



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

**LA MINERÍA URBANA ESPECIALIZADA COMO ALTERNATIVA A LOS
PROBLEMAS SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE LA
OBSOLESCENCIA DE APARATOS ELECTRÓNICOS EN EL
VERTEDERO DE AGBOGBLOSHIE, GHANA (2008-2017)**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN RELACIONES INTERNACIONALES**

PRESENTA:

DALIA REBECA PÉREZ GONZÁLEZ

ASESOR: DR. ANDRES ÁVILA-AKERBERG



CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX

NOVIEMBRE 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres.

Los cuales han estado en cada etapa de mi vida y que, sin ellos, su apoyo, amor y paciencia en esta ardua labor, no hubiera podido cumplir una de mis metas más importantes.

A mi esposo.

Quien constantemente me apoyo en cada paso de este trabajo, por siempre creer en mi y demostrarme con su ejemplo que todo es posible.

A mis hermanos.

Que en cada momento estuvieron pendientes de mis necesidades para lograr esta meta, iluminando mi entendimiento en cada consulta.

A el Dr. Andrés Ávila-Akerberg.

Cuyo apoyo fue esencial para la culminación del presente trabajo, con el cual estaré siempre en eterno agradecimiento.

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Que me abrió las puertas para lograr uno de mis profundos anhelos en la vida, inundándome con inteligencia, luz y verdad.

Rebeca

“Por mi raza hablara el espíritu”

ÍNDICE

Introducción

Capítulo 1 Producción, consumo y obsolescencia de aparatos electrónicos

1.1 La era del consumo ante un mundo de posibilidades.....	5
1.1.1 Crecimiento de residuos electrónicos en la era de la información	8
1.1.2 Empresas involucradas en la producción acelerada de los dispositivos electrónicos.....	10
1.2 Obsolescencia de los aparatos electrónicos	14
1.2.1 Tipos de obsolescencia	15
1.2.2 Aparatos electrónicos y eléctricos	18
1.3 Minería urbana.....	19
1.3.1 Minería urbana no especializada: proceso de operatividad	21
1.3.2 Minería urbana especializada: operatividad y viabilidad	23

Capítulo 2 Producción de basura electrónica en el mundo

2.1 Cifras internacionales de la basura electrónica.....	32
2.1.1 Residuos electrónicos por región	35
2.1.2 Legislación internacional	38
2.2 Componentes de los aparatos electrónicos.....	44
2.2.1 Componentes de un teléfono inteligente	47
2.2.2 Efectos económicos, sociales y ecológicos de sus componentes.....	49
2.3 El destino de los aparatos electrónicos obsoletos	51
2.3.1 El mercado informal de los residuos electrónicos	53
2.3.2 Costes económicos, sociales y ambientales del depósito de basura electrónica en vertederos	54

Capítulo 3 Estudio de caso: Vertedero de Agbogbloshie, Ghana

3.1 Situación actual de Ghana	57
3.1.1 Aspectos económicos.....	58
3.1.2 Aspectos sociales	61

3.1.3 Aspectos ambientales	64
3.2 Marco Jurídico Nacional de Ghana para la recepción de electrónicos	67
3.2.1 Políticas y legislaciones nacionales	68
3.2.2 Proceso legítimo de importación de electrónicos	74
3.2.3 Manejo de electrónicos en el vertedero de Agbogbloshie	75
3.3 Alternativa sustentable para la región.	77
3.3.1 Panorama del proceso de reciclado especializado en Ghana	78
3.3.2 Propuesta para establecer un plan de gestión integral de residuos electrónicos.....	81
3.3.3 El futuro del proceso de reciclado en Ghana.	86

Conclusiones

Bibliografía

Glosario (Anexos)

Introducción

Debido al incremento de basura electrónica en el mundo a causa de la oferta y demanda en el mercado, muchos son los residuos que se generan cada año en el planeta, a este fenómeno se le llama “obsolescencia”¹, es decir, la culminación de la vida útil de un producto.

A causa de esta cualidad obsolescente, los productos electrónicos pasan un proceso de separación, clasificándose en tres categorías: aquellos que es posible revender algunas de sus partes; los que son candidatos a reparación y aquellos que debido a su pérdida total son destinados a la extracción de sus componentes a través de la quema.

Este último proceso de separación es llamado *minería urbana no especializada*, caracterizada por la separación de los metales preciosos contenidos en los aparatos electrónicos a través de la quema, la cual trae consigo consecuencias de toda índole, estrechamente interrelacionadas.

Esta práctica es llevada a cabo en el vertedero de Agbogbloshie, situado en las orillas de Ghana, en la ciudad de Accra. Éste, es receptor de gran parte de la basura electrónica emitida por otros países, especialmente industrializados. Estos aparatos electrónicos entran a países como Ghana con el título de “donación” de equipos tecnológicos en aras de disminuir la *brecha digital* entre las regiones del mundo.

De acuerdo al reporte anual del 2008 de Greenpeace, el 75%² de los residuos electrónicos es inservible y poseen peligrosos componentes tóxicos, lo cual, parece irónico en países con una precaria o nula infraestructura para el reciclaje de este tipo de tecnología. Esto ha ocasionado la recolección y reciclaje de los

¹ Adrián Arroyo Calle, *Obsolescencia Programada* [en línea], 7 pp., 01 de abril de 2015, Dirección URL: <http://adrianistan.eu/obsolescencia-programada/latex/obsolescencia-programada.pdf>. [consulta: 11 de septiembre de 2017]. p. 1.

² Greenpeace; *Envenenando la pobreza; residuos electrónicos en Ghana* [en línea], 20 pp., España, Agosto de 2008, Dirección URL: <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/contaminacion/envenenando-la-pobreza.pdf>. [consulta: 05 de agosto de 2015] p. 4.

aparatos electrónicos sin especialización, deteriorando las condiciones ambientales y salubres de las poblaciones que residen en ciudades como Accra.

Las consecuencias de este fenómeno son bastas, por ello, para fines de esta investigación se abordaran tres aspectos de gran trascendencia en la región: económico, social y ambiental (como elementos básicos del desarrollo sostenible), con sus respectivas divisiones; en el aspecto ambiental, se abordarán los temas de contaminación del suelo, aire y agua; en lo social, los temas de producción de empleos y los deterioros a la salud ante la ingesta de alimentos contaminados y la exposición a la quema de los electrónicos; en el aspecto económico, la reparación de daños al ambiente y la salud, flujo circulante a través del empleo y obtención de ganancias procedente de la extracción de los metales preciosos.

Debido a su complejidad es necesario la búsqueda de alternativas sustentables que atiendan a las demandas de los involucrados, con esto, surge la iniciativa de la *minería urbana especializada*, como alternativa al manejo adecuado de la basura electrónica, que consiste en la extracción de los materiales de los dispositivos electrónicos a través de un proceso adecuado. Dicho proceso incluye tecnología y personal capacitado para la realización de esta actividad, lo que genera grandes beneficios. Esta alternativa apenas en sus albores requiere un esfuerzo conjunto, tanto de los Estados exportadores de basura electrónica³, la población ghanesa y la sociedad internacional para atender las realidades que enfrenta la región en el vertedero de Agbogbloshie. Es necesario un estudio meticuloso y preciso, a fin de responder a una premisa fundamental: ¿Cuál sería la alternativa de la compra-venta y reciclaje de los aparatos electrónicos y eléctricos a través de la quema, depositados en el vertedero de Agbogbloshie, analizando los problemas sociales, económicos y ecológicos que enfrenta actualmente?

³ Greenpeace; *Envenenando la pobreza; residuos electrónicos en Ghana, óp. cit., p.10* “En abril de 2008, después de obtener pruebas de que la Unión Europea y Estados Unidos exportaban a Ghana residuos electrónicos, a menudo ilegalmente, Greenpeace llevó a cabo en este país la primera investigación sobre contaminación en entornos laborales derivada de la gestión y el reciclaje de estos residuos. Los resultados indican que trabajadores y personas presentes puede estar sustancialmente expuestos a sustancias químicas peligrosas”.

En este sentido la presente investigación se sustenta bajo la siguiente hipótesis: La minería urbana especializada como alternativa a los problemas económicos, ambientales y sociales ante la obsolescencia tecnológica en el vertedero de Agbogbloshie, Ghana.

Con base en dicha hipótesis los objetivos a desarrollar son a) estudiar los efectos de la minería urbana no especializada y el proceso de operación de la minería urbana especializada como alternativa al incremento de la basura electrónica b) analizar las cifras y los efectos del proceso de producción, consumo, obsolescencia y depósito de los aparatos electrónicos en el mundo c) examinar la viabilidad de la minería urbana especializada en Agbogbloshie, atendiendo a las realidades que enfrenta.

Por lo anterior la tesis se conforma de la siguiente manera, en el capítulo I se analizará el consumo y el crecimiento de los residuos electrónicos en la era de la información, así como la producción de las empresas involucradas. La obsolescencia de los dispositivos y la minería urbana especializada y no especializada como procesos de operatividad y gestión de los desechos.

El capítulo II se revisarán las cifras internacionales de la producción y consumo de dispositivos electrónicos en el mundo, así como la legislación internacional existente para la regulación de estos. Los componentes de los electrónicos y sus efectos a través de la minería urbana no especializada.

En el capítulo III esta dedicado al estudio social, económico y ambiental de Ghana. El marco jurídico en la recepción de electrónicos, proceso de operatividad de la minería urbana no especializada en la región y una propuesta para establecer un plan de gestión integral de residuos electrónicos.

Capítulo 1 Producción, consumo y obsolescencia de aparatos electrónicos

“Todo acto de la vida humana está, inevitablemente, ligado a un proceso social de producción [y consumo] [...] La interacción existente entre [éstas] [...] es una unidad coherente en su dialéctica y con una finalidad clara: la supervivencia del grupo humano mediante su reproducción física y social”.

