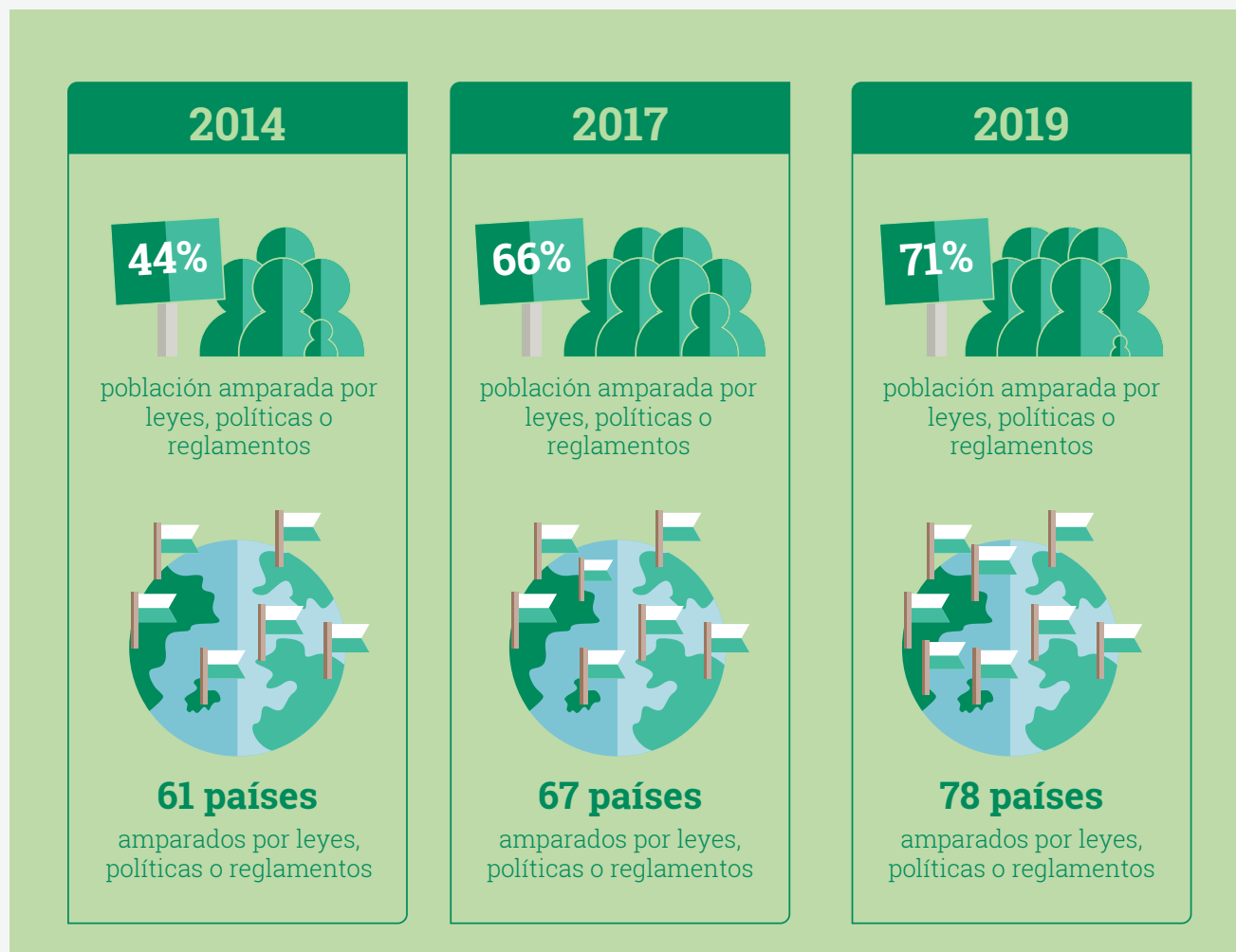


En 2019, la mayor parte de los residuos-e se generó en Asia (24,9 Mt), mientras que el continente que más kilogramos por persona registró fue Europa (16,2 kilogramos per cápita). Europa también es el continente con la mayor tasa documentada de recogida y reciclaje de residuos-e por vías oficiales (42,5%). En los demás continentes, el volumen de residuos-e documentados como recogidos y reciclados formalmente es notablemente inferior al de residuos-e generados.

Las estadísticas actuales muestran que, en 2019, el segundo puesto de la clasificación lo ocupó Asia (11,7%), seguida de las Américas (9,4%), Oceanía (8,8%) y, en último lugar, África (0,9%). No obstante, las estadísticas pueden variar en gran medida a escala regional, ya que las pautas de consumo y eliminación dependen de diversos factores (por ejemplo, el nivel de ingresos, la política en vigor, la estructura del sistema de gestión de residuos, etc.).⁽²⁾



En octubre de 2019, el 71% de la población mundial se hallaba al amparo de políticas, leyes o reglamentos nacionales en materia de residuos-e. Se han llevado a cabo mejoras desde el año 2014, en el que dicho porcentaje se reducía al 44%. En la elevada tasa de cobertura influye el hecho de que los países más poblados, entre ellos China y la India, disponen de instrumentos jurídicos nacionales en vigor. Sin embargo, esta cobertura demográfica abarca tan solo 78 de los 193 países. En consecuencia, menos de la mitad de los países del mundo se halla actualmente al amparo de políticas, leyes o reglamentos.

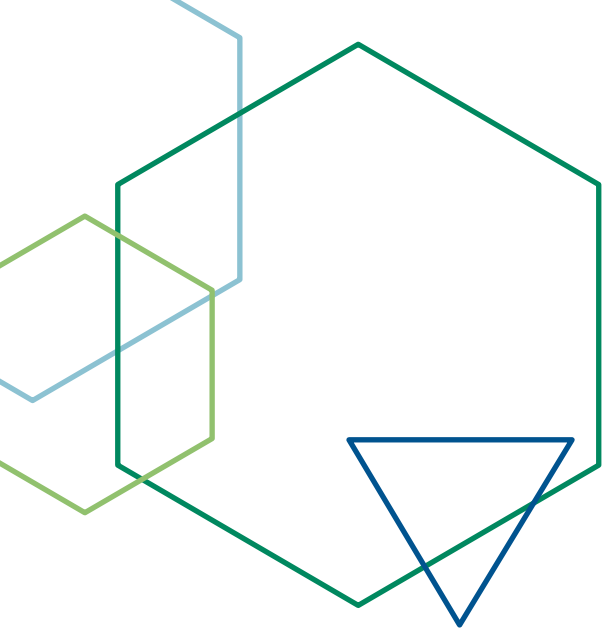




Capítulo 3

¿Cómo contribuyen los datos sobre los residuos-e a los ODS?





OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



En septiembre de 2015, las Naciones Unidas y todos sus Estados Miembros adoptaron la ambiciosa Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y definieron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas encaminadas a erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar la prosperidad para todos en un plazo de 15 años. El aumento de los niveles de residuos-e, la inadecuación y falta de seguridad de su tratamiento, y su eliminación mediante acumulación en vertederos o incineración plantean graves problemas para el medio ambiente y la salud de las personas, así como para el cumplimiento de los ODS.

Los avances en la consecución de los ODS y sus 169 metas se miden por conducto de indicadores y estadísticas oficiales. Existen diversos indicadores y metas definidos, o en fase de medición, con miras a la supervisión de estos avances. Además, por cada meta, se ha nombrado a uno o varios organismos custodios encargados de orientar el proceso.

La gestión de los residuos-e está estrechamente relacionada con los ODS, en especial con el ODS 8 sobre trabajo decente y crecimiento económico, el ODS 3 sobre salud y bienestar, el ODS 6 sobre agua limpia y saneamiento y el ODS 14 sobre la vida submarina. En particular, dada la gran cantidad de materias primas necesarias para producir los AEE, los residuos-e también guardan una estrecha relación con los indicadores atinentes a la huella material (8.4.1 y 12.1.1) y el consumo de material interno (8.4.2 y 12.2.2). Se están utilizando indicadores relativamente generales para medir los avances en favor de estos ODS. En cambio, en el caso de los residuos-e, se ha establecido un subindicador más específico para controlar el crecimiento de los flujos de residuos, lo que suscita especial inquietud debido tanto a su posible grado de peligrosidad, como a su elevado

valor residual. Los residuos-e se han incluido con carácter oficial en el plan de trabajo del indicador 12.5.1 y en la documentación relativa a ese indicador⁽³⁾. La importancia de considerar los residuos-e se menciona además en el marco del indicador 12.4.2 sobre desechos peligrosos.

Los residuos-e se incluyen principalmente en los ODS 11 y 12.



Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles

Meta 11.6: De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.

Dado que más de la mitad de la población mundial vive en ciudades, la rápida urbanización requiere nuevas soluciones para hacer frente a los crecientes riesgos para el medio ambiente y la salud de las personas, especialmente en las zonas densamente pobladas. Habida cuenta de que la mayor parte de los residuos-e se generará en ciudades, es especialmente importante gestionar de manera adecuada los residuos-e en las zonas urbanas, mejorar las tasas de recogida y reciclaje y reducir las cantidades de residuos-e que acaban en vertederos. La evolución hacia las ciudades inteligentes y la utilización de las TIC para la gestión de los residuos brindan nuevas y apasionantes oportunidades.

Indicador 11.6.1: Proporción de desechos sólidos urbanos recogidos periódicamente y con una descarga final adecuada respecto del total de desechos sólidos urbanos generados, desglosada por ciudad.



Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles

Meta 12.4: De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente.

Indicador 12.4.2: Desechos peligrosos generados per cápita y proporción de desechos peligrosos tratados, desglosados por tipo de tratamiento.

Meta 12.5: De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.

A nivel mundial, cada vez más personas consumen un creciente número de bienes y, en ese sentido, es fundamental adoptar pautas de producción y consumo más sostenibles sensibilizando a productores y consumidores al respecto, especialmente en el ámbito de los aparatos eléctricos y electrónicos.

Indicador 12.5.1: Tasa nacional de reciclado, en toneladas de material reciclado.

Indicador 12.5.1: Tasa nacional de reciclado, en toneladas de material reciclado (subindicador relativo a los residuos-e)

El subindicador relativo a los residuos-e, derivado del indicador 12.5.1, se ha definido como sigue:

Subindicador del ODS 12.5.1

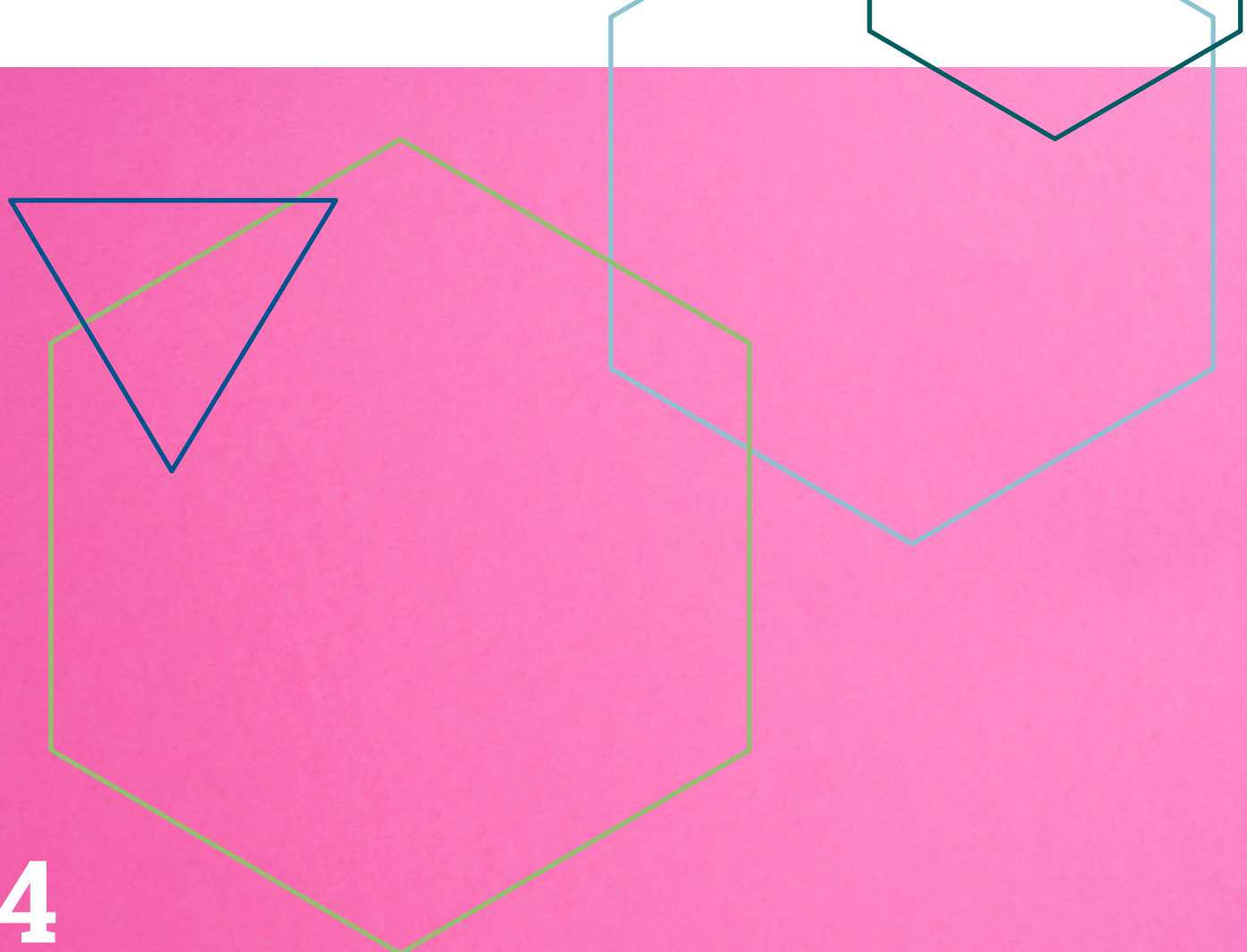
sobre residuos-e =

Total de residuos-e reciclados

Total de residuos-e generados

Siendo el "Total de residuos-e reciclados" equivalente al concepto de "Residuos-e recogidos formalmente", que se define en las directrices sobre estadísticas de residuos-e (Forti, Baldé y Kuehr, 2018) como el volumen de residuos electrónicos recogidos como tales mediante el sistema de recuperación formal. Los "residuos-e generados" se definen como la cantidad de productos eléctricos o electrónicos desechados (residuos e) debido al consumo dentro del territorio nacional en un determinado año, antes de su recogida, reutilización, tratamiento o exportación.

Para la metodología y los conjuntos de datos, los organismos custodios, el PNUMA y la División de Estadística de las Naciones Unidas, utilizan los conjuntos de datos y las metodologías de SCYCLE, la Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos y la Asociación para la Medición de las TIC para el Desarrollo. En 2019, los datos existentes permitieron situar el subindicador del ODS 12.5.1 sobre la tasa de reciclado de residuos-e en un 17,4%.



Capítulo 4

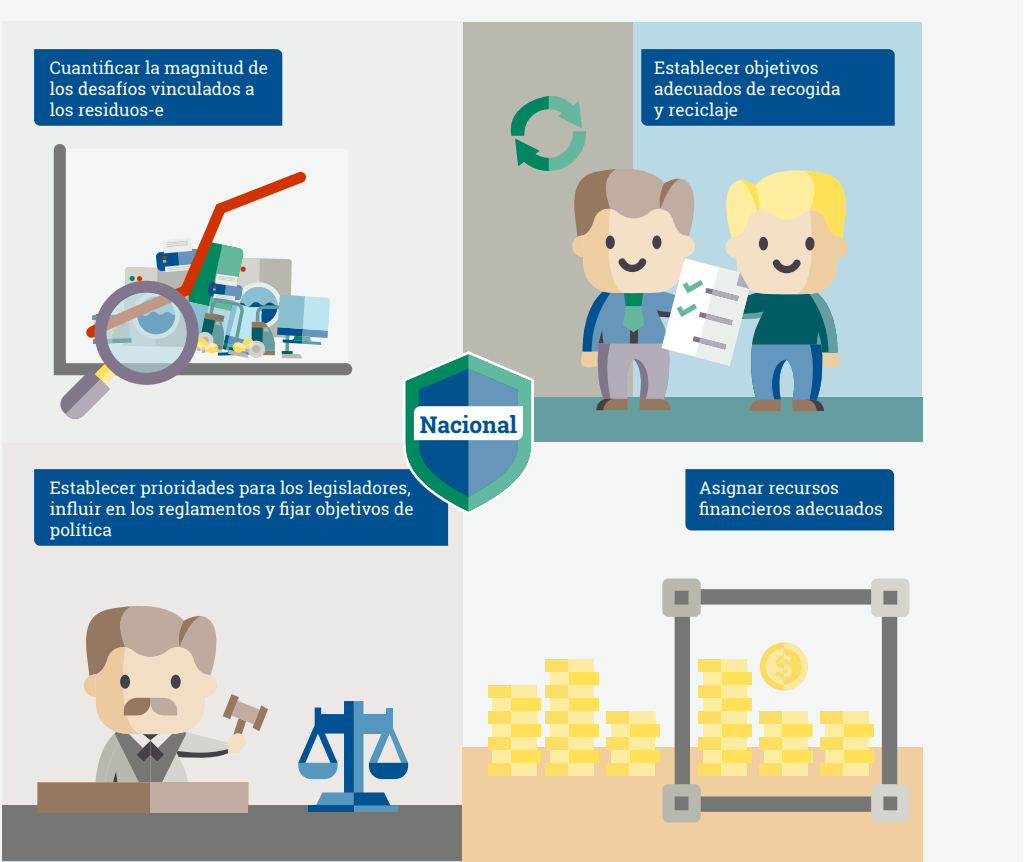
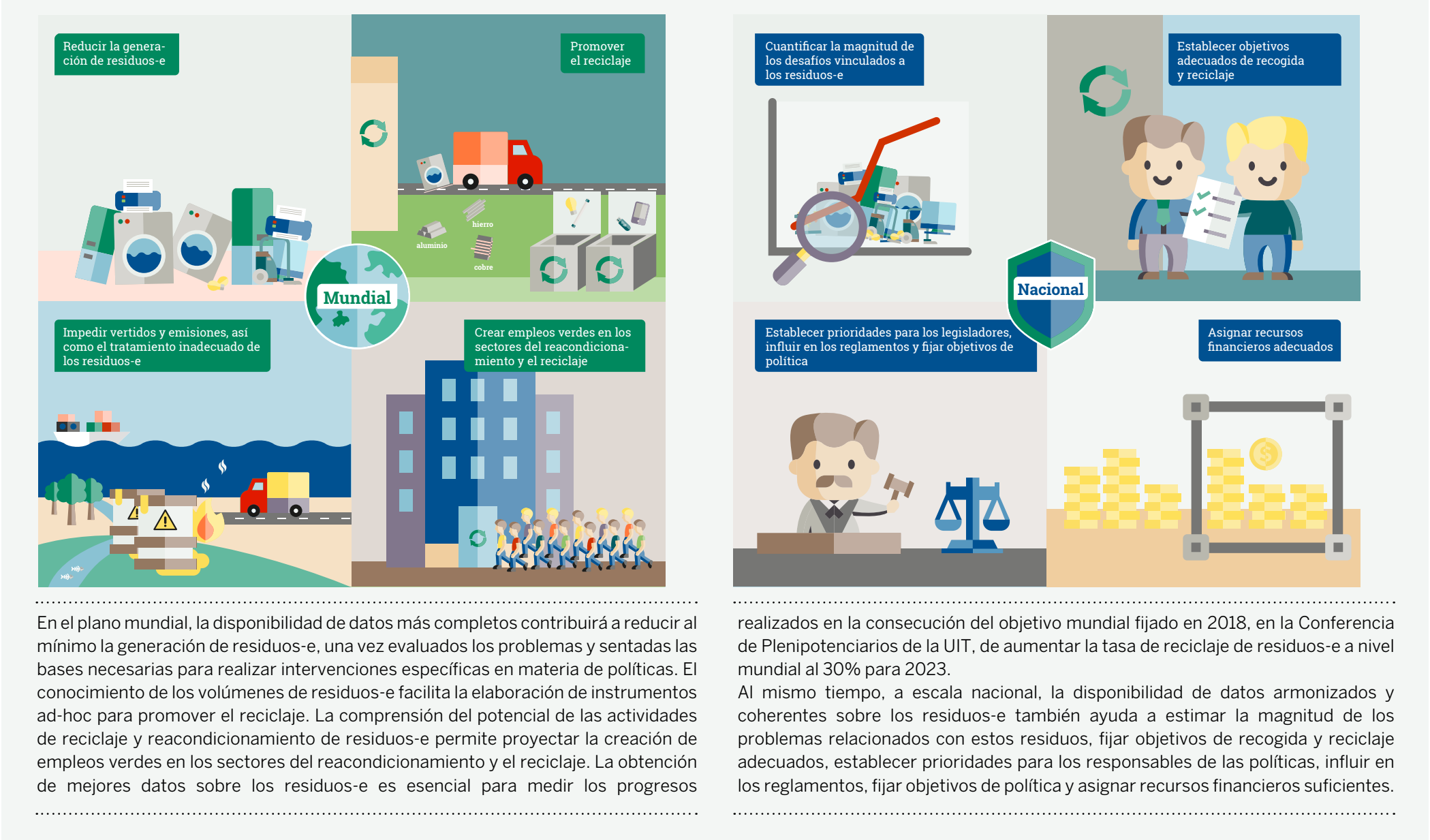
Medición de las estadísticas de residuos-e



El seguimiento de las cantidades y los flujos de residuos-e reviste una importancia crucial tanto para valorar su evolución a lo largo del tiempo, como para fijar y evaluar metas. A fin de elaborar políticas e instrumentos jurídicos sólidos, se necesitan mejores datos en materia

de residuos-e. Los conocimientos relativos a las cantidades y los flujos de residuos-e sientan las bases para el seguimiento, el control y, en última instancia, la prevención del transporte ilegal, el vertido y el tratamiento inadecuado de los residuos-e. A falta de

datos cuantitativos sobre los movimientos transfronterizos o las actividades oficiosas de reciclado de residuos-e, los encargados de la formulación de políticas en los planos nacional, regional e internacional no podrán abordar estas cuestiones.



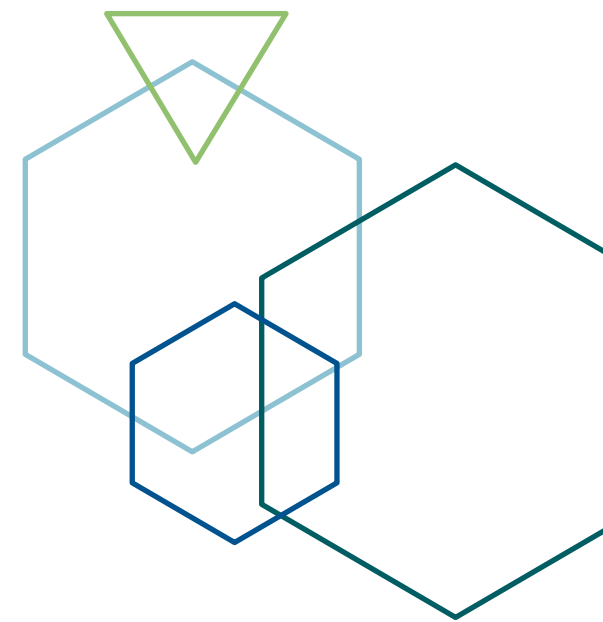
El programa SCYCLE de la UNU, en colaboración con el Grupo de Tareas Especiales sobre medición de los residuos-e de la Asociación de las Naciones Unidas para la Medición de las TIC para el Desarrollo, ha elaborado una metodología de medición de los residuos-e normalizada a nivel internacional. La primera edición de las Estadísticas en materia de residuos electrónicos: Directrices para la clasificación, presentación de informes e indicadores se publicó en 2015, fue obra del programa SCYCLE de la UNU⁽⁴⁾ y se sometió a una consulta mundial (Baldé et al., 2015). La UNU publicó una segunda edición actualizada en 2018 (Forti, Baldé y Kuehr, 2018). Esta metodología internacional facilita la armonización del marco de medición y los indicadores, lo que reviste una importancia particular con miras al logro de un marco mundial de medición de los residuos-e integrado y comparable. Los mismos conceptos sentaron las bases de la primera edición del Observatorio mundial de los residuos electrónicos (Baldé, Wang et al., 2015) y se utilizan en la Unión Europea como metodología común para calcular el objetivo de recogida de la Directiva refundida de la UE sobre RAEE (Directiva de la UE sobre RAEE 2012/19/UE).

El marco refleja y mide las características más esenciales de los residuos-e de un país. A partir de este marco, se pueden desarrollar los siguientes indicadores:

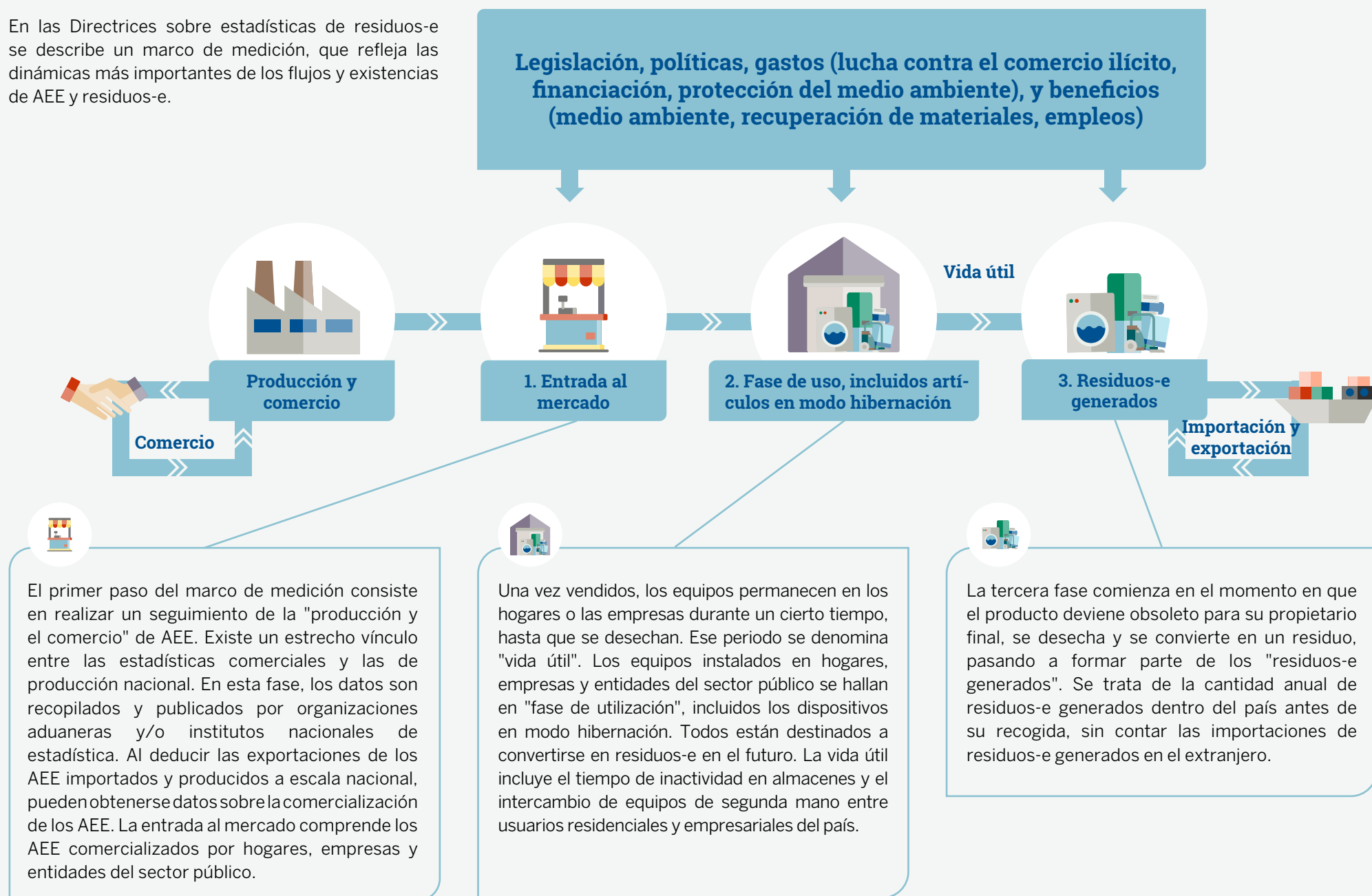
1. Total de AEE comercializados (kg de unidades per cápita), lo que representa el volumen del mercado nacional de productos electrónicos.
2. Total de residuos-e generados (kg de unidades per cápita), lo que representa el volumen de residuos-e generados a nivel nacional.
3. Residuos-e recogidos formalmente (kg de unidades per cápita) , lo que representa el volumen de residuos-e recogidos como tales mediante el sistema de recuperación formal.
4. Tasa de recogida de residuos-e= $\frac{\text{total de residuos-e reciclados}}{\text{total de residuos-e generados}} \times 100$ per cent

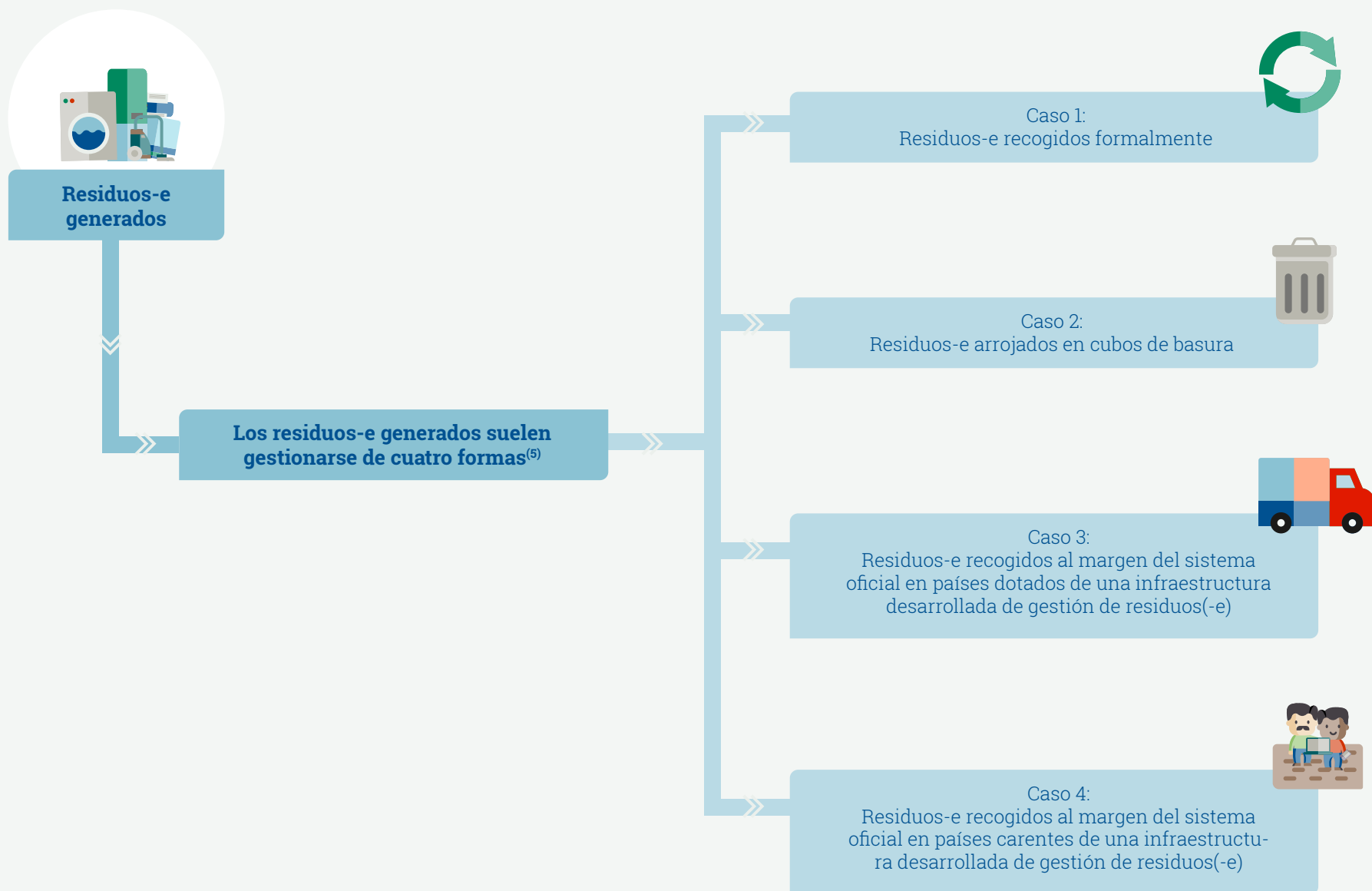
Este indicador representa el rendimiento de los sistemas oficiales de recogida

Actualmente, existen pocas fuentes de datos sobre residuos-e de alcance mundial, como las herramientas de cálculo de los RAEE desarrolladas por UNU-SCYCLE (Comisión Europea 2019). Recientemente, organismos internacionales de la índole de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el Grupo de Trabajo sobre información ambiental de la OCDE, dirigido a los Estados Miembros de la OCDE no pertenecientes a la UE, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la División de Estadística de las Naciones Unidas (en concreto, su Sección de Estadísticas del Medio Ambiente) han comenzado a reunir datos sobre los residuos-e a través de cuestionarios específicos dirigidos a los ministerios responsables del control de los residuos-e o a las oficinas nacionales de estadística. Varios países ajenos a la Unión Europea siguen careciendo de un marco de medición para la elaboración de estadísticas de residuos-e. Otros países menos adelantados no disponen de una infraestructura de gestión de los residuos, de leyes en la materia y/o de medidas encaminadas al cumplimiento de la normativa. Lo que es más importante, la mayoría de los países, incluidos los que han participado en encuestas, han señalado la falta de disponibilidad de datos oficiales sobre los residuos-e recogidos y reciclados formalmente.



En las Directrices sobre estadísticas de residuos-e se describe un marco de medición, que refleja las dinámicas más importantes de los flujos y existencias de AEE y residuos-e.



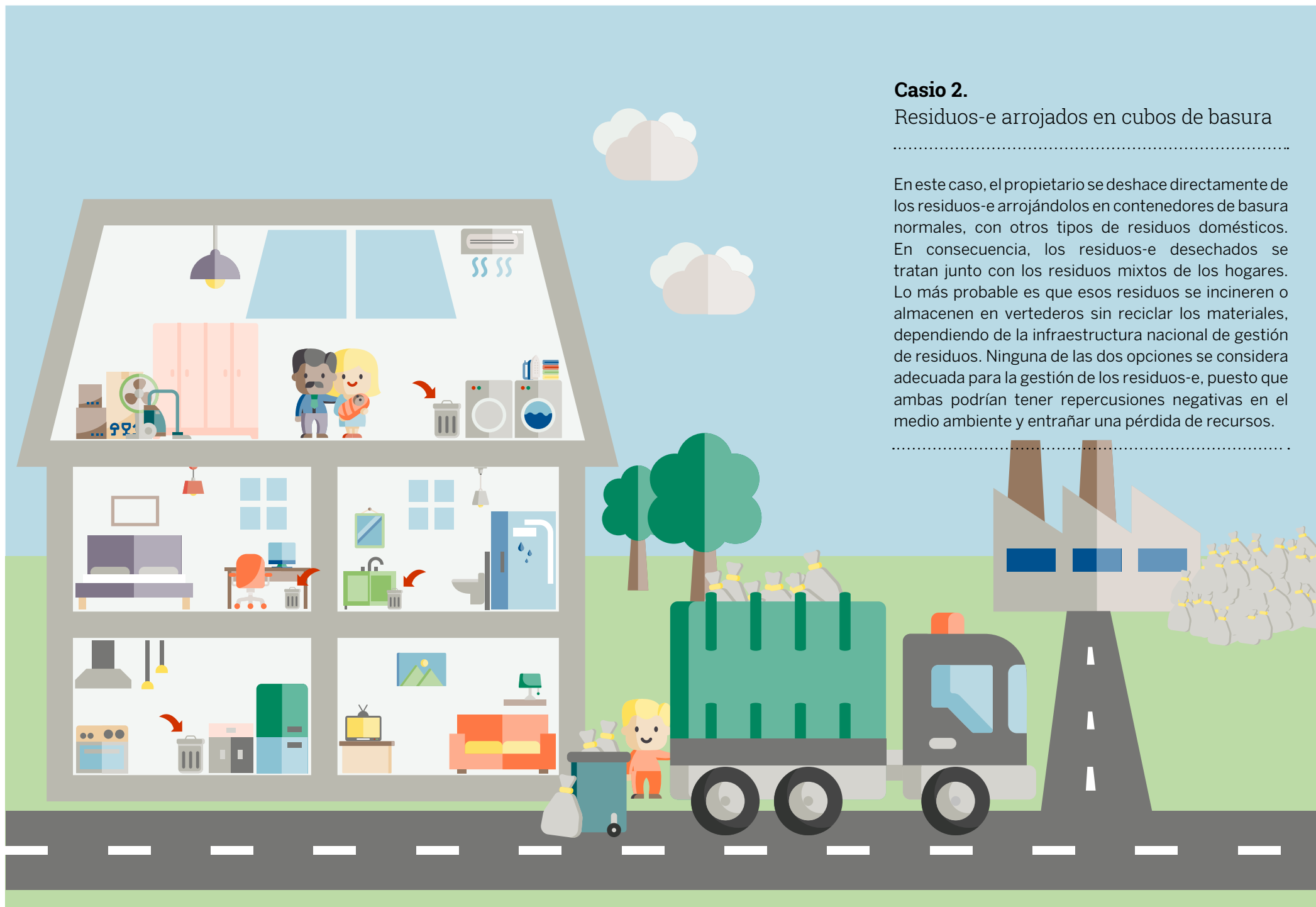




Casio 1.

Residuos-e recogidos formalmente

Las actividades de "recogida formal" suelen estar prescritas por la legislación nacional en materia de residuos-e, en virtud de la cual la recogida de los residuos-e se encomienda a organizaciones designadas, productores y/o el propio gobierno. La recuperación se efectúa a través de comercios de minoristas, puntos municipales de recogida y/o servicios de recogida. El destino final de los residuos-e recuperados son instalaciones de tratamiento especializadas, en las que se recuperan los materiales valiosos en condiciones controladas desde el punto de vista ambiental y se gestionan las sustancias peligrosas de forma ambientalmente racional. A continuación, los residuos se incineran o depositan en vertederos controlados.



Casio 2.

Residuos-e arrojados en cubos de basura

En este caso, el propietario se deshace directamente de los residuos-e arrojándolos en contenedores de basura normales, con otros tipos de residuos domésticos. En consecuencia, los residuos-e desechados se tratan junto con los residuos mixtos de los hogares. Lo más probable es que esos residuos se incineren o almacenen en vertederos sin reciclar los materiales, dependiendo de la infraestructura nacional de gestión de residuos. Ninguna de las dos opciones se considera adecuada para la gestión de los residuos-e, puesto que ambas podrían tener repercusiones negativas en el medio ambiente y entrañar una pérdida de recursos.



Casio 3.

Residuos-e recogidos al margen del sistema oficial en países dotados de una infraestructura desarrollada de gestión de residuos(-e)

En los países que han promulgado leyes en materia de gestión de residuos, determinados comerciantes o empresas de tratamiento de residuos se encargan de recoger los residuos-e, que a continuación se comercializan de diversas maneras. En este caso, el destino final de los residuos-e pueden ser instalaciones de reciclaje de metales o de plásticos; sin embargo, lo más probable es que las sustancias peligrosas de los residuos-e no se descontaminen. Además, los residuos-e no suelen tratarse en instalaciones de reciclaje especializadas en la gestión de este tipo de residuos, que podrían incluso exportarse.

Casio 4.

Residuos-e recogidos al margen del sistema oficial en países carentes de una infraestructura desarrollada de gestión de residuos(-e)

En la mayoría de los países en desarrollo, numerosos trabajadores autónomos del sector informal se dedican a la recogida y el reciclaje de residuos-e. La recuperación se realiza de puerta a puerta mediante la compra o la recogida de RAEE usados o residuos-e de hogares, empresas e instituciones públicas. Estos aparatos se venden con miras a su reparación, renovación o desmantelamiento. Los encargados del desmantelamiento descomponen manualmente los equipos en componentes y materiales que pueden comercializarse y utilizarse. Los encargados del reciclaje queman, lixivian y funden los residuo-e, a fin de convertirlos en materias primas secundarias. Este "reciclaje casero" provoca graves daños al medio ambiente y la salud de las personas.





Capítulo 5

Armonización global por la Alianza
Mundial para el Control Estadístico
de los Residuos Electrónicos



En 2017, tomando como base la Asociación para la Medición de las TIC para el Desarrollo, el programa SCYCLE de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU-SCYLE), la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) aunaron fuerzas, en estrecha colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), a fin de crear la Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos (AMCERE) y, de esta forma, abordar los problemas relacionados con la gestión de los residuos-e.

El objetivo de esta iniciativa es recopilar datos de países y crear una base de datos mundial sobre residuos-e, a fin de controlar la evolución de la situación a lo largo del tiempo. La alianza ha logrado su objetivo mediante la publicación de la segunda edición del Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2017 y la creación del sitio web www.globalewaste.org, para dar visibilidad pública a los indicadores de residuos-e más importantes.

Desde 2017, la Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos ha logrado

avances notables a escala nacional y regional mediante la organización de talleres sobre estadísticas de residuos-e en diversos países. Hasta la fecha, se han celebrado talleres regionales de creación de capacidad en África oriental, América Latina, Europa oriental y los Estados Árabes. Más de 360 personas de 60 países han recibido formación relativa a la metodología adoptada a nivel internacional. Entre 2017 y 2019, tras haber adoptado el marco de medición armonizado, unos nueve países (sin contar los de la Unión Europea) empezaron a recopilar estadísticas sobre residuos-e y la mayoría de ellos obtuvieron resultados satisfactorios.

Entre 2017 y 2020



361

personas recibieron formación en materia de estadísticas de residuos-e



60

países participaron en talleres sobre estadísticas de residuos-e



9

países (sin contar los de la UE) empezaron a recopilar estadísticas nacionales de residuos-e

Regiones que participaron en talleres sobre estadísticas de residuos-e

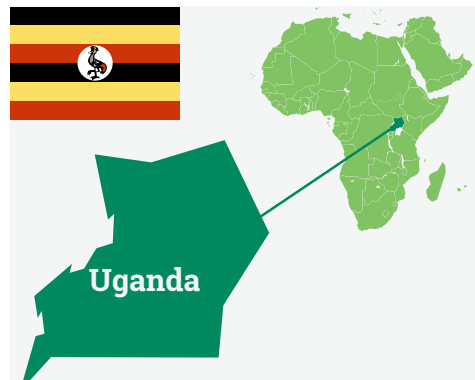


Mulindwa Muminu Matovu



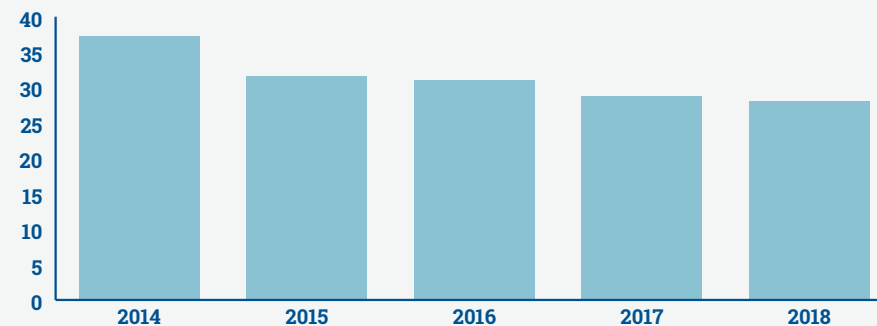
*Estadístico principal,
Estadísticas
medioambientales
y forestales*

Oficina de
Estadística, Uganda

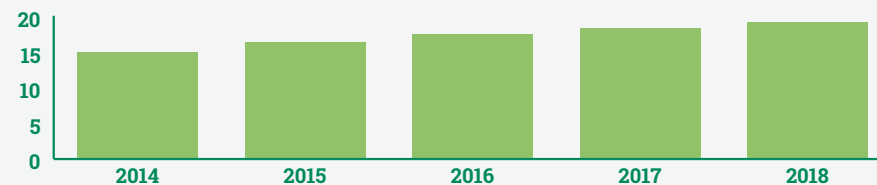


"El taller sobre estadísticas de residuos-e, celebrado en noviembre de 2017 en Arusha (Tanzanía), fue sumamente útil y me proporcionó una serie de conocimientos básicos en la materia, que me permitieron empezar a recopilar estadísticas de residuos-e en Uganda. Cuando descubrí que la variable clave de la comercialización era la exportación e importación de dispositivos electrónicos, decidí solicitar a la sección de estadísticas comerciales de Uganda que me facilitara datos sobre los AEE. A continuación, pude convertir los datos relacionados con la comercialización nacional al sistema de clasificación internacional, gracias a los cuadros de correlaciones proporcionadas por SCYCLE. Por último, pude introducir los datos en la herramienta de Excel y calcular los residuos-e generados en Uganda durante un extenso periodo de tiempo. Este logro reviste una importancia particular, ya que las estadísticas nacionales de residuos-e resultan útiles tanto para cuantificar el problema de los residuos-e en Uganda, como para formular políticas. Deseo dar las gracias al equipo de SCYCLE por su inestimable apoyo".

AEE comercializados (en kt) en Uganda



Residuos-e generados (en kt) en Uganda

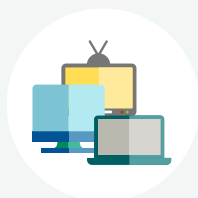


Residuos-e generados por hogares en Jordania en 2018 (en toneladas)



Aparatos de intercambio de temperatura

160



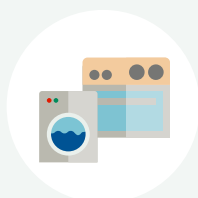
Pantallas y monitores

823



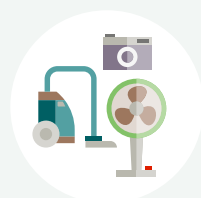
Lámparas

657



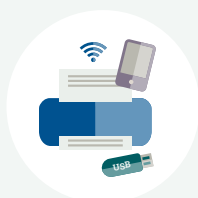
Grandes aparatos

11 225



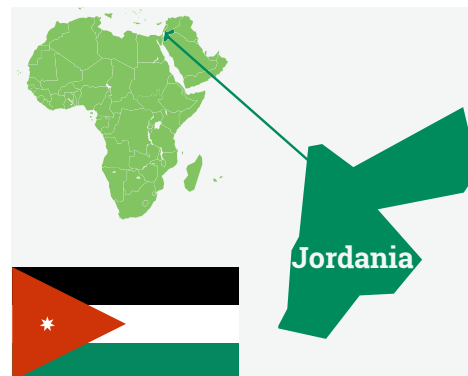
Pequeños aparatos

563



Aparatos de informática y de telecomunicaciones pequeños

20



"Con el apoyo de SCYCLE, el equipo y la División de Estadísticas del Medio Ambiente organizaron un taller en octubre de 2018, con miras al desarrollo de conocimientos técnicos en el ámbito de las estadísticas de residuos electrónicos. El taller constituyó una excelente oportunidad para determinar qué datos podían utilizarse para elaborar estadísticas de residuos-e, y detectar algunas en la información disponible. Las herramientas proporcionadas nos ayudaron a producir estimaciones del volumen de residuos-e generado en el país. Como resultado del ejercicio de creación de capacidad, algunas de las instituciones encargadas de la producción de datos han adoptado métodos y clasificaciones claros y específicos (véanse el Departamento de Estadística, el Departamento General de Aduanas, el Ministerio de Industria y Comercio, etc.). Además, la División de Estadísticas del Medio Ambiente realizó una encuesta sobre residuos electrónicos y eléctricos en el ámbito doméstico, basada en la clasificación internacional de residuos-e (Hamdan, 2019). Este ejercicio ha sido pionero en la región y constituye un gran éxito para el Departamento de Estadística de Jordania. Se han utilizado los datos modelizados con herramientas de elaboración de estadísticas de residuos-e proporcionadas por SCYCLE para su adecuación con los resultados obtenidos en las encuestas. El Departamento de Estadística de Jordania ha previsto redactar un informe de inventario en materia de residuos-e en un futuro próximo, seguir perfeccionando los cálculos relativos a la comercialización de AEE y residuos-e, y desarrollar nuevos métodos de control. Nuestro más sincero agradecimiento al equipo de SCYCLE y a la Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos por su apoyo y asistencia en el desarrollo de esta clasificación, estas bases de datos y este marco metodológico de residuos-e armonizados a nivel internacional. Los resultados obtenidos en Jordania constituirán una fuente de información útil para los responsables de la formulación de políticas y la toma de decisiones".

Enas Mohammad Al-Arabyat



Directora de los Servicios de Asistencia de la División de Estadísticas del Medio Ambiente

Departamento de Estadística, Jordania

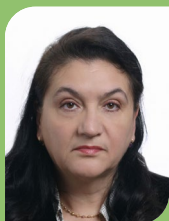
Sudki Sameer Hamdan



Experto en estadísticas medioambientales y energéticas

Departamento de Estadística, Jordania

Ševala Korajčević



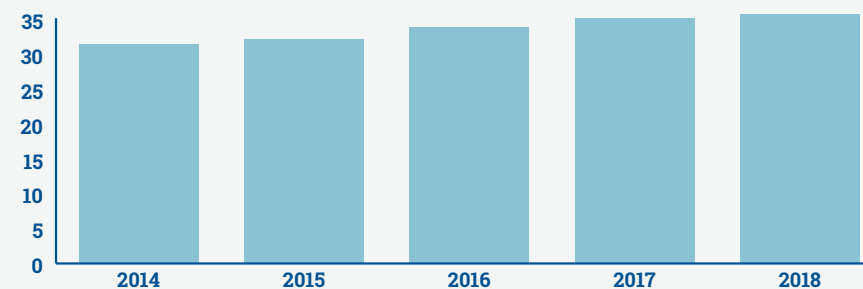
Directora del Departamento de Estadísticas relacionadas con el Transporte, el Medio Ambiente, la Energía y las Regiones

Agencia de Estadística, Bosnia y Herzegovina

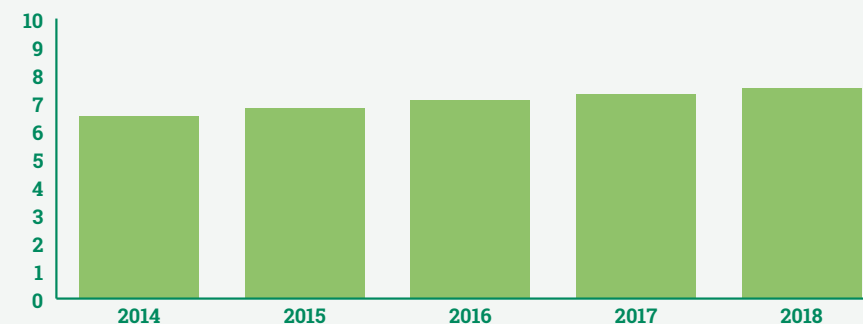


"Gracias a la cooperación con el programa SCYCLE del Vicerrectorado de la Universidad de las Naciones Unidas en Europa, Bosnia y Herzegovina pudo utilizar la herramienta relacionada con los residuos-e generados para calcular el volumen de residuos-e en el país. La Oficina Nacional de Estadística calculó de forma satisfactoria los datos relativos a la comercialización de AEE a escala nacional, conforme a lo estipulado en la Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). También se calculó el total de residuos-e generado en términos tanto de peso total, como de peso per cápita. Los resultados muestran que la producción media anual de residuos-e per cápita va en aumento".

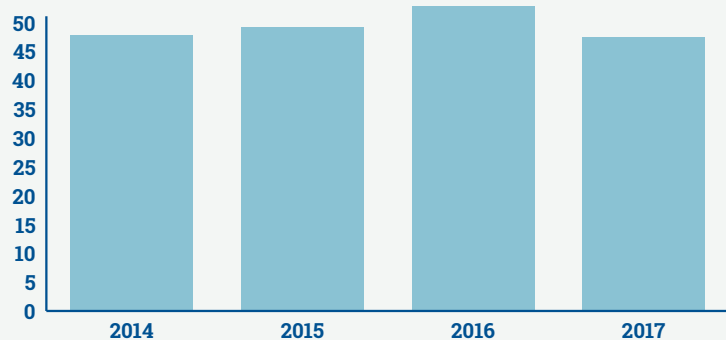
AEE comercializados (en kt) en Bosnia y Herzegovina



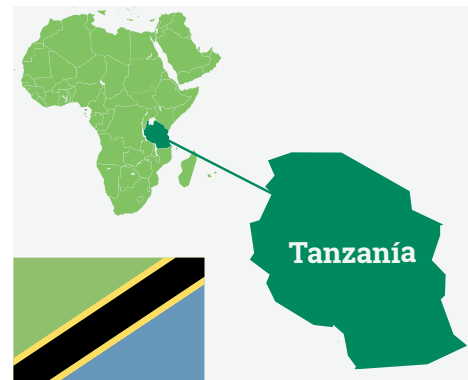
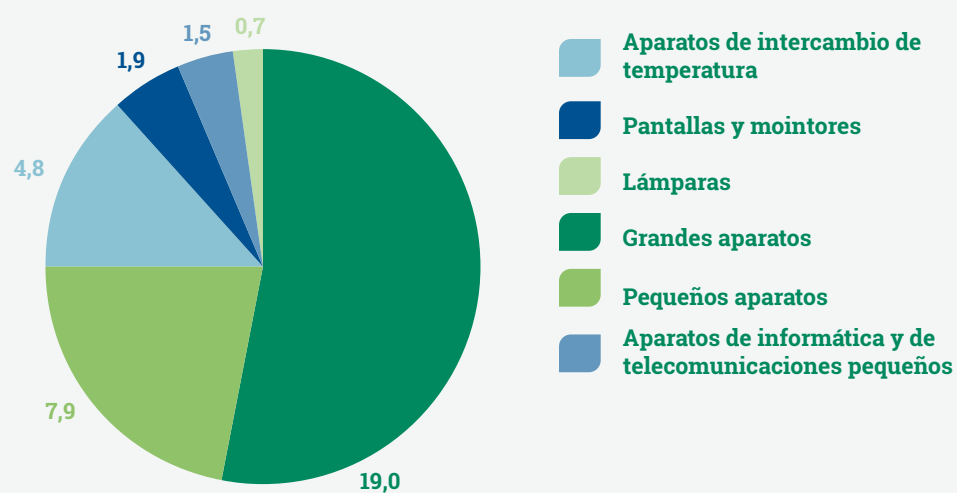
Residuos-e generados (en kg per cápita) en Bosnia y Herzegovina



AEE comercializados (en kt) en Tanzania



Residuos-e generados por categoría en 2017 (en kt) en Tanzania



Ruth Minja



Directora en funciones de Censos de Población y Estadísticas Sociales

Oficina Nacional de Estadística, Tanzania

"Antes de 2018, al igual que muchos otros países en desarrollo, Tanzania afrontaba diversos problemas relacionados con la disponibilidad y la fiabilidad de los datos en materia de residuos-e con los que supervisaba los avances logrados en la aplicación de los marcos de desarrollo nacionales, regionales y mundiales. Con objeto de subsanar las deficiencias de datos sobre los residuos-e, la Oficina Nacional de Estadística de Tanzania ha asumido una función rectora en un programa especial, cuyo objetivo es mejorar la disponibilidad de esos datos en el país. Fruto de este programa es la publicación del Informe sobre estadísticas nacionales de residuos-e (IENRE) de 2019. El IENRE es el primer informe analítico atinente a los residuos-e en Tanzania y presenta una perspectiva estadística novedosa del problema que suponen estos residuos en el país. En el IENRE se analizan datos relativos a la comercialización de los AEE, los abonos a los servicios de telefonía móvil y la posesión de ciertos AEE de encuestas efectuadas recientemente en hogares.

El IENRE es el resultado de una serie de colaboraciones institucionales, lideradas por la Oficina Nacional de Estadística. En ese contexto de colaboración, el equipo de SCYCLE proporcionó formación y herramientas para el análisis de datos. Los autores del IENRE desean expresar su agradecimiento al equipo de SCYCLE por el apoyo técnico y a todas las demás instituciones por el apoyo financiero a este esfuerzo, en especial, al Gobierno de Tanzania, la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ GmbH), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos".



Capítulo 6

Legislación y movimiento transfronterizo de residuos-e



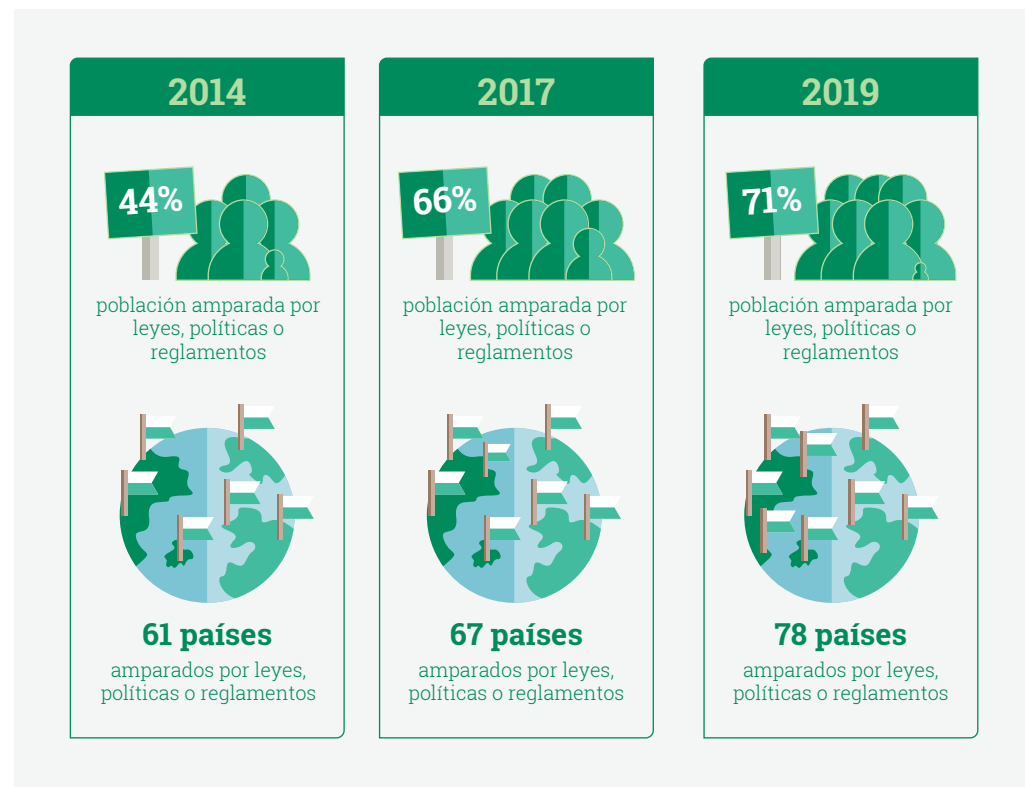
Gobiernos de todo el mundo están elaborando políticas y leyes nacionales en materia de residuos-e para hacer frente al creciente número de aparatos eléctricos y electrónicos que alcanza el final de su vida útil. En esas políticas se establecen planes o cursos de acción y se indica, con carácter no vinculante, aquello que las sociedades, instituciones o empresas pueden lograr. Las leyes se promulgan a escala nacional o municipal y su aplicación incumbe a los organismos reguladores. En los reglamentos se especifica el modo en que los organismos reguladores aplican las leyes.

No obstante, incluso en países en los que se promulgan políticas jurídicamente vinculantes, la aplicación de las mismas sigue siendo fundamental. En la Unión Europea, por ejemplo, la gama de residuos-e recogidos se paragona con los productos comercializados y oscila entre el 12% en Malta, el 26% en Chipre, el 56% en Suecia, el 58% tanto en Polonia como en Austria y el 61% en Hungría. Solo Estonia (82%) y Bulgaria (79%) superan el objetivo jurídicamente vinculante del 65%, establecido de consuno en la Unión Europea (datos de SCYCLE, no publicados).

El hecho de disponer del mejor marco político o reglamentario del mundo no significa nada, a menos que este prevea metas factibles y se aplique de forma efectiva. Lamentablemente, esas circunstancias no concurren con frecuencia y los sistemas globales de gestión de los residuos-e de muchos países no cuentan con la financiación adecuada, si es que reciben alguna.

Desde la publicación del Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2017, los encargados de la formulación de políticas de diversas economías industrializadas y emergentes han seguido centrando gran parte de su labor normativa y legislativa en la elaboración de planes de financiación y sensibilización en favor de la participación tanto del sector privado como de los consumidores particulares. En este caso, el objetivo es elevar las tasas de recogida y reciclado y generar los ingresos necesarios para sufragar los costes de tratamiento. La mayoría de los instrumentos legislativos se centra en la recuperación de recursos a través del reciclaje y la adopción de medidas que contrarresten la contaminación ambiental y las repercusiones en la salud de las personas de los aparatos que han alcanzado el final de su vida útil. Hasta la fecha, las iniciativas de reducción de los residuos-e y de reparación y reutilización sustantivas de los AEE han tenido un alcance limitado.

Desde la publicación del Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2017, cada vez más políticas, leyes y reglamentos derivados en materia de residuos-e abordan aspectos de diseño y producción más sofisticados y dejan de centrarse en los aspectos estrictamente curativos de la gestión de los residuos. Las consideraciones que anteceden están en consonancia con las crecientes iniciativas políticas mundiales en pro de una economía circular. Asimismo, en respuesta a las previsiones más recientes en cuanto al aumento de los residuos-e en 2050 y 2100 (Parajuly et al., 2019), incluida la posibilidad de que el volumen de residuos-e que se genera anualmente se multiplique por más de dos en los próximos 30 años, es necesario reconsiderar los enfoques actuales o, al menos, aplicar con firmeza las leyes y los reglamentos vigentes.



En octubre de 2019, 78 países contaban con una ley, una política o un reglamento aplicable a los residuos-e. En consecuencia, el 71% de la población mundial se hallaba al amparo de uno de estos instrumentos, lo que supone un aumento del 5% con respecto al 66% registrado en 2017. No obstante, la tasa de cobertura puede llevar a engaño, pues da la impresión de que queda poco por hacer en cuanto a la reglamentación de la gestión de los residuos-e: en muchos países, las políticas son estrategias meramente programáticas, es decir, desprovistas de un carácter jurídicamente vinculante. Por ejemplo, en el conjunto de África y Asia, 19 países disponen de leyes en materia de residuos-e jurídicamente vinculantes, 5 países disponen de políticas sobre residuos-e y leyes no vinculantes, y 31 países disponen de políticas en fase de desarrollo (GSMA, 2020).

La iniciativa destinada a la resolución del problema de los residuos-e (Solving the E-waste Problem, StEP), en la que participan interesados del sector privado, instituciones académicas, gobiernos, organizaciones no gubernamentales y organizaciones internacionales, ha establecido el siguiente conjunto de principios rectores para la creación de sistemas de gestión de residuos-e y leyes en la materia:

 Establecer un marco jurídico claro para la recogida y el reciclado de los residuos-e.

 Introducir el concepto de "responsabilidad ampliada del productor", para garantizar que los productores financien la recogida y el reciclado de los residuos-e.

 Aplicar las leyes a todos los interesados y reforzar los mecanismos de control y cumplimiento en todo el país, para garantizar unas condiciones equitativas.

 Crear unas condiciones favorables a la inversión, a fin de que las entidades de reciclaje con más experiencia aporten los conocimientos técnicos necesarios al país.

 Crear un sistema de concesión de licencias o fomentar la certificación utilizando normas internacionales para la recogida y el reciclaje.

 De existir, utilizar el sistema de recogida informal para recoger los residuos-e y garantizar que estos últimos se envíen a entidades de reciclaje autorizadas mediante incentivos.

 En los casos en que no existan instalaciones locales de tratamiento final para una fracción de los residuos-e, garantizar un acceso adecuado y sencillo a instalaciones de tratamiento con licencia internacional.

 Garantizar que los costes de funcionamiento del sistema sean transparentes e incentivar la competencia en el sistema de recogida y reciclaje en favor de una mejor relación costo-eficacia.



Velar por que todos los interesados que participan en la recogida y el reciclaje de los residuos-e sean conscientes de sus posibles repercusiones en el medio ambiente y la salud de las personas, así como de las opciones existentes para tratar los residuos-e de una forma ambientalmente racional.



Crear conciencia entre los consumidores sobre los beneficios ambientales del reciclaje. (Magalini et al., 2016).

Sin embargo, cabe la posibilidad de que no todos los interesados estén dispuestos a asumir su responsabilidad y a empezar a recoger y reciclar voluntariamente los residuos-e. Aunque, hasta la fecha, la mayor parte de las leyes se ha centrado en la responsabilidad ampliada del productor, ya no cabe duda de que solo un enfoque armonizado y multipartito contribuirá a virar el rumbo hacia soluciones sostenibles. Por consiguiente, es necesario que la definición, las funciones y las obligaciones de cada interesado queden claramente establecidas en los reglamentos. Más concretamente, una ley o un reglamento en materia de residuos-e debe incluir:

- ✓ una definición de las funciones de las entidades municipales y el gobierno.
- ✓ una definición clara de quién es responsable de organizar la recogida y el reciclaje.
- ✓ una definición clara de quién es responsable de financiar la recogida y el reciclaje de los residuos-e.
- ✓ la armonización nacional de las definiciones relacionadas con los residuos-e.
- ✓ una estructura de concesión de permisos y licencias para los encargados de la recogida y el reciclaje de los residuos-e.
- ✓ una definición clara del término "productor", si el sistema se basa en el principio de "responsabilidad ampliada del productor". A falta de esa definición, ningún productor se sentirá obligado a cumplir la normativa y la justa aplicación de las disposiciones jurídicas en el conjunto del sector privado será más difícil.
- ✓ la atribución de las obligaciones de recogida y reciclaje entre los productores.
- ✓ una descripción del modo en que las empresas deben registrarse como "productores".
- ✓ la documentación relativa al grado de cumplimiento de la normativa y una descripción clara de los objetivos y las metas de la legislación.

McCann y Wittmann (2015) llegaron a la conclusión de que, en función de las diferencias existentes en las estructuras operacionales y financieras de diversos sistemas de todo el mundo, era posible definir un mínimo de tres modelos genéricos de financiación, o grupos de interesados, a los que incumben responsabilidades potenciales, individuales o compartidas al final del ciclo de vida de los AEE:

- (i) **Sociedad en su conjunto:** el primer modelo trata de establecer una serie de cuotas iniciales que el productor debe abonar cuando se comercializa el producto.
- (ii) **Consumidores:** el segundo modelo hace recaer sobre la persona o entidad encargada de eliminar los residuos-e la responsabilidad financiera del coste de la recogida y el reciclaje.
- (iii) **Productores:** el tercer modelo aplica un enfoque de financiación basado en la cuota de mercado, con el que se pretende recuperar todos los costes operativos reales del funcionamiento del sistema de recogida.

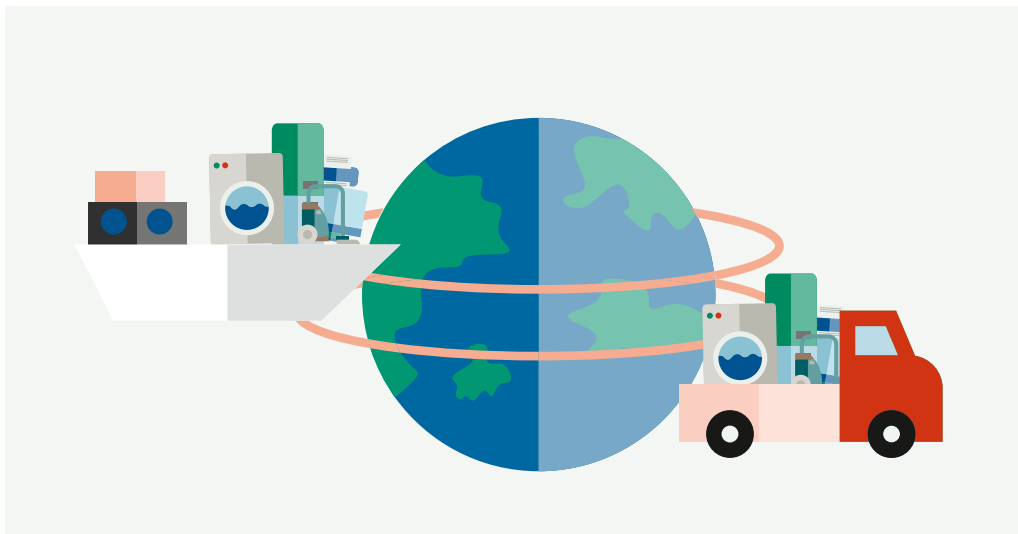
Además, desde la publicación del Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2017, el principio de responsabilidad ampliada del productor suele tenerse cuenta en los procesos de elaboración de leyes y políticas en todo el mundo. Dicho principio obliga a los productores a asumir responsabilidades en la etapa posterior al consumo del ciclo de vida de un producto. Por tanto, se esperaba que las políticas basadas en este principio incentivaran diseños comerciales favorables a la reutilización y el reciclaje. No obstante, resulta cada vez más evidente que la mayoría de los productores no tiene la voluntad, ni probablemente la capacidad, de asumir su responsabilidad sin un esfuerzo concertado con otras partes interesadas clave, como gobiernos, municipios, comerciantes minoristas, entidades de recogida y reciclaje, y consumidores. Las sorprendentes diferencias entre las cifras de recogida y las de comercialización justifican la presente evaluación. Además, los productores muestran cada vez menos interés en las iniciativas relacionadas con los residuos-e, entre ellas StEP o PACE del Convenio de Basilea; en cambio, les interesa asociarse con proyectos de economía circular.

Acerca del Convenio de Basilea

El Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación es un tratado multilateral, cuyo objetivo es eliminar las pautas de comercialización de desechos peligrosos que son perjudiciales para el medio ambiente y la sociedad. El convenio se abrió a la firma en 1989, entró en vigor en 1992 y, hasta la fecha, ha sido suscrito por 187 países⁽⁶⁾.

Debido a su constitución, los residuos-e suelen contener elementos peligrosos. Por tanto, en el Convenio se afirma que, a fin de proteger el medio ambiente y la salud de las personas, los desechos peligrosos no deben comerciarse libremente como mercancías ordinarias y, en consecuencia, se define un proceso de notificación y aprobación por escrito para todos los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos. Por otra parte, la exención reglamentaria prevista en el Convenio de Basilea para los equipos destinados a la reutilización es plenamente compatible con su objetivo ambiental primordial de prevenir la generación de desechos, puesto que la reutilización amplía el ciclo de vida de los AEE y, por consiguiente, reduce la generación de desechos peligrosos. Al prolongar la funcionalidad de los aparatos electrónicos, la reutilización promueve la conservación de los recursos naturales y relega, al menos temporalmente, la necesidad de reciclarlos o eliminarlos. Sin embargo, la distinción entre lo que constituye un desecho y lo que no, y en consecuencia está destinado a la reutilización, integra un debate de larga data en el marco del Convenio de Basilea. Si bien la última Conferencia de las Partes (COP14) aprobó, con carácter provisional, las directrices técnicas revisadas sobre los movimientos transfronterizos de desechos eléctricos y electrónicos y de equipo eléctrico y electrónico usado, aún no se ha llegado a un consenso definitivo en torno a la definición de desecho. Actualmente, la presentación de informes nacionales, elaborados de forma voluntaria por las Partes en el Convenio, se cifra en menos del 50% de los signatarios.

A título unilateral, pueden adoptarse dos decisiones políticas fundadas a fin de garantizar una aplicación más adecuada y eficaz de la normativa, lo que constituye el principal escollo de todas las leyes y políticas en vigor. En primer lugar, cabría dotar a los funcionarios de puertos y aduanas de más recursos para combatir el comercio ilegal de residuos-e. Habida cuenta de todas las demás necesidades que suelen considerarse justamente más críticas, con el objetivo de que las autoridades se centren en ellas -véanse el comercio de armas, el tráfico de drogas y la trata de personas-, no es de extrañar que los residuos-e no figuren en la lista de prioridades, a pesar de la reciente tendencia en favor de una economía circular. En segundo lugar, las sanciones por tratar de exportar residuos-e de forma ilegal deberían aumentarse, de tal manera que constituyan una suerte de medida disuasoria significativa o, al menos, un obstáculo sustancial, para quienes tratan de infringir la ley.