Iván Briz i Godino⁴

Los avances tecnológicos y la innovación constante forman parte de la dinámica social en la que estamos inmersos, siempre virando hacia el progreso. Con ello aumentan las posibilidades, pues lo que antes parecía la única alternativa ahora se presenta como una gran gama de oportunidades.

De modo que al aumentar las opciones crece el consumo, ya no sólo se satisface al consumidor con mayor capacidad adquisitiva, sino a una gran variedad de consumidores con diversas características. Esta relación dialéctica de producción-consumo está presente en todo cuanto hacemos, conformando el ciclo económico, directamente interrelacionados donde el uno no puede entenderse sin el otro debido a la producción acelerada de dispositivos electrónicos a causa de la demanda y consumo de éstos con el efecto del crecimiento de residuos.

Esta relación producción-consumo caracterizada por su ciclicidad en algunas partes del mundo, se entiende a razón de la búsqueda de un flujo de capital constante a través de la producción-compra-venta-deshecho de los dispositivos electrónicos.

Aunque se busca la optimización de los recursos, el tratamiento de estos residuos debe ser cauteloso y especializado, analizando las opciones viables y las que no lo son. La búsqueda y creación de alternativas para el reciclaje de estos es trascendental.

⁴ Iván Briz i Godino, *Producción y consumo* [en línea], 9 pp., Dirección URL: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/11045/1/Producci%C3%B3n%20y%20consumo.pdf> [consulta: 03 de junio de 2018]. p. 43.

1.1 La era del consumo ante un mundo de posibilidades

El consumo como una actividad placentera que abastece las necesidades humanas se caracteriza como un acto esencial, que parte de un proceso de intercambio entre los seres vivos, para perpetuar su existencia. Actividad existente desde que éste nace, la cual vulnera la capacidad de adquisición, convirtiéndolo en una necesidad.

Fue hasta en el periodo de la industrialización que la necesidad fue clasificada de acuerdo a las perspectivas de los diferentes autores, de las cuales, hay tres que vale la pena retomar para esta investigación, entre las que destacan:

“La necesidad como *carencia*; cuando hay una falta de bienes para cubrirla [entendida como las necesidades básicas que no son cubiertas], como un *impulso*; esa fuerza motivadora generada por un estado de carencia [determinada por el ser, ya que no sólo alude a las necesidades fundamentales sino a las que el ser considera que requiere], como *construcción social*; las necesidades son construidas socialmente, a través de las interacciones de la vida cotidiana, [esta última es mucho más común en el presente siglo, ya que es la sociedad y su construcción la que determina que es necesario, ya sea por la estructura social o por tendencia]”⁵.

Son Llobet, Mateu y Ávila quienes abordan estos tres aspectos fundamentales de la necesidad ya mencionados, “se centra sobre todo en el concepto de escasez o carencia y la obligación de cubrirla y su superación se impone al sujeto con gran prioridad para poder continuar con su vida individual”⁶, motivados por el impulso. Por un lado, los impulsos permanentes, como el hambre, y los impulsos relativos, que dependen de la estructura social, determinadas por el capital.

⁵ Montserrat Puig Llobet; Pilar Sabater Mateu; Nuria Rodríguez Ávila, *Necesidades Humanas: Evolución del concepto según la perspectiva social* [en línea], 12 pp., Barcelona (España), Universidad de Barcelona, Septiembre 2012, Dirección URL: <http://www.apostadigital.com/revistav3/hemeroteca/monpuigllob.pdf> [consulta: 12 de mayo de 2018] p. 7.

⁶ *Ibid.* pág. 2.

Aunque hay una distinguible diferencia entre ambos impulsos, aún quedan sujetos a la subjetividad del ser, lo que para uno puede ser necesario para otro puede ser irrelevante, lo que es más visible en los impulsos relativos. Estos últimos impulsos motivados por la necesidad son lo que atañen a esta investigación pues gran parte del consumo está determinado por una sociedad que cree necesario la adquisición de un producto, girando todo en torno al capital, convirtiéndose así en consumismo.

Según Zygmunt Bauman el “[...] consumismo es un tipo de acuerdo social que resulta de la reconversión de los deseos, ganas o anhelos humanos (si se quiere “neutrales” respecto del sistema) en la principal fuerza de impulso y de operaciones de la sociedad, una fuerza que coordina la reproducción sistémica, la integración social, la estratificación social y la formación del individuo humano, así como también desempeña un papel preponderante en los procesos individuales y grupales de auto identificación, y en la selección y consecución de políticas de vida individuales”⁷. Perspectiva la cual, nos permite entender más plenamente una de las características esenciales del consumismo, “el individualismo”, aquel que atiende a la satisfacción inmediata de los deseos individuo, que muchas veces son convertidos en una necesidad.

Sin embargo, es muy importante entender que el consumismo no sólo es una característica de unos cuantos individuos que buscan satisfacer sus necesidades y que no hay nada relevante en ello, ya que gran parte de las necesidades que surgen no todas emanan del ser, sino de la sociedad en la que están inmersos, convirtiéndose así en un síndrome cultural que “consiste sobre todo en una enfática negación de las virtudes de la procrastinación y de las bondades y los beneficios de la demora de la gratificación, los dos pilares axiológicos de la sociedad de productores gobernada por el síndrome productivista”⁸.

Por tanto, este fenómeno consumista se entiende como velocidad, exceso y desperdicio, manipulada por una fuerza externa capaz de poner en movimiento a

⁷ Zygmunt Bauman, *Vida de Consumo*, México D, F., Fondo Cultura Económica, 2007, primera edición, p. 47.

⁸ *Ibid.*, p. 119.

la sociedad de consumidores, estableciendo al mismo tiempo los parámetros específicos de estrategias de vida y así manipular las probabilidades de elecciones y conductas individuales.

La sociedad de consumidores “implica un tipo de sociedad que promueve, alienta o refuerza la elección de un estilo y una estrategia de vida consumista, y que desapruueba toda opción cultural alternativa; una sociedad en la cual amoldarse a los preceptos de la cultura del consumo y ceñirse estrictamente a ellos es, a todos los efectos prácticos, la única elección unánimemente aprobada: una opción viable y por lo tanto plausible, y un requisito de pertenencia”⁹. Aunque es evidente que estas características no se dan de manera automática, es importante entender que en esta época ya es una realidad que nos supera. Sin embargo, vale la pena rescatar que este parámetro no es una característica que permea a toda la sociedad internacional, en la que todas las comunidades son iguales, pero es parte de la realidad de muchas otras que viran a una supuesta “modernización”.

El mundo va cambiando en todas sus categorías, tanto económica, social y políticamente; las necesidades que enfrentan la sociedad no son las mismas que ayer o que serán mañana. “Las necesidades nuevas necesitan productos nuevos. Los productos nuevos necesitan nuevos deseos y necesidades. El advenimiento del consumismo anuncia una era de productos que vienen de fábrica con “obsolescencia incorporada” una era marcada por el crecimiento exponencial de la industria de eliminación de desechos.”¹⁰

Esta característica de la obsolescencia programada, la cual nos atañe en la presente investigación y que será definida más adelante, no tiene fin, es entendida como la creación de productos o servicios que tienen una expiración, los cuales no pretenden alargar su vida útil, precisamente para maximizar los recursos de flujo de capital constante e incluso la innovación permanente.

⁹ Zygmunt Bauman, óp. cit., p. 78.

¹⁰ *Ibid.*, p. 51.

Quizá la incertidumbre radica en saber si realmente la sociedad tiene la capacidad de mantenerse a sus propias aspiraciones, pues no es lo mismo ofrecer un producto de tecnología de punta en un país donde gran parte de la sociedad no cuenta con la capacidad financiera ni la infraestructura necesaria para sostenerlo a un país donde su avance tecnológico es evidente. Sin embargo, esta característica obsolescente está presente en cualquiera de los escenarios, pero con diferentes productos atendiendo a su realidad tanto social como económica.

Por tanto, inferimos que el consumo, aunque distinguido como la adquisición de bienes antes del capitalismo, es una característica esencial del ser, cuyas necesidades básicas son necesarias para satisfacer su existencia, mientras que las necesidades secundarias son una característica esencial del mundo actual.

1.1.1 Crecimiento de residuos electrónicos en la era de la información

Vivimos en una época en donde las TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación) crecen exponencialmente, incursionando en la política, la economía, la sociedad y el ambiente, entre otros aspectos de la vida cotidiana. Todo cuanto nos rodea gira en torno al avance y el progreso, el anhelo constante de la mejora y la creación de nuevas y mejores alternativas para mejorar la vida cotidiana.

Lo que antes parecía inalcanzable, en términos tecnológicos, ahora es posible. La computadora de escritorio seguida de la laptop, que para su época fueron de las invenciones más innovadoras, posteriormente fueron abandonadas por la tableta y años más tarde arrinconadas por el teléfono inteligente, aquel que por su innovación es capaz de contar con un gran número de funciones.

Entendiendo así según Castells: “la evolución de la tecnología de la información y de la comunicación a lo largo de la historia como un proceso de expansión y crecimiento del cuerpo y mente humanos; un proceso que a finales del siglo XX, se caracteriza por la proliferación de aparatos portátiles que proporcionan

capacidad informática y de ‘comunicación ubicua’¹¹, es decir, una comunicación presente en todas partes al mismo tiempo en torno de la persona, de modo que los aparatos no se pervivan como objetos aislados.

De modo que las TICs han evolucionado para brindarle al hombre un progreso técnico, figurando como parte de sus objetivos y beneficios la mejora de la calidad de vida, el desarrollo del conocimiento y el crecimiento económico. Sus avances no sólo han alcanzado las expectativas del usuario común, sino que forman parte de su vida y es difícil entender la misma sin ellas.

Aunque es importante precisar que es inútil hablar de un dispositivo inteligente sin que tenga acceso a la red, la misma que revolucionó la era de las comunicaciones y aquella que nos permite navegar de un lugar a otro con tan sólo poner unas cuantas palabras en el buscador, motivo por el cual surgieron los dispositivos electrónicos.

Estos dispositivos están caracterizados por la innovación constante, en donde se da a conocer al consumidor mejoras continuas en sus productos. Nos encontramos en un entorno en movimiento que como bien lo expresa Luis Larrea “[...] en el que el cambio es una constante [...] los valores de la anticipación y la flexibilidad aparecen como acompañantes naturales de cualquier proyecto empresarial, que solo sobrevivirá por el camino de la innovación permanente. Así, surge de nuevo el concepto de innovación como un buen motor para avanzar [...]”¹².

Por tanto, la innovación permanente figura como característica esencial de la actualidad, atendiendo así, a las preferencias particulares del individuo, con la creación de nuevos y mejores modelos de dispositivos electrónicos en el mercado

¹¹ Manuel Castells, *La sociedad red: una visión global, España*. Editorial S.A Madrid, 2006, primera edición, p. 31.

¹² José Luis Larrea Jiménez de Vicuña, *El desafío de la innovación: de la sociedad de la información en adelante*, Barcelona, 2014, Editorial de la Universidad Oberta de Cataluña, primera edición, p. 160

cada determinado tiempo, descartando con esto a los dispositivos que no se alinean con lo último en tecnología.

Al ser descartados pasan a ser basura electrónica, la cual, en el mejor de los casos es depositada y enviada en contenedores especializados. Sin embargo, gran parte de esta pasa a los basureros sin recibir un tratamiento adecuado.

Podemos entender con mayor claridad la producción-consumo de aparatos electrónicos a través del modelo de la sociedad de la información, en la que no sólo es un sujeto responsable de ello, sino todo un ciclo compuesto por los usuarios (ciudadanos, empresas y administración pública), las infraestructuras (terminales, redes y servidores) y contenidos (intangibles, tangibles, servicios e infomediación) en un entorno económico, político y social.

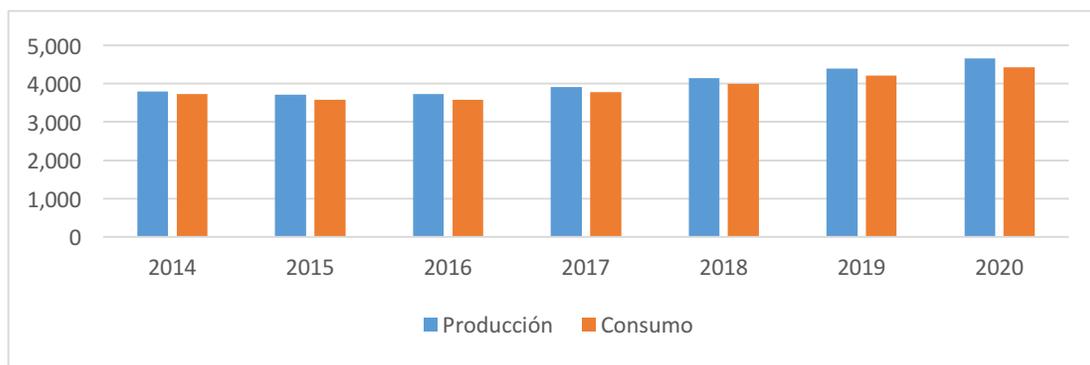
1.1.2 Empresas involucradas en la producción acelerada de los dispositivos electrónicos

La producción de basura electrónica crece exponencialmente a través de los años, dicho crecimiento corresponde a dos factores importantes, por un lado, la demanda por parte del consumidor, que espera nuevos y mejores productos y por otro lado, la creación de nuevas necesidades por parte de las empresas involucradas.

Ambos factores son dependientes en la dinámica económica de producción, donde aproximadamente la diferencia a través de los años entre uno y el otro es del 1.5%, tal como se muestra en el grafico número uno, donde la producción global en el 2014 “[...] fue de 3,789 miles de millones de dólares (mmd) y un consumo global de 3,730 mmd. Se estima que en el 2020 el valor de la producción alcanzará un monto de 4,668 mmd, con una *Tasa Media de*

Crecimiento Anual real de 3.5% y un consumo de 4,427 mmd, con una TMCA real de 4.5%.¹³

**Gráfico 1 Prospectiva de producción y consumo de teléfonos inteligentes
2014-2020 (mmd)**



Fuente: Elaboración propia. PROMEXICO; “*Diagnostico Sectorial: Industria electrónica*, [en línea], 35 pp., México, 2014, Dirección URL: <http://www.promexico.gob.mx/documentos/diagnosticos-sectoriales/electronico.pdf> [consulta: 10 de junio de 2018] p. 9.

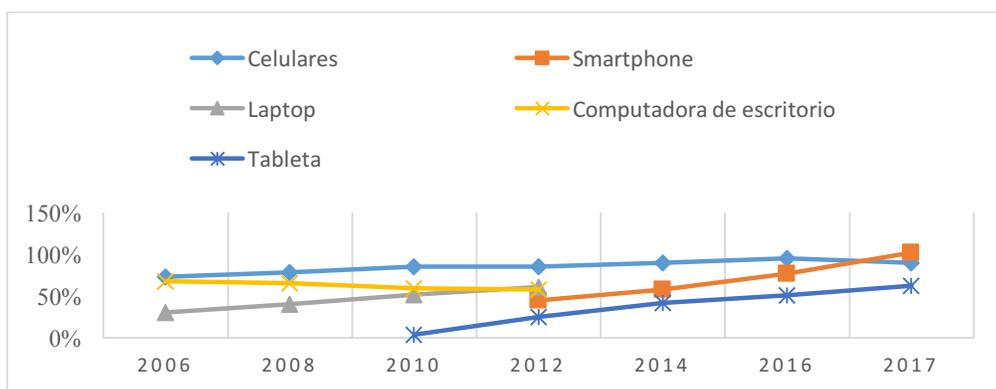
Sin embargo, es importante precisar que, aunque la producción supera al consumo con 200 mmd en teléfonos inteligentes, el valor de la producción no es proporcional a la inversión sino al costo real del electrónico en el mercado, obteniendo así ganancias considerables. De modo que el ascenso de la producción al pasar de los años se entiende en la medida que el usuario consume. Esto se debe a que hay un tiempo de remplazo de los dispositivos, de aproximadamente de 2 años, no sólo por la durabilidad de fábrica sino porque el consumidor busca una constante actualización.

No obstante, la producción más importante en cuanto a cifras en teléfonos inteligentes existe una amplia gama de otros dispositivos que también crecen en la marcha, como es el caso de las laptops, tabletas y computadoras de escritorio, tal como se muestra en el gráfico número dos, donde la producción de tabletas

¹³ PROMEXICO; *Diagnostico Sectorial: Industria electrónica*, [en línea], 35 pp., México, 2014, Dirección URL: <http://www.promexico.gob.mx/documentos/diagnosticos-sectoriales/electronico.pdf> [consulta: 10 de junio de 2018] p. 8.

muestra un ascenso promedio del 15%, las computadoras de escritorio un descenso considerable del 10% del 2006 al 2012 y un aumento del 30% de las laptops, mientras que la de los celulares se mantiene constante, aunque se perfila hacia un pequeño descenso a partir del 2016 con la llegada de nuevos y mejores teléfonos inteligentes, avanzando en un promedio del 19% en el mercado.

Gráfico 2 Producción de electrónicos por categoría 2006-2017



Fuente: Forti V.; Gray V.; Kuehr R.; Stegmann P., “The global e-waste monitor 2017”, Organización de Naciones Unidas (ONU), Unión Internacional de Comunicaciones (ITU), Asociación Internacional de Basura Solida (ISWA), [en línea] 116 pp., 2017, Dirección URL:https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6341/GlobalEwaste_Monitor_2017_electronic_single_pages.pdf [consulta: 05 de febrero 2018] p. 26.

Por lo tanto, debido al alcance en el mercado internacional de los teléfonos inteligentes, se muestran a continuación cuatro de las principales empresas internacionales involucradas en el proceso de producción:

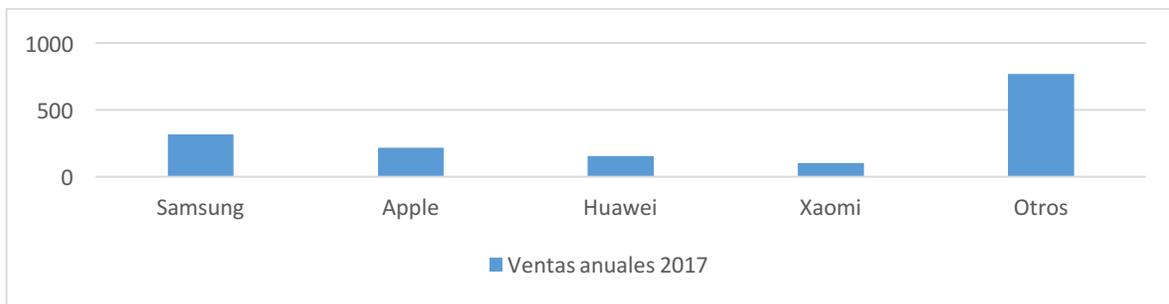
- *Samsung Electronics*, con sede en Corea del Sur, se perfila como líder en el mercado de teléfonos inteligentes y chips de memoria, esto no sólo debido a su antigüedad desde su creación sino a su variedad en precios y tamaños.
- *Apple*, con sede en Estados Unidos es considerada la segunda empresa más importante en la fabricación de teléfonos celulares, caracterizada por la durabilidad de sus productos y número uno en innovación continua, la cual, ha tenido mucho éxito en los últimos años.

- *Huawei*, con sede en China se especializa en la investigación y el desarrollo, sus principales mercados son Asia y África, con un acercamiento paulatino en Latinoamérica.
- *Xiaomi*, con sede en China es caracterizada por la producción de teléfonos inteligentes a bajo costo y buena calidad de construcción.