Los flujos transfronterizos de residuos-e se han convertido en una de las mayores preocupaciones tanto de los países exportadores como de los importadores. Algunos datos sugieren que la mayoría de los residuos-e se expide desde el hemisferio norte, con miras a su eliminación informal en países en desarrollo. Aunque es difícil calcular el volumen exacto del flujo de residuos-e -pues gran parte de ellos se exporta de forma ilegal o con el pretexto de ser reutilizados o empleados como chatarra-, en general se considera que dicho volumen es importante, si bien una parte notable toma otras rutas. La cuestión de los movimientos transfronterizos de residuos-e de países desarrollados a países en desarrollo suscita preocupación no solo porque agravan la carga ambiental que soportan los países de destino, sino también porque es probable que esos residuos acaben siendo gestionados por el sector informal. En esos casos, la gestión de los residuos-e se lleva a cabo de una forma poco respetuosa con el medio ambiente, lo que entraña graves riesgos para la salud y el medio ambiente. Sin embargo, tendencias recientes muestran que, en ocasiones, las remesas de residuos-e recorren una ruta regional (por ejemplo, de Europa occidental y/o septentrional a Europa oriental) en lugar de una ruta "Norte Sur" en sentido estricto. Por otra parte, existen pruebas de que, con la evolución de los sistemas de recogida de residuos-e de los países en desarrollo, se está procediendo al envío de componentes valiosos, como circuitos impresos (PCB), del hemisferio sur al hemisferio norte para su reciclaje. Este es el caso de Ghana y Tanzania, entre otros países. Aunque, durante mucho tiempo, los movimientos transfronterizos se percibieron como exportaciones de ricos a pobres, existen cada vez más indicios a nivel mundial de que países importadores históricamente bien considerados, como China, también están exportando un creciente número de residuos-e al sudeste asiático, África y otros lugares (Lepawsky, 2015). Además, el movimiento transfronterizo parece revestir un carácter dinámico en el tiempo, reaccionando a los cambios sociales, económicos y normativos.

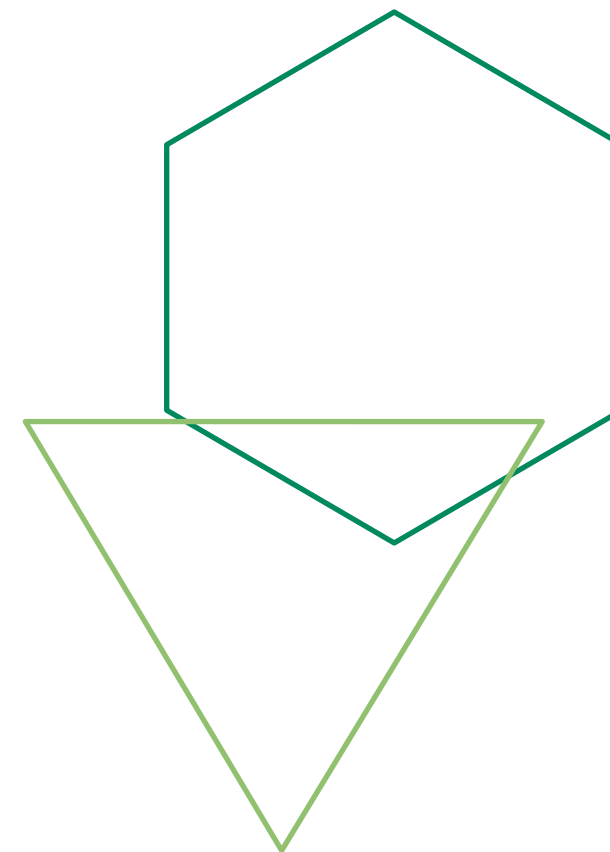
Un ejemplo es el rápido desplazamiento de las operaciones de procesamiento de China a países de Asia sudoriental, como Tailandia, Malasia y Viet Nam, a consecuencia de la prohibición impuesta por China a la importación de residuos desde el año 2018.

Hoy en día se dispone de muy pocas estadísticas basadas en datos fidedignos sobre la importación y exportación de residuos, aparatos electrónicos usados y residuos-e. Los datos provistos en los informes nacionales de las Partes en el Convenio de Basilea (es decir, los países signatarios), presentados en virtud del artículo 13, facilitan el análisis de los flujos y dimensiones de los movimientos transfronterizos de residuos-e, no obstante, resultan insuficientes para realizar un examen pormenorizado, dado que muchas Partes no presentan informes completos, las definiciones son ambiguas, no todas las Partes utilizan las mismas categorías y hay discrepancias e inexactitudes en los datos (Forti, Baldé y Kuehr, 2018). Actualmente, los datos relativos al comercio internacional no distinguen entre AEE nuevos y usados y, obviamente, los flujos comerciales ilegales entre países son difíciles de calcular, dado el carácter ilegal de la actividad. Como novedad interesante cabe mencionar que, recientemente, el Comité del Sistema Armonizado (Harmonised System Committee, RSC) adoptó a título provisional enmiendas a los códigos del Sistema Armonizado, con miras a incluir los residuos eléctricos y electrónicos en la nomenclatura del Sistema Armonizado en el marco del número 8549. Es probable que las enmiendas entren en vigor el 1 de enero de 2022 (Convenio de Basilea, 2019).

Hasta la fecha, se han hecho diversos intentos de cuantificar los movimientos transfronterizos de aparatos electrónicos usados y residuos-e, utilizando distintos métodos. La mayoría de los informes fidedignos relacionados con los flujos transfronterizos de AEE en los Estados Unidos han sido elaborados por Duan y otros (2013) en el marco de la iniciativa Step. El estudio comprendió un análisis cuantitativo de los flujos transfronterizos de aparatos electrónicos usados entre y desde países de América del Norte y utilizó una combinación del método de balance de masa y el método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia. Del análisis de los resultados se desprende que aproximadamente el 8,5% de los AEE usados generados en 2010 fue objeto de exportación (Lasaridi y otros, 2016). Otro estudio presentó un resultado similar para el año 2011: el 7% de los AEE usados se exportó desde los EE.UU. en 2011 (USITC, 2013).

Según un estudio realizado para la Comisión Europea (BIO Intelligence Service, 2013), aproximadamente el 15% de los aparatos eléctricos y electrónicos usados (AEEU) se exporta desde la UE, principalmente para su reutilización. Es importante señalar que parte de esos AEEU se convierte en RAEE durante el transporte (por ejemplo, cuando los productos no gozan de la protección adecuada durante el transporte) o poco después de llegar al país de destino. Esta proporción se confirma en otro estudio realizado por el proyecto de lucha contra el comercio ilegal de RAEE (Countering WEEE Illegal Trade, CWIT), en el que se determinó que, en la UE, el 15,8% (1,5 Mt) de los residuos-e generados en 2012 (9,5 Mt) fue objeto de exportación. Además, un total de 1,3 Mt salió de la UE en exportaciones indocumentadas. Dado que el motor económico principal de estas remesas es la reutilización y la reparación, en contraposición al vertido de residuos-e, se estima que un 30% de ese volumen está compuesto por residuos-e (Huisman et al., 2015). En un estudio más reciente (Baldé et al., 2020), se indica que el 8% del total de residuos-e generados en los Países Bajos se exporta con miras a su reutilización. En otro estudio realizado en 2019 (Zoeteman, Krikke y Venselaar, 2010), se asumió que los agentes oportunistas eran responsables de que entre el 10 y el 20% del total de residuos-e generados se exportara ilegalmente a países no pertenecientes a la OCDE, y que una parte se exportaba legalmente para su reutilización en países en desarrollo. En un estudio anterior (Geeraerts, Mutafoğlu e Illés, 2016), se sugirió que, en un "contexto de exportación/importación mínima", el 10% de los residuos-e de la UE se exportaba ilegalmente desde su territorio, mientras que otro 10% de esos residuos se exportaba legalmente como AEE usados.

A partir de las estimaciones anteriores, puede concluirse que los movimientos transfronterizos de AEE usados o residuos-e comprenden entre el 7 y el 20% de los residuos-e generados.





Capítulo 7

El potencial de los residuos electrónicos en una economía circular



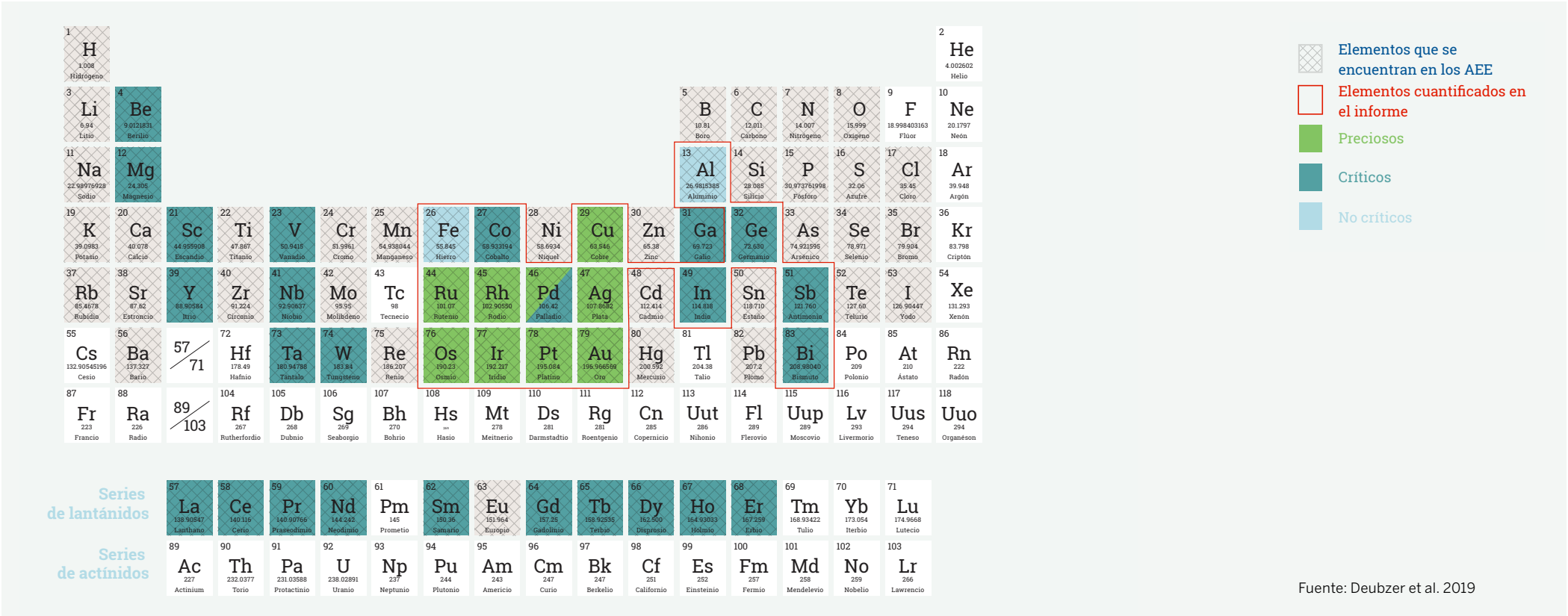
Desde la perspectiva del diseño de materiales, los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) son muy complejos. En los AEE pueden encontrarse hasta 69 elementos de la tabla periódica, incluidos metales preciosos (por ejemplo, oro, plata, cobre, platino, paladio, rutenio, rodio, iridio y osmio), materias primas críticas⁽⁷⁾ (por ejemplo, cobalto, paladio, indio, germanio, bismuto y antimonio) y metales no críticos, como aluminio y hierro.

En el paradigma de una economía circular, la mina de residuos electrónicos debería considerarse como una importante fuente de materias primas secundarias. Debido a cuestiones relacionadas con la minería primaria, las fluctuaciones de los precios del mercado, la escasez de materiales, la disponibilidad y el acceso a los recursos, se ha hecho necesario mejorar la explotación de los recursos secundarios y reducir la presión sobre los materiales vírgenes. Si los países reciclasen más residuos electrónicos, podrían al menos reducir su demanda de materiales de manera segura y sostenible.

En el presente informe se muestra que, a nivel mundial, solo se recoge y recicla debidamente el 17,4% de los residuos electrónicos, según los datos registrados. Es necesario mejorar las tasas de recogida y reciclaje en todo el mundo.

Por otra parte, el sector del reciclaje se enfrenta a menudo ante dificultades y altos costos para desarrollar su función. Por ejemplo, la recuperación de algunos materiales, como el germanio y el indio, es difícil debido a que se utilizan de forma dispersa en productos que no están diseñados ni montados teniendo en cuenta los principios del reciclaje.

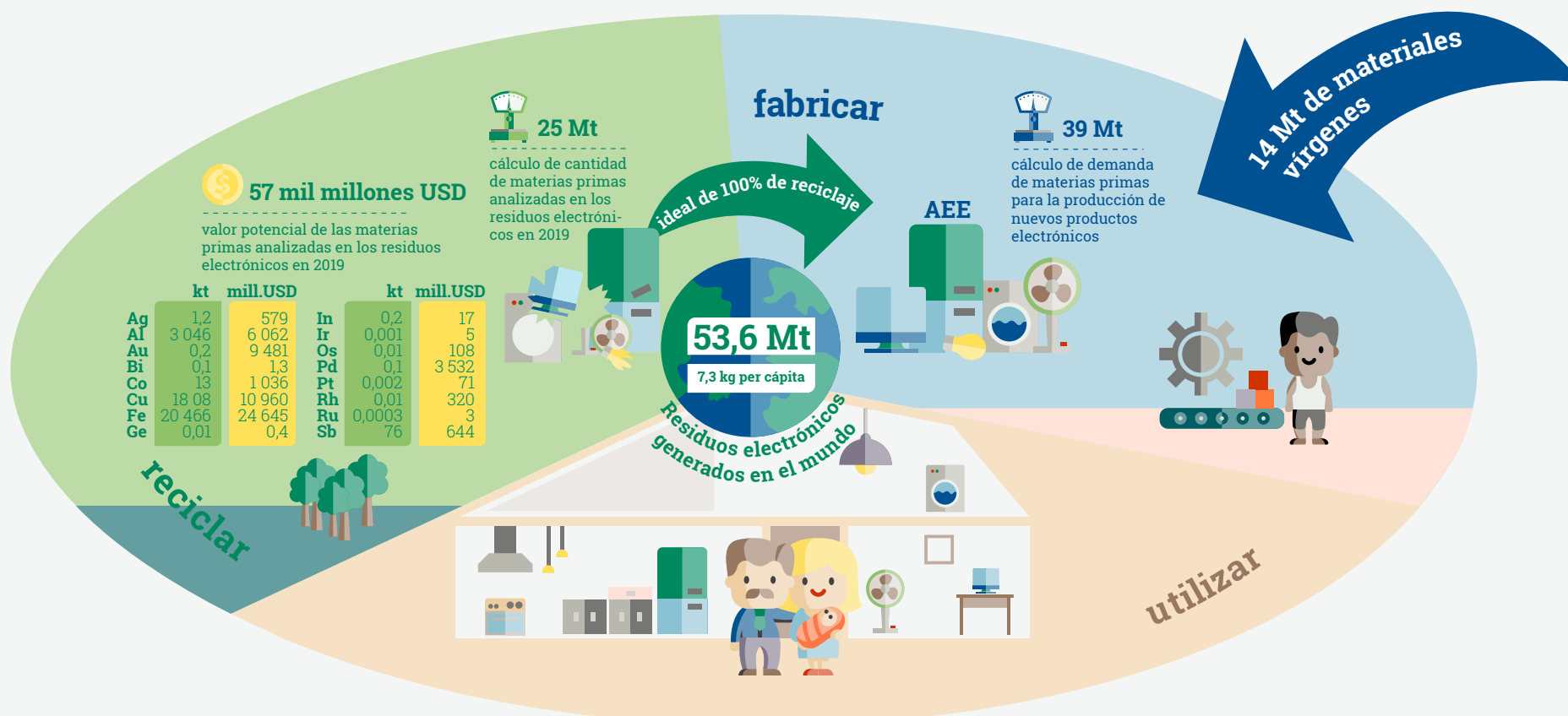
Por otra parte, los metales básicos (por ejemplo, el oro) utilizados en ciertos dispositivos, como teléfonos móviles y ordenadores personales, tienen un nivel de concentración relativamente alto: 280 gramos por tonelada de residuos electrónicos. Los métodos empleados para separar y reciclar los residuos electrónicos pueden ser económicamente viables, especialmente si se llevan a cabo de forma manual: las pérdidas materiales son inferiores al 5% (Deubzer 2007). Así pues, la recogida selectiva y el reciclaje de residuos electrónicos pueden ser económicamente viables en productos con altas concentraciones y contenidos de metales preciosos. No obstante, la tasa de reciclaje de la mayoría de las materias primas críticas sigue siendo muy baja y puede mejorarse en el caso de los metales preciosos mediante una mejor recogida y pretratamiento de los residuos electrónicos.



En total, el valor de las materias primas estudiadas⁽⁸⁾ presentes en los residuos electrónicos en 2019, una suma de 25 millones de toneladas, equivalía a aproximadamente 57 000 millones de dólares de los Estados Unidos.⁽⁹⁾ El hierro, el aluminio y el cobre representan la mayor parte del peso total de las materias primas que se encontraron en los residuos electrónicos en 2019. Esas cantidades y el valor material solo podrían recuperarse en una situación ideal en la que todos los residuos electrónicos generados en el mundo se reciclasen, y en el que el reciclaje de todas las materias

primas elegidas fuese económicamente viable o incluso factible con las tecnologías de reciclaje disponibles en ese momento. Si se mejorasen las prácticas de recogida y reciclaje de residuos electrónicos en todo el mundo, podría disponerse fácilmente de una importante cantidad de materias primas secundarias –preciosas, críticas y no críticas– que podrían volver a entrar en el proceso de fabricación y reducir así la extracción continua de nuevos materiales. La demanda de hierro, aluminio y cobre para la producción de nuevos aparatos electrónicos en 2019 fue de aproximadamente 39 Mt.

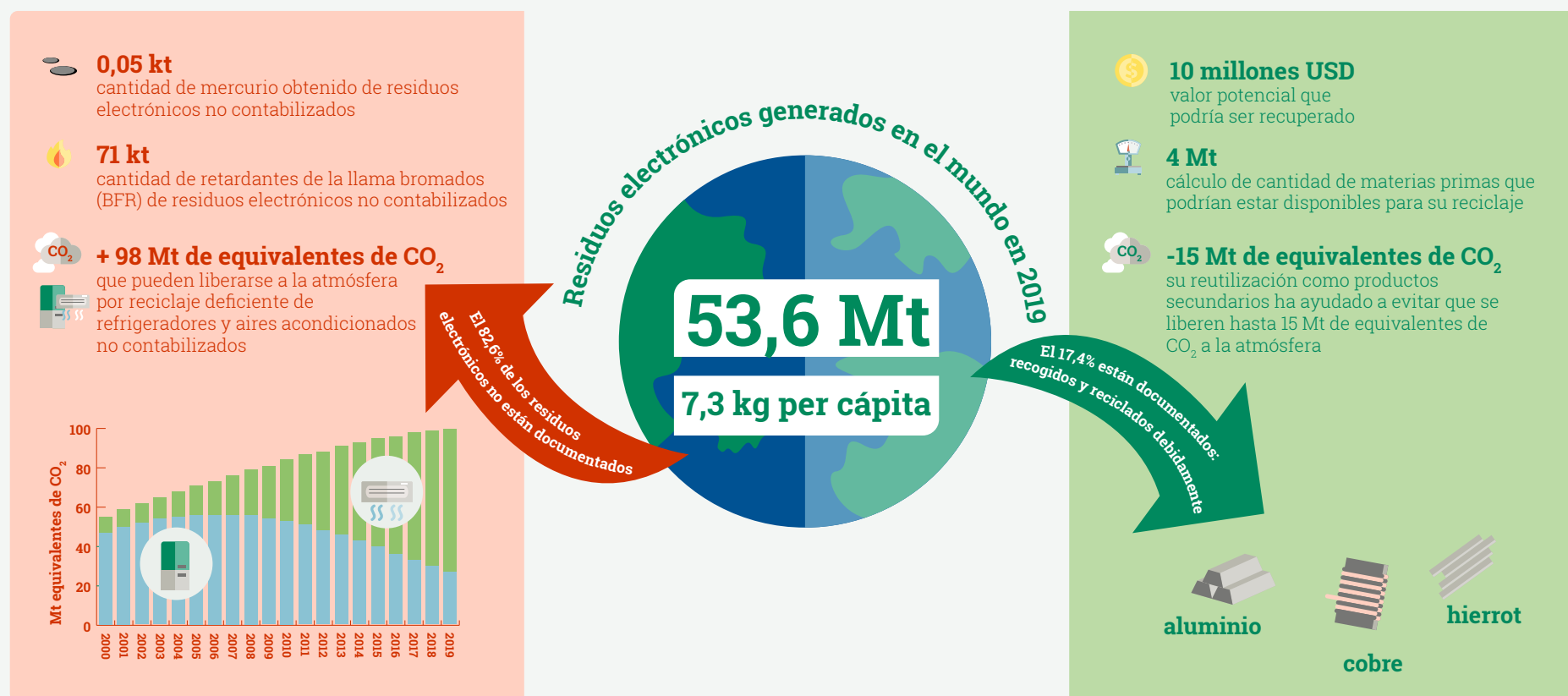
Incluso en el caso ideal de que se reciclara todo el hierro, cobre y aluminio presente en los residuos electrónicos (25 Mt), el mundo seguiría necesitando extraer de fuentes primarias aproximadamente 14 Mt de esos elementos para fabricar nuevos productos electrónicos (11,6 Mt, 1,4 Mt y 0,8 Mt, respectivamente).⁽¹⁰⁾ Eso indica que la diferencia entre las cantidades de hierro, aluminio y cobre secundarios que se encuentran en los residuos electrónicos y la demanda de esos elementos para la producción de nuevos AEE es bastante importante. El motivo es el continuo crecimiento en las ventas de AEE.



Con la actual tasa documentada de recogida y reciclaje del 17,4% puede recuperarse, en principio, un valor de materias primas de 10 000 millones de dólares de los Estados Unidos de residuos electrónicos, y reciclarse 4 Mt de materias primas secundarias. Si nos centramos únicamente en el hierro, el aluminio y el cobre y comparamos las emisiones resultantes de su uso como materias primas vírgenes con su uso como materias primas secundarias, su reciclaje ha supuesto un ahorro de hasta 15 Mt de equivalentes de CO₂ en 2019 (véase el Anexo 2 para obtener más información sobre la metodología de estudio).

Los AEE también contienen sustancias peligrosas, generalmente metales pesados como el mercurio, el cadmio o el plomo, y productos químicos como los clorofluorocarburos (CFC), los hidroclorofluorocarburos (HCFC) y los retardantes de la llama. Se calcula que en 2019 se produjeron unos 71 kt de plástico con retardantes de la llama bromados (BFR) en residuos electrónicos no contabilizados (véanse los detalles de la metodología de estudio en el Anexo 2). En particular, los BFR se utilizan en aparatos para reducir

la inflamabilidad del producto, por lo que se encuentran en carcasas exteriores de ordenadores, tableros de cableado impresos, conectores, relés, cables y alambres (McPherson, Thorpe y Blake 2004 y Herat 2008). Reciclar plásticos con BFR supone una dificultad importante en el reciclaje de residuos electrónicos por el coste que supone separar esos plásticos (con PBDE y PBB) de otros plásticos. Los plásticos reciclados con más de un 0,1% de PBDE o PBB no pueden utilizarse para la fabricación de ningún producto, incluidos los AEE. En la mayoría de los casos, las empresas de reciclaje que cumplen con normativa legal al respecto incineran los plásticos con PBDE y PBB bajo condiciones controladas para evitar la liberación de dioxinas y furanos. Si la incineración no se lleva a cabo de una forma respetuosa con el medio ambiente, es probable que esas sustancias produzcan riesgos para la salud o el entorno. En Europa se ha prohibido utilizar PBDE y PBB (Parlamento Europeo 2011). El motivo de prohibir algunos de esos contaminantes ha sido que en estudios de evaluación de riesgos se ha demostrado que son resistentes, bioacumulativos y tóxicos, y que pueden ser responsables de daños renales, varios trastornos de la piel y de los sistemas nervioso e inmunológico.



El mercurio se utiliza en fuentes de luz fluorescente, por ejemplo, en las luces de fondo de las pantallas planas y los televisores más antiguos, en las lámparas fluorescentes compactas ("lámparas de ahorro de energía"), en las lámparas fluorescentes, en los aparatos de medición y control y en los interruptores antiguos. (Baldé et al. 2018). Si esos aparatos se tiran en vertederos al aire libre, en lugar de reciclarse adecuadamente, el mercurio puede entrar en la cadena alimentaria y acumularse en organismos vivos, lo que provocará daños en el sistema nervioso central, tiroides, riñones, pulmones, sistema inmunitario, etc. (Baldé et al. 2018). Se ha producido un total de 50 t de mercurio en los residuos electrónicos no contabilizados generados en 2019 en todo el mundo.

Los clorofluorocarburos (CFC) y los hidroclorofluorocarburos (HCFC) están presentes en los circuitos de refrigeración y en las espumas aislantes de los aparatos de refrigeración y congelación más antiguos, como refrigeradores, congeladores y sistemas de aire acondicionado. Esas moléculas tienen una larga vida útil en la atmósfera. Reaccionan con las moléculas de ozono (O_3) y generan oxígeno molecular que reduce la capa de ozono de la estratosfera (agujero de ozono). Ese proceso hace que aumente la cantidad de rayos ultravioletas que atraviesan la estratosfera, lo que puede producir cáncer de piel, enfermedades relacionadas con los ojos y un debilitamiento del sistema inmunológico. En el Protocolo de Montreal (aprobado en 1987) se regula la producción y el consumo de sustancias químicas artificiales conocidas como sustancias que agotan la capa de ozono, lo que incluye la eliminación gradual de CFC y HCFC. Esos gases tienen un alto potencial de calentamiento atmosférico. Si los AEE que contienen esos gases no se gestionan de forma respetuosa con el medio ambiente, podrían liberarse a la atmósfera. Se calcula que se han liberado a la atmósfera un total de 98 Mt de equivalentes de $CO_2^{(11)}$ en procesos de reciclaje deficientes de aires acondicionados y frigoríficos no documentados (40% en Europa y 82,6% en el resto del mundo). Según los cálculos, las emisiones de gases de efecto invernadero de refrigerantes mal gestionados de acondicionadores de aire superaron a las emisiones de los frigoríficos en 2013. En 2019, del total de equivalentes de CO_2 que se calcula que se liberaron a la atmósfera, el 73% provenía de aires acondicionados y el 27% de frigoríficos. Eso se explica porque hasta 1994 se utilizaron los refrigerantes de alto potencial de calentamiento atmosférico R-11 y R-12, y hasta 2017 los R-134a y R-22. Desde entonces, esos refrigerantes han sido sustituidos por otros con un índice de retención de calor en la atmósfera (GWP) sustancialmente inferior (por ejemplo, R-152a y R-124yf). La disminución de las emisiones de equivalentes de CO_2 , fruto de las recientes obligaciones de sustituir algunos refrigerantes, se observarán solo en los próximos decenios, cuando los nuevos productos comercializados se conviertan en residuos (véase el Anexo 2 para obtener más información sobre la metodología de estudio).

La presencia de sustancias peligrosas y de materiales escasos o valiosos en los residuos electrónicos hace necesario reciclar y tratar esos residuos de manera responsable con el medio ambiente; al hacerlo se contribuye a evitar la liberación de esas sustancias al medio ambiente y las pérdidas de materiales de valor ecológico y económico. Aunque en

diversos textos legislativos se prohíbe el uso de algunas de esas sustancias y se ejerce presión para que sean sustituidas por materiales más seguros, todavía existen aparatos producidos en el pasado con esas sustancias que deben, cuando dejan de utilizarse, ser tratados adecuadamente para evitar los riesgos que pueden suponer esas sustancias para el medio ambiente y la salud. Además, los nuevos aparatos puede que también contengan cantidades de esas sustancias prohibidas en menor proporción debido a que técnicamente todavía resulta imposible sustituirlas o eliminarlas.

En principio, al menos la mayor parte de la recolección, tratamiento y eliminación de residuos electrónicos en el sector oficial se realiza conforme a la normativa, es decir, teniendo en cuenta aspectos ambientales, de salud y de seguridad. Esa suposición puede que no sea cierta en el tratamiento y eliminación que se realiza fuera del sector oficial. Reciclar de forma no reglamentaria es más barato que hacerlo de forma reglamentaria. En un reciente estudio de la European Electronics Recyclers Association (EERA, asociación europea de recicladores de productos electrónicos) y la Universidad de las Naciones Unidas (Magalini y Huisman 2018) se muestra que un reciclador que cumple con las normas europeas incurre en costos sustancialmente más altos que un reciclador que no lo hace. En particular, los recicladores establecidos en Europa que trabajan conforme a normativa vigente suelen incurrir en gastos técnicos, como los relacionados con el tratamiento, descontaminación y eliminación de componentes peligrosos y no peligrosos, así como en demostrar que cumplen la ley y ofrecen un servicio de calidad.



Fuente: Magalini y Huisman 2018

En el estudio se llega a la conclusión de que los ahorros que se obtienen trabajando de forma no conforme a normativa superan los márgenes económicos normales de los recicladores que trabajan debidamente aplicando la mejor tecnología disponible y asegurando el pleno cumplimiento, lo que hace que la competencia sea desleal.



Capítulo 8

Consecuencias de los residuos electrónicos en la salud de los niños y trabajadores



En los lugares donde se reciclan de manera no controlada residuos electrónicos, viven, trabajan y juegan niños. Ellos y los adultos pueden estar expuestos a sustancias peligrosas al inhalar humos y partículas tóxicas, al tocar agentes corrosivos y químicos o al ingerir alimentos y agua contaminados. Los niños también corren el riesgo de verse expuestos a otras vías de contaminación. Algunas sustancias químicas peligrosas pueden transmitirse de madres a hijos durante el embarazo y la lactancia. Los niños pequeños que juegan fuera de casa y en la naturaleza suelen llevarse las manos, los objetos y la tierra a la boca, lo que aumenta el riesgo de exposición. Los fetos, los lactantes, los niños y los adolescentes son particularmente vulnerables a los daños que ocasiona la exposición a productos tóxicos procedentes de residuos electrónicos debido a su fisiología, comportamiento y el mayor número de vías de contaminación en comparación con los adultos (Landrigan y Goldman 2011; Pronczuk de Garbino 2004).

Efectos adversos para la salud que recientemente se ha descubierto que están asociados a los residuos electrónicos

Desde la publicación del anterior informe de supervisión sobre residuos electrónicos en 2017, se ha incrementado el número de estudios sobre los efectos adversos para la salud de esos residuos. Esos estudios siguen poniendo de relieve los peligros para la salud humana que supone la exposición a elementos tóxicos bien estudiados, como el plomo. En investigaciones recientes se ha constatado que el reciclaje no reglamentado de residuos electrónicos está asociado con un número cada vez mayor de efectos adversos para la salud. Algunos de ellos son problemas en el parto (Zhang Y et al. 2018), alteraciones en el desarrollo neurológico (Huo X et al. 2019b), problemas de aprendizaje (Soetrismo et al. 2020), daños en el ADN (Alabi OA et al. 2012.), problemas cardiovasculares (Cong X et al. 2018), problemas respiratorios (Amoabeng Nti AA et al. 2020), problemas inmunológicos (Huo X et al. 2019b), enfermedades de la piel (Decharat S et al. 2019; Seith et al. 2019), pérdida de audición (Xu L et al. 2020) y cáncer (Davis JM et al. 2019).

Fuentes de daños en la salud o el medio ambiente consecuencia de reciclar de manera informal residuos electrónicos

Exposición de la comunidad

- Exposición por comida, agua o aire
- Talleres en casa

Contaminación ambiental

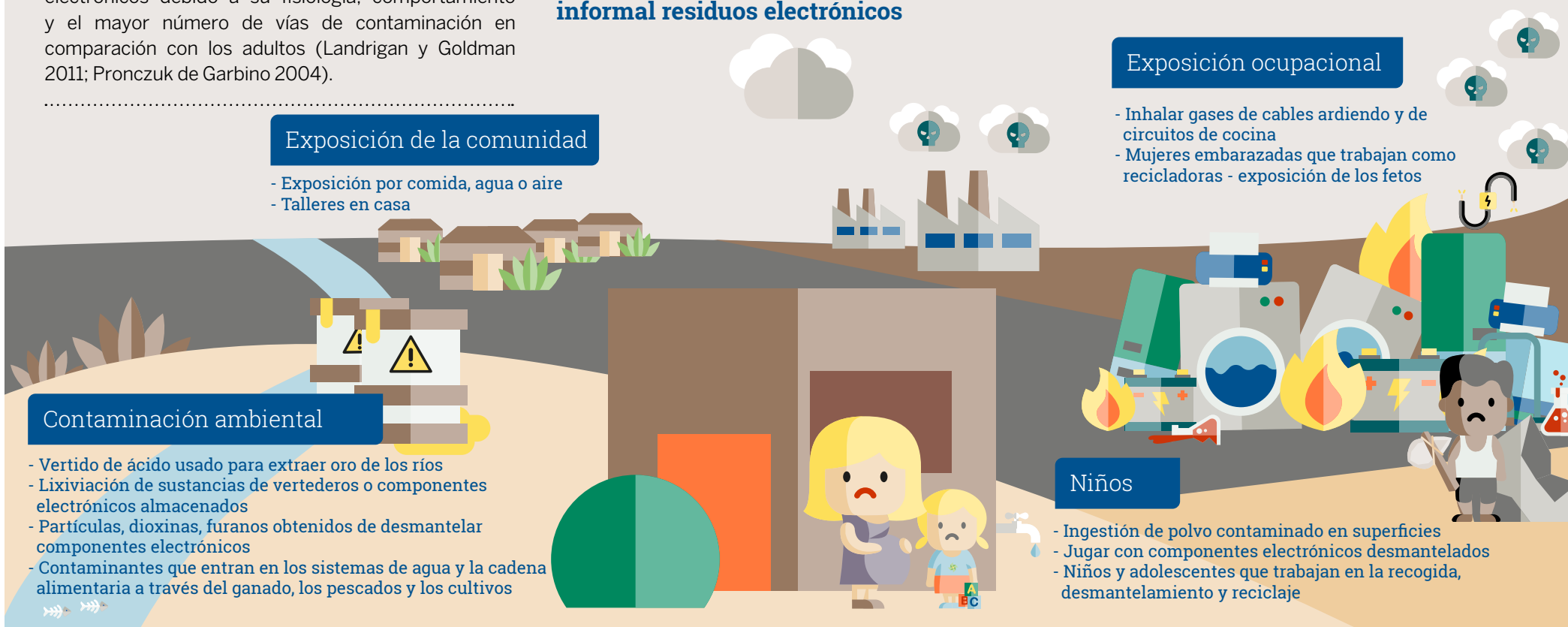
- Vertido de ácido usado para extraer oro de los ríos
- Lixiviación de sustancias de vertederos o componentes electrónicos almacenados
- Partículas, dioxinas, furanos obtenidos de dismantelar componentes electrónicos
- Contaminantes que entran en los sistemas de agua y la cadena alimentaria a través del ganado, los pescados y los cultivos

Exposición ocupacional

- Inhalar gases de cables ardiendo y de circuitos de cocina
- Mujeres embarazadas que trabajan como recicladoras - exposición de los fetos

Niños

- Ingestión de polvo contaminado en superficies
- Jugar con componentes electrónicos dismantelados
- Niños y adolescentes que trabajan en la recogida, dismantelamiento y reciclaje



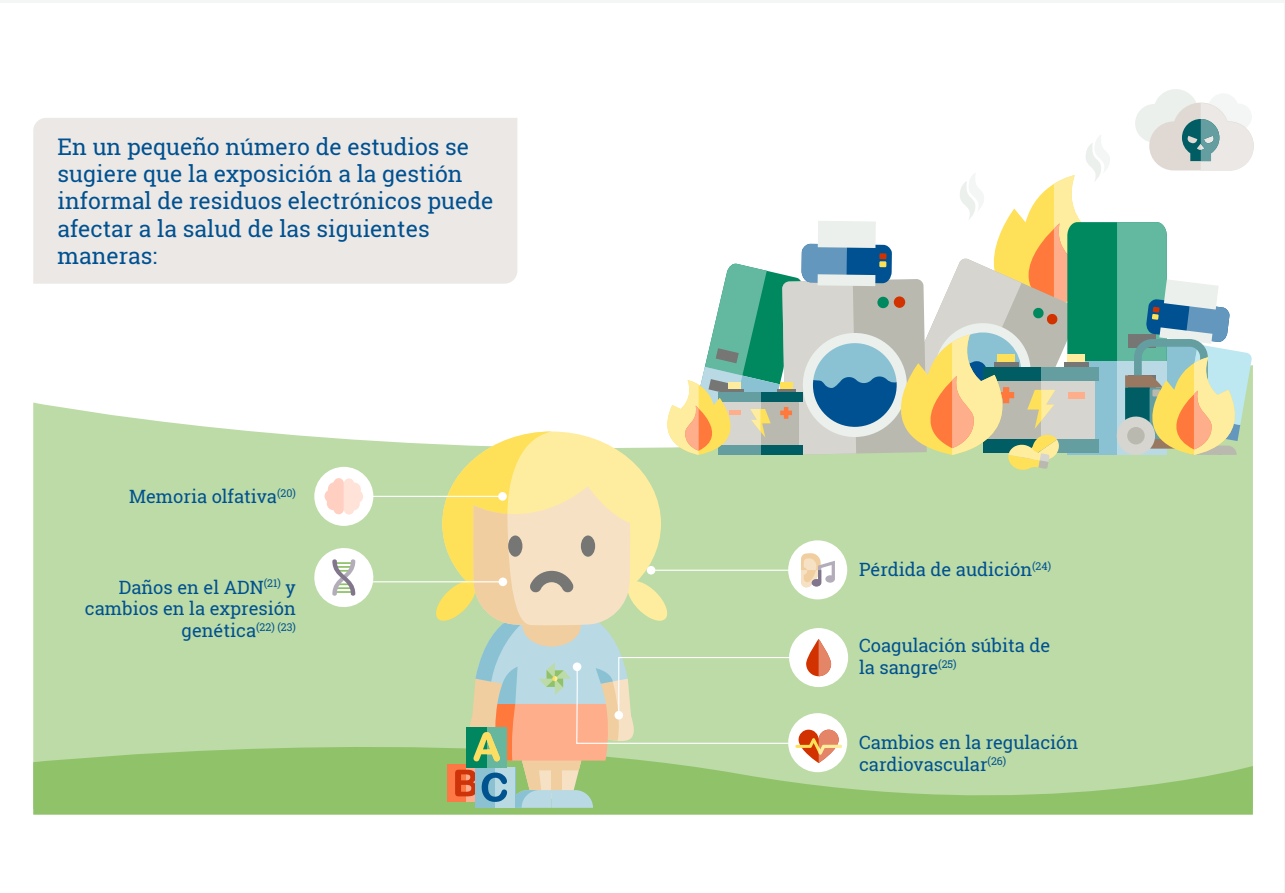
Relación entre la exposición a residuos electrónicos en procesos de reciclaje informales y la salud de lactantes y niños

Problemas en el nacimiento. ⁽¹²⁾	Aumento o disminución del crecimiento. ⁽¹³⁾	Alteración del desarrollo neurológico, aprendizaje problemático y alteraciones conductuales. ^{(14) (15)}
Efectos en el sistema inmunológico. ⁽¹⁶⁾	Efectos sobre la función pulmonar. ^{(17) (18)}	En múltiples estudios se han investigado las repercusiones de la exposición a los residuos electrónicos en la función tiroidea de los niños, pero no se han obtenido resultados consistentes. ⁽¹⁹⁾

Debido a la singular vulnerabilidad y susceptibilidad de los lactantes y niños a los tóxicos ambientales, muchos estudios sobre salud se han centrado en esos grupos de edad.

Desde la publicación del anterior informe de supervisión de 2017, se han ampliado las investigaciones sobre los procesos de reciclaje no reglamentados de residuos electrónicos y su relación con diversos problemas para la salud. En esos estudios se siguen poniendo de relieve los peligros para la salud humana de la exposición a productos tóxicos bien estudiados, como el plomo. En la siguiente sección se destacan los hallazgos más recientes entre el reciclaje de residuos electrónicos y algunos problemas para la salud humana.

En diversos estudios se ha constatado la relación entre una exposición a residuos electrónicos en procesos de reciclaje informales y problemas en el nacimiento (muertes, nacimientos prematuros, menor edad gestacional, menor peso y altura al nacer y peores resultados en la prueba de APGAR), aumento o disminución del crecimiento, problemas en el desarrollo neurológico y problemas en el aprendizaje, en el comportamiento y en la función del sistema inmunológico y la función pulmonar. En múltiples estudios se han investigado las repercusiones de la exposición a los residuos electrónicos en la función tiroidea de los niños, pero no se han obtenido resultados consistentes. En un pequeño número de estudios se ha sugerido también que manejar de forma informal residuos electrónicos puede provocar daños en el ADN, cambios en la expresión genética, cambios en la regulación cardiovascular, una coagulación súbita de la sangre y una pérdida de audición y de memoria olfativa.



Relación entre la exposición a residuos electrónicos en procesos de reciclaje informales y la salud de trabajadores

La falta de reglamentos de salud y seguridad en el lugar de trabajo hace que aumente el riesgo de lesiones en los trabajadores del sector informal de desmantelamiento y reciclaje de residuos electrónicos.^{(27) (28)}

Los trabajadores de residuos electrónicos también se quejan de estrés, dolores de cabeza, dificultades para respirar, dolor de pecho, debilidad y mareos.^{(29) (30)}

Así como



La falta de reglamentos de salud y seguridad en el lugar de trabajo hace que aumente el riesgo de lesiones en los trabajadores del sector informal de desmantelamiento y reciclaje de residuos electrónicos.

Los trabajadores de residuos electrónicos también se quejan de estrés, dolores de cabeza, dificultades para respirar, dolor de pecho, debilidad y mareos. Algunos de los adultos que participan en el tratamiento informal de residuos electrónicos o que viven en comunidades con residuos electrónicos padecen daños en el ADN asociados a la exposición a productos químicos procedentes de esos residuos. En un pequeño número de estudios también se informa de los efectos en la función hepática, en los niveles de glucosa en sangre en ayunas, de trastornos genitales y reproductivos masculinos y de problemas en la calidad del esperma por la exposición a residuos electrónicos en procesos informales de reciclaje. En el último decenio se ha producido un gran aumento de las investigaciones sobre los efectos en la salud del reciclaje de los residuos electrónicos. Es difícil evaluar si la exposición a los residuos electrónicos en su conjunto genera problemas de salud concretos ya que no hay muchos estudios al respecto, la forma de medir la exposición química es muy variada, los resultados obtenidos son diversos y faltan estudios prospectivos a largo plazo. Con todo, el conjunto de estudios sugiere que existe un riesgo significativo de daños, especialmente en los niños, que todavía están creciendo y desarrollándose. Es sabido que algunas sustancias químicas procedentes de residuos electrónicos, como el plomo, el mercurio, el cadmio, el cromo, los PCB, los PBDE y los HAP producen graves problemas en casi todos los sistemas orgánicos (Grant et al. 2013).

Disponibilidad de estadísticas de salud

Además de obtener estadísticas fiables sobre la recogida, procesamiento y condiciones de trabajo de los residuos electrónicos, es fundamental disponer de datos armonizados sobre el número de personas expuestas, la exposición a sustancias tóxicas peligrosas y los efectos sobre la salud para comprender las repercusiones de la gestión de esos residuos. Las estadísticas armonizadas son vitales para supervisar las repercusiones en la salud, servir de guía a los encargados de adoptar decisiones sobre el alcance del problema y evaluar las intervenciones.

Exposición

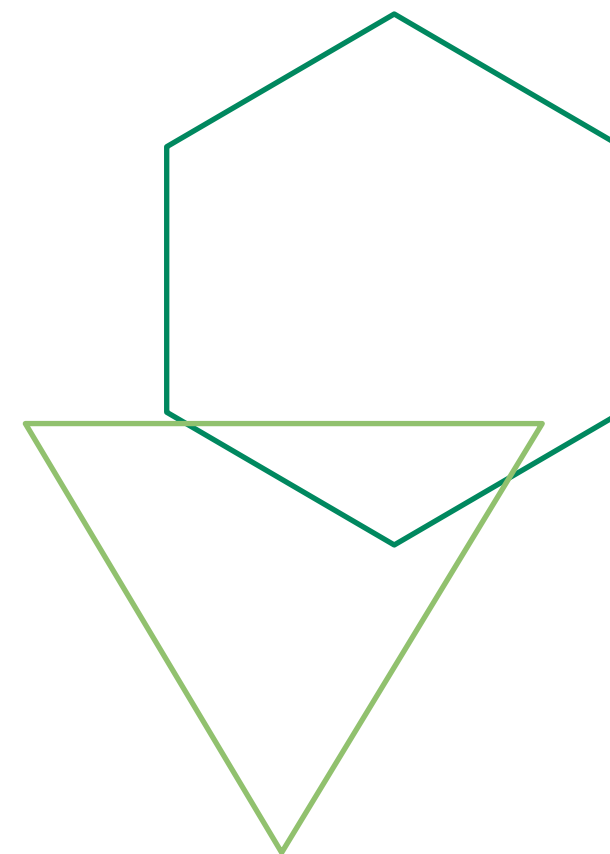
Se dispone de datos limitados sobre el número de personas expuestas a los residuos electrónicos. Solo se dispone de cálculos aproximados sobre el número de personas que trabajan en la gestión informal de residuos electrónicos a nivel internacional y en los países afectados (EMG 2019; OIT, 2019; Perkins DN 2014; Prakash et al. 2010; Xing GH et al. 2009). A menudo no está claro qué métodos se han utilizado para elaborar esos cálculos. Con frecuencia no se tiene en cuenta a las personas que viven en la comunidad pero que no participan en el proceso de reciclaje informal en sí, como los niños o las personas expuestos a los contaminantes por contaminación ambiental.

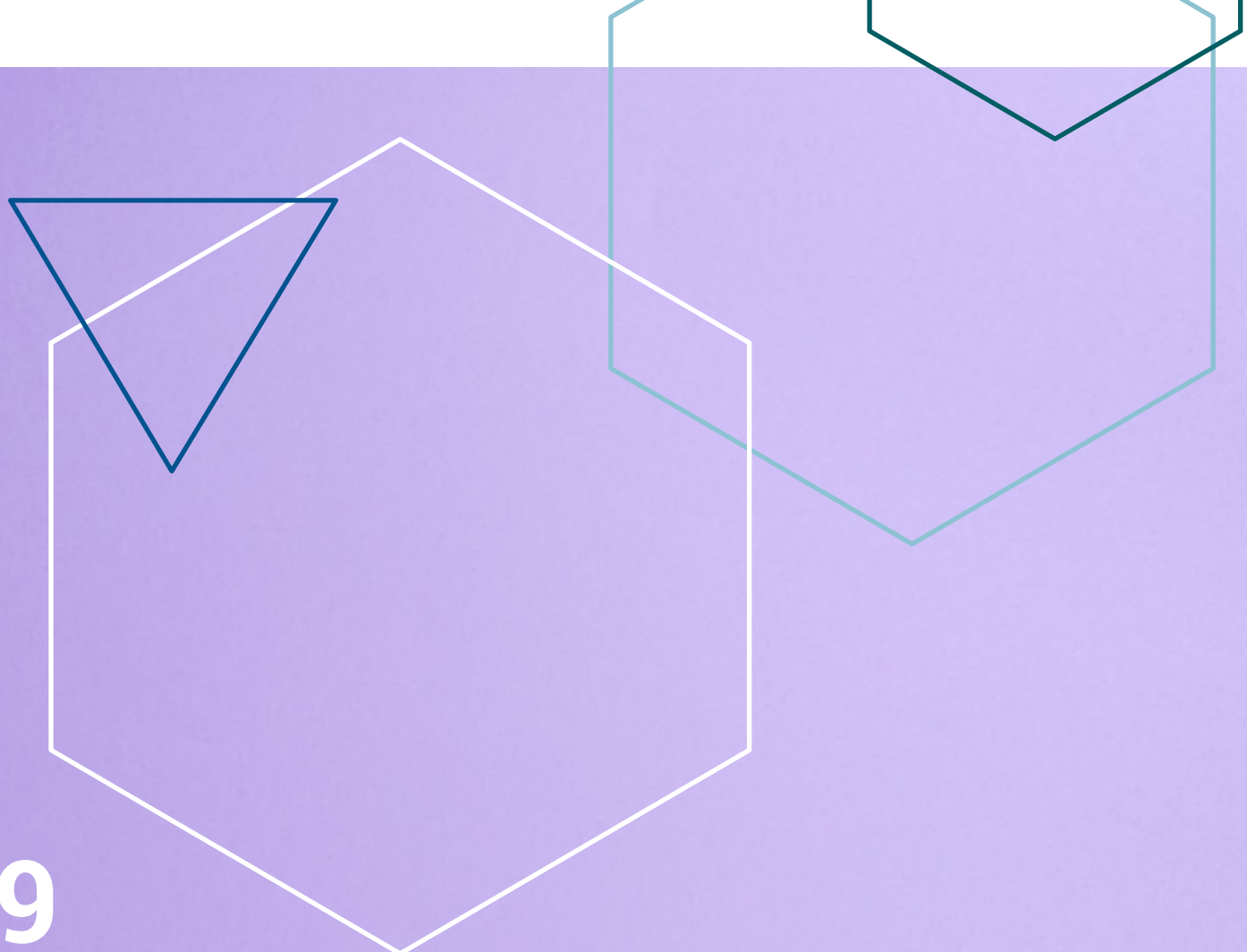
En los lugares peor gestionados de reciclaje de residuos electrónicos puede que estén en peligro un gran número de personas. El que un país no tenga una zona centrada en reciclar residuos electrónicos no significa que no tenga un problema con esos residuos. Los residuos electrónicos forman parte de un contexto de residuos más amplio. A menudo se recogen de puerta en puerta o se envían a vertederos como residuos generales. Los recolectores de basura, que suelen ser las personas más pobres y vulnerables, pueden estar en peligro en cualquier comunidad del mundo (Gutberlet J y Uddin SMN 2017). En América Latina, los residuos electrónicos suelen reciclarse en pequeños comercios de las ciudades, en lugar de concentrarse en una zona (UIT et al. 2016a).

En cada vez más estudios se mide la ingesta diaria y la carga corporal de algunos contaminantes de residuos electrónicos, pero el número de participantes es limitado (Song y Li 2014). Se necesita una supervisión a largo plazo de la exposición ocupacional, la carga para el cuerpo, los niveles ambientales y la salud en general para cuantificar las consecuencias de los residuos electrónicos (Heacock et al. 2018). Algunos expertos han recomendado que en la exposición y vigilancia del medio ambiente se incluyan metales, partículas (PM_{2,5}), contaminantes orgánicos persistentes (COP) y HAP (Heacock et al. 2018). Se están desarrollando grandes iniciativas de biomonitorización para vigilar la exposición a peligros químicos (Prüss-Ustün A et al. 2011) y puede que constituyan un buen modelo para los residuos electrónicos.

Efectos sobre la salud

Aunque cada vez hay más información sobre los efectos de la exposición a los residuos electrónicos en la salud, se dispone de pocos datos sobre el número de personas que sufren esos efectos. Los estudios académicos sobre la exposición y los efectos en la salud se han realizado principalmente con pocos participantes (de 50 a 450) (Grant K et al. 2013; Song Q y Li J 2015; Zeng X et al. 2019b; Zeng Z et al. 2018a). En algunos de esos estudios se ha notificado la contaminación de los grupos de control, lo que sugiere que existe un transporte generalizado de contaminantes (Sepúlveda et al. 2010; Song Q y Li J 2015). No se han publicado estudios longitudinales a gran escala. La recopilación de estadísticas sanitarias relacionadas con los residuos electrónicos plantea importantes problemas, por ejemplo, la gran cantidad de posibles efectos en la salud, la dificultad de estudiar mezclas químicas, la falta de relaciones confirmadas entre exposición y efectos, y los largos periodos de latencia de algunas enfermedades. Algunos indicadores armonizados internacionalmente pueden ayudar a medir el número de personas que corren el riesgo de sufrir problemas de salud relacionados con residuos electrónicos y a vigilar las tendencias a lo largo del tiempo.





Capítulo 9

Estadísticas clave regionales sobre residuos electrónicos



Situación de residuos electrónicos en África en 2019

2,9 Mt | 2,5 kg per cápita
residuos electrónicos generados

0,9% | 0,03 Mt
se ha documentado que los residuos electrónicos se recogen y reciclan adecuadamente

13 países
tienen una legislación/política o reglamentación nacional sobre residuos electrónicos

1 152 población (millones) **49** países analizados

3 200 millones USD
valor de materias primas en residuos electrónicos

9,4 Mt equivalentes de CO₂
posible liberación de emisiones de gases de efecto invernadero de frigoríficos y aires acondicionados desechados no documentados

0,01 kt
cantidad de mercurio de residuos electrónicos no documentados

5,6 kt
cantidad de BFR de residuos electrónicos no documentados

Países que más residuos electrónicos generan por subregión

África Oriental

0,3 Mt | 0,8 kg per cápita **1,3%** | 0,004 Mt **383**

Etiopía	55,2 kt
Kenya	51,3 kt
Tanzania	50,2 kt

África Central

0,2 Mt | 2,5 kg per cápita **0,03%** | 0,0001 Mt **80**

Angola	125,1 kt
Camerún	26,4 kt
Congo	18,3 kt

África del Norte

1,3 Mt | 5,4 kg per cápita **0%** | 0 Mt **240**

Egipto	585,8 kt
Álgeria	308,6 kt
Marruecos	164,5 kt

África Meridional

0,5 Mt | 6,9 kg per cápita **4%** | 0,02 Mt **67**

Sudáfrica	415,5 kt
Botswana	18,8 kt
Namibia	15,7 kt

África Occidental

0,6 Mt | 1,7 kg per cápita **0,4%** | 0,002 Mt **382**

Nigeria	461,3 kt
Ghana	52,9 kt
Côte d'Ivoire	30,0 kt

Leyenda

Residuos Electrónicos Generados
(en Mt y kg per cápita)

Residuos electrónicos recolectados y reciclados adecuadamente
(conforme documentación)

Población (en millones)

Residuos Electrónicos Generados

- De 0 a 1 kg per cápita
- De 1 a 3 kg per cápita
- De 3 a 6 kg per cápita
- De 6 a 10 kg per cápita
- Más de 10 kg per cápita

Legislación

En los últimos años se han producido algunas mejoras en el marco jurídico, institucional y de infraestructuras para lograr una gestión racional de los residuos electrónicos en algunos países. En Ghana se han elaborado y se están aplicando directrices técnicas para una gestión respetuosa con el medio ambiente de los residuos electrónicos, destinadas a recolectores, centros de recolección, transporte, tratamiento y eliminación final. En Nigeria, la responsabilidad ampliada del productor cobró importancia con la formación de la organización de responsabilidad de productores de residuos electrónicos en el país (EPRON), una organización sin ánimo de lucro creada por los productores de electricidad y electrónica del país. EPRON es la primera organización de responsabilidad del productor de residuos electrónicos del país. Se fundó en marzo de 2018 con la contribución de diversas partes interesadas como HP, Dell, Phillips, Microsoft y Deloitte con miras a establecerse en Nigeria. En el África Oriental también se están produciendo importantes avances, como la adopción por Rwanda de una reglamentación sobre residuos electrónicos y el estudio que están realizando otros países sobre la posibilidad de adoptar futuras reglamentaciones.

A pesar de esto, en la mayoría de los países africanos todavía no existe una legislación específica sobre la gestión de los residuos electrónicos. En el continente son pocos los países con legislación sobre residuos electrónicos (Egipto, Ghana, Madagascar, Nigeria, Rwanda, Sudáfrica, Camerún, Côte d'Ivoire). Con todo, hacer cumplir la legislación es muy difícil. Algunos países, como Rwanda, han aprobado recientemente normativas sobre la gestión de los residuos electrónicos. Uganda puso en vigor una normativa de esta índole en 2012. En la comunidad del África Oriental, Tanzania, Rwanda, Uganda, Burundi, Kenya y Sudán del Sur han adoptado una estrategia regional de residuos electrónicos para lograr un sistema sostenible de gestión de esos residuos (EACO 2017). En la estrategia se da prioridad a las siguientes cuestiones: a) el fortalecimiento del marco normativo, jurídico y reglamentario para la dotación de recursos sostenibles para la gestión de los residuos electrónicos; b) el establecimiento de la infraestructura necesaria para la gestión de los residuos electrónicos; c) el establecimiento de mecanismos para la movilización amplia y sostenible de recursos para la gestión de los residuos electrónicos; d) el fortalecimiento de las estructuras de coordinación de los residuos electrónicos en los planos regional y nacional; y e) la promoción de la investigación y la innovación en materia de gestión de los residuos electrónicos.

Sistema de gestión de residuos electrónicos

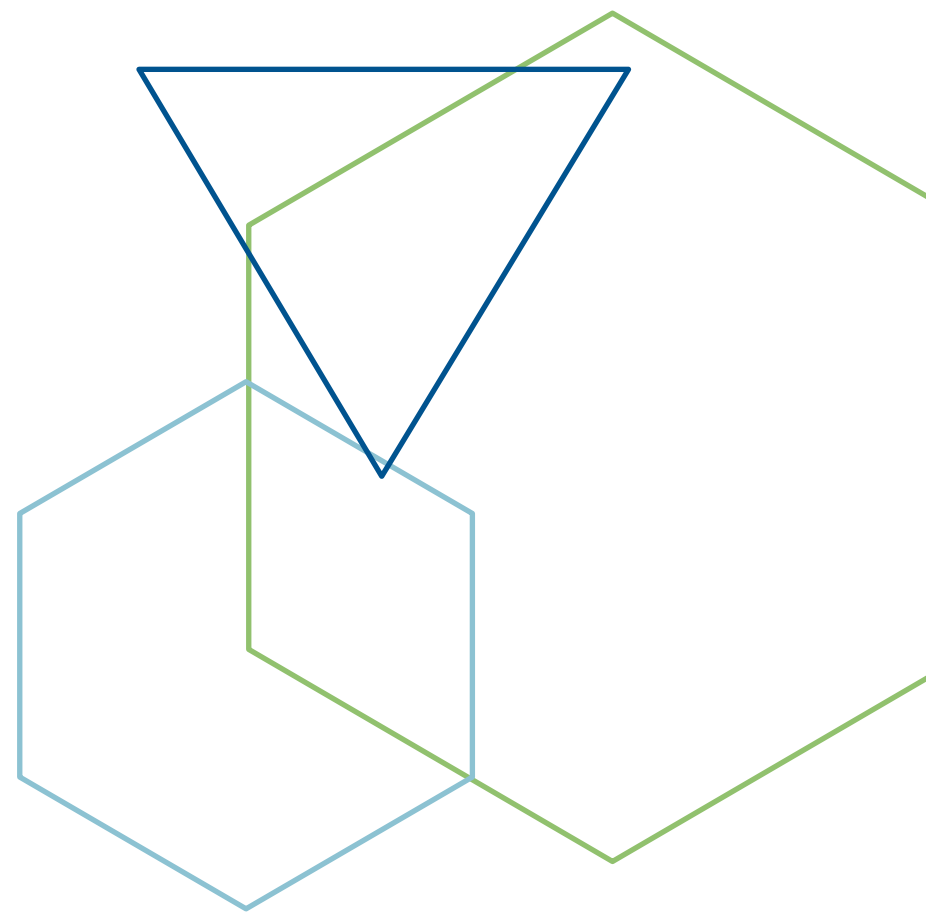
La gestión de los residuos electrónicos en África está dominada por un creciente número de recolectores y recicladores informales en la mayoría de los países; no existen sistemas organizados de recogida ni disposiciones de licencia para la clasificación y desmantelamiento de residuos electrónicos. El control gubernamental de este sector es actualmente mínimo e ineficiente. La manipulación de los residuos electrónicos se suele realizar en patios traseros y consiste en la eliminación manual de placas electrónicas

para su reventa, la quema al aire libre de cables para recuperar unos pocos componentes importantes (por ejemplo cobre, aluminio y hierro) y desechar otros componentes de mayor tamaño, como tubos de rayos catódicos, en vertederos al aire libre. Un ejemplo conocido en todo el mundo de este tipo de procesamiento es Agbogbloshie en Ghana, el mayor vertedero de residuos electrónicos de África. Con todo, la realidad del lugar es compleja y podría describirse más bien como un desguace bien organizado y no como un vertedero de residuos electrónicos. En el vertedero de Agbogbloshie se presentan cada día unos 5 000 trabajadores en busca de los metales valiosos contenidos en los residuos, como el aluminio y el cobre.

En esas ciudades o países donde los residuos electrónicos son una fuente de ingresos para muchas personas, la tasa de recogida informal de esos residuos es sumamente elevada y se recupera la mayor parte de los materiales valiosos y muchos componentes se reutilizan o revenden. El inconveniente de esas actividades informales tan intensas es que lo que no supone un interés económico o a lo que no puede darse una segunda aplicación, se elimina de manera peligrosa.

Pocos países, como Sudáfrica, Marruecos, Egipto, Namibia y Rwanda, cuentan con algunas instalaciones para el reciclaje de residuos electrónicos, pero estas coexisten con un amplio sector informal. Así, algunas de esas empresas de reciclaje tienen dificultades para progresar y aumentar los volúmenes procesados, aunque también se están poniendo en marcha proyectos piloto y tendencias interesantes mediante nuevas iniciativas. Por otra parte, países de gran superficie como Nigeria, Kenya y Ghana siguen dependiendo mucho del reciclaje informal. Un estudio realizado en Nigeria muestra que, en 2015 y 2016, se importaron anualmente en el país, a través de los dos principales puertos de Lagos, entre 60 000 y 71 000 toneladas de AEE usados. La mayor parte de esos residuos importados provenían de países desarrollados como Alemania, Reino Unido, Bélgica, Estados Unidos, etc. Además, una prueba de funcionalidad básica mostró que, en promedio, al menos el 19% de los dispositivos no funcionaban (Odeyingbo, Nnorom y Deubzer 2017).

Los problemas de gestión de residuos electrónicos y las correspondientes soluciones son bastante similares en las diversas subregiones de África. En resumen, los principales problemas son la falta de sensibilización pública, de políticas y legislación gubernamentales, de un sistema eficaz de recogida, de un sistema de responsabilidad ampliada del productor y de instalaciones de reciclaje adecuadas, el predominio de un reciclaje no controlado y de mala equipación por el que se contamina el medio ambiente y una financiación escasa de las actividades de gestión de los residuos peligrosos.



Situación de los residuos electrónicos en América en 2019

13,1 Mt | 13,3 kg per cápita
residuos electrónicos generados

9,4% | 1,2 Mt
se ha documentado que los residuos electrónicos se recogen y reciclan adecuadamente

10 países
tienen una legislación/política o reglamentación nacional sobre residuos electrónicos

984 población (millones) **34** países analizados

14,2 mil millones USD
valor de materias primas en residuos electrónicos

26,3 Mt equivalentes de CO₂
posible liberación de emisiones de gases de efecto invernadero de frigoríficos y aires acondicionados desechados no documentados

0,01 kt
cantidad de mercurio de residuos electrónicos no documentados

18 kt
cantidad de BFR de residuos electrónicos no documentados

Países que más residuos electrónicos generan por subregión

Caribe

0,1 Mt | 7,8 kg per cápita **1%** | 0,001 Mt **16**

Jamaica 18 kt

América del Norte

7,7 Mt | 20,9 kg per cápita **15%** | 1,2 Mt **367**

EE.UU. 6,918 kt
Canadá 757 kt

América Central

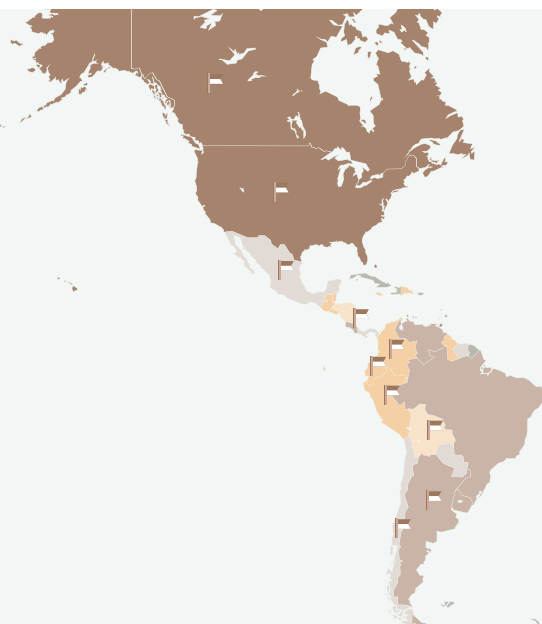
1,5 Mt | 8,3 kg per cápita **3%** | 0,04 Mt **176**

México 1,220 kt
Guatemala 75 kt
Costa Rica 51 kt

América del Sur

3,9 Mt | 9,1 kg per cápita **0,7%** | 0,03 Mt **425**

Brasil 2,143 kt
Argentina 465 kt
Colombia 318 kt



Leyenda

- Residuos Electrónicos Generados (en Mt y kg per cápita)
- Residuos electrónicos recolectados y reciclados adecuadamente (conforme documentación)
- Población (en millones)

Residuos Electrónicos Generados

- De 0 a 4 kg per cápita
- De 4 a 7 kg per cápita
- De 7 a 10 kg per cápita
- De 10 a 15 kg per cápita
- Más de 15 kg per cápita

Legislación

Los Estados Unidos de América no cuentan con legislación nacional sobre la gestión de los residuos electrónicos, aunque 25 estados y el Distrito de Columbia han promulgado algún tipo de legislación al respecto. Las leyes estatales varían en su alcance y efecto, y en cuanto a si prohíben o no a los consumidores deshacerse de los productos electrónicos en vertederos. En total, las leyes cubren el 75-80% de la población de Estados Unidos. Con todo, debido a las diferencias en el ámbito de aplicación, en muchas zonas del país, incluidos estados con legislación al respecto, no se ofrecen oportunidades adecuadas de recogida de residuos. Aparte de California y Utah, todos los estados que aplican leyes utilizan el planteamiento de responsabilidad ampliada del productor. El Canadá no tiene una legislación nacional en vigor sobre la gestión de los residuos electrónicos, ya que el Gobierno federal no tiene la facultad de legislar a ese respecto. Con todo, 12 provincias y territorios aplican reglamentos mediante programas gestionados por la industria (todos menos Nunavut, el territorio menos poblado del país). En promedio, el número de productos sobre los que se aplican las medidas es mucho mayor que en los Estados Unidos; en muchas provincias canadienses, los requisitos de responsabilidad ampliada del productor pueden cumplirse siguiendo un plan sobre residuos electrónicos.

Los avances en materia de reglamentación a este respecto llevan tiempo en América Latina y solo unos pocos países de la zona han logrado establecer leyes sobre residuos electrónicos. Aunque en los últimos 5 a 10 años se ha avanzado de forma importante en la aplicación de reglamentos concretos sobre residuos electrónicos, el avance se limita a unos pocos países y, en cuanto al resto, el camino que queda por recorrer es todavía muy largo. Aparte de México, Costa Rica, Colombia y el Perú –que probablemente sean las principales fuerzas de la región en una gestión respetuosa con el medio ambiente de los residuos electrónicos y que, en 2020, trabajan por mejorar sus sistemas ya establecidos–, solo el Brasil y Chile están estableciendo las bases para empezar a aplicar un marco normativo oficial relativo a los residuos electrónicos.

El Brasil publicó recientemente un acuerdo sectorial para aplicar un sistema de logística inversa destinado a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) de los hogares para consulta pública, y se espera que su firma oficial se produzca en 2020. Tras la promulgación de la "Ley Marco para la Gestión de Residuos, Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje" en 2016, Chile está trabajando en una regulación específica para los residuos electrónicos que incluirá objetivos de recogida y reciclaje y establecerá las directrices para la aplicación de sistemas de recogida formales. Siete años después de aplicar el Decreto 1512 sobre residuos de computadoras, impresoras y periféricos, Colombia está trabajando en una nueva reglamentación para extender la responsabilidad ampliada del productor a todas las categorías de residuos electrónicos y hacer ajustes en el sistema de gestión integrada de esos residuos, teniendo en cuenta las lecciones aprendidas y las directrices establecidas en la Ley 1672 y la Política Nacional para la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

El Perú está supervisando muy de cerca la experiencia de cinco años de aplicación de los primeros sistemas de gestión de residuos electrónicos para poder solucionar problemas y realizar adaptaciones a la estrategia general de gestión de residuos del país. Se prevé que la reglamentación revisada se publique en breve y que en ella se amplíe también el alcance de las categorías de residuos electrónicos con el objetivo de obligar a la recogida de aparatos domésticos pequeños y grandes y, en particular, de los aparatos de refrigeración.

A partir de 2020, México tiene previsto revisar la normativa vigente después de su primer quinquenio. Además, ha realizado varios estudios con miras a redefinir las responsabilidades de los interesados, definir categorías de forma clara y establecer objetivos de recogida obligatoria para aumentar así el volumen de residuos que se recoge y recicla oficialmente.

Costa Rica ha superado finalmente los problemas iniciales creados por la existencia de algunas reglamentaciones contradictorias y se centra ahora en mejorar la aplicación de la reglamentación actual. Tras numerosas iniciativas y proyectos de ley infructuosos que se centraban en los residuos electrónicos tanto a nivel federal como provincial, la Argentina ha cambiado ahora su planteamiento y ha elaborado una ley de responsabilidad ampliada del productor para múltiples categorías de residuos. La ley aún se está debatiendo en el Congreso.

Mediante el Acuerdo Ministerial 191, el Ecuador ha obligado a todos los operadores e importadores de telefonía móvil a aceptar la devolución de teléfonos móviles, lo que ha permitido recuperar y reciclar unas 50 000 unidades en 2017.

Bolivia introdujo el principio de responsabilidad ampliada del productor en su ley general de gestión de residuos en 2015, la cual se aplica a varias secciones de residuos, especialmente las pilas. A pesar de ello, nunca se elaboraron los detalles de la ley y por lo tanto en ella no se establecen objetivos de recogida aplicables.

Lo anterior pone de relieve un problema general observable en toda la región: la falta de armonización en las regulaciones y en los principios generales en los que se basan. La mayoría de ellas presentan diferencias en el planteamiento general (responsabilidad ampliada del productor, responsabilidad compartida o programas del sector público), en el nivel de jurisdicción (federal, estatal o municipal), en las definiciones de los principios fundamentales, en las partes interesadas participantes, en la asignación de funciones y cometidos, y en las categorías de residuos electrónicos aplicables, solo por nombrar algunas.

Sistema de gestión de residuos electrónicos

Los Estados Unidos han adoptado medidas generales para gestionar los residuos electrónicos a nivel federal, por lo que cuentan con un conjunto de medidas reglamentarias para limitar los efectos adversos que acarrea la eliminación y el tratamiento no apropiados de productos electrónicos. Ciertos aparatos electrónicos, si se ajustan a ciertos criterios, deben gestionarse de conformidad con los requisitos de la Ley de

Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA). Se ordena a las agencias federales que utilicen recicladores de aparatos electrónicos certificados de acuerdo con la norma de Responsible Recycling (R2) o la iniciativa e-Stewards. Cientos de instalaciones de reciclaje de productos electrónicos han sido certificadas independientemente en uno o ambos programas de certificación, cuyas normas se han actualizado y mejorado desde su creación en 2010.

América Latina cada vez tiene más empresas que participan en las actividades de gestión y eliminación de residuos electrónicos, especialmente a nivel local. Por un lado, hace unos años solo había tres empresas certificadas R2 al sur de México, ahora hay más de 15. Por otro, el número de recicladores de residuos electrónicos en casi todos los países ha crecido considerablemente, pero la mayoría de las nuevas empresas todavía cuentan con escasos conocimientos técnicos. Aunque ha habido algunas iniciativas interesantes, todavía no ha sido posible establecer normas técnicas que respondan a las condiciones locales de la región.