Entre otras empresas se encuentran, *Lenovo* fabricante número uno de computadoras y creador de sus propios teléfonos. *LG* empresa con sede en Corea del Sur caracterizada por la producción de una amplia gama de electrónicos con equipos celulares LG G con mejores prestaciones y mayor precio y la marca LG L relacionada a teléfonos menos potentes y más baratos. *Sony* con sede en Japón (dueño de la gama de celulares Xperia) con gran presencia en Europa. Y finalmente *Microsoft* con sede en Estados Unidos, cuenta con el sistema operativo más utilizado en el mundo con su propia gama de teléfonos inteligentes y computadoras portátiles.¹⁴

En el 2017 se reportaron ganancias en miles de millones de dólares considerables en la venta de teléfonos inteligentes, como se muestra en el grafico número tres:

Gráfico 3 Ventas Anuales de Teléfonos Inteligentes 2017 (mmd)



Fuente: Elaboración Propia. IDC; “Smartphone Vendor”, 2017, [en línea] Dirección URL: <https://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/vendor> [consulta 20 de junio 2018].

Aunque todas las marcas tienen diferentes matices y programas especializados de producción y venta, hay marcas que han crecido considerablemente en los últimos

¹⁴ s/a, *17 marcas de celulares que lideran el mundo* [en línea], 02 de enero de 2018, Dirección URL: <http://comofuncionaque.com/17-marcas-de-celulares-que-lideran-el-mundo/> [consulta: 11 de junio de 2018].

años y se perfilan como líderes en el mercado, como es el caso de *Samsung Electronics*, con una producción anual de 310 millones de unidades en el 2017.

1.2 Obsolescencia de los aparatos electrónicos

Para cuestiones técnicas de este capítulo, es importante precisar qué es la obsolescencia, a fin de entender su crecimiento acelerado en el mundo en los últimos años. Además de la diferencia entre productos electrónicos y eléctricos (aquellos que conforman la basura electrónica), de los cuales, los primeros formarán parte de esta investigación.

Con frecuencia se entiende obsoleto como sinónimo de obsolescencia, sin embargo, “un componente tecnológico (hardware-software) es obsoleto (descontinuado) cuando se deja de fabricar y obsoleto cuando es declarado obsoleto, en desuso, por el fabricante”¹⁵. Por tanto, la obsolescencia es el acto de convertirse en obsoleto o inservible.

Omar Antonio Vega define el término de obsolescencia tecnológica “[...] al término de la vida útil, o de valor de uso, de un artefacto o servicio en función del tiempo [...]”¹⁶, en donde las empresas buscan la circulación de sus mercancías.

Por otro lado, Pedro Daniel Ramírez, alude al término de obsolescencia planificada como “[...] en diseñar un producto de tal manera que cumpla una vida útil determinada y luego el mismo quede obsoleto, inútil o roto, [en el cual] el tipo de vida útil de un producto es arbitrariamente dispuesto por el fabricante”¹⁷

¹⁵ *Ibid.*, p. 150

¹⁶ Omar Antonio Vega, *Efectos colaterales de la obsolescencia tecnológica* [en línea], 8 pp. 29 de junio de 2012, Dirección URL: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4222752.pdf> [consulta: 18 de septiembre de 2017] p. 2.

¹⁷ Pedro Daniel Ramírez López, *Obsolescencia Tecnológica Programada* [en línea], 31 pp., Asunción (Paraguay), 24 de septiembre de 2012, Dirección URL: http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/obsolescencia_tecnologica_programada.pdf [consulta: 12 de noviembre de 2017] p. 4.

Sin embargo, Vance Packard¹⁸, se refiere al término de obsolescencia programada como aquellos productos que “[han llegado al término de su vida útil], o valor de uso, de un artefacto o servicio en función del tiempo [de modo que se vuelve obsoleto o inservible]”¹⁹, sin embargo, a pesar de que se refiere al término de la vida útil de un artefacto, es importante precisar que debido a la realidad internacional del mercado y la sociedad, ya no sólo hablamos de un desecho por el término de la vida útil, sino que además, están inmersos otros factores.

Por lo tanto, a pesar de las diferentes perspectivas y denominaciones que se le atribuyen a la obsolescencia, aludimos que un producto es obsoleto cuando éste ha llegado al fin de su vida útil, por ello esta última conceptualización de “obsolescencia programada” es la que se abordará en el presente trabajo debido a su integridad conceptual.

1.2.1 Tipos de obsolescencia

Debido a la diversidad de conceptos en una misma definición de obsolescencia, también nos encontramos con una diversidad conceptual en cuanto a los tipos, sin embargo, es importante precisar que pese a esta variedad terminológica todo converge hacia un fin común.

Por un lado, Pedro Daniel Ramírez alude a sus categorías en función de las mercancías de las empresas; “La obsolescencia de *función*; según la cual un producto se convierte en pasado de moda cuando aparece otro con mejor rendimiento de función; la obsolescencia de *calidad*: cuando un producto, de manera planeada, se gasta en un tiempo determinado, generalmente corto; la obsolescencia de *conveniencia*: cuando un producto sólido, en términos de

¹⁸ La Enciclopedia Biográfica; *Sociólogo estadounidense: Vance Packard 1914-1996*, Biografías y vidas [en línea], Dirección URL: <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/p/packard.htm> [consulta: 12 de noviembre de 2017].

¹⁹ Vance Packard, *The waste makers* [en línea] 349 pp., New York (EE.UU.), diciembre de 1960, Dirección URL: <http://krishikosh.egranth.ac.in/bitstream/1/2027517/1/HS1273.pdf> [consulta: 17 de octubre de 2017]. p. 115.

rendimiento o calidad, se gasta en la mente del consumidor debido a la aparición de una modificación de estilo u otra mejora”²⁰.

Ramírez clasifica la obsolescencia planificada en dos términos; “la *obsolescencia funcional*, [entendida como] los mecanismos para intencionalmente hacer dejar de funcionar artículos tecnológicos y la *obsolescencia psicológica*, es aquella que el fabricante trata de transmitir al consumidor para que el mismo cambie la imagen del producto que ya tiene y comience a quedar descontento con el mismo, o en otras palabras se deja fuera de moda”²¹.

Los tipos de obsolescencia programada, según Vance Packard, están determinados por diferentes factores afirmando que hay tres tipos de obsolescencia programada:

- *Obsolescencia incorporada*²²: Son aquellos productos que se han diseñado con el propósito de fallar, a fin de tener mayores ganancias y un flujo circulante en el mercado; por ejemplo, en el siglo XIX se creó una bombilla con larga duración, sin embargo, ello no era rentable para las empresas productoras, pues los consumidores tardarían mucho tiempo en adquirir otra, por ello se crearon bombillas de corta duración a fin de tener un consumo constante.
- *Obsolescencia psicológica*²³: Son aquellos productos que han dejado de funcionar de acuerdo con la perspectiva y mentalidad del consumidor, es decir, es una obsolescencia que gira en torno a las tendencias o la moda. Por ejemplo, cuando un producto que aún es útil y cumple con sus funciones es desfasado y adquirido por otro que es distinguido por su innovación y novedad.
- *Obsolescencia tecnológica*: Esta, es objeto de nuestra investigación, pues hace referencia “[...] en que el resto del ecosistema sobre el que trabaja un aparato se hace obsoleto y por ello ya no puede desempeñar sus

²⁰ Pedro Daniel Ramírez López, *óp. cit.*, p. 5.

²¹ *Ídem*.

²² Vance Packard, *óp. cit.* p. 120.

²³ Pedro Daniel Ramírez López, *óp. cit.*, p. 6.

funciones, aunque opere correctamente”²⁴. Un ejemplo de ello son los disquetes, los cuales, aunque son funcionales, ya no pertenecen a la generación de ordenadores que son fabricados.

Esta última clasificación nos permite comprender más plenamente lo que sucede en el mercado actualmente, no sólo desde una óptica económica, sino también social. Asimismo trataremos de explicar con mayor precisión cómo ello se traslada a nuestra vida cotidiana, debido a que todas las clasificaciones anteriores pueden estar inmersas en un solo caso. Por ejemplo, un usuario compró una computadora de escritorio, que apareció en el mercado en el 2000, ésta cuenta con diferentes funciones, entre las que destaca el puerto para disquetes. Actualmente, la computadora es funcional, sin embargo, según su vida útil para el 2007 quedaría obsoleta. En 2006 decidió comprar una nueva computadora portátil que supera a la anterior en diseño y velocidad. A pesar de que este usuario cuenta con un dispositivo funcional, su capacidad adquisitiva y el deseo de comprar un nuevo dispositivo, debido a diferentes factores, como la moda, publicidad e innovación, finalmente hace la compra y desecha el anterior.

Esto nos permite identificar diferentes tipos de obsolescencia en un mismo caso: por un lado, la *obsolescencia psicológica*, aquella que se entiende en la medida en que el usuario adquiere un nuevo dispositivo con mejores y diferentes funciones, lo que le permite concluir que su dispositivo era ya obsoleto a pesar de que aún es funcional: por otro lado, la *obsolescencia incorporada*, la cual está presente en la vida útil según la medida de la creación por el fabricante del dispositivo, pues éste, dejará de ser funcional el siguiente año. Y finalmente la *obsolescencia tecnológica*, que debido a la era tecnológica en la que estamos inmersos, hay diferentes funciones de su computadora de escritorio que ya no son funcionales, por ejemplo, el modelo 2000 no cuenta con puertos para USB, lo cual, la relega para esta nueva generación.

Por lo que, en esta investigación, se abordará la obsolescencia programada en las tres clasificaciones de los aparatos electrónicos, pues el desecho de los mismos

²⁴ *Ibíd.*, p. 7.

no es exclusivamente de una categoría, sino que comprende todas las clasificaciones y finalmente son depositadas en vertederos de basura electrónica o donadas a países de “tercer mundo”, para disminuir la brecha digital.