Sin duda, el creciente número de recicladores en la región es también consecuencia del aumento en los volúmenes de los aparatos electrónicos que se recogen de forma formal al final de su vida útil. En países con un marco jurídico específico para residuos electrónicos y con objetivos de recogida obligatoria, como Colombia y el Perú, el crecimiento de los volúmenes recogidos ha sido constante y notable. Al mismo tiempo también se ha ampliado la gama de aparatos recogidos. Ahora ya no solo se trabaja con las tecnologías de la información y la comunicación. Las mercancías –especialmente los aparatos de refrigeración– también se incluyen en el ámbito de aplicación. Además, existen varios proyectos centrados en programas de eficiencia energética y en el desarrollo de una infraestructura local para la manipulación y el tratamiento adecuados de los aparatos desechados y, con ello, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Gracias a la reglamentación, también está aumentando la importancia de los sistemas oficiales de recaudación, así como el número de planes de cumplimiento individuales o colectivos. En el sector informal se siguen manejando cantidades muy grandes de residuos o, en el mejor de los casos, se almacenan en sótanos. El sector informal forma parte de la estructura laboral de América Latina, pero solo unos pocos países, como el Brasil y Chile, están tratando con diligencia su función en relación con la gestión de los residuos electrónicos. El reconocimiento, la reglamentación y la integración de ese sector es claramente uno de los grandes problemas a los que se enfrenta la región.

Otra dificultad es la falta de contribuciones desde el campo de la investigación. Apenas hay datos estadísticos sobre residuos electrónicos, y los pocos disponibles se han utilizado en exceso y han perdido validez. Es necesario contar con información actualizada y metodologías probadas que sirvan de apoyo en la elaboración de políticas y reglamentos. Solo si se aborda esa cuestión será posible tratar el tema mucho más complejo de cómo aumentar el nivel de concienciación y cómo educar a los consumidores de todo tipo para ayudar a fomentar la gestión de los residuos electrónicos en América Latina.

Situación de los residuos electrónicos en Asia en 2019

24,9 Mt | 5,6 kg per cápita
residuos electrónicos generados

11,7% | 2,9 Mt
se ha documentado que los residuos electrónicos se recogen y reciclan adecuadamente

17 países
tienen una legislación/política o reglamentación nacional sobre residuos electrónicos

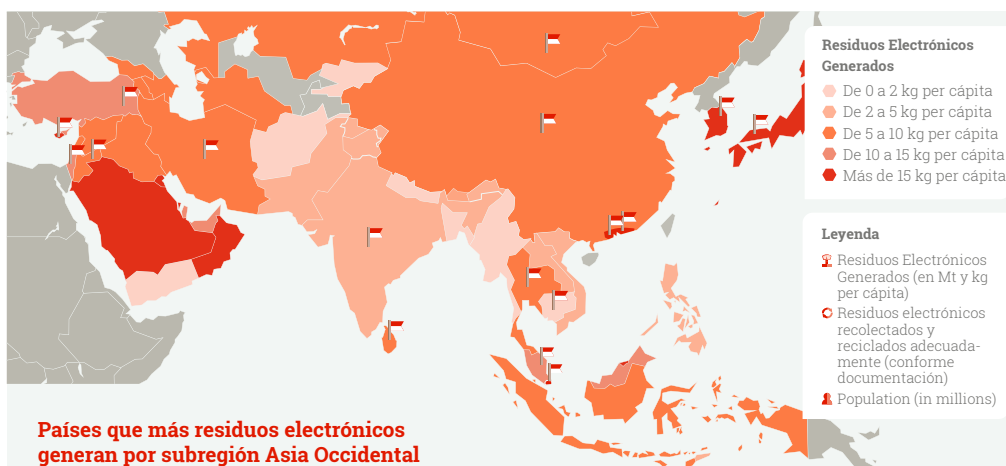
4 445 población (millones) **46** países analizados

26 400 millones USD
valor de materias primas en residuos electrónicos

60,8 Mt equivalentes de CO₂
posible liberación de emisiones de gases de efecto invernadero de frigoríficos y aires acondicionados desechados no documentados

0,04 kt
cantidad de mercurio de residuos electrónicos no documentados

35,3 kt
cantidad de BFR de residuos electrónicos no documentados



Países que más residuos electrónicos generan por subregión Asia Occidental

Asia Occidental

2,6 Mt | 9,6 kg per cápita **6% | 0,2 Mt** **272**

Turquía	847 kt
Arabia Saudita	595 kt
Irak	278 kt

Asia Central

0,2 Mt | 7,1 kg per cápita **5% | 0,01 Mt** **31**

Kazajistán	172 kt
Turkmenistán	39 kt
Kirguistán	10 kt

South-Eastern Asia

3,5 Mt | 5,4 kg per cápita **0% | 0 Mt** **656**

Indonesia	1 618 kt
Thailandia	621 kt
Filipinas	425 kt

Asia Oriental

13,7 Mt | 8,6 kg per cápita **20% | 2,7 Mt** **1590**

China	10 129 kt
Japón	2 569 kt
República de Corea	818 kt

Asia Meridional

4,8 Mt | 2,6 kg per cápita **0,9% | 0,04 Mt** **1896**

India	3 230 kt
Iran (Isl. Rep.)	790 kt
Pakistan	433 kt

Legislación

La región del Asia Meridional ha comenzado a reconocer la importancia de una gestión adecuada de los residuos electrónicos. La India es el único país del Asia Meridional que cuenta con una legislación sobre residuos electrónicos, si bien algunos otros países están considerando la posibilidad de hacer lo mismo. En la India existen leyes desde 2011 sobre la gestión de residuos electrónicos en las que se establece que solo las personas autorizadas en el desmantelamiento y reciclaje de residuos electrónicos pueden recoger esos residuos. En el ámbito de las normas (de gestión) de los residuos electrónicos de 2016 se incluyeron las profesiones de fabricante, distribuidor, restaurador y organización de responsabilidad del productor. En la política de recursos nacionales (todavía en proyecto en el momento en que se publica este documento) también se asigna una función importante a los productores en el contexto de la recuperación de recursos secundarios en los residuos electrónicos.

En el sudeste asiático, algunos países están más avanzados. Filipinas no tiene un reglamento específico para la gestión de residuos electrónicos, pero sí tiene una serie de reglamentos sobre "residuos peligrosos" en los que se tratan los residuos electrónicos. Filipinas ha formulado el proyecto final de las directrices sobre gestión ecológicamente racional de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Final Draft Guidelines on the Environmentally Sound Management (ESM) of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)), las cuales se espera que se aprueben dentro de poco. Camboya cuenta ahora con una ley específica para la gestión de residuos electrónicos gracias al subdecreto de 2016 sobre la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (gestión de los residuos electrónicos). El subdecreto abarca todas las actividades relacionadas con la eliminación, almacenamiento, recogida, transporte, reciclaje y vertido de residuos de AEE. Myanmar no cuenta con una reglamentación para los residuos electrónicos, ni estos se clasifican específicamente como residuos peligrosos. Con todo, el país ha reconocido la importancia de gestionar ese tipo de residuos y actualmente está trabajando en la elaboración de un plan maestro y directrices para ello.

China tiene en vigor una legislación nacional por la que se regula la recogida y el tratamiento de catorce tipos de residuos electrónicos (inicialmente eran cinco y posteriormente se añadieron otros nueve). Los catorce tipos de residuos electrónicos formales son televisores, refrigeradores, lavadoras, acondicionadores de aire, ordenadores personales, campanas de cocina, calentadores de agua eléctricos, calentadores de agua a gas, máquinas de fax, teléfonos móviles, teléfonos fijos, impresoras, copiadoras y monitores. Otros países del Asia Oriental, como el Japón y Corea del Sur, han avanzado en la reglamentación de sus residuos electrónicos.

En el Japón, la mayoría de los productos de AEE se recogen y reciclan en virtud de la Ley de reciclaje de determinados tipos de electrodomésticos (Act on Recycling of Specified Kinds of Home Appliances) y la Ley de promoción del reciclaje de pequeños residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Act on Promotion of Recycling of Small Waste

Electrical and Electronic Equipment)). El país fue uno de los primeros países del mundo en aplicar un sistema de residuos electrónicos basado en la responsabilidad ampliada del productor.

En el Asia Occidental y Central, los avances en materia de legislación sobre residuos electrónicos siguen siendo muy escasos. Hay algunas leyes en vigor sobre las lámparas de mercurio. Con todo, en el caso de los residuos electrónicos, apenas hay recogida, legislación e infraestructura de tratamiento. Una nota positiva es la elaboración por el Gobierno de Kirguistán de una nueva legislación en la que se introduce el concepto de responsabilidad ampliada del productor, la cual también se aplicará a los residuos electrónicos. Actualmente, el Gobierno está elaborando una resolución encaminada a abordar la gestión de los residuos electrónicos. En ella figura una definición de esa categoría de residuos y se proporcionan directrices para su recogida, almacenamiento, eliminación y transporte, y reciclaje. En Kazajistán, la responsabilidad ampliada del productor para los residuos electrónicos se refleja en el concepto de transición del país hacia una economía ecológica, aprobado en 2013, por el que se sientan las bases para aplicar los principios de la responsabilidad ampliada del fabricante con miras a que cubra parte de los gastos de recogida y eliminación de envases, aparatos electrónicos y eléctricos, vehículos de transporte, baterías, muebles y otros bienes usados. Es algo bastante cercano al concepto de responsabilidad ampliada del productor, pero no cuenta con ningún mecanismo de licencia o financiación para incluir el transporte y la descontaminación en la legislación. Actualmente se está debatiendo la inclusión de esos mecanismos.

Sistema de gestión de residuos electrónicos

Los sistemas de gestión de residuos electrónicos que se encuentran en Asia son bastante diversos. Abarcan desde sistemas muy avanzados de gestión de residuos electrónicos, como los de Corea del Sur, el Japón, China y la provincia de Taiwán, hasta actividades informales que coexisten con el avanzado sistema de reciclaje de China y dominan la gestión de residuos electrónicos en las demás partes de Asia. La gestión de los residuos electrónicos en el Asia Meridional se basa en gran medida en un sector informal de recogida, desmantelamiento y reciclaje. La legislación de la India ha fomentado la creación de instalaciones de reciclaje autorizadas: actualmente hay 312 en el país con una capacidad de tratamiento de unas 800 kt anuales. Con todo, la capacidad de reciclaje formal sigue siendo demasiado escasa ya que la gran mayoría de los residuos se trata en el sector informal. Hay 31 organizaciones de responsabilidad del productor autorizadas que prestan servicios de cumplimiento, incluida la recogida y canalización de los residuos electrónicos a instalaciones de reciclaje formal, así como la administración de campañas de sensibilización. Ejercer la función de control de la aplicación de las leyes sigue suponiendo un problema, al igual que otras cuestiones, como la falta de una infraestructura adecuada de recogida y logística, la escasa conciencia de los consumidores sobre los peligros de eliminar inadecuadamente residuos electrónicos, la falta de normas sobre la recogida, el

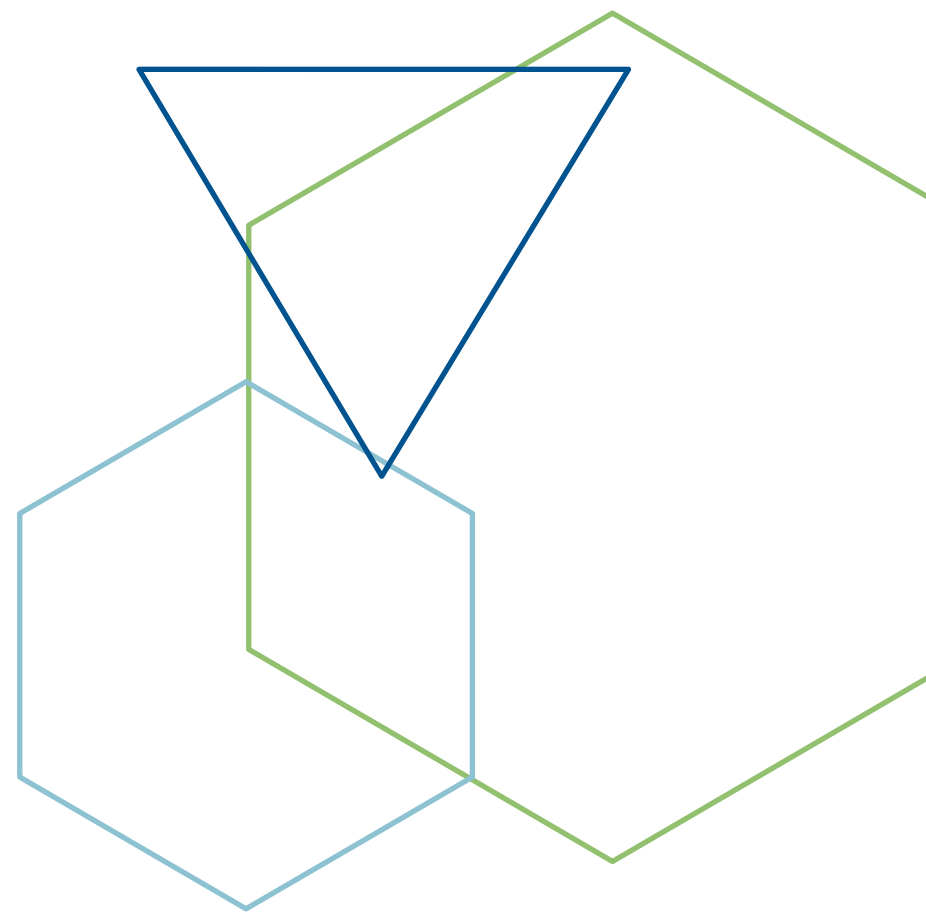
desmantelamiento y el tratamiento de residuos electrónicos y un proceso de notificación ineficiente y complicado.

Los datos estadísticos actuales muestran que China es el principal productor mundial de residuos electrónicos: 10,1 Mt de residuos electrónicos en 2019. El país desempeña un papel clave en el sector mundial de los AEE por dos razones principales: es el país más poblado del mundo, por lo que la demanda interna de esos aparatos es muy alta, y tiene una fuerte industria de fabricación en ese sector. Además, China desempeña un papel importante en el reacondicionamiento, reutilización y reciclaje de residuos electrónicos. Gracias a la reglamentación sobre residuos electrónicos y a la ampliación de sus instalaciones, el sector formal del reciclaje de residuos electrónicos ha mostrado un crecimiento considerable en cuanto a su calidad y capacidad de tratamiento; cada año se desmantelan más de 70 millones de unidades de residuos electrónicos (Ministerio de Ecología y Medio Ambiente de China 2019). Según el Gobierno chino, la tasa real de recogida y reciclaje es del 40%, pero es importante señalar que esa cifra solo se refiere a 5 productos de AEE, frente a los 54 (UNU-Keys) que figuran en la clasificación internacional de residuos electrónicos (Anexo 1). La tasa de recogida y reciclaje baja al 15% si se tienen en cuenta esos 54 productos. El sector informal ha disminuido drásticamente debido a los controles más estrictos de la nueva ley ambiental del país. La importación ilegal de residuos electrónicos está desapareciendo rápidamente debido a la política de prohibición de importación de residuos sólidos. Con todo, la creciente brecha entre los impuestos de financiación y las subvenciones es la causa de los problemas a los que se enfrenta la política de financiación para residuos electrónicos (Zeng et al. 2017). El Gobierno de China ha fijado como objetivos obtener el 20% de las materias primas para los nuevos productos electrónicos a partir de procesos de reciclaje y reciclar el 50% de los residuos electrónicos para 2025 (Foro Económico Mundial 2018). La tasa de recogida y reciclaje de residuos electrónicos de Taiwán (provincia de China) alcanzó el 64% de los productos cubiertos por la legislación en 2018⁽³⁷⁾; ese importante logro se basa en el sistema de reciclaje 4 en 1 que se centra en la aplicación del concepto de responsabilidad ampliada del productor al sistema de reciclaje. El mecanismo ha mejorado sustancialmente bajo la supervisión de la Junta de Administración del Fondo de Reciclaje (Recycling Fund Management Board, RFMB), que está bajo la jurisdicción de la Administración de Protección Ambiental del país (Environmental Protection Administration). Taiwán cuenta con unas 20 instalaciones de reciclaje de residuos electrónicos cuya capacidad es superior a la generación actual de esos residuos en el país, por lo que el negocio de este tipo de reciclaje está experimentando dificultades. El Japón se basa en un marco jurídico sólido, un sistema avanzado de recogida y una infraestructura de procesamiento desarrollada. En 2016, en virtud de la Ley de reciclaje de determinados tipos de electrodomésticos, el Japón recogió 570,3 kt a través de canales oficiales.

En el Asia Central, la mayor parte de los residuos electrónicos que se generan terminan en vertederos o en basureros ilegales. En el sistema de responsabilidad ampliada del

productor de Kazajstán se han establecido algunos lugares de recogida y reciclaje, pero la capacidad no es suficiente para gestionar la totalidad de los residuos electrónicos del país ni para financiar el transporte hasta ellos. En toda la región, es común que los consumidores se deshagan de sus aparatos eléctricos/electrónicos en pequeñas empresas, las cuales los desmantelan luego para reutilizar ciertos componentes. Así pues, varios gobiernos adoptaron medidas para abordar esa cuestión. Por ejemplo, en Uzbekistán se lograron avances entre 2014 y 2016 mejorando la infraestructura de residuos municipales, y en 2017 el presidente del país puso en marcha un importante programa quinquenal para mejorar la recogida, eliminación y reciclaje de residuos en todo el país. Con todo, no se han introducido medidas reglamentarias concretas en relación con los residuos electrónicos.

En el Asia Occidental hay desde países muy ricos hasta países muy pobres. A pesar de la variedad, el sistema de gestión de residuos electrónicos es informal en su mayor parte. En los países ricos trabaja un gran número de inmigrantes en la reutilización y reparación de los AEE de los que se deshacen los hogares más ricos, algo único en la región. Los Emiratos Árabes Unidos han invertido en una instalación especializada situada en el Dubai Industrial Park con una capacidad de 100 kt de residuos electrónicos por año. No obstante, como ya se ha mencionado, la mayor parte de los residuos electrónicos no están controlados y se gestionan en gran medida por un sector informal. En el centro y el sur de Palestina hay tres vertederos importantes donde se vierten residuos electrónicos. Por otra parte, la región recibe importaciones ilegales de residuos electrónicos sin contar con una infraestructura de reciclaje adecuada y respetuosa con el medio ambiente. Según un estudio sobre los residuos electrónicos realizado en 2019 por la ONUDI en coordinación con el Ministerio de Industria del Líbano, una cierta cantidad de residuos electrónicos en el Líbano también se vierte en vertederos, pero una cantidad aún mayor se exporta como chatarra, principalmente por el sector informal, mientras que un pequeño porcentaje se desmantela y envía al extranjero a instalaciones de reciclaje a través del sector formal. En el estudio también se muestra que el reciclaje de residuos electrónicos en el Líbano se ve actualmente limitado por los elevados costos operacionales, en particular de energía, y por la complejidad y los posibles peligros que suponen los residuos electrónicos (ONUDI 2019).



Situación de los residuos electrónicos en Europa en 2019

12,0 Mt | 16,2 kg per cápita
residuos electrónicos generados

42,5% | 5,1 Mt
se ha documentado que los residuos electrónicos se recogen y reciclan adecuadamente

37 países
tienen una legislación/política o reglamentación nacional sobre residuos electrónicos

740 población (millones) **39** países analizados

12,9 mil millones USD
valor de materias primas en residuos electrónicos

12,7 Mt equivalentes de CO₂
posible liberación de emisiones de gases de efecto invernadero de frigoríficos y aires acondicionados desechados no documentados

0,01 kt
cantidad de mercurio de residuos electrónicos no documentados

11,4 kt
cantidad de BFR de residuos electrónicos no documentados

Países que más residuos electrónicos generan por subregión

Europa Oriental

3,2 Mt | 11 kg per cápita **23%** | 0,7 Mt **289**

Federación de Rusia 1 631 kt
Polonia 443 kt
Ucrania 324 kt

Europa Septentrional

2,4 Mt | 22,4 kg per cápita **59%** | 1,4 Mt **105**

Reino Unido 1 598 kt
Suecia 208 kt
Noruega 139 kt

Europa Meridional

2,5 Mt | 16,7 kg per cápita **34%** | 0,9 Mt **151**

Italia 1 063 kt
España 888 kt
Grecia 181 kt

Europa Occidental

4 Mt | 20,3 kg per cápita **54%** | 2,1 Mt **195**

Alemania 1 607 kt
Francia 1 362 kt
Países bajos 373 kt

Leyenda

Residuos Electrónicos Generados (en Mt y kg per cápita)

Residuos electrónicos recolectados y reciclados adecuadamente (conforme documentación)

Población (en millones)

Residuos Electrónicos Generados

De 0 a 5 kg per cápita

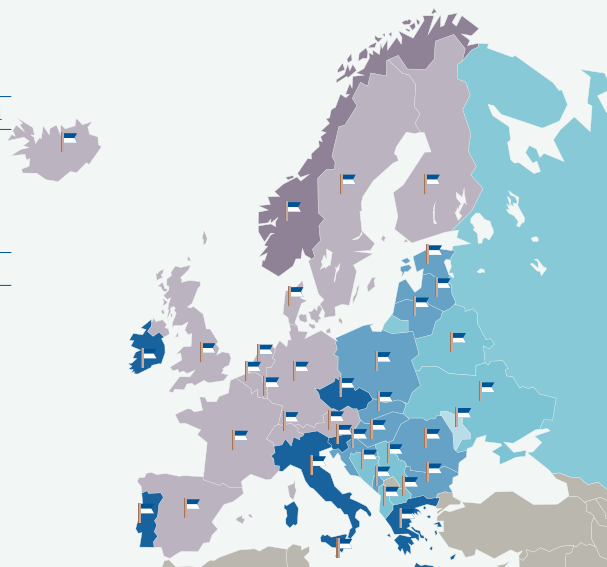
De 5 a 10 kg per cápita

De 10 a 15 kg per cápita

De 15 a 20 kg per cápita

20 to 25 kg per cápita

Más de 25 kg per cápita



Legislación

En Europa, la mayoría de los residuos electrónicos están regulados por la Directiva 2012/19/UE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). La directiva está en vigor en la Unión Europea y en Noruega. Otros países –incluidos Islandia, Suiza y varios países balcánicos, como Serbia y Bosnia y Herzegovina– tienen leyes similares. En ella se establecen objetivos de recogida, reciclaje, reutilización y recuperación de las seis categorías de residuos electrónicos. Desde 2018, en el Artículo 7 de la directiva se establece que el índice de recogida mínimo que deberá alcanzarse anualmente será del 65% del peso medio de los AEE introducidos en el mercado en el Estado miembro de que se trate en los tres años precedentes, o, alternativamente, del 85% de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos generados en el territorio de dicho Estado miembro. Bulgaria, República Checa, Letonia, Lituania, Hungría, Malta, Polonia, Rumania, Eslovenia y Eslovaquia podrían tener la opción de no estar sujetas a la directiva para 2021 debido a su nivel relativamente bajo de consumo de AEE. Las últimas novedades en la aplicación de la Directiva sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos son la introducción del "ámbito abierto" y las directrices de presentación de informes recientemente especificadas.

El 15 de agosto de 2018 entró en vigor el llamado "ámbito abierto". El ámbito abierto significa que los productos AEE se consideran a priori como de ámbito de aplicación en la Unión Europea, a menos que se apliquen exclusiones concretas. Eso significa, en la práctica, que productos nuevos como ropa y muebles con funcionalidades eléctricas pueden incluirse en la directiva. En lo relativo a los datos estadísticos sobre residuos electrónicos, las decisiones más importantes deben tomarse a partir de métodos de cálculo sobre la preparación para la reutilización de residuos electrónicos, las exportaciones de esos residuos, las metodologías sobre su generación y las categorías de presentación de informes. La preparación para la reutilización se define como el peso de todos los aparatos que se han convertido en residuos y de los componentes de residuos electrónicos que, tras las operaciones de comprobación, limpieza o reparación, pueden reutilizarse sin necesidad de clasificación o preprocesamiento. En la directiva también figura una decisión sobre el registro de las exportaciones de residuos electrónicos. Cuando los residuos electrónicos se envíen para su tratamiento a otro Estado miembro o se exporten para su tratamiento a un tercer país de conformidad con el Artículo 10 de la Directiva 2012/19/UE, solo el Estado miembro que los haya recogido y enviado o exportado para su tratamiento podrá contarlos para los objetivos mínimos de recuperación mencionados. Obsérvese que la directiva no incluye todavía ninguna decisión sobre la exportación de productos reutilizados ya que todavía no son residuos. Además, los Estados miembros deben comunicar los datos sobre el peso de los residuos electrónicos generados. Otra decisión es que los datos se comunicarán en las seis categorías y que la Categoría 4, Grandes aparatos, se divide en la Categoría 4a (Grandes aparatos, excepto los paneles fotovoltaicos) y la Categoría 4b (Paneles fotovoltaicos).

En Ucrania se está desarrollando un sistema de responsabilidad ampliada del productor basado en la Directiva de la UE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos mediante un acuerdo de asociación entre el país y la UE. Gracias al proyecto de colaboración apoyado por la UE, el Ministerio de Desarrollo Regional de Ucrania recibió apoyo para establecer una base jurídica sobre la eliminación de residuos electrónicos y baterías. Recientemente se ha completado el proyecto de dos años de aplicación del sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y de baterías en Ucrania. El proyecto ha servido para preparar dos leyes: el proyecto de ley sobre baterías y acumuladores y el proyecto de ley sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, que se espera que sea aprobado por el Parlamento en 2020.

En Belarús existe una ley general de fecha 20 de julio de 2007: la Ley N° 271-Z sobre la gestión de residuos. Los residuos electrónicos se gestionan en el marco de la responsabilidad ampliada del productor de fabricantes y proveedores. Las categorías de residuos electrónicos que se presentan son aparatos grandes con una longitud superior a 160 cm; artículos de tamaño mediano, de 80 a 160 cm; y artículos pequeños, de menos de 80 cm de longitud. En el marco de la gestión de residuos municipales y utilización de recursos reciclados del programa nacional sobre alojamiento confortable y entorno favorable para 2016-2020 (Orden del Consejo de Ministros de Belarús, del 21 de abril de 2016, N° 326), se fijó el objetivo de alcanzar la meta intermedia del 20% para 2019. En la ley de metales ferrosos se prohíbe la recolección de residuos electrónicos por parte de los recicladores de chatarra. A pesar de ello es probable que esa práctica siga produciéndose: se extraen componentes valiosos y se desechan sustancias peligrosas. En Moldova hay en vigor una estrategia nacional sobre residuos desde 2013. Existe un acuerdo de asociación entre la UE y la República de Moldova que incluye diversos acuerdos en materia de legislación ambiental. En ese contexto, en 2018 se aprobó la responsabilidad ampliada del productor sobre residuos electrónicos. En Moldova, los residuos electrónicos se dividen en las 10 categorías de la antigua Directiva de la UE sobre los RAEE, frente a las 6 actuales que se aplican en la UE. En la ley de responsabilidad ampliada del productor se establece que también hay metas de recogida y reciclaje basadas en los AEE introducidos en el mercado en los tres años precedentes. En 2020 se aplica un objetivo de recogida del 5%. El objetivo aumentará gradualmente un 5% cada año hasta el 30% en 2025. En 2017, la Federación de Rusia ha iniciado un programa de responsabilidad ampliada del productor para la chatarra eléctrica y electrónica. Los fabricantes e importadores deben ayudar a recoger y procesar los productos electrónicos obsoletos de conformidad con la legislación rusa sobre economía circular.

Sistemas de gestión de residuos electrónicos

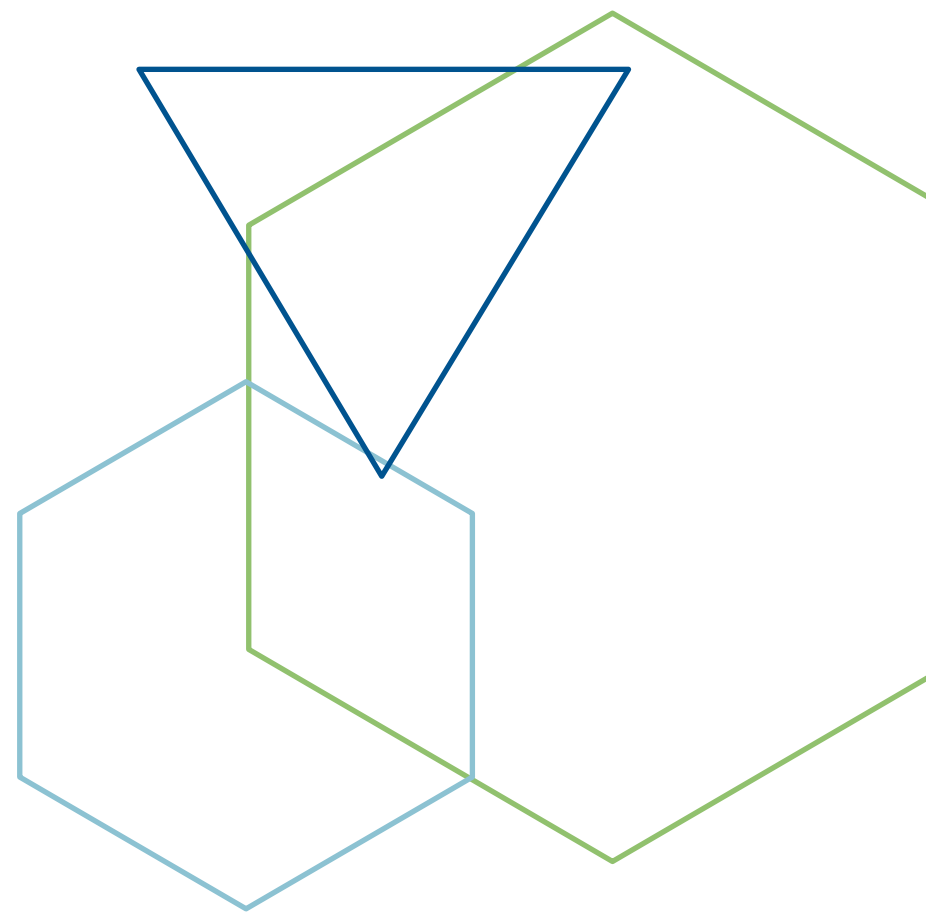
En la Unión Europea existe una infraestructura de gestión de residuos electrónicos muy bien desarrollada y respetuosa con las normas en vigor para la recogida de residuos electrónicos en comercios y municipios por operadores privados, así como para seguir recuperando componentes reciclables de residuos electrónicos recogidos y eliminar

después los residuos conforme a las normas vigentes y respetando el medio ambiente. Esto se ha conseguido gracias a la historia relativamente larga de leyes sobre residuos electrónicos en la UE que comenzó a principios de 2003. Así, los datos estadísticos muestran que el 59% de los residuos electrónicos generados en Europa Septentrional y el 54% de los generados en Europa Occidental se documentan como reciclados oficialmente (los datos sobre la recogida de residuos electrónicos comunicados son para 2017). Se trata de los porcentajes más altos del mundo. Para el año de referencia 2019, los Estados miembros deberán recoger el 85% de los residuos electrónicos generados, o el 65% de los AEE introducidos en el mercado en los tres años precedentes, lo que representa que debe incrementarse aún más la recogida y el reciclaje para cumplir los objetivos.

Así, en los últimos años, la viabilidad de alcanzar esos objetivos y la ubicación de otros residuos electrónicos han sido objeto de varios estudios de algunos países. Durante la redacción del presente documento, los estudios más recientes se habían realizado en los Países Bajos (Baldé et al. 2020) y Rumania (Magalini et al. 2019). Esos estudios indican que, en comparación con los residuos electrónicos generados, se está reciclando de conformidad con la ley una parte cada vez mayor de residuos electrónicos. Con todo, todavía hay partes importantes que se gestionan fuera de los sectores de reciclaje que cumplen con la normativa en la UE. Esa gestión de los residuos electrónicos se produce al exportar residuos para su reutilización, al eliminar los residuos electrónicos junto con los demás residuos y al reciclar residuos electrónicos junto con la chatarra, de forma no conforme con la legislación vigente. En los Países Bajos, se calcula que las exportaciones para la reutilización suponen aproximadamente un 8% del total de los residuos electrónicos generados (Baldé et al. 2020). Esas exportaciones comprenden principalmente AEE de servidores informáticos y computadoras portátiles de empresas especializadas en la restauración de aparatos, así como refrigeradores, microondas y otros bienes duraderos usados que se cargan en vehículos o contenedores de segunda mano y se envían a África. Las exportaciones de aparatos para su reutilización se consideran como una prolongación de su vida útil y forman parte de la economía circular. Ahora bien, muchos otros países exportadores de la Unión Europea no disponen de esos datos y, sin ellos, es más difícil, si no imposible, alcanzar los objetivos de recogida. Los países de la Unión Europea de ingresos bajos que tienen un consumo menor de AEE que los países de ingresos más altos también pueden ser países receptores de esas exportaciones para su reutilización. En estudios recientes también se indica que, a pesar de la relativamente alta concienciación ambiental en la UE, los residuos electrónicos siguen tirándose a la basura de desechos residuales y que los pequeños residuos electrónicos terminan en papeleras normales. Eso supone aproximadamente 0,6 Mt de residuos electrónicos de la UE (Rotter et al. 2016). Una información positiva es que la proporción de residuos electrónicos presentes en los desechos residuales frente a residuos electrónicos generados se redujo en los Países Bajos del 11% al 9% en el último decenio (Baldé et al. 2020). El mayor flujo de residuos electrónicos no conformes con la legislación vigente se trata junto con la chatarra metálica sin los pasos de descontaminación adecuados.

En comparación con otros países europeos de su región, Belarús tiene un sector relativamente avanzado de recogida y reciclaje de residuos electrónicos. Hay puntos municipales y privados de entrega y recogida. Además los residuos electrónicos también se recogen en centros de reparación y servicio. Belarús recogió 23 kt de residuos electrónicos en 2019. Se fomenta la recogida por los hogares mediante una pequeña transacción financiera del Gobierno al recolector o reciclador de residuos que cumple con los requisitos establecidos. Con todo, las empresas privadas y los organismos gubernamentales tienen que pagar por la recogida de residuos electrónicos. La recogida de residuos electrónicos por organismos públicos se ve a veces obstaculizada por la obligación de pagar una pequeña cuota (con frecuencia los organismos públicos carecen de suficientes recursos financieros). Por ese motivo suelen almacenar los aparatos.

En otros países de Europa Oriental, como los países balcánicos, la recogida de residuos electrónicos está en la fase inicial (se empieza a desarrollar una infraestructura de gestión de esos residuos) pero todavía no se alcanzan las mismas tasas que en Europa Septentrional y Occidental. En la Moldova, hay puntos de recolección municipales. Algunas empresas privadas obtienen equipos de escuelas, universidades y otros centros públicos. En la Federación de Rusia y Ucrania hay empresas que recogen residuos electrónicos y los gestionan de manera respetuosa con el medio ambiente. Con todo, hay muy pocos puntos de recogida de residuos electrónicos y la capacidad de gestión no es suficiente para reciclar, respetando el medio ambiente, todos aquellos que se generan en los hogares. Por eso, es probable que los residuos electrónicos se reciclen junto con la chatarra metálica o terminen en vertederos.



Situación de los residuos electrónicos en Oceanía en 2019

0,7 Mt | 16,1 kg per cápita
residuos electrónicos generados

8,8% | 0,06 Mt
se ha documentado que los
residuos electrónicos se recogen
y reciclan adecuadamente

1 country
has a national e-waste legisla-
tion/policy or regulation in place

42 población (millones) 12 países analizados

700 millones USD
valor de materias primas en residuos
electrónicos

1,0 Mt equivalentes de CO₂
posible liberación de emisiones de gases de efecto
invernadero de frigoríficos y aires acondicionados
desechados no documentados

0,001 kt
cantidad de mercurio de residuos electrónicos
no documentados

1,1 kt
cantidad de BFR de residuos electrónicos
no documentados

Países que más residuos electrónicos
generan por subregión

Australia y Nueva Zelanda

0,7 Mt | 21,3 kg per cápita 9% | 0,06 Mt 31

Australia	554 kt
Nueva Zelanda	96 kt

Melanesia

0,02 Mt | 1,5 kg per cápita 0% | 0 Mt 10

Papua Nueva Guinea	9 kt
Fiji	5 kt

Micronesia

0,0005 Mt | 2 kg per cápita 0% | 0 Mt 0,2

Micronesia (Estados Federados de)	0,20 kt
Palau	0,17 kt

Polynesia

0,001 Mt | 3,1 kg per cápita 0% | 0 Mt 0,3

Samoa	0,6 kt
Tonga	0,3 kt

Leyenda

- Residuos Electrónicos Generados (en Mt y kg per cápita)
- Residuos electrónicos recolectados y reciclados adecuadamente (conforme documentación)
- Population (in millions)

Residuos Electrónicos Generados

- De 0 a 5 kg per cápita
- De 5 a 15 kg per cápita
- Más de 15 kg per cápita

Legislación

Australia elaboró un plan nacional de reciclaje de televisión e informática (National Television and Computer Recycling Scheme, NTCRS) en el marco de la ley de administración de productos del Gobierno del país de 2011 (Product Stewardship Act 2011). La ley entró en vigor el 8 de agosto de 2011. En virtud de ella, también entró en vigor el 8 de noviembre de 2011 la Product Stewardship Act 2011. En virtud de ese reglamento se ofrece a los hogares y a las pequeñas empresas australianas acceso a servicios de recogida y reciclaje de televisores y computadoras financiados por los sectores de esos productos. El aspecto de la corregulación es una característica fundamental en el reglamento: el Gobierno de Australia, por medio de diversas normativas, fija los resultados que debe lograr el sector y la forma para conseguirlo. Los sectores de la televisión y la informática, que operan a través de los acuerdos de corregulación aprobados (organización de responsabilidad del productor) determinarán la forma de lograr los resultados de manera eficiente. Mediante el plan se ofrece a, aproximadamente, el 98% de la población australianas un acceso razonable a servicios de recogida. Esos servicios pueden consistir en un lugar de recogida permanente en un depósito de residuos o un punto de venta del lugar, o en opciones de recogida puntuales. Se exige a los sectores de la televisión y los equipos informáticos que financien la recogida y el reciclaje de una parte de los televisores y productos informáticos de los que se deshacen los consumidores cada año en el país y que aumenten la tasa de reciclaje de esos productos hasta el 80% para 2026-2027.

Sistema de gestión de residuos electrónicos

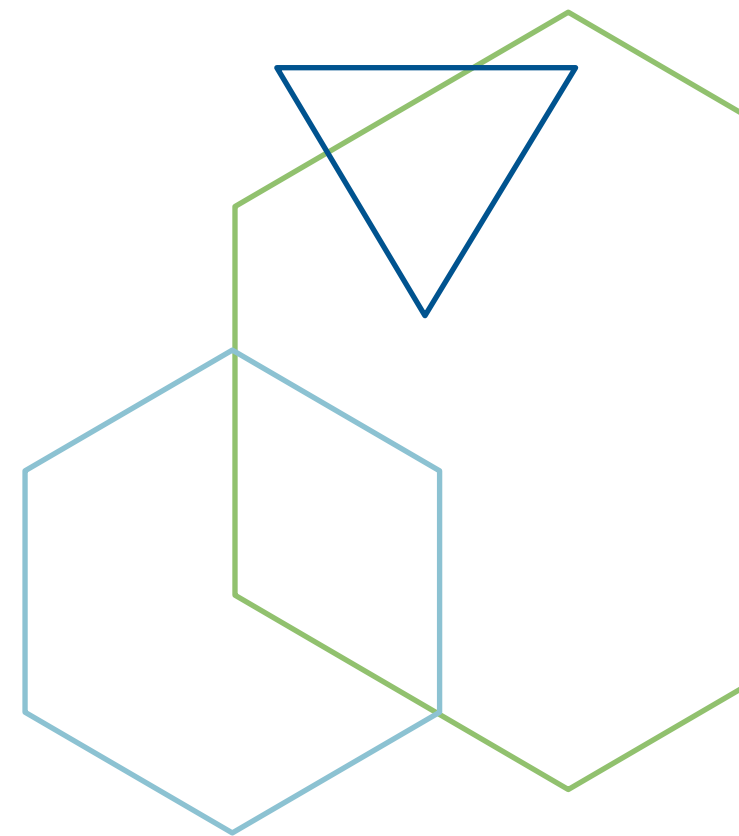
En virtud del Product Stewardship Act 2011 sobre televisores y ordenadores, se exige a los participantes en los acuerdos de corregulación aprobados que presenten informes anuales de auditorías independientes para que el Departamento de Estado correspondiente los publique. Los participantes en esos acuerdos de corregulación informan sobre una serie de asuntos relacionados con su función como administradores del plan. Actualmente son cuatro los acuerdos de corregulación por los que se gestiona el funcionamiento diario del NTCRS. Desde el inicio del plan, se han recogido y reciclado más de 291 kt de residuos electrónicos de televisores y ordenadores. Durante el ejercicio 2017-2018, en el marco del plan se reciclaron aproximadamente 58 kt de residuos electrónicos, lo que equivale a una tasa de recuperación superior al 93%. Mediante el plan también se aseguraba que todos los recicladores estuvieran certificados según las normas AS/NZS 5377:2013 en lo que respecta al reciclaje de residuos electrónicos en condiciones de seguridad (Gobierno de Australia 2019).

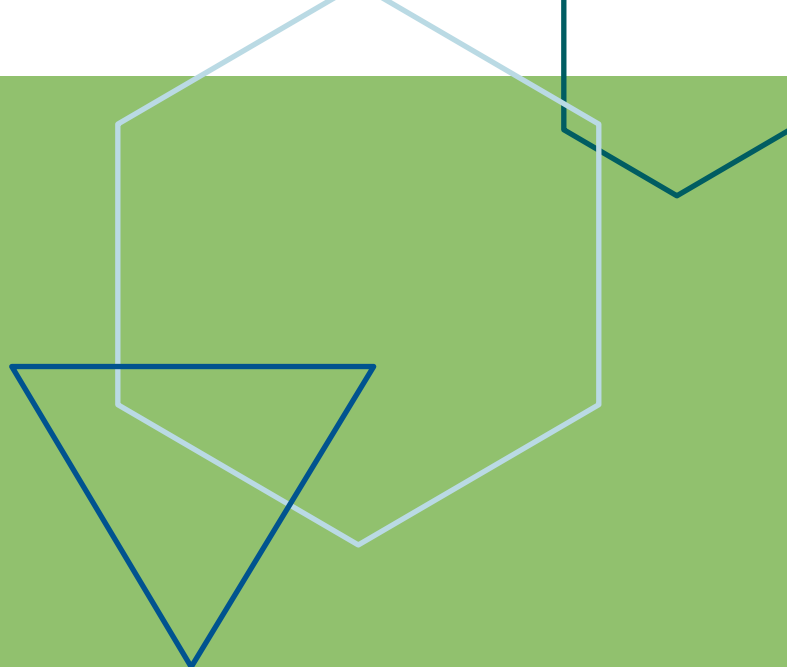
El Gobierno de Victoria ha sido el último Gobierno Estatal de Australia en prohibir los residuos electrónicos en los vertederos (lo hizo en julio de 2019) y ha anunciado un paquete de 16,5 millones de dólares australianos para fomentar la gestión segura de los materiales peligrosos que se encuentran en los residuos electrónicos y para poder recuperar más materiales valiosos, lo que en última instancia conferirá una mayor estabilidad al sector y generará más puestos de trabajo en la región. El 4 de julio de 2018,

Sustainability Victoria lanzó una nueva campaña con un programa de sensibilización comunitaria de 1,5 millones de dólares australianos para formar a sus habitantes sobre el valor de los residuos electrónicos y la forma en que pueden reciclarse. La campaña cuenta con un nuevo sitio web, ewaste.vic.gov.au, en el que puede verse un vídeo sobre los materiales valiosos que se encuentran en nuestros productos electrónicos, campañas de medios sociales y anuncios digitales (Sustainability Victoria 2019).

En comparación con Australia, el Gobierno de Nueva Zelanda sigue considerando la posibilidad de elaborar un plan nacional obligatorio para abordar la cuestión de los residuos electrónicos. Se calcula que más de 97 kt de residuos electrónicos y más del 98,2% de los residuos electrónicos domésticos terminan cada año en los vertederos. Eso se debe en gran medida a que pocos residuos electrónicos se reciclan y tratan adecuadamente y a la falta de una gestión obligatoria de los residuos electrónicos en Nueva Zelanda. Hay pocos productores con planes de gestión de productos de residuos electrónicos, y los que hay son de poca importancia. Además, no existe un sistema formalizado general para la gestión de los residuos electrónicos (Blake, Farrelly y Hannon 2019).

La región de las islas del Pacífico, compuesta por 22 países y territorios, se enfrenta a dificultades particulares debido a su extensa geografía. La falta de tierras adecuadas en las islas pequeñas o en los atolones para construir vertederos, la lejanía con respecto del continente y unas poblaciones relativamente pequeñas generan problemas cuando la zona crece económicamente: las tecnologías de gestión de residuos, la rápida urbanización y la limitada capacidad institucional y de recursos humanos terminan siendo las principales dificultades a las que se enfrenta la región. La Secretaría del Programa Ambiental regional del medio ambiente para el Pacífico (SPREP) tiene el cometido principal de coordinar la región y de que se apliquen medidas de gestión de residuos y control de la contaminación, y utiliza el marco estratégico de gestión, "Un Pacífico Más Limpio para 2025", a modo de guía para la cooperación y la colaboración regionales. La SPREP también trabaja con asociados internacionales y regionales importantes para integrar mejor una financiación sostenible y apoyar los mecanismos de programas de gestión de residuos, productos químicos y contaminación.

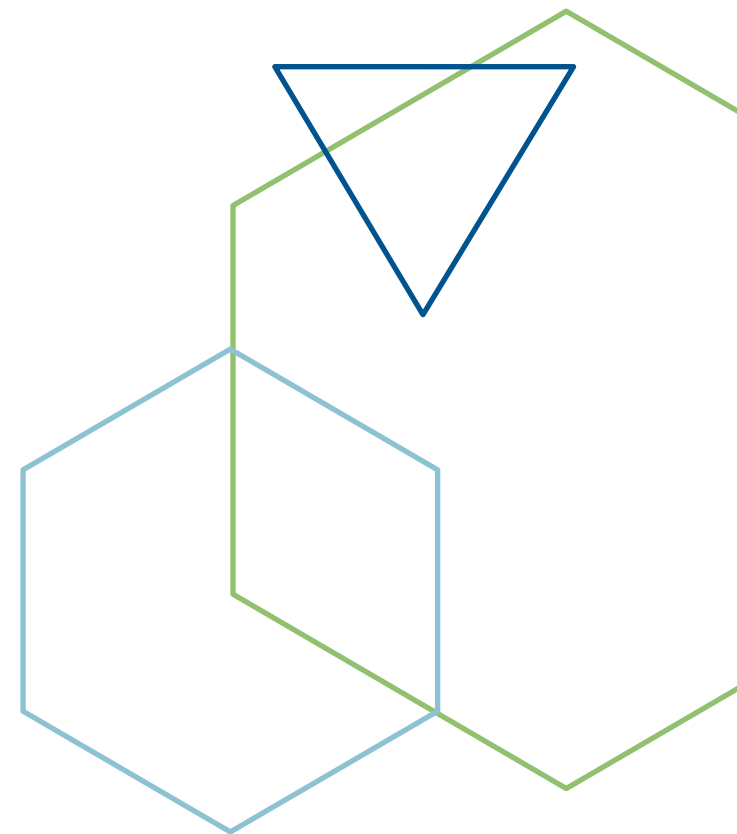


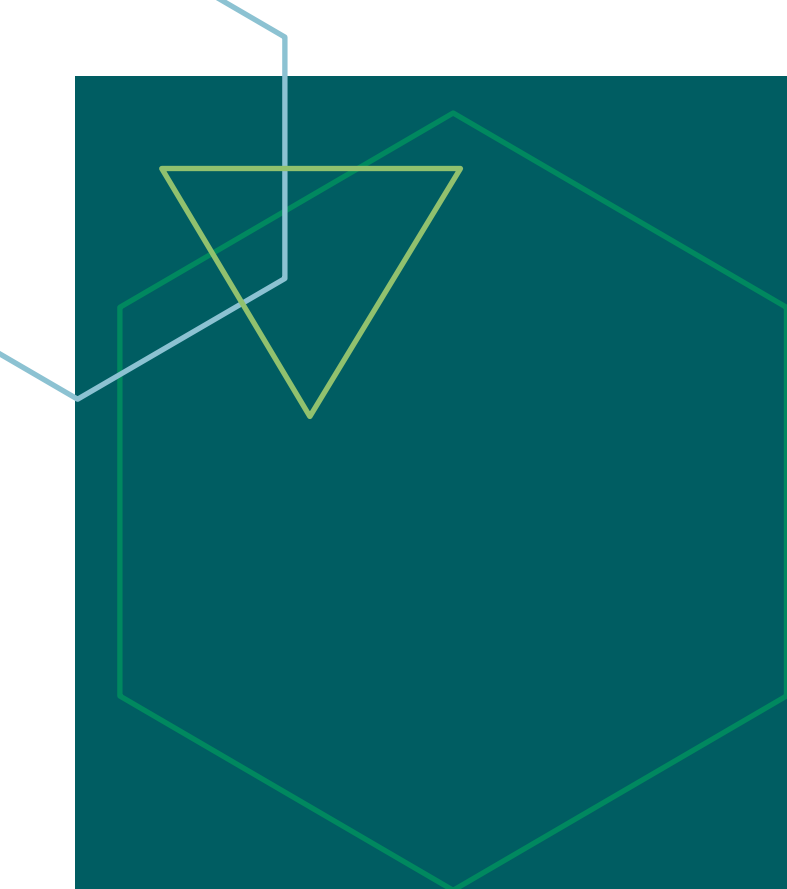


Notas finales

- (1) La tasa de recogida de residuos-e es idéntica al subindicador definido en el ODS 12.5.1. Si los residuos-e se recogen a través de sistemas de recogida oficiales, puede suponerse que los residuos-e recogidos equivalen a los residuos-e reciclados, aunque en la práctica puede haber pérdidas durante la fase de tratamiento. > página 24
- (2) Los residuos-e considerados como formalmente recogidos y reciclados, así como las tasas de reciclaje correspondientes, son datos oficialmente comunicados por los gobiernos (fuentes de predilección de este Informe) o, en otros casos, por los recicladores. En varios países y regiones también se lleva a cabo una recogida de residuos-e por sistemas informales, pero esos datos no se tienen en cuenta en el indicador "residuos-e cuya recogida y reciclaje están documentados" o en la tasa de reciclaje correspondiente por dos grandes motivos: 1) al ser las actividades "informales", no están reguladas y rara vez hay datos disponibles a nivel gubernamental, y 2) con toda probabilidad los residuos-e gestionados por el sistema informal no se reciclan de manera ecológica. > página 26
- (3) El plan de trabajo y demás informaciones pueden encontrarse en https://uneplive.unep.org/indicator/index/12_5_1. > página 31
- (4) Las Directrices recibieron el respaldo de CESAP, CESPAP, UIT, OCDE, UNCTAD, UNECA, EUROSTAT, PNUMA/SBC y UNU. > página 35
- (5) Con frecuencia los residuos-e no son descartados por los propietarios, sino que se guardan en casa o se donan como producto de segunda mano. Sin embargo, por definición, los AEE se convierten en residuos-e solo cuando su propietario los desecha y, por consiguiente, salen del hogar. > página 37
- (6) www.basel.int/Countries/StatusofRatifications/PartiesSignatories/tabid/4499/Default.aspx > página 53
- (7) Las materias primas esenciales son una de las áreas prioritarias del plan de acción de la UE para la economía circular. En la evaluación de criticidad más reciente, realizada en 2017, se identificaron 27 materias primas esenciales. > página 58
- (8) Metales preciosos (por ejemplo, oro, plata, cobre, platino, paladio, rutenio, rodio, iridio y osmio) y materias esenciales (por ejemplo, cobalto, paladio, indio, germanio, bismuto y antimonio). > página 59
- (9) El método para calcular el valor de los metales preciosos de los residuos-e es una actualización de la metodología del Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2017. La actualización se explica en el Anexo 2. > página 59
- (10) Se comparó la cantidad total de materias primas de los residuos-e generados en 2019 con el total de materias primas de AEE comercializados ese mismo año. El método de cálculo de las materias primas de los residuos-e y las correspondientes fuentes de datos se presentan en el Anexo 2. > página 59
- (11) La emisión de equivalentes de CO₂ se estima vinculando la cantidad y el tipo de refrigerante utilizado en los refrigeradores y acondicionadores de aire producidos entre 1995 y 2019 y su potencial de calentamiento global, expresado en equivalentes de CO₂ (Duan et al. 2018). > página 61
- (12) Guo Y et al. 2010a; Guo Y et al. 2012a; Huo X et al. 2019a; Li M et al. 2018a; Wu K et al. 2011a; Wu K et al. 2012a; Xu X et al. 2012a; Xu L et al. 2015b; Xu L et al. 2016a; Zhang Y et al. 2018a. > página 65
- (13) Zheng G et al. 2013a; Xu X et al. 2015a; Zeng X et al. 2019a, Xu X et al. 2015b. > página 65
- (14) Li Y et al. 2008b; Zhang R et al. 2015a; Liu J et al. 2011a; Liu L et al. 2015a; Liu L et al. 2018a; Wang X et al. 2012a; Zhang R et al. 2015a. > página 65
- (15) Soetrismo et al. 2020. > página 65
- (16) Cao J et al. 2018; Dai Y et al. 2017a; Huo X et al. 2019b; Zhang Y et al. 2016a; Zhang Y et al. 2017a. > página 65
- (17) Zheng G et al. 2013a; Zeng X et al. 2017a; Zeng X et al. 2017b. > página 65
- (18) Amoabeng Nti AA et al. 2020. > página 65
- (19) Grant et al. 2013; Xu P et al. 2015a. > página 65
- (20) Zhang B et al. 2017a. > página 65
- (21) Li Y et al. 2008a; Ni W et al. 2014a. > página 65
- (22) Li Y et al. 2011. > página 65
- (23) Neitzel RL et al. 2020; Alabi OA et al. 2012. > página 65
- (24) Liu Y et al. 2018a. > página 65
- (25) Zeng Z et al. 2018a. > ppágina 655
- (26) Cong X et al. 2018a; Lu X et al. 2018a. > página 65
- (27) Yohannessen K et al. 2019; Ohajinwa CM et al. 2018. > página 66
- (28) Fischer et al. 2020; Decharat et al. 2020. > página 66
- (29) Decharat S 2018; Feldt T et al. 2014. > página 66
- (30) Okeme JO et al. 2019; Decharat et al. 2020; Seith et al. 2019. > página 66
- (31) Chen L et al. 2010a; Li K et al. 2014a; Liu Q et al. 2009a; Wang Q et al. 2011a; Yuan J et al. 2008a. > página 66
- (32) Neitzel RL et al. 2020. > página 66
- (33) Song S et al. 2019a. > página 66
- (34) Chen Y et al. 2019a. > página 66
- (35) Li Y et al. 2012a; Xu X 2014a. > página 66
- (36) Igharo OG et al. 2018. > página 66
- (37) Residuos reciclables regulados según el sistema de reciclaje 4 en 1: ordenadores portátiles, tarjetas madre, discos duros, bloques de alimentación, carcasas, monitores, impresoras, teclados, televisores, lavadoras, refrigeradores, acondicionadores de aire, ventiladores y bombillas/tubos fluorescentes (US EPA and Office of International Affairs Tribal 2012). > página 75
- (38) El Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías, generalmente denominado "Sistema Armonizado" o simplemente "SA" es una nomenclatura de productos internacional multifuncional definida por la Organización Mundial de Aduanas (OMA). > página 102
- (39) Clasificación Central de Productos (CPC), Versión 1.1. > página 102

- (40) Telecom Argentina
- (41) Ministerio de Medio Ambiente de Australia
- (42) Eurostat
- (43) Cuestionario de la UNSD (UNSD 2019)
- (44) Reporte de Sustentabilidad Bial 2011-2012
- (45) Solidarite Technologique
- (46) Cuestionario de la OCDE
- (47) Ministerio de Medio Ambiente (Chile)
- (48) Ministerio de Medio Ambiente (China)
- (49) Departamento de Protección Medioambiental de Hong Kong
- (50) Ministerio de Educación (El Salvador)
- (51) Bibliografía (Rush Martínez et al. 2015)
- (52) Assocham India
- (53) Autoridad Nacional de Gestión de Residuos Sólidos (Jamaica)
- (54) Instituto Nacional de Estadística (Jordania)
- (55) Africa Institute 2012
- (56) Namigreen
- (57) Ministerio de Sanidad (Perú)
- (58) Centro de Análisis del Gobierno de la Federación de Rusia
- (59) Ministerio de Comercio e Industria (Rwanda)
- (60) Bibliografía (Roldan 2017)
- (61) IENE
- (62) Bibliografía (Lydall M. et al. 2017)
- (63) Exitcom
- (64) Computers for School, Uganda
- (65) Agencia de Protección del Medio Ambiente (EE.UU.)
- (66) Cuestionarios de la UNSD, la OCDE y la CEPE, 2014/2015





Bibliografía

Abbasi, G. 2015. "Story of Brominated Flame Retardants: Substance Flow Analysis of PBDEs from Use to Waste".

Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos (AMCERE). 2019. "About GESP". [Sitio web]. Suiza: "Global E-waste Statistics Partnership (GESP)". <https://globalewaste.org/about-us/>, consultado el 8 de septiembre de 2019.

Baldé CP, D'Angelo E, Forti V, Kuehr R y van den Brink S. 2018. "Waste mercury perspective, 2010-2035: from global to regional – 2018". Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, Bonn/Viena.

Baldé CP, Forti V, Gray V, Kuehr R y Stegmann P. 2017. "Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2017". Editado por la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA). Universidad de las Naciones Unidas Bonn/Ginebra/Viena. <https://globalewaste.org/wp-content/uploads/2018/10/Global-E-waste-Monitor-2017.pdf>

Baldé CP, Kuehr R, Blumenthal K, Fondeur Gill S, Kern M, Micheli P, Magpantay E y Huisman J. 2015. "E-Waste Statistics Guidelines on Classification, Reporting and Indicators".

Baldé C.P, van den Brink S, Forti V, van der Schalk A. y Hopstaken F. The Dutch WEEE Flows 2020. "What happened between 2010 and 2018". Universidad de las Naciones Unidas (UNU)/Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) –con la colaboración de SCY– CLE Programme, Bonn (Alemania).

BIO intelligence Service. 2013. "Equivalent Conditions for Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Recycling Operations Taking Place Outside the European Union". DG Medio Ambiente.

Blake V, Farrelly T y Hannon J. 2019. "Is Voluntary Product Stewardship for E-Waste Working in New Zealand? A Whangarei Case Study". Sustainability (Suiza) 11 (11): 1-26. <https://doi.org/10.3390/su11113063>.

Chen Y, Jinhui L, Lieqiang C, Shusheng C y Weihua D. 2012. "Brominated Flame Retardants (BFRs) in Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Plastics and Printed Circuit Boards (PCBs)". Procedia Environmental Sciences 16: 552-59. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.10.076>.

Comisión Europea. 2019. "Statistics – Electronics Waste – Environment – European Commission". 2019. https://ec.europa.eu/environment/waste/weee/data_en.htm.

DAESNU. 2019 – División de Población. 2019. "World Population Prospects – Population Division". <https://population.un.org/wpp/>.

Deubzer, O. 2007. "Explorative Study into the Sustainable Use and Substitution of Soldering Metals in Electronics".

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 – CEWASTE Voluntary Certification Scheme for Waste Treatment". https://cewaste.eu/wp-content/uploads/2020/03/CEWASTE_Deliverable-D1.1_191001_FINAL-Rev.200305.pdf.

Duan, H, Miller TR, Gang L, Xianlai Z, Keli Y, Qifei H y Jian Z. 2018. "Supporting Information for: Chilling Prospect: Climate Change Effects of Mismanaged Refrigerants in China Table of Content Tables and Figures". Environmental Science and Technology 52 (11).

Duan H, Miller TR, Gregory J y Kirchain R. 2013. "Quantitative Characterization of Domestic Flows of Used Electronics." Step, no. Diciembre: 122.

EACO. 2017. "Regional E-Waste Strategy. Edited by Waste Management Steering Committee under Working Group 10: Environment and E-Waste Management".

Forti V, Baldé CP y Kuehr R. 2018. "E-Waste Statistics Guidelines on Classification, Reporting and Indicators". Editado por ViE – SCYCLE Universidad de las Naciones Unidas. Bonn (Alemania).

Geeraerts K, Mutafoglu K e Illés A. 2016. "Illegal Shipments of E-Waste from the EU to China". Fighting Environmental Crime in Europe and Beyond, no. 320276: 129-60.

Gobierno de Australia, Departamento de Medio Ambiente y Energía. 2019. "National Television and Computer Recycling Scheme – Home Page | Department of the Environment and Energy". 2019.

GSMA. 2020. "GSMA CleanTech e-waste policy study". <https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/cleantech/e-waste/>

Hamdan S. 2019. "ةيئابرمطكل او ةينورتكللإل تايافنل 2018 لزانملا يف".

Herat S. 2008. "Environmental Impacts and Use of Brominated Flame Retardants in Electrical and Electronic Equipment". Environmentalist 28 (4): 348-57. <https://doi.org/10.1007/s10669-007-9144-2>.

Hopson E. y Pucket J. 2016. "Scam Recycling: e-Dumping on Asia by US Recyclers". Basel Action Network, EE.UU.

Huisman J, Botezatu I, Herreras L, Liddane M, Hintsa J, Luda di Cortemiglia V, Leroy P, Vermeersch E, Mohanty S, van den Brink S, Ghenciu B, Dimitrova D, Nash E, Shryane T, Wieting M, Kehoe J, Baldé CP, Magalini F, Zanasi A, Ruini F, Männistö T y Bonzio A. "Countering WEEE Illegal Trade (CWIT) Summary Report, Market Assessment, Legal Analysis, Crime Analysis and Recommendations Roadmap". 30 de agosto de 2015. Lyon (Francia).

Huisman J, Downes S, Leroy P, Herreras L, Ljunggren M, Kushnir D, Løvik AN et al. 2017. "ProSUM FINAL REPORT – Deliverable 6.6".

Lasaridi K, Terzis E, Chroni C y Kostas A. 2016. "Bir Global Facts & Figures World Statistics on E-Scrap Arisings and the Movement of E-Scrap Between Countries 2016 2025".

Lepawski J. (2015). "The changing geography of global trade in electronic discards: Time to rethink the e-waste problem." *The Geographical Journal*, 181(2), 147-159.

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.

Magalini F y Huisman J. 2018. "WEEE Recycling Economics". 1-12. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24945.53608>.

Magalini F, Smit E, Adrian S, Gunsilius E, Herbeck E, Oelz B, Perry J et al. 2016. "Guiding Principles to Develop E-Waste Management Systems and Legislation". 3576: 15. ISSN: 1999-7965.

Magalini F, Thiebaud E y Kaddouh S. 2019. "Quantifying WEEE in Romania 2019 vs 2015".

Magalini F, Feng W, Huisman J, Kuehr R, Baldé K, van Straalen V, Hestin M, Lecerf L, Sayman U, y Akpulat O. 2014. "Study on Collection Rates of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). Possible measures to be initiated by the commission as required by article 7(4), 7(5), 7(6) and 7(7) of directive 2012/19/eu on waste electrical and electronic equipment (WEEE)". Comisión Europea.

Mccann D y Wittmann A. 2015. "E-Waste Prevention, Take-Back System Design and Policy Approaches". Step (Febrero): http://www.step-initiative.org/files/_documents/whitepapers/StEP_TF1_WPTakeBackSystems.pdf.

McPherson A, Thorpe B y Blake A. 2004. "Brominated Flame Retardants in Dust on Computers", 1-40.

Ministerio de Ecología y Medio Ambiente de China. 2019. "Waste Electrical and Electronic Products Processing Information System". 2019. <http://weee.mepscc.cn/Index.do>.

Odeyingbo O, Nnorom I y Deubzer O. 2017. "Person in the Port Project – Assessing Import of Used Electrical and Electronic Equipment into Nigeria". http://collections.unu.edu/eserv/UNU:6349/PIP_Report.pdf.

ONUDI. 2019. "Preliminary Baseline Assessment of E-wastes in Lebanon".

Parajuly K, Kuehr R, Awasthi AK, Fitzpatrick C, Lepawsky J, Smith E, Widmer R y Zeng X. 2019. "Future E-Waste Scenarios". Step (Bonn), UNU ViE SCYCLE (Bonn) y PNUMA IETC (Osaka).

Parlamento Europeo. 2011. "Directiva 2011/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 8 de junio de 2011 sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos." *Boletín Oficial de la Unión Europea*, 88 110.

Parlamento Europeo. 2012. "Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de enero de 2003 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)". *Boletín Oficial de la Unión Europea*, 2003, no. Junio: 38-71.

Riahi K, van Vuuren DP, Kriegler E, Edmonds J, O'Neill B, Fujimori S, Bauer N et al. 2017. "The Shared Socioeconomic Pathways and Their Energy, Land Use, and Greenhouse Gas Emissions Implications: An Overview". *Global Environmental Change* 42 (enero): 153 68. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2016.05.009>.

Roldan M. 2017. "E-waste management policy and regulatory framework for Saint Lucia". Telecommunication Management Group, Inc.

Rotter VS, Maehlitz P, Korf N, Chancerel P, Huisman J, Habib H, Herreras L, Ljunggren SM y Hallberg A. 2016. "ProSUM Deliverable 4.1 – Waste Flow Studies". 1 100.

Rush Martínez M. y Cálix, N. 2014. "Estimación de la Generación de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Honduras". Tegucigalpa M.D.C, Honduras.

Step Initiative. 2014. "One Global Definition of E-Waste". United Nations University 3576 (junio): 08. https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6120/step_one_global_definition_amended.pdf.

Sudki, Hamdan. 2019. "ةيئابرمكلاو ةينورتكللإل تايافنل 2018 لزانملا يف".

Sustainability Victoria. 2019. "E-Waste". 2019. <https://www.sustainability.vic.gov.au/You-and-your-home/Waste-and-recycling/Household-waste/eWaste>.

UNICEF. 2018. "Surveys – UNICEF MICS". 2018. <http://mics.unicef.org/surveys>.

UNSD. 2019. "UNdata | Industrial Commodity Statistics Database (UNSD)". 2019. <http://data.un.org/Browse.aspx?d=ICS>.

US EPA, and Office of International Affairs Tribal. 2012. "Handout 1 Workshop Materials on WEEE Management in Taiwan Recycling Regulations in Taiwan and the 4-in-1 Recycling Program". no. Octubre: 1-8. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/handout-1a-regulations.pdf>.

USITC. 2013. "Used Electronic Products: An Examination of U.S. Exports," Investigation no. 332-528.

Van der Voet E, Van Oers L, Verboon M y Kuipers K. 2019. "Environmental Implications of Future Demand Scenarios for Metals: Methodology and Application to the Case of Seven Major Metals". Journal of Industrial Ecology 23 (1): 141-55. <https://doi.org/10.1111/jiec.12722>.

Wagner M, Bavec Š, Huisman J, Løvik AN, Söderman ML, Emmerich J, Sperlich K et al. 2019. "Optimizing Quality of Information in RAw MAterial Data Collection across Europe Draft Good Practice Guidelines for the Collection of SRM Data, Improvement Potential, Definition and Execution of Case". 1-189.

Wolk-Lewanowicz A, James K, Huisman J, Habib H, Brechu M, Herreras L y Chancerel P. 2016. "ProSUM Deliverable 3.2 – Assessment of Complementary Waste Flows". 3.2. Foro Económico Mundial. 2018. "Recovery of Key Metals in the Electronics Industry in the People's Republic of China: An Opportunity in Circularity". Enero.

Yu D, Duan H, Song Q, Liu Y, Li Y, Li J, Shen W, Luo J y Wang J. 2017. "Characterization 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>.

Zoeteman BC.J, Krikke HR y Venselaar J. 2010. "Handling WEEE waste hows: on the effectiveness of producer responsibility in a globalizing world". International Journal of Advanced Manufacturing Technology 47 (5-8): 415-36. <https://doi.org/10.1007/s00170-009-2358-3>.

Referencias del Capítulo 8. Influencia de los residuos-e en la salud de los trabajadores y los niños

Alabi OA, Bakare AA, Xu X, Li B, Zhang Y y Huo X. 2012. "Comparative evaluation of environmental contamination and DNA damage induced by electronic-waste in Nigeria and China". *Sci Total Environ.* 423:62-72. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.01.056.

Amoabeng Nti AA, Arko-Mensah J, Botwe PK, Dwomoh D, Kwarteng L, Takyi SA et al. 2020. "Effect of particulate matter exposure on respiratory health of e-waste workers at Agbogbloshie, Accra, Ghana". *Int J Environ Res Public Health.* 17(9):E3042. doi:10.3390/ijerph17093042.

Amoyaw-Osei Y, Agyekum OO, Pwamang JA, Mueller E, Fasko R y Schluep M. 2019. "Ghana e-Waste country assessment. SBC E-waste Africa Project". <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/eWaste/E-wasteAssessmentGhana.pdf>.

Cao J, Xu X, Zhang Y, Zeng Z, Hylkema MN y Huo X. 2018. "Increased memory T cell populations in Pb-exposed children from an e-waste-recycling area". *Sci Total Environ.* 616-617:988-995. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.220. Epub 2017 Oct. 31. PubMed PMID: 29096958.

Chan JK y Wong MH. 2013. "A review of environmental fate, body burdens, and human health risk assessment of PCDD/Fs at two typical electronic waste recycling sites in China". *Sci Total Environ.* 463-464:1111-23. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.07.098.

Chen L, Guo H, Yuan J et al. 2010. "Polymorphisms of GSTT1 and GSTM1 and increased micronucleus frequencies in peripheral blood lymphocytes in residents at an e-waste dismantling site in China". *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* 45: 490-497.

Chen Y, Xu X, Zeng Z, Lin X, Qin Q y Huo X. 2019. "Blood lead and cadmium levels associated with hematological and hepatic functions in patients from an e-waste-polluted area". *Chemosphere.* 220:531-538. doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.12.129. Epub 2018 Dic. 20. PubMed PMID: 30594806.

Chi X, Streicher-Porte M, Wang MY y Reuter MA. 2011. "Informal electronic waste recycling: a sector review with special focus on China". *Waste Manag.* 31(4):731-42. doi: 10.1016/j.wasman.2010.11.006.

Cong X, Xu X, Xu L, Li M, Xu C, Qin Q y Huo X. 2018. "Elevated biomarkers of sympatho-adrenomedullary activity linked to e-waste air pollutant exposure in preschool children". *Environ Int.* 115:117-126. doi: 10.1016/j.envint.2018.03.011. Epub 2018 Mar. 20. PubMed PMID: 29558634.

Dai Y, Huo X, Zhang Y, Yang T, Li M y Xu X. 2017. "Elevated lead levels and changes in blood morphology and erythrocyte CR1 in preschool children from an e-waste area". *Sci Total Environ.* 592:51-59. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.080. Epub 2017 Mar. 29. PubMed PMID: 28301822.

Davis JM y Garb Y. 2019. "A strong spatial association between e-waste burn sites and childhood lymphoma in the West Bank, Palestine". *Int J Cancer.* 144(3):470-75. doi: 10.1002/ijc.31902.

Decharat S. 2018. "Urinary Mercury Levels Among Workers in E-waste Shops in Nakhon Si Thammarat Province, Thailand". *J Prev Med Public Health.* 51(4):196-204. doi: 10.3961/jpmph.18.049.

Decharat S y Kiddee P. "Health problems among workers who recycle electronic waste in southern Thailand". 2020. *Osong Public Health res Perspect.* 11(1):34-43. doi: 10.24171/j.phrp.2020.11.1.06.

Feldt T, Fobil JN, Wittsiepe J, Wilhelm M, Till H, Zoufaly A, Burchard G. y Göen T. 2014. "High levels of PAH-metabolites in urine of e-waste recycling workers from Agbogbloshie, Ghana". *Sci Total Environ.* 466-467:369-76. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.06.097. Epub 2013 Ago. 7. PubMed PMID: 23921367.