1.2.2 Aparatos electrónicos y eléctricos

La basura electrónica, cuya terminación en inglés es referida como *e-waste*, “se refiere a todos los artículos de Equipos Eléctricos y Electrónicos (EEE) y sus partes que han sido descartadas por su propietario como desperdicio sin la intención de reutilización (también conocidos como Residuos Equipo Eléctrico y Electrónico RAEE)”²⁵.

Por ello, es importante precisar la diferencia entre aparatos electrónicos y eléctricos, debido a su comportamiento creciente y acelerado en el mercado de la tecnología y contenido en materiales preciosos, lo cual, los coloca en los productos más demandantes y, por tanto, más contaminantes.

Los aparatos electrónicos y eléctricos, por su composición, son clasificados en diez categorías: “los grandes electrodomésticos, los pequeños electrodomésticos, los equipos de informática y telecomunicaciones, los aparatos electrónicos de consumo, los aparatos de alumbrado, las herramientas eléctricas o electrónicas, los juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre, los aparatos médicos, los instrumentos de vigilancia o control y las máquinas expendedoras”²⁶. Para efectos de este trabajo, nos centraremos en los equipos de informática y telecomunicaciones, pues son éstos los que representan todos los aparatos como las computadoras, ordenadores, teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, impresoras, etc.

Son aparatos eléctricos aquellos que están formados por “[...] una fuente de alimentación que le proporciona energía, cables y otros elementos como

²⁵ Forti V.; Gray V.; Kuehr R.; Stegmann P., *op. cit.*, p. 11.

²⁶ LIMASA; *Categoría de aparatos electrónicos y electrónicos* [en línea], Málaga (España), Dirección URL: <http://www.limasa3.es/buenas-practicas/en-la-gestion-de-raee/categorias-de-aparatos-electricos-y-electronicos> [consulta: 20 de octubre de 2017].

bombillas, interruptores, bobinas, imanes, motores, etc. Funcionan transformando, ampliando, reduciendo o interrumpiendo la corriente eléctrica que suministra la fuente de alimentación”²⁷.

Por tanto, los aparatos electrónicos son todos aquellos que “[...] incluyen además de los elementos del aparato eléctrico otros elementos como diodos, transistores, chips [y] procesadores, [...] todos estos componentes electrónicos se organizan en circuitos, destinados a controlar y aprovechar las señales eléctricas”²⁸.

Ambos son dañinos al ser desechados, sin embargo, los aparatos electrónicos por sus componentes químicos y minerales que posee en su estructura, si no tienen un manejo especializado pueden generar grandes consecuencias al ambiente y a la salud de quienes operen su desmembramiento o reciclaje.

1.3 Minería urbana

“La recuperación de materiales y el reciclado de metales tienen beneficios significativos en comparación con la minería en términos de uso de la tierra, de consumo de energía, emisión de sustancias peligrosas, generación de residuos y emisiones de dióxido de carbono (CO₂), principal gas de efecto invernadero.”²⁹

La minería entendida como una “actividad económica del sector primario representada por la explotación o extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y subsuelo en forma de yacimientos”³⁰ responde a la demanda de materiales preciosos ocupados en diferentes sectores de la industria, sin embargo, es una actividad que requiere mucho capital para la extracción y

²⁷ s/a, *Residuos de aparatos electrónicos y eléctricos*. [en línea] Dirección URL: http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esofisicaquimica/3quincena11/3q11_con_tenidos_5a.ht [consulta: 10 de noviembre de 2017].

²⁸ *Ídem*.

²⁹ Greenpeace; *Minería y Basura electrónica: el manejo irracional de los recursos* [en línea], 25 pp., marzo 2012, Dirección URL: <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2012/contaminacion/informe-raee-V.pdf> [consulta: 13 de mayo de 2018] p. 10.

³⁰ s/a, *¿Qué es minería?* [en línea], CONCEPTODEFINICIÓN.DE, 09 de marzo de 2011, Dirección URL: <http://conceptodefinicion.de/mineria/> [consulta: 07 de marzo de 2018].

transformación de los minerales y que con el paso del tiempo ha ido menguando debido a la circulación constante de los minerales ya existentes.

En el 2017 se calculó aproximadamente 151.000 toneladas³¹ de oro extraído en forma de monedas, lingotes, joyería, etc. (entendido éste como uno de los principales y costosos componentes de los aparatos electrónicos). Aunque se calcula una considerable cantidad aún por extraer, la minería urbana surge como alternativa a “un mundo de minerales sin minería”³², es decir, recuperar los minerales de los aparatos electrónicos ya existentes que ahora son obsoletos.

Por tanto, se define la minería urbana como “[...] todas las actividades y procesos relacionados con la recuperación de compuestos, energía y elementos de productos, edificios y residuos generados a partir de ciclos urbanos”³³, entendiéndolo como un proceso especializado para la obtención de los recursos.

Sin embargo, vale la pena distinguir que hay dos procesos de operatividad de la minería urbana, los cuales se tratan como términos no existentes o abordados pues no se hace distinción en el proceso de operación, sólo en la obtención de los metales en los electrónicos haciendo alusión al término de reciclaje en el “sector informal”. Por un lado, la *minería urbana no especializada* entendida como la extracción de metales en los aparatos electrónicos sin instrumentos especializados para la optimización de los recursos y caracterizada por el daño considerable al ambiente; por otro lado, existe la *minería urbana especializada*, como su nombre lo dice, radica en la especialización de la extracción en los

³¹ s/a, *Oro y Finanzas* [en línea], Diario digital del dinero, Dirección URL: <https://www.oroymasfinanzas.com/tag/wgc-world-gold-council-consejo-mundial-del-oro/> [consulta: 20 de abril de 2018].

³² s/a, *¿Qué es minería?*, *óp. cit.*

³³ José Luis Gómez Aguilera, *Minería Urbana: Recuperación de Metales y Elementos Estratégicos de Ciclos Urbanos* [en línea], 67 pp., Barcelona, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, enero 2018, Dirección URL: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/115333/memoria-tfg-jose-luisgomez-aguilera.pdf> [consulta: 15 de mayo de 2018] p. 11.

aparatos electrónicos, técnicas altamente bondadosas con el ambiente y la salud, de los cuales se especificara a continuación.

No obstante, las diferencias entre ambos sistemas operativos, los dos convergen en algunos procesos, como es el caso del reciclaje, ya que ambos procesos extraen y transforman los materiales para su aplicación como insumos productivos (proceso que conlleva la recolección y la recuperación). La diferencia entre ambos procesos radica en la gestión integral que lleva la minería urbana especializada entendido como "[...] el conjunto articulado e interrelacionado de acciones regulatorias, operativas, financieras administrativas, educativas de planeación, monitoreo y evaluación para el manejo de residuos, desde la generación hasta su valorización y disposición final"³⁴ y la operatividad manual y sin articulación de las diferentes ciencias que lleva la minería urbana no especializada.

1.3.1 Minería urbana no especializada: proceso de operatividad

Tal y como se definió anteriormente, la minería urbana son todas las actividades y procesos para la recuperación de elementos, su no especialización se entiende en la separación de los materiales de los aparatos electrónicos sin aditamentos, herramientas o procesos especiales para el cuidado de la salud y el ambiente. Muchos de estos productos, particularmente los cables, carcasas plásticas, circuitos impresos y monitores, contienen sustancias y materiales químicos peligrosos.

Gran parte de los equipos electrónicos obsoletos que llegan sin ningún control a las economías de los países en vías de desarrollo tienen la connotación de “donaciones”, entrando así según su condición al mercado de segunda mano para ser reparados y posteriormente revendidos o al vertedero, en donde el destino de la *e-waste* en los vertederos se entiende debido a la flexibilidad de la admisión de los diversos tipos de desechos para ser desmantelados.

³⁴ María Eugenia González Ávila, *Residuos de aparatos electrónicos y eléctricos*, México, El Colegio de la Frontera Norte, A.C., 2012, primera edición, p. 43

Aunque gran parte del proceso es manual, en este también existen diversas etapas como se muestra a continuación: primero está el pretratamiento, al llegar al vertedero pasan por un proceso de discriminación, es decir, son clasificados entre los aparatos electrónicos y eléctricos, debido a que estos últimos contienen un mayor porcentaje de metales preciosos a recuperar. A causa de su proceso de operatividad manual en el proceso de recuperación de los metales, éste se realiza a cielo abierto en el vertedero o en pequeños talleres dentro del mercado de reventa.

Gran parte de los elementos que pueden recuperarse se encuentran en la tarjeta interna del dispositivo, de modo que es necesario triturar el plástico que la recubre, para ello se usan los ftalatos, “[...] líquidos claros de aspecto aceitoso, poco solubles en agua [...]”³⁵ utilizados para ablandar los plásticos, aumentando así su flexibilidad, para posteriormente ser separados. Aunque no son utilizados por todos, son característicos por su bajo costo y su reacción inmediata, sin embargo, ciertos materiales, alambres y cables siguen recubiertos de plástico, a causa de alta adherencia, por ello se recurre a la quema a fin de permitir la separación en mayor porcentaje del plástico y los metales.

Debido a la alta flamabilidad del plástico se usan retardantes de fuego entendidos como “compuestos líquidos, sólidos o gaseosos que tienden a inhibir la combustión cuando se aplican, ya sea mezclados, combinados o sobre materiales combustibles”³⁶ En este caso, a causa de su bajo costo se usa el PBD (polibromodifenil éteres), el TPP (trifenilfosfato) y el trióxido de antimonio, aunque este último no tienen características retardantes propias facilita la descomposición química de los componentes.

³⁵ Fátima García Espino; Lilia Patria Bustamante Monte; María García Fabila, “Presencia de ftalatos en bebidas en el Estado de México”, [en línea], 13 pp., Estado de México, *Revista Iberoamericana para la Investigación y desarrollo educativo*, Publicación #11 julio-diciembre 2013, Dirección URL: file:///C:/Users/Biblioteca_03/Downloads/1370-2206-1-PB.pdf [consulta: 06 febrero de 2018] p. 3.