Fischer D, Seidu F, Yang J, Felten MK, Garus C, Kraus T et al. 2020. "Health consequences for e-waste workers and bystanders – a comparative cross-sectional study". *Int J Environ Res Public Health.* 17(5):1534. doi: 10.3390/ijerph17051534.

Goldizen FC, Sly PD y Knibbs LD. 2016. "Respiratory effects of air pollution on children". *Pediatr Pulmon.* 51(1):94-108.

Grant K, Goldizen FC, Sly PD, Brune MN, Neira M, van den Berg M et al. 2013. "Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review". *Lancet Glob Health.* 1: e350-61.

Guo Y, Huo X, Li Y et al. 2010. "Monitoring of lead, cadmium, chromium and nickel in placenta from an e-waste recycling town in China". *Sci Total Environ.* 408: 3113-17.

Guo Y, Huo X, Wu K, Liu J, Zhang Y y Xu X. 2012. "Carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in umbilical cord blood of human neonates from Guiyu, China". *Sci Total Environ.* 427: 35-40.

Gutberlet J y Uddin SMN. 2017. "Household waste and health risks affecting waste pickers and the environment in low- and middle-income countries". *Int J Occup Environ*

Health. 23(4):299-310. doi: 10.1080/10773525.2018.1484996.

Heacock M, Trottier B, Adhikary S, Asante KA, Basu N, Brune MN et al. 2018. "Prevention-intervention strategies to reduce exposure to e-waste". *Rev Environ Health*. 33(2): 219-228.

Hu C, Hou J, Zhou Y, Sun H, Yin W, Zhang Y et al. 2018. "Association of polycyclic aromatic hydrocarbons exposure with atherosclerotic cardiovascular disease risk: A role of mean platelet volume or club cell secretory protein". *Environ. Pollut*. 233:45-53.

Huang CL, Bao LJ, Luo P, Wang ZY, Li SM y Zeng EY. 2016. "Potential health risk for residents around a typical e-waste recycling zone via inhalation of size-fractionated particle bound heavy metals". *Journal of Hazardous Materials*. 317:449-456.

Huo X, Dai Y, Yang T, Zhang Y, Li M y Xu X. 2019. "Decreased erythrocyte CD44 and CD58 expression link e-waste Pb toxicity to changes in erythrocyte immunity in pre-school children". *Sci Total Environ*. 2019b May 10; 664:690-697. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.040. PubMed PMID: 30763849.

Huo X, Wu Y, Xu L, Zeng X, Qin Q y Xu X. 2019. "Maternal urinary metabolites of PAHs and its association with adverse birth outcomes in an intensive e-waste recycling area". *Environ Pollut*. 245:453-461. doi: 10.1016/j.envpol.2018.10.098. Epub 2018 Nov. 7. PubMed PMID: 30458375.

Igharo OG, Anetor JI, Osibanjo O, Osadolor HB, Odazie EC y Uche ZC. 2018. "Endocrine disrupting metals lead to alteration in the gonadal hormone levels in Nigerian e-waste workers". *Universa Medicina*. 37(1):65-74. doi: 10.18051/UnivMed.2018.

Landrigan P, Goldman LR. 2011. "Children's vulnerability to toxic chemicals: a challenge and opportunity to strengthen health and environmental policy". *Health Aff (Millwood)*. 30(5):842-50. doi: 10.1377/hlthaff.2011.0151.

Li K, Liu S, Yang Q, Zhao Y, Zuo J, Li R, Jing Y, He X, Qiu X, Li G y Zhu T. 2014. "Genotoxic effects and serum abnormalities in residents of regions proximal to e-waste disposal facilities in Jinghai, China". *Ecotoxicol Environ Saf*. 2014a Jul;105:51-8. doi: 10.1016/j.ecoenv.2014.03.034. PubMed PMID: 24785710.

Li M, Huo X, Pan Y, Cai H, Dai Y y Xu X. 2017. "Proteomic evaluation of human umbilical cord tissue exposed to polybrominated diphenyl ethers in an e-waste recycling area". *Environ Int*. 2018a Feb;111:362-371. doi: 10.1016/j.envint.2017.09.016. PubMed PMID: 29169793.

Li Y, Huo X, Liu J, Peng L, Li W y Xu X. 2011. "Assessment of cadmium exposure for neonates in Guiyu, an electronic waste pollution site of China". *Environ Monit Assess*. 177(14):343-51. doi: 10.1007/s10661-010-1638-6.

Li Y, Xu X, Liu J et al. 2008. "The hazard of chromium exposure to neonates in Guiyu of China". *Sci Total Environ*. 403: 99-104.

Li Y, Xu X, Wu K et al. 2008. "Monitoring of lead load and its effect on neonatal behavioral neurological assessment scores in Guiyu, an electronic waste recycling town in China". *J Environ Monit*. 10: 1233-38.

Li Y, Li M, Liu Y, Song G, Liu N. 2012. "A microarray for microRNA profiling in spermatozoa from adult men living in an environmentally polluted site". *Bull Environ Contam Toxicol*. Dec;89(6):1111-4. doi: 10.1007/s00128-012-0827-0.

Liu J, Xu X, Wu K et al. 2011. "Association between lead exposure from electronic waste recycling and child temperament alterations". *Neurotoxicology*. 32: 458-64.

Liu L, Xu X, Yekeen TA, Lin K, Li W y Huo X. 2015. "Assessment of association between the dopamine D2 receptor (DRD2) polymorphism and neurodevelopment of children exposed to lead". *Environ Sci Pollut Res Int*. 22(3):1786-93. doi: 10.1007/s11356-014-2565-9. Epub 2014 Ene. 28. PubMed PMID: 24469773.

Liu L, Zhang B, Lin K, Zhang Y, Xu X y Huo X. 2018. "Thyroid disruption and reduced mental development in children from an informal e-waste recycling area: A mediation analysis. *Chemosphere*". 193:498-505. doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.11.059. Epub 2017 Nov. 13. PubMed PMID: 29156335.

Liu Q, Cao J, Li KQ et al. 2009. "Chromosomal aberrations and DNA damage in human populations exposed to the processing of electronics waste. *Environ Sci Pollut Res Int*". 16: 329-38.

Liu Y, Huo X, Xu L, Wei X, Wu W, Wu X y Xu X. 2018. "Hearing loss in children with e waste lead and cadmium exposure". *Sci Total Environ*. 624:621-627. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.12.091. Epub 2017 Dic. 27. PubMed PMID: 29272831.

Lu X, Xu X, Zhang Y, Zhang Y, Wang C y Huo X. 2018. "Elevated inflammatory Lp- PLA2 and IL-6 link e-waste Pb toxicity to cardiovascular risk factors in preschool children". *Environ Pollut*. 234:601-609. doi: 10.1016/j.envpol.2017.11.094. Epub 2017 Dic. 21. PubMed PMID: 29223817.

Lundgren K. 2012. "The global impact of e-waste: addressing the challenge. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo". http://www.ilo.org/sector/Resources/publications/WCMS_196105/lang--en/index.htm.

Mitro SD, Johnson T y Zota AR. 2015. "Cumulative Chemical Exposures During Pregnancy and Early Development". *Curr Environ Health Rep.* 2(4):367-78. doi: 10.1007/s40572-015-0064-x.

Navas-Acien A, Guallar E, Silbergeld EK y Rothenberg SJ. 2007. "Lead exposure and cardiovascular disease – a systematic review. *Environ Health Perspect*" 115(2007):472-482.

Neitzel RL, Sayler SK, Arain AL y Nambunmee K. 2020. "Metal levels, genetic instability and renal markers in electronic waste workers in Thailand". *Int J Occup Environ Med.* 11(2):72-84. doi: 10.34172/ijoem.2020.1826.

Ni W, Huang Y, Wang X, Zhang J y Wu K. 2014. "Associations of neonatal lead, cadmium, chromium and nickel co-exposure with DNA oxidative damage in an electronic waste recycling town". *Sci Total Environ.* 15:472:354-62. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.11.032. Epub 2013 Nov. 30. PubMed PMID: 24295751.

Ohajinwa CM, van Bodegom PM, Vijver MG, Olumide AO, Osibanjo O y Peijnenburg WJGM. 2018. "Prevalence and injury patterns among electronic waste workers in the informal sector in Nigeria". *Inj Prev.* 24(3):185-192. doi: 10.1136/injuryprev-2016-042265.

OIT. 2013. "La economía informal y el trabajo decente: una guía de recursos sobre políticas, apoyando la transición hacia la formalidad. Ginebra (Suiza): Organización Internacional del Trabajo". https://www.ilo.org/emppolicy/pubs/WCMS_212688/lang--es/index.htm, consultado el 16 de agosto de 2019.

OIT. 2019. Trabajo decente en la gestión de los desechos eléctricos y electrónicos. Documento temático para el Foro de diálogo mundial sobre el trabajo decente en la gestión de los desechos eléctricos y electrónicos (9-11 de abril de 2019). Ginebra (Suiza): Organización Internacional del Trabajo. https://www.ilo.org/sector/Resources/publications/WCMS_673666/lang--es/index.htm, consultado el 7 de agosto de 2019.

Okeme JO y Arrandale VH. 2019. "Electronic waste recycling: occupational exposures and work-related health effects". *Curr Environ Health Rep.* 6(4):256-268. doi: 10.1007/s40572-019-00255-3.

Prakash S., Manhart, A., Amoyaw-Osei, Y. y Agyekum. 2010. "O. Socio-economic assessment and feasibility study on sustainable e-waste management in Ghana". Accra. Frei-

burg, Germany: Öko-Institut e.V. (<https://www.oeko.de/oekodoc/1057/2010-105-en.pdf>).

Pronczuk de Garbino J. 2004. "Children's health and the environment: a global perspective. A resource manual for the health sector". In: Pronczuk de Garbino J, ed. Nueva York: Organización Mundial de la Salud.

Prüss-Ustün A, Vickers C, Haefliger P y Bertollini R. 2011. "Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review". *Environ Health.* 10:9. doi: 10.1186/1476-069X-10-9.

Sabra S, Malmqvist E, Saborit A, Gratacós E y Gómez Roig MD. 2017. "Heavy metals exposure levels and their correlation with different clinical forms of fetal growth restriction". *PLoS One.* 12(10):e0185645. doi: 10.1371/journal.pone.0185645.

Secretaría del Grupo de Gestión Ambiental de las Naciones Unidas (EMG). 2019. "A New Circular Vision for Electronics: Time for a Global Reboot". Ginebra (Suiza): Foro Económico Mundial. http://www3.weforum.org/docs/WEF_A_New_Circular_Vision_for_Electronics.pdf.

Seith R, Arain AL, Nambunmee K, Adar SD y Neitzel RL. 2019. "Self-Reported Health and Metal Body Burden in an Electronic Waste Recycling Community in Northeastern Thailand". *J Occup Environ Med.* 61(11):905-909. doi: 10.1097/JOM.0000000000001697.

Sepúlveda A, Schluep M, Renaud FG, Streicher M, Kuehr R y Hagelüken C. 2010. "A review of the environmental fate and effects of hazardous substances released from electrical and electronic equipments during recycling: Examples from China and India". *Environmental Impact Assessment Review.* 30(1):28-41.

Soetrisno FN y Delgado-Saborit JM. 2020. "Chronic exposure to heavy metals from informal e-waste recycling plants and children's attention, executive function and academic performance". *Sci Total Environ.* 717:137099. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137099.

Song S, Duan Y, Zhang T, Zhang B, Zhao Z, Bai X, Xie L, He Y, Ouyang JP, Huang X y Sun H. 2019. "Serum concentrations of bisphenol A and its alternatives in elderly population living around e-waste recycling facilities in China: Associations with fasting blood glucose". *Ecotoxicol Environ Saf.* 169:822-828. doi: 10.1016/j.ecoenv.2018.11.101. Epub 2018 Nov. 29. PubMed PMID: 30597781.

Song Q y Li J. 2014. "A systematic review of the human body burden of e-waste exposure in China". *Environ Int.* 68:82-93. doi: 10.1016/j.envint.2014.03.018.

Song Q y Li J. 2015. "A review on human health consequences of metals exposure to e-waste in China". *Environ Pollut.* 2015 Jan;196:450-61.

The Basel Action Network (BAN), Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC). 2002. "Exporting Harm: The High-Tech Trashing of Asia". The Basel Action Network (BAN), Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC).

UIT, Secretaría del Convenio de Basilea, UNESCO, ONUDI, UNU, OMPI, CRBC-América del Sur y CELAC. 2016. "Gestión sostenible de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en América Latina". Ginebra (Suiza): Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Wang F, Kuehr R, Ahlquist D y Li J. 2012. "E-waste in China: a country report". Bonn, Germany: Universidad de las Naciones Unidas/StEP Initiative. <https://collections.unu.edu/eserv/UNU:1624/ewaste-in-china.pdf>, consultado el 7 de septiembre de 2019.

Wang Q, He AM, Gao B et al. 2011. "Increased levels of lead in the blood and frequencies of lymphocytic micronucleated binucleated cells among workers from an electronic-waste recycling site". *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* 46: 669-76.

Wang X, Miller G, Ding G et al. 2012. "Health risk assessment of lead for children in tinfoil manufacturing and e-waste recycling areas of Zhejiang Province, China". *Sci Total Environ.* 426: 106-12.

OMS. 2003. "Making a Difference: Indicators to Improve Children's Environmental Health". Ginebra (Suiza): Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/phe/children/childrenindicators/en/>, consultado el 15 de septiembre de 2019.

Wu K, Xu X, Liu J, Guo Y y Huo X. 2011. "In utero exposure to polychlorinated biphenyls and reduced neonatal physiological development from Guiyu, China". *Ecotoxicol Environ Saf.* 74: 2141-47.

Wu K, Xu X, Peng, Liua J, Guo Y y Huo X. 2012. "Association between maternal exposure to perfluorooctanoic acid (PFOA) from electronic waste recycling and neonatal health outcomes". *Environ Int.* 48: 1-8.

Xing GH, Chan JK, Leung AO, Wu SC y Wong MH. 2009. "Environmental impact and human exposure to PCBs in Guiyu, an electronic waste recycling site in China". *Environ Int.* 35(1):76-82. doi: 10.1016/j.envint.2008.07.025.

Xu L, Ge J, Huo X, Zhang Y, Lau ATY y Xu X. 2016. "Differential proteomic expression of human placenta and fetal development following e-waste lead and cadmium exposure in

utero". *Sci Total Environ.* 550:1163-1170. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.11.084. Epub 2016 Feb. 16. PubMed PMID: 26895036.

Xu L, Huo X, Liu Y, Zhang Y, Qin Q y Xu X. 2020. "Hearing loss risk and DNA methylation signatures in preschool children following lead and cadmium exposure from an electronic waste recycling area". *Chemosphere.* 246:125829. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.125829>, doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.125829.

Xu L, Huo X, Zhang Y, Li W, Zhang J y Xu X. 2015. "Polybrominated diphenyl ethers in human placenta associated with neonatal physiological development at a typical e-waste recycling area in China". *Environ Pollut.* 196:414-22. PubMed PMID: 25468211.

Xu P, Lou X, Ding G, Shen H, Wu L, Chen Z, Han J, Han G y Wang X. 2014. "Association of PCB, PBDE and PCDD/F body burdens with hormone levels for children in an e-waste dismantling area of Zhejiang Province, China". *Sci Total Environ.* 499:55-61. doi: 10.1016/j.scitotenv.2014.08.057. Epub 2014 Ago. 29. PubMed PMID: 25173862.

Xu P, Lou X, Ding G, Shen H, Wu L, Chen Z, Han J y Wang X. 2015. "Effects of PCB and PBDEs on thyroid hormone, lymphocyte proliferation, hematology and kidney injury markers in residents of an e-waste dismantling area in Zhejiang, China". *Sci Total Environ.* 536:215-222. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.07.025. Epub 2015 Jul. 25. PubMed PMID: 26218560.

Xu X, Yang H, Chen A et al. 2012. "Birth outcomes related to informal e-waste recycling in Guiyu, China". *Reprod Toxicol.* 33: 94-98.

Xu X, Hu H, Kearney GD, Kan H y Sheps DS. 2013. "Studying the effects of polycyclic aromatic hydrocarbons on peripheral arterial disease in the United States". *Sci. Total Environ.* 461-462:341-347.

Xu X, Liu J, Huang C, Lu F, Chiung YM y Huo X. 2015. "Association of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and lead co-exposure with child physical growth and development in an e-waste recycling town". *Chemosphere.* 139:295-302. doi: 10.1016/j.chemosphere.2015.05.080. Epub 2015 Jul. 4. PubMed PMID: 26151377.

Xu X, Zeng X, Boezen HM, Huo X. 2015. "E-waste environmental contamination and harm to public health in China". *Front Med.* 9(2):220-228.

Yohannessen K, Pinto-Galleguillos D, Parra-Giordano D, Agost A, Valdés M, Smith LM, Galen K, Arain A, Rojas F, Neitzel RL y Ruiz-Rudolph P. 2019. "Health Assessment of Electronic Waste Workers in Chile: Participant Characterization". *Int J Environ Res Public Health.* 16(3). pii: E386. doi: 10.3390/ijerph16030386. PubMed PMID: 30700055; Pub-

Med Central PMCID: PMC6388190.

Yuan J, Chen L, Chen D et al. 2008. "Elevated serum polybrominated diphenyl ethers and thyroid-stimulating hormone associated with lymphocytic micronuclei in Chinese workers from an E-waste dismantling site". *Environ Sci Technol.* 42: 2195-200.

Zeng X, Xu X, Boezen HM, Vonk JM, Wu W y Huo X. 2017. "Decreased lung function with mediation of blood parameters linked to e-waste lead and cadmium exposure in pre-school children". *Environ Pollut.* 230:838-848. doi: 10.1016/j.envpol.2017.07.014. Epub 2017 Jul. 19. PubMed PMID: 28734265.

Zeng X, Xu X, Qin Q, Ye K, Wu W y Huo X. 2019. "Heavy metal exposure has adverse effects on the growth and development of preschool children". *Environ Geochem Health.* 41(1):309-321. doi: 10.1007/s10653-018-0114-z. Epub 2018 Abr. 25. PubMed PMID: 29696494.

Zeng X, Xu X, Zhang Y, Li W y Huo X. 2017. "Chest circumference and birth weight are good predictors of lung function in preschool children from an e-waste recycling area". *Environ Sci Pollut Res Int.* 24(28):22613-22621. doi: 10.1007/s11356-017-9885-5. Epub 2017 Ago. 15. PubMed PMID: 28808870.

Zeng Z, Huo X, Zhang Y, Xiao Z, Zhang Y y Xu X. 2018. "Lead exposure is associated with risk of impaired coagulation in preschool children from an e-waste recycling area". *Environ Sci Pollut Res Int.* 25(21):20670-20679. doi: 10.1007/s11356-018-2206-9.

Zhang B, Huo X, Xu L, Cheng Z, Cong X, Lu X y Xu X. 2017. "Elevated lead levels from e waste exposure are linked to decreased olfactory memory in children". *Environ Pollut.* 231(Pt 1):1112-1121. doi: 10.1016/j.envpol.2017.07.015.

Zhang R, Huo X, Ho G, Chen X, Wang H, Wang T y Ma L. 2015. "Attention deficit/hyperactivity symptoms in preschool children from an e-waste recycling town: assessment by the parent report derived from DSM-IV". *BMC Pediatr.* 15:51. doi: 10.1186/s12887-015-0368-x. PubMed PMID: 25939992; PubMed Central PMCID: PMC4429982.

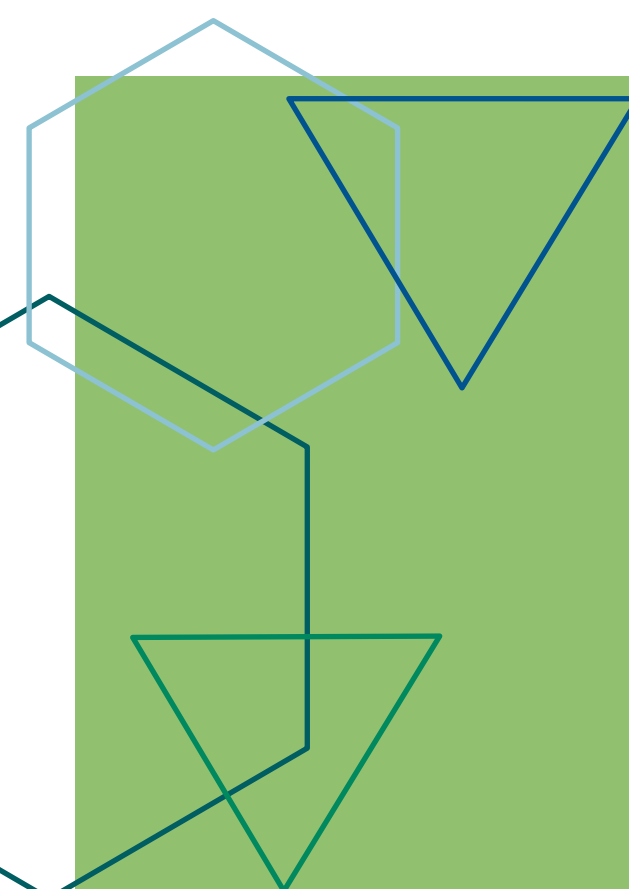
Zhang Y, Huo X, Cao J, Yang T, Xu L y Xu X. 2016. "Elevated lead levels and adverse effects on natural killer cells in children from an electronic waste recycling area". *Environ Pollut.* 213:143-150. doi: 10.1016/j.envpol.2016.02.004. Epub 2016 Feb. 17. PubMed PMID: 26895538.

Zhang Y, Xu X, Chen A, Davuljigari CB, Zheng X, Kim SS, Dietrich KN, Ho SM, Reponen T y Huo X. 2018. "Maternal urinary cadmium levels during pregnancy associated with risk of sex-dependent birth outcomes from an e-waste pollution site in China". *Re-*

prod Toxicol. 75:49-55. doi: 10.1016/j.reprotox.2017.11.003. Epub 2017 Nov. 14. PubMed PMID: 29154917.

Zhang Y, Xu X, Sun D, Cao J, Zhang Y y Huo X. 2017. "Alteration of the number and percentage of innate immune cells in preschool children from an e-waste recycling area". *Ecotoxicol Environ Saf.* 145:615-622. doi: 10.1016/j.ecoenv.2017.07.059. Epub 2017 Ago. 12. PubMed PMID: 28806563.

Zheng G, Xu X, Li B, Wu K, Yekeen TA y Huo X. 2013. "Association between lung function in school children and exposure to three transition metals from an e-waste recycling area". *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 23: 67-72.



Sobre los autores



Vanessa FORTI es Asociada de Programa en UNU Vie SCYCLE. Las investigaciones de Vanessa se centran en la cuantificación de los residuos y la evaluación de su influencia. Es autora de varias publicaciones dedicadas a la cuantificación de los residuos-e y su influencia medioambiental, como la edición de 2017 de Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2017 (Baldé et al. 2017) y la mundialmente reconocida E-waste Statistics Guidelines on classification, reporting and indicators (Forti et al. 2018). Observatorio mundial de los residuos electrónicos

2017 ganó el premio European Advanced SDG de la Academia Diplomática de Viena. Es responsable de la actualización periódica de las metodologías, programas, recopilación de datos, encuestas, modelizaciones e informes sobre estadísticas de residuos (residuos-e, mercurio y desechos de baterías) y ha alcanzado el rango de gestora de datos dentro del equipo SCYCLE. Además, ha contribuido a la elaboración de las herramientas y manuales sobre AEE comercializados y RAEE generados, que se utilizan en todo el mundo. También es miembro de la Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos, que ayuda a los países a elaborar estadísticas sobre residuos-e y crear una base de datos de residuos-e mundial con fines de seguimiento cronológico. Se ocupa de la organización, diseño e impartición de talleres de capacitación sobre estadísticas de residuos-e y de la capacitación institucional en materia de residuos-e de los países en desarrollo. Vanessa es titular de un Máster en Ingeniería Medioambiental de la Universidad de Estudios de Bolonia, en la que se graduó cum laude.



El Dr. Cornelis Peter BALDÉ (Kees) es Oficial Superior de Programa en el Programa Sustainable Cycles de la Universidad de las Naciones Unidas. En la UNU una de las principales tareas de Kees es la dirección del trabajo estadístico, la capacitación institucional en materia de estadísticas de residuos en diversos países, la asesoría en el ámbito de las políticas de residuos, la supervisión del personal y el desarrollo estratégico del equipo. Es uno de los fundadores de la Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos. En la actualidad

Kees copreside el Grupo Especial sobre estadísticas de residuos de la Conferencia de Estadísticos Europeos de la CEPENU, que se encarga de crear un marco estadístico para los residuos que permita supervisar, ahora y en el futuro, las políticas de economía circular y las políticas en materia de residuos. Por otra parte, Kees fue seleccionado por el Gobierno de los Países Bajos para formar parte de la Junta de Dirección del Registro Neerlandés de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, función que ejerce desde 2015. En 2018, Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2017 ganó el premio European Advanced SDG de la Academia Diplomática de Viena. En 2012 Kees recibió el premio Innovación de Statistics Netherlands por su publicación Dutch Green Growth. Con anterioridad Kees trabajó para Statistics Netherlands en calidad de vicedirector del equipo de estadísticas medioambientales. Es titular de un doctorado en Almacenamiento de hidrógeno por la Facultad de Química de la Universidad de Utrecht.

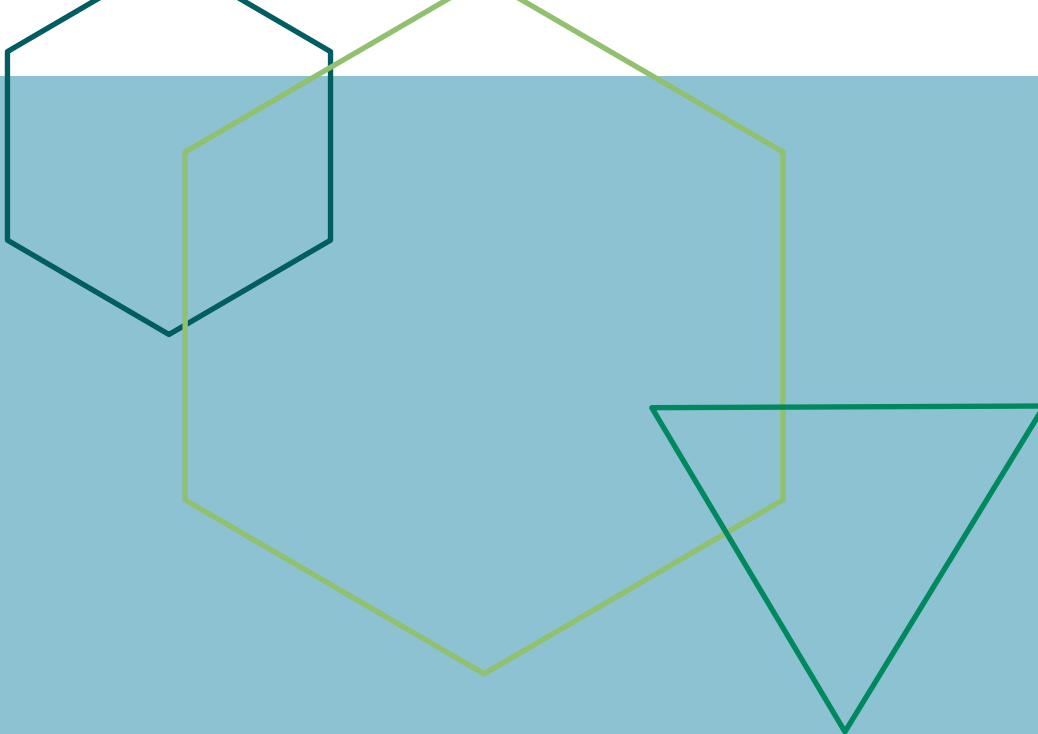


Dr. Ruediger KUEHR es Director del Vicerrectorado de la UNU en Europa, Programa Sustainable Cycles (SCYCLE), que centra sus actividades en la producción, el consumo y la eliminación sostenibles. Ruediger es uno de los cofundadores de la Iniciativa Solving the E-waste Problem (StEP), cuya Secretaría Ejecutiva ocupó entre 2007 y 2017. Entre 1999 y 2009 fue Jefe del Foro Cero Emisiones (ZEF) de la UNU y coordinador europeo; y entre 2000 y 2002 asumió la Secretaría de la Alianza para la ecoestructuración mundial (AGES) en el marco de la red de producción limpia

del PNUMA. Ruediger ha participado en la elaboración y edición de varios libros, estudios y actas, incluidos los Observatorio mundial de los residuos electrónicos de 2014 y 2017. Sus publicaciones y conferencias versan, entre otras cosas, sobre transferencia de tecnologías medioambientales, políticas medioambientales transnacionales, desarrollo sostenible estratégico y cooperación para el desarrollo. Ruediger fue también el gestor de proyecto de la "Revisión de 2008 de la Directiva 2002/96/CE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)" (2007). Científico social y político de formación, es titular de un doctorado en Asuntos Políticos por la Universidad de Osnabrück (Alemania) y de un Máster de la Universidad de Münster (Alemania). Además de llevar a cabo estudios terciarios en Tokyo, (Japón), ha ejercido de Especialista Superior en I+D en The Natural Step, Suecia, y de consultor político independiente para varios gobiernos, organizaciones internacionales y empresas. Fue profesor visitante en la Universidad Libre de Berlín (Alemania) y la Universidad de Hitotsubashi (Japón), además de Investigador Asociado en el Centro de Investigaciones japonesas de la Universidad de Osnabrück.



Garam BEL es Oficial de Residuos-e de la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), sita en Ginebra. En colaboración con la División de Medio Ambiente y Telecomunicaciones de Emergencia (EET), supervisa las actividades relacionadas con los residuos-e de la BDT, desde la elaboración de políticas a la sensibilización. En tanto que miembro de la Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos, Garam coordina la contribución de la BDT a las iniciativas de capacitación y sensibilización en relación con la cuantificación de los residuos-e. Antes de entrar en la UIT, trabajó para el Grupo de Gestión Ambiental, que es un órgano de coordinación de todo el sistema de las Naciones Unidas dedicado al medio ambiente y los asentamientos humanos. Sus actividades entonces se dedicaban a la racionalización de las diversas iniciativas relacionadas con los residuos-e de los organismos y programas de las Naciones Unidas. Antes de llegar a Ginebra, Garam trabajó para un gobierno local de Escocia en el ámbito de los residuos sólidos municipales. Es titular de un Máster en Normalización, regulación social y desarrollo sostenible por la Universidad de Ginebra.



Anexo 1

CLAVES UNU y su correspondencia con las categorías de residuos-e

Clasificación de AEE según CLAVES UNU y correlación entre las
CLAVES UNU y las categorías de la clasificación EU-6

CLAVE UNU	Descripción	Categoría del AEE con arreglo a EU-6
0001	Calefacción central (instalada en la vivienda)	Grandes aparatos
0002	Paneles fotovoltaicos (incluidos los inversores)	Grandes aparatos
0101	Calefacción y ventilación profesional (excluidos los equipos de refrigeración)	Grandes aparatos
0102	Lavavajillas	Grandes aparatos
0103	Aparatos de cocina (por ejemplo, hornos industriales, hornos domésticos, equipos de cocción)	Grandes aparatos
0104	Lavadoras (incluidas las lavadoras-secadoras)	Grandes aparatos
0105	Secadoras (secadoras de lavado, centrifugadoras)	Grandes aparatos
0106	Calefacción y ventilación del hogar (por ejemplo, campanas, ventiladores, calentadores ambientales)	Grandes aparatos
0108	Frigoríficos (incluidos los frigoríficos-congeladores)	Aparatos de intercambio de temperatura
0109	Congeladores	Aparatos de intercambio de temperatura

CLAVE UNU	Descripción	Categoría del AEE con arreglo a EU-6
0111	Acondicionadores de aire (instalados en el hogar o portátiles)	Aparatos de intercambio de temperatura
0112	Otros aparatos de refrigeración (por ejemplo, deshumidificadores, bombas de calor)	Aparatos de intercambio de temperatura
0113	Aparatos profesionales de refrigeración (por ejemplo, grandes acondicionadores de aire, vitrinas refrigeradas)	Aparatos de intercambio de temperatura
0114	Microondas (incluidos los combinados, excluidos los gratinadores)	Pequeños aparatos
0201	Otros pequeños aparatos domésticos (por ejemplo, pequeños ventiladores, planchas, relojes, alimentadores)	Pequeños aparatos
0202	Aparatos para preparar alimentos (por ejemplo, tostadoras, parrillas, robots de cocina, sartenes)	Pequeños aparatos
0203	Pequeños aparatos domésticos para hervir agua (por ejemplo, cafeteras, teteras, hervidores)	Pequeños aparatos
0204	Aspiradoras (excluidas las profesionales)	Pequeños aparatos
0205	Equipos de higiene personal (por ejemplo, cepillos de dientes, secadores de pelo, afeitadoras)	Pequeños aparatos

CLAVE UNU	Descripción	Categoría del AEE con arreglo a EU-6
0301	Pequeños aparatos informáticos (por ejemplo, enca-minadores, ratones, discos externos y accesorios)	Equipos de informática y telecomunicacio-nes pequeños
0302	PC de sobremesa (excluidos monitores y accesorios)	Equipos de informática y telecomunicacio-nes pequeños
0303	Computadoras portátiles (incluidas las tabletas)	Monitores y pantallas
0304	Impresoras (por ejemplo, escáneres, multifunciona-les, facsímiles)	Equipos de informática y telecomunicacio-nes pequeños
0305	Aparatos de telecomunicación (por ejemplo, teléfonos (inalámbricos), contestadores automáticos)	Equipos de informática y telecomunicacio-nes pequeños
0306	Teléfonos móviles (incluidos los teléfonos intelligen-tes y los buscapersoas)	Equipos de informática y telecomunicacio-nes pequeños
0307	Equipos informáticos profesionales (por ejemplo, ser-vidores, enca-minadores, equipos de almacenamiento de datos, copiadoras)	Grandes aparatos

CLAVE UNU	Descripción	Categoría del AEE con arreglo a EU-6
0308	Monitores de tubo de rayos catódicos	Monitores y pantallas
0309	Monitores de pantalla plana (LCD, LED)	Monitores y pantallas
0401	Pequeños aparatos electrónicos de consumo (por ejemplo, auriculares, mandos a distancia)	Pequeños aparatos
0402	Audio y vídeo portátil (por ejemplo, MP3, libros elec-trónicos, sistemas de navegación del automóvil)	Pequeños aparatos
0403	Instrumentos musicales, aparatos de radio, alta fideli-dad (incluidos los equipos de audio)	Pequeños aparatos
0404	Vídeo (por ejemplo, grabadores de vídeo, DVD, Blu-Ray, cajas de adaptación multimedios) y proyectores	Pequeños aparatos
0405	Altavoces, altoparlantes o bocinas	Pequeños aparatos
0406	Cámaras (por ejemplo, videocámaras, cámaras de fotos digitales)	Pequeños aparatos
0407	Televisores con tubo de rayos catódicos	Monitores y pantallas
0408	Televisores de pantalla plana (LCD, LED, plasma)	Monitores y pantallas
0501	Pequeños aparatos de iluminación (se excluyen las lámparas LED y las incandescentes)	Pequeños aparatos

CLAVE UNU	Descripción	Categoría del AEE con arreglo a EU-6
0502	Lámparas fluorescentes compactas (incluidas con adaptador y sin adaptador)	Lámparas
0503	Lámparas fluorescentes de tubo recto	Lámparas
0504	Lámparas especiales (por ejemplo, profesionales de mercurio o de sodio de alta o baja presión)	Lámparas
0505	Lámparas LED (incluidas las lámparas LED con adaptador)	Lámparas
0506	Luminarias domésticas (incluidos los apliques incandescentes y las luminarias LED domésticas)	Pequeños aparatos
0507	Luminarias profesionales (oficinas, espacios públicos, industrias)	Pequeños aparatos
0601	Herramientas domésticas (por ejemplo, taladros, sierras, aparatos de limpieza de alta presión, cortacéspedes)	Pequeños aparatos
0602	Herramientas profesionales (por ejemplo, de soldadura (autógena o no), de fresado)	Grandes aparatos
0701	Juguetes (por ejemplo, pistas de carreras, trenes eléctricos, juguetes musicales, computadoras de ciclismo, drones)	Pequeños aparatos

CLAVE UNU	Descripción	Categoría del AEE con arreglo a EU-6
0702	Consolas de videojuegos	Equipos de informática y telecomunicaciones pequeños
0703	Equipos de ocio (por ejemplo, equipos deportivos, bicicletas eléctricas, gramolas)	Grandes aparatos
0801	Aparatos médicos domésticos (por ejemplo, termómetros, tensiómetros)	Pequeños aparatos
0802	Aparatos médicos profesionales (por ejemplo, hospitalarios, odontológicos, equipos para realizar diagnósticos)	Grandes aparatos
0901	Aparatos para vigilancia y control del hogar (alarmas, detectores de humos; se excluyen las pantallas)	Pequeños aparatos
0902	Aparatos profesionales de supervisión y control (por ejemplo, de laboratorio, paneles de control)	Grandes aparatos
1001	Dispensadores no refrigerados (por ejemplo, máquinas expendedoras, de bebidas calientes, de billetes, de dinero)	Grandes aparatos
1002	Dispensadores refrigerados (por ejemplo, para máquinas expendedoras, de bebidas frías)	Aparatos de intercambio de temperatura



Anexo 2

Metodología

Cálculo de los AEE comercializados (POM), los residuos-e generados y las existencias

El cálculo de los residuos-e generados se basa en datos empíricos obtenidos con el método de consumo aparente para el cálculo de los AEE POM y en un modelo de ventas-vida útil. De acuerdo con este modelo, se vincula a los AEE POM (mediante una función Weibull) la vida útil de cada producto para calcular los residuos-e generados. La metodología descrita para determinar los AEE comercializados es conforme con la metodología común definida en el Artículo 7 de la Directiva UE-RAEE (Magalini et al. 2014).

Para este Informe los datos se obtuvieron y manejaron de la siguiente manera:

1. Se seleccionaron los códigos pertinentes de los AEE del Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (SA).⁽³⁸⁾
2. En el caso de la Unión Europea, los datos estadísticos de comercio internacional se obtuvieron de Eurostat en los códigos de la nomenclatura combinada (CN) de ocho cifras. Los datos de producción nacional también se obtuvieron de Eurostat. En el caso de los demás países, los datos estadísticos de importación y exportación se obtuvieron de la base de datos Comtrade de las Naciones Unidas. Este procedimiento se siguió para 181 países y aproximadamente 220 códigos del SA para el periodo comprendido entre 1995 y 2018. A continuación se clasificaron los países en cinco grupos en función de su paridad de poder adquisitivo (PPA) en situación normal, como se define en Riahi et al. 2017. Este procedimiento se repitió para cada año, pues la PPA de un país evoluciona con el tiempo, sobre todo la de los países en desarrollo. Este proceso sirvió para poder comparar las estadísticas de cada país y calcular las tendencias de cada grupo.

Grupo 1: PPA más alta (superior a 32 312 USD per cápita en 2016)
Grupo 2: PPA alta (32 312 USD – 13 560 USD per cápita en 2016)
Grupo 3: PPA media (13 560 – 6 217 USD per cápita en 2016)
Grupo 4: PPA baja (6 217 – 1 769 USD per cápita en 2016)
Grupo 5: PPA más baja (inferior a 1 769 USD per cápita en 2016)
3. Se convirtieron las unidades a peso utilizando los datos de peso medio por tipo de aparato. Los pesos medios se publican en E-waste Statistics Guidelines (Forti, Baldé y Kuehr 2018).
4. Se calculó el peso de los AEE comercializados correspondientes a las 54 CLAVES UNU siguiendo el método de consumo aparente: $POM = producción\ nacional + importación - exportación$ (esta ecuación vale para los 28 Estados miembros de la UE). Para los demás países se obtuvieron los datos de producción nacional de la base de datos de la UNSD en CPC1.1⁽³⁹⁾ (UNSD 2019), mientras que para China y Viet Nam los datos de producción nacional se obtuvieron de los registros nacionales. En caso de indisponibilidad de datos de producción nacional, se utilizó la ecuación: $POM = importación - exportación$.

5. Las cifras presentadas en este Informe no contemplan la CLAVE UNU 0002 (Paneles fotovoltaicos) porque esos datos no están disponibles en la base de datos Comtrade de las Naciones Unidas.
6. Se corrigieron automáticamente los valores atípicos de los datos de ventas. Este paso es necesario para detectar valores demasiado bajos (por falta de datos de producción nacional de algunos países donde la producción es relativamente elevada) o demasiado altos (por comunicación errónea de códigos o unidades). Una vez detectadas, esas entradas se sustituyen por valores de ventas más realistas correspondientes al mismo periodo cronológico del mismo país o de países comparables. Gracias a estas rutinas estadísticas se obtiene un conjunto de datos armonizado, coherente y de alcance similar para cada país, de acuerdo con sus propias estadísticas comerciales.
7. Tras el análisis de las correcciones automáticas, se procedió a la corrección manual. Esto es necesario para corregir datos no fiables gracias al conocimiento del mercado. Por ejemplo, en los últimos años no se han vendido televisores de tubos de rayos catódicos. Además, Bosnia y Herzegovina comunicó datos de comercialización con los que se sustituyeron las estimaciones realizadas con el método de consumo aparente.
8. Se realizaron correcciones a partir del conocimiento de las tasas de posesión de PC de mesa medidas por la UIT y por UNICEF (UNICEF 2018) para 75 países y 5 CLAVES UNU (0403, 0407, 0306, 0305, 0108).
9. Se amplió el periodo cronológico de comercialización. Se calculó la comercialización a partir de 1980 sobre la base de las tendencias de los datos disponibles y de la comercialización del aparato. Se predice la comercialización futura hasta 2030 utilizando métodos de extrapolación sofisticados. El principio tiene en cuenta la relación entre la comercialización y la PPA de cada país y utiliza esa relación para estimar la comercialización en función de las previsiones de PPA de la base de datos SSP (Shared Socioeconomic Pathways) (Riahi et al. 2017).
10. Se determinaron los residuos-e generados por cada país utilizando las distribuciones de comercialización y vida útil. La vida útil se obtuvo, para los 28 Estados miembros de la UE, utilizando la distribución de Weibull. En condiciones ideales, la vida útil de cada producto se determina empíricamente para cada producto y tipo de país. Por ahora solo se dispone de datos sobre la permanencia de AEE armonizados a nivel europeo gracias a grandes estudios realizados para la UE, de los que se desprende que los datos son bastante homogéneos en Europa, con una desviación del 10% en los resultados finales (Magalini et al. 2014). Cuando no se disponía de los datos necesarios, se supuso que los plazos de permanencia por producto más altos de la UE eran aproximadamente aplicables también a los países ajenos a la UE. En ocasiones esto causó una sobrestimación, pues la vida útil de un producto puede ser más alta en

los países en desarrollo que en los desarrollados, pues es más probable que se reparen los productos. Sin embargo, también puede causarse una subestimación, pues la calidad de los productos suele ser inferior en los países en desarrollo pues pueden entrar en el mercado equipos de segunda mano o versiones más baratas que no duran tanto. En general, se supone que este proceso genera estimaciones relativamente precisas. Cabe señalar que los datos de comercialización son mucho más importantes a la hora de determinar la cantidad de residuos-e generados que los de vida útil.

11. Se determinaron las existencias como la diferencia entre el historial de comercialización y los residuos-e generados a lo largo de los años.

Residuos-e en la basura corriente

Los datos sobre flujos de basura corriente complementarios en la UE se obtuvieron del proyecto ProSUM (Wolk-Lewanowicz et al. 2016 y Rotter et al. 2016), que consiste en un examen y análisis integral del acervo de datos actuales y de las tendencias históricas de eliminación de RAEE en la basura corriente en la UE-28, Noruega y Suiza. Se analizaron fuentes de datos primarios y secundarios utilizando la bibliografía ProSUM, que consta de publicaciones, revistas y estudios de países, en los que se cuantifican los RAEE de los países, y análisis del triaje de residuos domésticos para evaluar la presencia de RAEE en los residuos sólidos municipales destinados a las incineradoras y vertederos (Wolk Lewanowicz et al. 2016).

Residuos-e cuya recogida y reciclaje formales están documentados

En lo que se refiere a la UE, la cantidad total de residuos-e formalmente recogidos y reciclados se obtuvo de la base de datos Eurostat para 32 países. Los datos más recientes corresponden al año 2017. Para los demás países del mundo los datos se obtuvieron de los cuestionarios preparados por SCYCLE, la OCDE y la UNSD. Los cuestionarios se enviaron a más de 80 países en total, pero la mayoría de ellos carecía de información alguna y, en el caso de los que respondieron, los datos distaban mucho de estar completos y armonizados. En caso de ausencia de datos, se buscó la información pertinente en la literatura especializada. Por término medio, los datos sobre residuos-e formalmente recogidos y reciclados se refieren a 2016. Para todos los países se estimaron los datos correspondientes a 2019 utilizando las tasas de recogida y recolección de las series cronológicas disponibles y multiplicándolos por los datos sobre residuos-e generados. Este cálculo se efectuó para los países de que se disponía, por lo menos, de un dato. Los resultados de los cuestionarios de la UNSD y la OCDE, así como de otros cuestionarios piloto, se emplearon para hallar el total global de recogida y reciclaje de residuos-e en este Informe.

Flujos desconocidos

La brecha de residuos-e es la cantidad de residuos-e que no se contabiliza. Los flujos desconocidos se calculan restando la cantidad de residuos-e oficialmente recogidos y de residuos-e hallados en la basura corriente del total de residuos-e generados.

Movimiento transfronterizo de RAEE o residuos-e

La cantidad de RAEE o residuos-e exportados se derivó a partir del examen de las estimaciones publicadas en la bibliografía existente (por ejemplo, Duan et al. 2013; Lasaridi et al. 2016; USITC 2013; BIO intelligence Service 2013; Huisman et al. 2015; Zoeteman, Krikke y Venselaar 2010; Geeraerts, Mutafoğlu e Illés 2016).

Población cubierta por las políticas y legislaciones nacionales

En este Informe se evalúa la definición de políticas y leyes nacionales en materia de residuos e para valorar si un país disponía de políticas y/o leyes nacionales en materia de residuos-e en vigor en 2019. Los datos de población se obtuvieron de UNDESA – División de Población 2019. La situación política y legislativa en materia de residuos-e de cada país se derivó de una base de datos amablemente puesta a disposición por C2P, complementada con información de un estudio de la GSMA (GSMA, 2020).

Cuantificación de materias primas halladas en residuos-e

La cantidad de materias primas halladas en los residuos-e se calculó estableciendo la correspondencia entre su composición (datos obtenidos de ProSUM) y la cantidad estimada de residuos-e generados (Huisman et al. 2017). Los elementos considerados en el análisis son Ag, Al, Au, Bi, Co, Cu, Fe, Ge, Hg, In, Ir, Os, Pd, Pt, Rh, Ru y Sb.

Cuantificación de BFR hallados en residuos-e

Se buscaron en la bibliografía datos sobre la composición de los plásticos pirorretardantes bromados (BFR) y se encontró información pertinente en (Chen et al. 2012; Abbasi 2015; Yu et al. 2017). Al igual que en el caso de las materias primas, se estableció la correspondencia entre la composición de los BFR y la cantidad estimada de residuos-e generados.

Cuantificación del mercurio hallado en residuos-e

La cantidad de mercurio hallado en los residuos-e se calculó estableciendo la correspondencia entre los datos de composición de ProSUM y la cantidad estimada de residuos-e (Huisman et al. 2017).

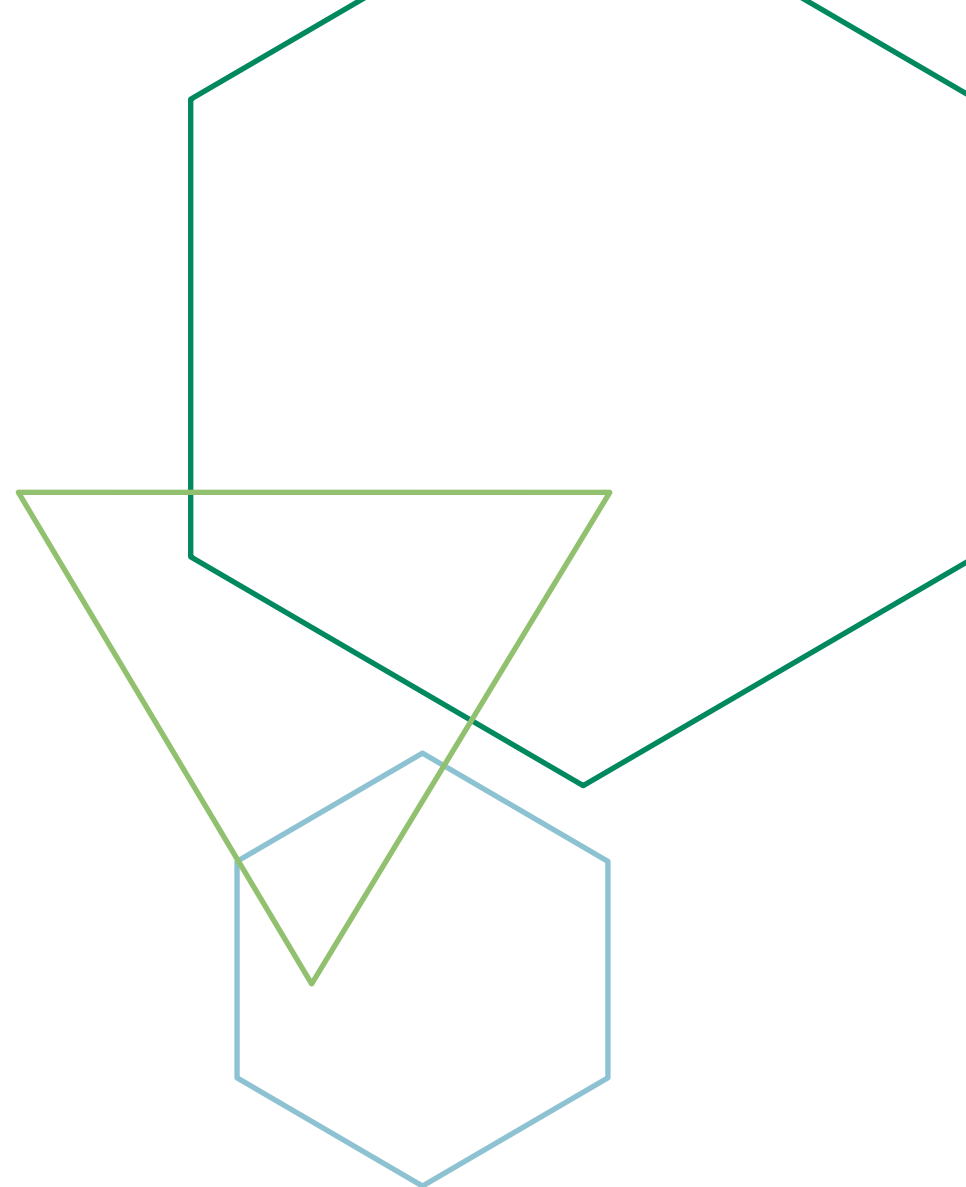
Cuantificación del ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (producción primaria y secundaria)

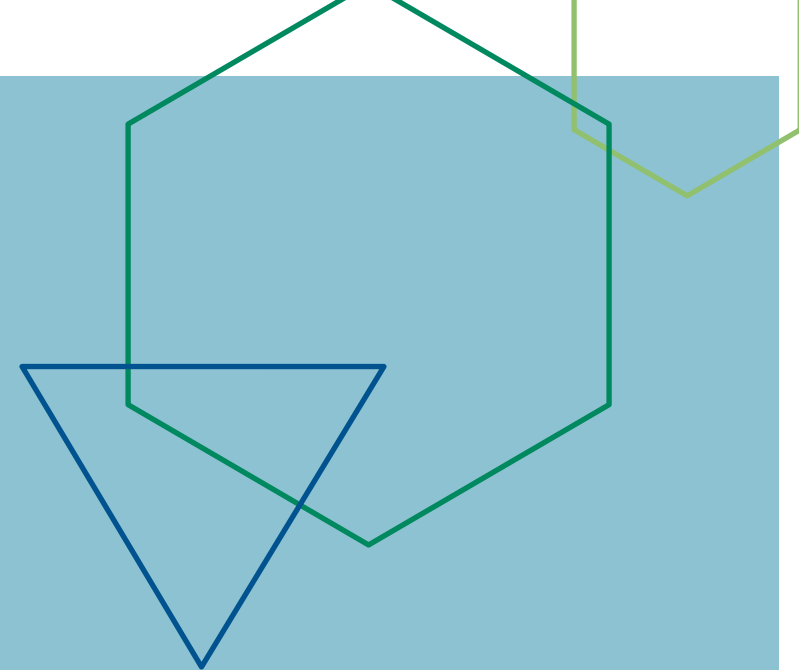
Las estimaciones de emisiones de GEI por kg de metal obtenido por producción primaria y secundaria se obtuvieron de Van der Voet et al. 2019 y se multiplicaron por la cantidad de metales (hierro, aluminio y cobre) que se supone que se recicló en todo el mundo en 2019.

Cuantificación de emisiones de GEI por refrigerantes

Este estudio quiere estimar la cantidad de equivalentes de CO₂ que podrían liberarse en la atmósfera de no reciclarse y tratarse de manera ecológica los equipos de enfriamiento y refrigeración (y, por tanto, los refrigerantes que contienen esos aparatos).

Se procedió a un examen bibliográfico para evaluar la cantidad y tipo de refrigerantes empleados en los equipos de enfriamiento y refrigeración. Se encontró información pertinente relativa a los refrigeradores y acondicionadores de aire en Duan et al. 2018. A continuación se estableció la correspondencia entre la cantidad de refrigerantes y la cantidad estimada de residuos de refrigeradores y acondicionadores de aire generada por cada uno de los 181 países analizados por año. Por último, se halló el potencial de calentamiento global (PCG) de cada tipo de refrigerante y se vinculó a la cantidad de refrigerantes hallados en los frigoríficos y acondicionadores de aire. Se descubrió que, en los refrigeradores, los refrigerantes R-11 y R-12 se emplearon hasta 1994, momento en que se sustituyeron por R-134a y R-22 hasta 2017. Desde 2017 solo se utilizan los refrigerantes R-152a y R1234yf. En los acondicionadores de aire, R-410a, R-134a y R 22 se utilizaron hasta 2017 y desde entonces se utilizan R-32 y R-1234yf.





Anexo 3

Estadísticas de residuos-e por países

País	Región	Residuos-e generados (kt) (2019)	Residuos-e generados (kg/hab.) (2019)	Residuos-e recogidos y reciclados oficialmente (kt)	Legislación/política o reglamentación nacional de residuos e en vigor
Afganistán	Asia	23	0,6	NA	No
Albania	Europa	21	7,4	NA ⁽⁶⁶⁾	Sí
Argelia	África	309	7,1	NA	No
Angola	África	125	4,2	NA	No
Antigua y Barbuda	Américas	1,2	12,7	NA ⁽⁶⁶⁾	No
Argentina	Américas	465	10,3	11 (2013) ⁽⁴⁰⁾	Sí
Armenia	Asia	17	5,8	NA ⁽⁶⁶⁾	No
Aruba	Américas	2,2	19,3	NA	No
Australia	Oceanía	554	21,7	58 (2018) ⁽⁴¹⁾	Sí
Austria	Europa	168	18,8	117 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Azerbaiyán	Asia	80	8,0	NA	No
Bahamas	Américas	6,6	17,2	NA	No
Bahrein	Asia	24	15,9	NA	No
Bangladesh	Asia	199	1,2	NA	No
Barbados	Américas	3,6	12,7	NA	No
Belarús	Europa	88	9,3	6,2 (2017) ⁽⁴³⁾	Sí
Bélgica	Europa	234	20,4	128 (2016) ⁽⁴²⁾	Sí

País	Región	Residuos-e generados (kt) (2019)	Residuos-e generados (kg/hab.) (2019)	Residuos-e recogidos y reciclados oficialmente (kt)	Legislación/política o reglamentación nacional de residuos e en vigor
Belice	Américas	2,4	5,8	NA	No
Benin	África	9,4	0,8	NA	No
Bhután	Asia	3,4	4,0	NA	No
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Américas	41	3,6	NA	Sí
Bosnia y Herzegovina	Europa	27	7,8	NA ⁽⁶⁶⁾	Sí
Botswana	África	19	7,9	NA	No
Brasil	Américas	2 143	10,2	0,14 (2012) ⁽⁴⁴⁾	No
Brunei Darussalam	Asia	8,7	19,7	NA	No
Bulgaria	Europa	82	11,7	54,5 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Burkina Faso	África	13	0,6	NA	No
Burundi	África	5,3	0,5	NA	No
Cabo Verde	África	2,8	4,9	NA ⁽⁶⁶⁾	No
Camboya	Asia	19	1,1	NA	Sí
Camerún	África	26	1,0	0,05 (2018) ⁽⁴⁵⁾	Sí
Canadá	Américas	757	20,2	101 (2016) ⁽⁴⁶⁾	Sí
República Centroafricana	África	2,5	0,5	NA	No

País	Región	Residuos-e generados (kt) (2019)	Residuos-e generados (kg/hab.) (2019)	Residuos-e recogidos y reciclados oficialmente (kt)	Legislación/política o reglamentación nacional de residuos e en vigor
Chad	África	10	0,8	NA	No
Chile	Américas	186	9,9	5,5 (2017) ⁽⁴⁷⁾	Sí
China	Asia	10 129	7,2	1546 (2018) ⁽⁴⁸⁾	Sí
China, Región Administrati- va Especial de Hong Kong	Asia	153	20,2	55,8 (2013) ⁽⁴⁹⁾	Sí
China, Región Administrati- va Especial de Macao	Asia	12	18,1	NA	Sí
Colombia	Américas	318	6,3	2,7 (2014) ⁽⁴⁶⁾	Sí
Comoras	África	0,6	0,7	NA	No
Congo	África	18	4,0	NA	No
Costa Rica	Américas	51	10,0	NA	Sí
Côte d'Ivoire	África	30	1,1	NA	Sí
Croacia	Europa	48	11,9	36 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Chipre	Asia	15	16,8	2,5 (2016) ⁽⁴²⁾	Sí
República Checa	Europa	167	15,7	91 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Dinamarca	Europa	130	22,4	70 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Djibouti	África	1,1	1,0	NA	No

País	Región	Residuos-e generados (kt) (2019)	Residuos-e generados (kg/hab.) (2019)	Residuos-e recogidos y reciclados oficialmente (kt)	Legislación/política o reglamentación nacional de residuos e en vigor
Dominica	Américas	0,6	7,9	NA	No
República Dominicana	Américas	67	6,4	NA	No
Ecuador	Américas	99	5,7	0,005 (2017) ⁽⁴³⁾	Sí
Egipto	África	586	5,9	NA	Sí
El Salvador	Américas	37	5,5	0,56 (2012) ⁽⁵⁰⁾	No
Eritrea	África	3,4	0,6	NA	No
Estonia	Europa	17	13,1	13 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Etiopía	África	55	0,6	NA	No
Fiji	Oceanía	5,4	6,1	NA	No
Finlandia	Europa	110	19,8	65 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Francia	Europa	1 362	21,0	742 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Gabón	África	18	8,7	NA	No
Gambia (República de)	África	2,7	1,2	NA	No
Georgia	Asia	27	7,3	NA	No
Alemania	Europa	1 607	19,4	837 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Ghana	África	53	1,8	NA	Sí
Grecia	Europa	181	16,9	56 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí

País	Región	Residuos-e generados (kt) (2019)	Residuos-e generados (kg/hab.) (2019)	Residuos-e recogidos y reciclados oficialmente (kt)	Legislación/política o reglamentación nacional de residuos e en vigor
Granada	Américas	1,0	8,8	NA	No
Guatemala	Américas	75	4,3	NA	No
Guinea	África	11	0,8	NA	No
Guinea-Bissau	África	1,0	0,5	NA	No
Guyana	Américas	5,0	6,3	NA	No
Honduras	Américas	25	2,6	0,2 (2015) ⁽⁵¹⁾	No
Hungría	Europa	133	13,6	63 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Islandia	Europa	7,6	21,4	5,3 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
India	Asia	3 230	2,4	30 (2016) ⁽⁵²⁾	Sí
Indonesia	Asia	1 618	6,1	NA	No
Irán (República Islámica del del)	Asia	790	9,5	NA	Sí
Iraq	Asia	278	7,1	NA	No
Ireland	Europa	93	18,7	52 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Israel	Asia	132	14,5	NA	Sí
Italy	Europa	1 063	17,5	369 (2016) ⁽⁴²⁾	Sí
Jamaica	Américas	18	6,2	0,05 (2017) ⁽⁵³⁾	No
Japón	Asia	2 569	20,4	570 (2017) ⁽⁴⁶⁾	Sí

País	Región	Residuos-e generados (kt) (2019)	Residuos-e generados (kg/hab.) (2019)	Residuos-e recogidos y reciclados oficialmente (kt)	Legislación/política o reglamentación nacional de residuos e en vigor
Jordania	Asia	55	5,4	1,3 (2018) ⁽⁵⁴⁾	Sí
Kazajstán	Asia	172	9,2	10 (2017) ⁽⁴³⁾	No
Kenya	África	51	1,0	NA	Sí
Kiribati	Oceanía	0,1	0,9	NA	No
Kuwait	Asia	74	15,8	NA	No
Kirgistán	Asia	10	1,5	NA	No
República Democrática Popular Lao	Asia	17	2,5	NA	No
Letonia	Europa	20	10,6	9,3 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Líbano	Asia	50	8,2	NA	No
Lesotho	África	2,3	1,1	NA	No
Libia	África	76	11,5	NA	No
Lituania	Europa	34	12,3	13 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Luxemburgo	Europa	12	18,9	6,1 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Madagascar	África	15	0,6	NA	Sí
Malawi	África	10	0,5	NA	No
Malasia	Asia	364	11,1	NA	Sí

País	Región	Residuos-e generados (kt) (2019)	Residuos-e generados (kg/hab.) (2019)	Residuos-e recogidos y reciclados oficialmente (kt)	Legislación/política o reglamentación nacional de residuos e en vigor
Maldivas	Asia	3,4	9,1	NA	No
Malí	África	15	0,8	NA	No
Malta	Europa	6,8	14,5	1,7 (2016) ⁽⁴²⁾	Sí
Mauritania	África	6,4	1,4	NA	No
Mauricio	África	13	10,1	2 (2011) ⁽⁵⁵⁾	No
México	Américas	1 220	9,7	36 (2014) ⁽⁴⁶⁾	Sí
Micronesia (Estados Federados de)	Oceanía	0,2	1,9	NA	No
Mongolia	Asia	17	5,2	NA	Sí
Montenegro	Europa	6,7	10,7	NA	Sí
Marruecos	África	164	4,6	NA	No
Mozambique	África	17	0,5	NA	No
Myanmar	Asia	82	1,6	NA	No
Namibia	África	16	6,4	0,05 (2018) ⁽⁵⁶⁾	No
Nepal	Asia	28	0,9	NA	No
Países Bajos	Europa	373	21,6	166 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Nueva Zelandia	Oceanía	96	19,2	NA	No

País	Región	Residuos-e generados (kt) (2019)	Residuos-e generados (kg/hab.) (2019)	Residuos-e recogidos y reciclados oficialmente (kt)	Legislación/política o reglamentación nacional de residuos e en vigor
Nicaragua	Américas	16	2,5	NA	No
Níger	África	9,3	0,5	NA	No
Nigeria	África	461	2,3	NA	Sí
Macedonia del Norte	Europa	16	7,9	NA	Sí
Noruega	Europa	139	26,0	99 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Omán	Asia	69	15,8	NA	No
Pakistán	Asia	433	2,1	NA	No
Palao	Oceanía	0,2	9,1	NA	No
Panamá	Américas	40	9,4	NA	No
Papúa Nueva Guinea	Oceanía	9,2	1,1	NA	No
Paraguay	Américas	51	7,1	NA	No
Perú	Américas	204	6,3	2.7 (2017) ⁽⁵⁷⁾	Sí
Filipinas	Asia	425	3,9	NA	No
Polonia	Europa	443	11,7	246 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Portugal	Europa	170	16,6	70 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Qatar	Asia	37	13,6	NA	No
República de Corea	Asia	818	15,8	292 (2017) ⁽⁴⁶⁾	Sí

País	Región	Residuos-e generados (kt) (2019)	Residuos-e generados (kg/hab.) (2019)	Residuos-e recogidos y reciclados oficialmente (kt)	Legislación/política o reglamentación nacional de residuos e en vigor
República de Moldova	Europa	14	4,0	NA	Sí
Rumania	Europa	223	11,4	47 (2016) ⁽⁴²⁾	Sí
Federación de Rusia	Europa	1 631	11,3	90 (2014) ⁽⁵⁸⁾	No
Rwanda	África	7,0	0,6	0,7 (2018) ⁽⁵⁹⁾	Sí
Saint Kitts y Nevis	Américas	0,7	12,4	NA	No
Santa Lucía	Américas	1,7	9,7	0,03 (2015) ⁽⁶⁰⁾	No
San Vicente y las Granadinas	Américas	0,9	8,3	NA	No
Samoa	Oceanía	0,6	3,1	NA	No
Santo Tomé y Príncipe	África	0,3	1,5	NA	Sí
Arabia Saudita	Asia	595	17,6	NA	No
Senegal	África	20	1,2	NA	No
Serbia	Europa	65	9,4	13 (2015) ⁽⁶¹⁾	Sí
Seychelles	África	1,2	12,6	NA	No
Sierra Leona	África	4,2	0,5	NA	No
Singapur	Asia	113	19,9	NA	Sí
Eslovaquia	Europa	70	12,8	30 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí

País	Región	Residuos-e generados (kt) (2019)	Residuos-e generados (kg/hab.) (2019)	Residuos-e recogidos y reciclados oficialmente (kt)	Legislación/política o reglamentación nacional de residuos e en vigor
Eslovenia	Europa	31	15,1	12 (2016) ⁽⁴²⁾	Sí
Islas Salomón	Oceanía	0,5	0,8	NA	No
Sudáfrica	África	416	7,1	18 (2015) ⁽⁶²⁾	Sí
España	Europa	888	19,0	287 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Sri Lanka	Asia	138	6,3		Sí
Sudán	África	90	2,1	NA	No
Surinam	Américas	5,6	9,4	NA	No
Swazilandia	África	7,0	6,3	NA	No
Suecia	Europa	208	20,1	142 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
Suiza	Europa	201	23,4	123 (2017) ⁽⁴⁶⁾	Sí
República Árabe Siria	Asia	91	5,2	NA	No
Tailandia	Asia	621	9,2	NA	Sí
Timor-Leste	Asia	3,8	2,9	NA	No
Togo	África	7,5	0,9	NA	No
Tonga	Oceanía	0,3	3,3	NA	No
Trinidad y Tabago	Américas	22	15,7	NA	No

País	Región	Residuos-e generados (kt) (2019)	Residuos-e generados (kg/hab.) (2019)	Residuos-e recogidos y reciclados oficialmente (kt)	Legislación/política o reglamentación nacional de residuos e en vigor
Túnez	África	76	6,4	NA	No
Turquía	Asia	847	10,2	125 (2015) ⁽⁶³⁾	Sí
Turkmenistán	Asia	39	6,5	NA	No
Tuvalu	Oceanía	0,0	1,5	NA	No
Uganda	África	32	0,8	0,18 (2018) ⁽⁶⁴⁾	Sí
Ucrania	Europa	324	7,7	40 (2017) ⁽⁴³⁾	Sí
Emiratos Árabes Unidos	Asia	162	15,0	NA	No
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	Europa	1 598	23,9	871 (2017) ⁽⁴²⁾	Sí
República Unida de Tanzania	África	50	1,0	NA	Sí
Estados Unidos de América	Américas	6 918	21,0	1020 (2017) ⁽⁶⁵⁾	Sí
Uruguay	Américas	37	10,5	NA	No
Vanuatu	Oceanía	0,3	1,1	NA	No
Venezuela (República Bolivariana de)	Américas	300	10,7	NA	No
Viet Nam	Asia	257	2,7	NA	No

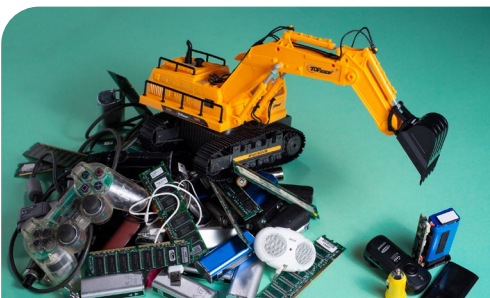
País	Región	Residuos-e generados (kt) (2019)	Residuos-e generados (kg/hab.) (2019)	Residuos-e recogidos y reciclados oficialmente (kt)	Legislación/política o reglamentación nacional de residuos e en vigor
Yemen	Asia	48	1,5	NA	No
Zambia	África	19	1,0	NA	Sí
Zimbabwe	África	17	1,1	0,03 (2017) ⁽⁴³⁾	No
Total cuestionarios ⁽⁶⁶⁾				18,4 (~2015) ⁽⁶⁶⁾	





Capítulo 1

¿Qué son los AEE y los residuos-e?



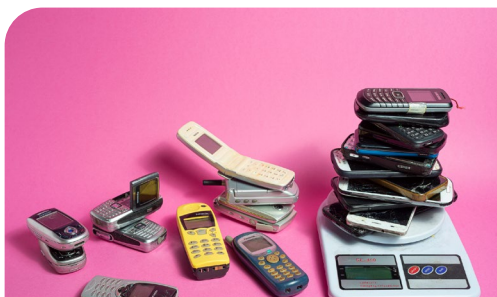
Capítulo 2

Estadísticas clave sobre residuos-e a nivel mundial



Capítulo 3

¿Cómo contribuyen los datos sobre los residuos-e a los ODS?



Capítulo 4

Medición de las estadísticas de residuos-e



Capítulo 5

Armonización global por la Alianza Mundial para el Control Estadístico de los Residuos Electrónicos



Capítulo 6

Legislación y movimiento transfronterizo de residuos-e



Capítulo 7

El potencial de los residuos electrónicos en una economía circular



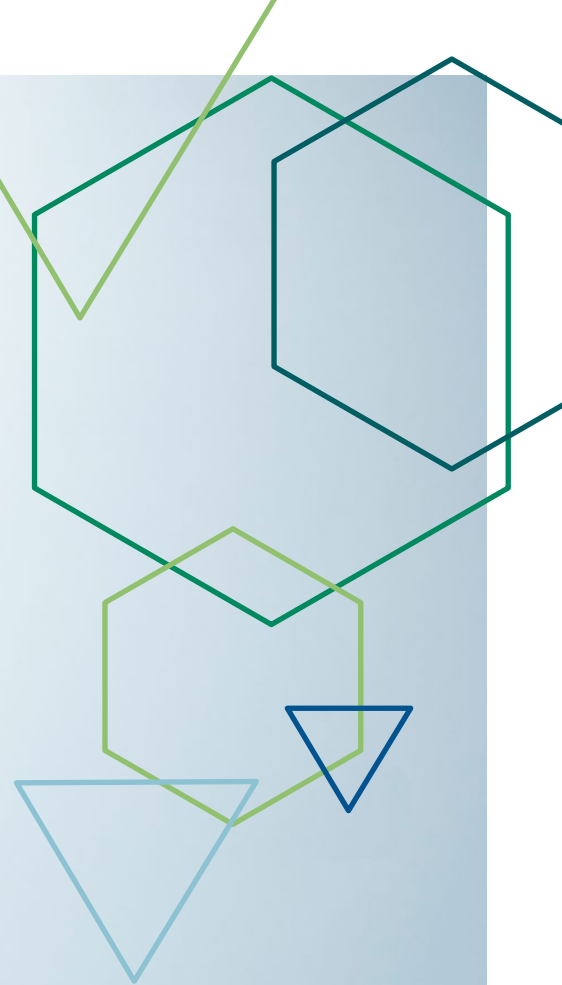
Capítulo 8

Consecuencias de los residuos electrónicos en la salud de los niños y trabajadores



Capítulo 9

Estadísticas clave regionales sobre residuos electrónicos



ISBN 978-92-808-9127-0



9 789280 891270

ISBN Digital: 978-92-808-9127-0