³⁶ Orelvis González, *Los retardantes de fuego* [en línea], 4 pp., mayo 2009 Dirección URL: <http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/docTec/08121037131692233724fuego1.pdf> [consulta: 10 de junio de 2018] p. 74.

Los pequeños incendios que se efectúan se hacen repetidamente en los diferentes espacios del vertedero, provocando así una acumulación de ceniza de los materiales quemados. Los materiales sin valor restantes procedentes de la separación se eliminan en otra amplia área del vertedero junto con otro tipo de desechos.

La particularidad de este proceso es su operatividad “manual” o incluso la falta de equipo de protección, usando herramientas básicas. Debido a ello la recuperación de los metales no es óptima no sólo en cuestiones del porcentaje de recuperación, sino en los daños a la salud y el ambiente.

1.3.2 Minería urbana especializada: operatividad y viabilidad

La minería urbana especializada, como su nombre lo dice, se destaca por la especialización del reciclaje de la basura electrónica haciendo uso de procedimientos sustentables con herramientas especializadas para el cuidado del operante y su entorno. En éste, se hacen campañas de recolección de electrónicos, cuenta con un espacio debidamente habilitado por las autoridades competentes, con equipos de seguridad y herramientas especializadas. La mayoría de la operatividad ya no es manual, sino que se ocupa maquinaria y equipo, además de una capacitación de los operantes en el taller en cuanto al tratamiento y las sustancias más adecuadas a utilizar para la separación metálica a fin de recuperar el mayor porcentaje, no sólo cuidando la salud sino aumentando las ganancias, además de una responsabilidad post consumo correspondiente a los generadores con planes de gestión para los productos una vez descartados.

Como se mencionó anteriormente, en la especialización de la minería urbana como parte del proceso de obtención de metales, se lleva a cabo un primer filtro que nos permite identificar la viabilidad y maximización de la obtención de los metales de un aparato electrónico, clasificados por el interés de su tratamiento.

Por un lado, el *Índice de Recurso* (IR), “[...] determinado por los metales constituyentes del residuo, el precio de mercado de los recursos, la importancia del recurso en la sociedad y la sostenibilidad de su suministro [...]”³⁷. Dependiendo éste del *Riesgo de Suministro* (SR), es decir, los riesgos que se derivan de las pérdidas económicas, como el aumento de costos de los materiales, además de la dependencia de las políticas locales y estatales de los países donde procede el recurso.

Y por el otro lado el *Índice Tecnológico* (IT) determinado por el coste de proceso metalúrgico, coste de procesado mecánico, impacto medio ambiental y disponibilidad tecnológica, el cual “[...] informa acerca de lo adecuado que es un residuo para la recuperación de los metales que lo componen. Se diferencia del IR en que está compuesto de indicadores de disponibilidad técnica, coste de procesado mecánico, coste de la extracción metálica y el impacto ecológico del proceso”³⁸.

Posteriormente se lleva a cabo la estabilización que consiste en el pretratamiento, éste varía de acuerdo con el aplicador. En la mayoría de los casos comienza con:

- *Limpieza*. Debido a que gran parte de la basura electrónica se mezcla con desechos orgánicos, inorgánicos y sanitarios, al llegar a los vertederos o depósitos de basura debe ser limpiada y separada del resto.
- *Descarga*. Algunos dispositivos aun cuentan con energía química, por lo que es indispensable descargarlas para que no haya una reacción inesperada en el momento de aplicar alguno de los tratamientos, “descarga que se realiza en tanques que contienen una disolución de iones de hierro”³⁹
- *Triturado*. La trituración de la chatarra electrónica es esencial “para permitir que los reactivos entren en contacto con los componentes que contienen

³⁷ José Luis Gómez Aguilera, óp. cit., p. 17.

³⁸ *Ibid.*, p. 18.

³⁹ *Ibid.*, p. 41.

los materiales que se desea recuperar⁴⁰. En algunos casos se ocupa el enfriamiento criogénico, el cual consiste en enfriar los materiales con aire enfriado o nitrógeno para hacer más fácil la trituración.

Debido a que el contenido metálico aún se encuentra en las “placas de circuitos impresos”⁴¹, para separar los metales de éstos se ocupan diversos procedimientos, de los cuales sólo se mencionaran algunos de acuerdo a su factibilidad, social, ambiental y económica; procesos por vacío y magnética, hidrometalúrgicos y pirometalúrgicos, estos dos últimos son considerados como los procesos más antiguos, pero aún utilizados.

Proceso de separación por vacío y magnética. Se lleva en gran parte de los casos debido a que es medioambientalmente amigable. Se realiza una vez que se ha disuelto aquello que se quería desprender de los metales a recuperar, haciéndolo por medio de electroimanes. Algunos procesos de separación constan de más de una fase, en algunos casos se dividen en tres etapas; 1) separación magnética obteniéndose materiales no magnéticos, 2) los que son ligeramente magnéticos y 3) los que son fuertemente magnéticos.

Procesos hidrometalúrgicos. “[...] permiten la extracción y obtención de metales y/o compuestos desde sus minerales o materiales de reciclaje (chatarras, escorias, cementos metálicos, barras anódicos, etc.)”⁴², caracterizados por ser un proceso de menor impacto ambiental, alto grado de control sobre las reacciones debido a las condiciones en las que se desarrollan los procesos, ahorro

⁴⁰ *Ibid.*, p. 42.

⁴¹ “[...] es la superficie constituida por caminos, pistas o buses de material conductor laminadas sobre una base no conductora [...] se utiliza para conectar eléctricamente a través de las pistas conductoras, y sostener mecánicamente, por medio de la base, un conjunto de componentes electrónicos.” *s/a. Circuitos impresos* [en línea], 7 pp., Dirección URL:

<https://www.ahomee.com.mx/TARJETA%20ELECTRONICA.pdf> [consulta: 13 de abril de 2018] p. 1.

⁴² *s/a, La metalurgia* [en línea], 14 pp., Santiago de Chile, Universidad de Santiago de Chile Hidrometalurgia, Dirección URL: <http://metalurgia.usach.cl/sites/metalurgica/files/paginas/capitulo14.pdf> [consulta: 22 de mayo de 2018] p. 188.

considerable de combustible, todo en comparación con otros procesos extractivos. Debido a que este es un proceso de extracción por solventes se lleva a cabo a través de la fase acuosa y la fase orgánica. Éste se divide en tres ramas; la lixiviación, concentración y purificación y la precipitación:

- *Lixiviación*: caracterizada como la fase acuosa, concentrada en cobre y un alto nivel de impurezas “[...] su objetivo es disolver en forma parcial o total un sólido con el fin de recuperar algunas especies metálicas contenidas en él”⁴³. Consiste en el calentamiento (con altas temperaturas y presiones) del mineral junto con un concentrado de lixivante apropiado, soluciones acidas como:
 - Ácido sulfúrico: selectividad máxima, reducción de consumo de ácido, agente ideal para la extracción de cobre
 - Ácido clorhídrico: Cuantificación con ácido clorhídrico es el agente con mayor porcentaje de extracción del Níquel, Zinc y Plata, aunque este agente lixivante es débil, es utilizado para el apoyo de compuestos químicos
 - Ácido nítrico: Agente con menor porcentaje de extracción de metales, generalmente se usa para la extracción del cobre debido a que alcanza un mayor porcentaje de recuperación “emplean este ácido como agente lixivante en diferentes concentraciones y luego para la recuperación electrolítica es retirado por extracción con disolventes o con un voltaje eficaz”⁴⁴.
 - Mezclas entre estos caracterizada como el “agua regia”, su mezcla es altamente corrosiva, caracterizada por disolver incluso los metales nobles y falta de estabilidad a largo plazo, por ello debe prepararse

⁴³ *Ídem.*

⁴⁴ Ginna A. Jiménez; Robinson Torres; Mario Parra, “Metodología Acida para la cuantificación de metales desde residuos electrónicos”, [en línea]. Colombia, Revista Colombiana de Materiales No. 5, 2012, Dirección URL: <https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/materiales/article/viewFile/19206/16501> [consulta: 08 de junio de 2018] p. 153.

cuando vaya a utilizarse. Cuenta con un alto poder lixivante para la recuperación del oro y cobre.

- *Concentración y Purificación*: debido a que la extracción por solventes implica el paso de una serie de metales disueltos, se emplea esta técnica con la finalidad de concentrar, purificar y separar los elementos o metales disueltos. “El objetivo de esta operación es retirar determinadas impurezas de la disolución antes de que ésta sea sometida a la etapa siguiente de precipitación”⁴⁵. Suelen realizarse mediante los métodos químicos de precipitación, separación de resinas de intercambio iónico, cementación, extracción por disolventes y la utilización de las reacciones de la química convencional.
- *Precipitación*: después de la etapa anterior se busca la obtención del elemento sólido a través de la disolución, “[...] el objetivo de esta operación es separar el metal valioso de la disolución, en forma elemental (casi siempre) o en forma oxidada (en raras ocasiones)”⁴⁶, en el cual se utiliza la electrolisis, cementación y los métodos convencionales de química.

Los procesos *pirometalúrgicos* generalmente utilizan una combinación de procesos adicionales, considerados como tecnología tradicional y particularmente utilizados en países desarrollados. Los procesos de reacción son muy rápidos, considerados ideales para materias primas complejas. Además de procesar grandes cantidades de mineral, consisten en la incineración y fundición de los elementos, el cual permite la recuperación significativa del cobre y otros metales preciosos.

Aunque en el proceso se le acuñen diversos nombres, esencialmente consiste en dos etapas: reducción y refinado.

⁴⁵ María José Muñoz Portero, *Extracción de metales por hidrometalurgia: Procesamiento de cobre y cinc* [en línea], 9 pp., Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, 2010, Dirección URL: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/68321/Mu%C3%B1oz%20-%20Extracci%C3%B3n%20de%20metales%20por%20hidrometalurgia%3A%20Procesamiento%20de%20cobre%20y%20cinc.pdf?sequence=1%20\[consulta:%2028%20de%20mayo%20de%202018\]](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/68321/Mu%C3%B1oz%20-%20Extracci%C3%B3n%20de%20metales%20por%20hidrometalurgia%3A%20Procesamiento%20de%20cobre%20y%20cinc.pdf?sequence=1%20[consulta:%2028%20de%20mayo%20de%202018]) [consulta: 28 de mayo de 2018] p. 4.

⁴⁶ *Ibid.*, p. 5.

- *Reducción*: Se lleva a cabo en un horno aproximadamente a temperaturas de 450 a 950° C por un tiempo estimado de 4 horas “El horno trabaja con tarjetas trituradas de tamaño de partícula de 5x5 mm y se inyecta aire enriquecido con oxígeno, combustible y carbón como agente reductor para la fundición”⁴⁷, a fin de obtenerlo en estado de metal puro.
- *Refinado*: En esta etapa se produce la eliminación de impurezas, dividiéndose el proceso de fusión en dos, por un lado, los metales preciosos que se unen al cobre y, por otro lado, los metales base que se conectan al desperdicio del plomo.

Sus inconvenientes radican en que si se quiere recuperar de manera particular cada metal se recurre al proceso de lixiviación, aunado a la generación de una gran cantidad de gases por la quema del polímero y un desecho con un contenido múltiple de metales al final de la fundición, además del alto costo de inversión de tecnología para la fundición y refinación y el alto consumo energético.

Finalmente, cabe mencionar algunos de los países que llevan a cabo una gestión integral o minería urbana especializada a través de plantas recicladoras, entre los que destacan: Estados Unidos, Canadá, México, Brasil, Costa Rica, Alemania, Suecia, Bélgica, Italia, Austria, España, Finlandia, el Reino Unido y Japón⁴⁸, entre otros. Sin embargo, actualmente más países se integran a un programa de reciclaje de estos dispositivos a través de medidas especializadas para su recolección, tratamiento y reutilización.

En conclusión podemos analizar que la ciclicidad de producción, consumo, obsolescencia y depósito de aparatos electrónicos es parte del mundo que le

⁴⁷ Ricardo Andrés Montero Bermúdez, *Diseño del proceso de recuperación de metales de procesadores y tarjetas de circuitos impresos de computadoras descartadas mediante lixiviación en columna* [en línea], 184 pp., Escuela Politécnica Nacional, diciembre 2012, Dirección URL: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5421/1/CD-4602.pdf> [consulta: 27 de abril de 2018] p. 30.

⁴⁸ Ruediger Kuehr yFeng Wang, *Rich and poor nations can link up to recyclee-waste* [en línea], Universidad de las Naciones Unidas, enero 2015, Dirección URL: <https://unu.edu/publications/articles/rich-and-poor-nations-can-link-up-to-recycle-e-waste.html> [consulta: 18 de Septiembre de 2019].

permite estar en constante movimiento e incluso avanzar, sin embargo, la mala gestión de los desechos electrónicos, es decir, un proceso lineal, afecta directamente a los países en vías de desarrollo, social, ambiental y económicamente e indirectamente a todo el planeta.

Esto indica lo esencial y necesario de una gestión integral de los aparatos electrónicos, que va más allá de sólo desmembrar y reutilizar los componentes del dispositivo, sino que comprende todo un conjunto articulado e interrelacionado de acciones, que va desde la generación del dispositivo hasta su disposición final.

Capítulo 2 Producción de basura electrónica en el mundo

“Ningún contaminante debe producirse a un ritmo superior al que pueda ser reciclado, neutralizado o absorbido por el medio ambiente y ningún recurso no renovable debe aprovecharse a mayor velocidad de la necesaria para sustituirlo por un recurso renovable utilizado de manera sostenible”

García y Padrón⁴⁹.

El propósito de este capítulo es tener un panorama más amplio de la producción de basura electrónica que se genera cada año en todo el mundo, a fin de entender con mayor claridad las cantidades originadas por región y si estas se acatan a la legislación internacional para su regulación.

Por un lado, es importante destacar que no es posible determinar con exactitud el número de productos descartados, debido a que la basura electrónica que se genera cada año no es directamente proporcional a los electrónicos que se producen por año, ya que gran parte de los dispositivos que llegan al fin de su vida útil en algunas ocasiones son almacenados y otros son desechados antes de terminar su utilidad.

Por otro lado, porque la mayoría de los países carecen de mediciones oficiales de residuos electrónicos; sin embargo, se puede tener una estimación de electrónicos a través de las estadísticas comerciales o el uso de equipos de TIC de organizaciones internacionales como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) o la división de Estadística de las Naciones Unidas (UNSD), cuyo marco de medición “[...] se basa en flujos y existencias de bienes de electrónicos y desechos electrónicos, de manera que las existencias y los flujos se

⁴⁹ Lino García Morales; Victoria Gutiérrez Colino, “Resiliencia tecnológica” [en línea], 20 pp., *Arte y políticas de identidad*, Departamento de Ingeniería Audiovisual y Comunicaciones, España, diciembre de 2014, Dirección URL: file:///C:/Users/Biblioteca_07/Desktop/219241-Texto%20del%20art%C3%ADculo-775131-2-10-20150216.pdf [consulta: 06 de octubre de 2018], p. 3.

relacionan entre sí⁵⁰, es decir, un seguimiento de la producción y comercio de los dispositivos (estadísticas comerciales) y la recopilación de los datos existentes que posea cada país (estadísticas nacionales), a fin de tener parámetros directamente comparables.

Ahora bien, debe mencionarse que no todos los electrónicos tienen el mismo impacto como desechos, los cuáles, están determinados por su composición y su posición en el mercado, como es el caso de las computadoras de escritorio⁵¹, las laptops⁵², las tabletas⁵³, los celulares⁵⁴ y los smartphones⁵⁵, aquellos que por su demanda son altamente producidos y consumidos y cuya composición es altamente nociva debido a un mal tratamiento.

Finalmente, en este capítulo se abordará la disposición final de los dispositivos electrónicos que son descartados o han llegado al fin de su vida útil, ya que gran parte de estos electrónicos son enviados a vertederos o regresados al mercado como productos de segunda mano, tal como se explicará a continuación en los siguientes apartados.

⁵⁰ Forti V.; Balce C.P.; Kuehr R., *e-waste statistics: Guidelines on classification reporting and indicators*, [en línea], 37 pp., Universidad de las Naciones Unidas, Inglaterra, segunda edición, 2018, Dirección URL: https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6477/RZ_EWaste_Guidelines_LoRes.pdf [consulta: 03 de octubre de 2018] p. 22.

⁵¹ Caracterizadas por la entrada y salida de datos con una unidad central de procesamiento.

⁵² Similares a las computadoras de escritorio, pero caracterizadas por su portabilidad.

⁵³ Menores que una computadora portable, pero de mayor tamaño que un teléfono inteligente, e integradas con una pantalla táctil

⁵⁴ Dispositivo inalámbrico que cuenta con las funciones básicas como el acceso a llamadas y mensajes e incluso una cámara

⁵⁵ Con funciones de un teléfono móvil aunado a características similares de un ordenador, aquellos que cuentan con conectividad y el procesamiento de datos y un tamaño accesible

2.1 Cifras internacionales de la basura electrónica

El objetivo de este apartado es conocer y analizar las cifras internacionales de la basura electrónica para la evaluación y establecimiento de nuevos objetivos que ayuden a comprender e implementar una gestión integral, desde la producción de un dispositivo hasta su reciclaje.

Primero, es importante conocer las cifras internacionales, mismas que se obtienen mediante la recopilación de estadísticas comerciales y estatales, con las que se puede obtener una aproximación de los residuos. La Universidad de Naciones Unidas, propone una metodología que consiste en ecuaciones matemáticas que calculan “[...] la cantidad de desechos electrónicos (en kg) a partir de las series de tiempo comercializadas en el mercado a partir de todos los años históricos, teniendo en cuenta sus respectivas tasas de obsolescencia en el año de evaluación n ”⁵⁹, representado por la siguiente ecuación:

$$\text{Basura electronica generada } (n) = \sum_{t=t_0}^n \text{POM } (t) * L^{(p)}(t, n)$$

Donde basura electrónica generada (n) es la cantidad de residuos electrónicos generados en el año de evolución n ; POM (t) es la venta de productos puesta en el mercado en cualquier año histórico t anterior al año n ; t_0 es el año inicial en el que se vendió un producto; $L^{(p)}(t, n)$ es el perfil de tiempo de vida basado en los dispositivos descartados del lote de productos vendidos en el año histórico t .

No obstante, cuando el Estado no cuenta con el número de productos puestos en el mercado se puede hacer una estimación del peso POM en el año en cuestión utilizando el “método de consumo aparente”, que es igual a la suma de la producción nacional y las importaciones de electrónicos menos lo exportado en el mismo año.

⁵⁹ *Ibíd.*, p. 25.

$$POM(t) = Produccion\ domestica(t) + Importaciones(t) - Exportaciones(t)$$

Con respecto a la vida útil de un electrónico, en algunos casos puede estar determinada por el tiempo debido al desarrollo social y técnico, sin embargo, para aquellos productos que son más estables sus variaciones a lo largo del tiempo son menores.

Ahora bien, de acuerdo con el estudio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)⁶⁰ en colaboración con la Universidad de Naciones Unidas, con base en dichas formulas, en el año 2016 se generaron 44,7 millones de toneladas métricas (MMt), que equivale a 6,1 kg por habitante, en el 2017 hubo un aumento significativo del 2,8%, con 46 MMt, proyectándose que para el 2021 se generarán más de 50 Mt⁶¹, con un aumento de residuos del 3% al 4% por año, tal como se muestra a continuación en el gráfico número cuatro.

Gráfico 4 Producción de basura electrónica a nivel mundial y por habitante



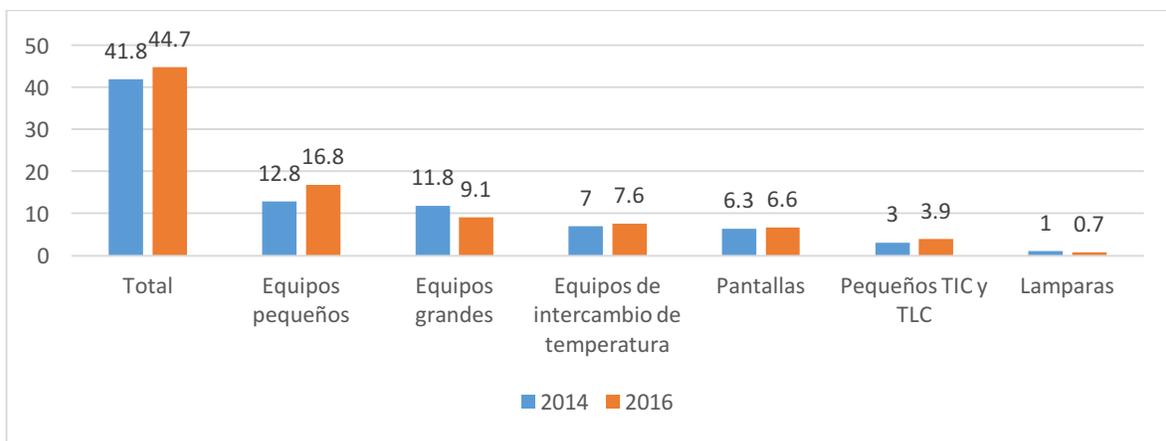
Fuente: Elaboración Propia. “E-waste”, Universidad de las Naciones Unidas [en línea], 38 pp., 2017. Dirección URL: https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6341/Global-E-waste_Monitor_2017__electronic_single_pages_pd [consulta 22 de Agosto 2017] p. 13.

⁶⁰ Organización de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras. UIT; *Sobre la Unión Internacional de Telecomunicaciones* [en línea], Dirección URL: <https://www.itu.int/es/about/Pages/default.aspx> [consulta: 05 de agosto de 2018].

⁶¹ Balde, C.P.; Forti, V., Gray, V.; Kuehr, R.; Stegmann P. *Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2017* [en línea], 116 pp., Dirección URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Documents/GEM%202017/GEM%202017-S.pdf> [consulta: 16 de enero de 2018] p. 39.

Vale la pena decir que la producción de desechos electrónicos no es igual en todas sus categorías, ya que se compone de una gran variedad de productos. En términos de peso se agrupan en 6 vertientes: 1) “aparatos de intercambio de temperatura (incluyendo refrigeradores, congeladores, aparatos de aire acondicionado, bombas de calor y otros); 2) pantallas, monitores y aparatos que contengan pantallas (incluidas pantallas de televisión, tabletas, ordenadores portátiles y notebooks); 3) lámparas; 4) grandes equipos (incluyendo lavadoras, cocinas, placas eléctricas, lavavajillas y otros); 5) pequeños aparatos (como aspiradoras, microondas, electrodomésticos, grabadoras de video, aparatos de radio y otros productos electrónicos de consumo; y 6) pequeños artefactos de TIC y telecomunicaciones (que incluye teléfonos móviles, dispositivos GPS, ordenadores y otros productos pequeños)”⁶², tal como se muestra a continuación.

Gráfico 5 Comparativa en la estimación de la cantidad total de residuos electrónicos por categorías 2014-2016 (MMt)



Fuente: Elaboración propia. GSMA; “E-waste en América Latina: Análisis estadístico y recomendaciones de política pública”, [en línea], 38 pp, Universidad de las Naciones Unidas, 2015, Dirección URL: <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2015/11/gsma-unu-ewaste2015-spa.pdf> [consulta: 05 de noviembre de 2018]. p. 15.

⁶²GSMA, *E-waste en América Latina: Análisis estadístico y recomendaciones de política pública*, óp. cit., p. 15.

Considerando que en el gráfico no existe una continuidad en los años podemos observar que existe un incremento y disminución al pasar del tiempo dependiendo el grupo, no todos van en forma ascendente, lo que depende de las nuevas tecnologías introducidas al mercado y la demanda de los consumidores. En lo que concierne a los pequeños TIC, TLC y pantallas (que incluye los monitores, teléfonos inteligentes y tabletas) que forman parte de esta investigación, constituyen el 24 % de la basura, mostrando un aumento del 6 % cada año con prospectiva ascendente.

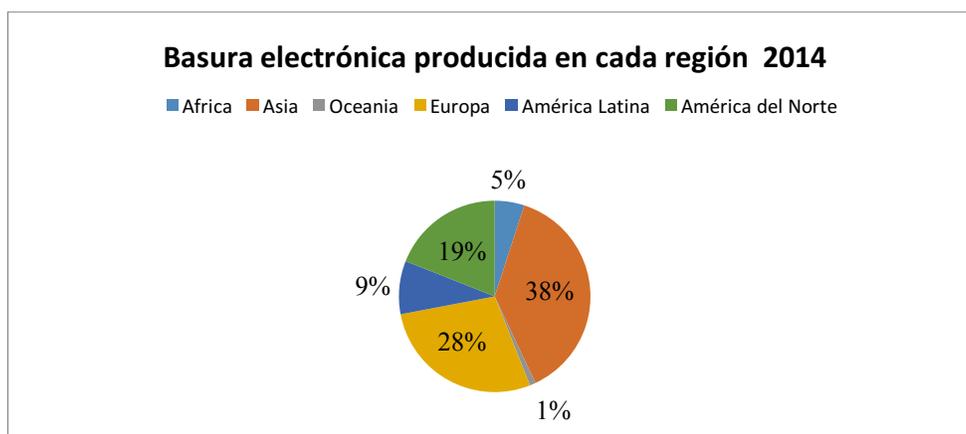
Así mismo, es importante destacar que gran parte de los flujos de residuos electrónicos no están documentados, ya que en el 80% no hay constancia, donde “el 76% de su destino se desconoce; probablemente se arrojen a vertederos, se venda o se reciclen en circunstancias inferiores o se arrojan a desechos residuales”⁶³, el 4% de los electrónicos de los países con mayor renta se arrojan a los desechos residuales y solo un 20% constan como recogidos y adecuadamente reciclados.

2.1.1 Residuos electrónicos por región

De acuerdo a la producción mundial de electrónicos mostrada anteriormente, es importante destacar que esta, no es homogénea en todo el mundo, esto se debe a que la capacidad de producción y consumo de cada país varía de acuerdo con su estructura económica y política, así como su protagonismo en el mercado internacional, como se muestra a continuación en el gráfico número seis.

⁶³ *Ídem.*

Gráfico 6 Basura electrónica producida por región 2014



Fuente: GSMA; “E-waste en América Latina: Análisis estadístico y recomendaciones de política pública”, [en línea], 38 pp, Universidad de las Naciones Unidas, 2015, Dirección URL: <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2015/11/gsma-unu-ewaste2015-spa.pdf> [consulta: 05 de noviembre de 2018]. p. 16.

En Asia en el 2016 se generaron 18.2 miles de toneladas (Mt) de *e-waste*, siendo China, Japón e India⁶⁴ los países que mayor basura electrónica generan en todo el mundo. Sin embargo, en comparación con otros continentes, Asia posee muchos países industriales, convirtiéndose no sólo en los más grandes consumidores, sino la región con mayores productores en la industria electrónica y eléctrica.

En el continente europeo se generaron 12.3 (Mt) de *e-waste*, siendo Alemania e Inglaterra⁶⁵ los mayores productores, sin embargo, aunque es el segundo productor de basura electrónica es reconocido por la regulación especializada, que se entiende a partir de la recolección, recuperación y el reciclaje a través de mecanismos especializados.

En el continente americano los países que más residuos electrónicos generan son Estados Unidos, Canadá, Brasil, México y Argentina⁶⁶, sumando un total de 11.3 Mt de *e-waste*. Paradójicamente es en Norteamérica donde se genera la mayor

⁶⁴ Forti V.; Gray V., Kuehr R.; Stegmann P., *The global e-waste monitor 2017*, op. cit., pp 68-69.

⁶⁵ *Ibid.*, pp. 72-74.

⁶⁶ *Ibid.*, pp. 64-66

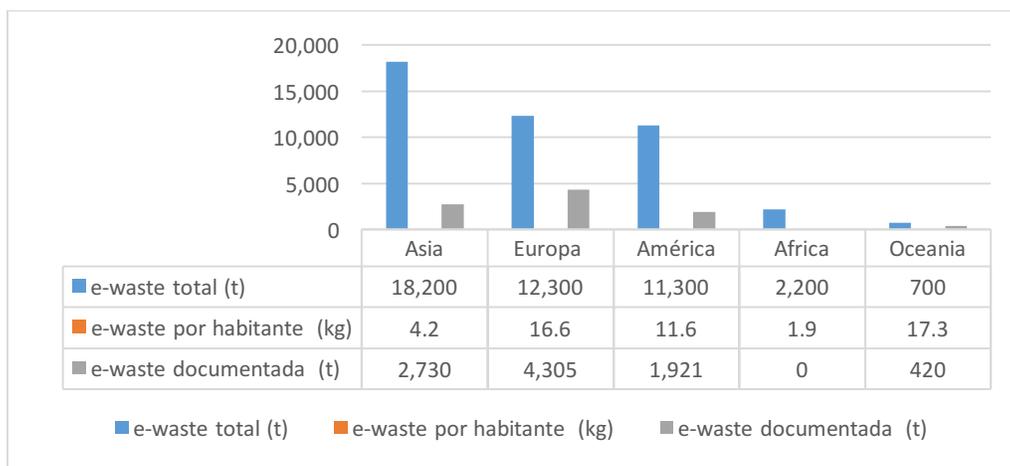
parte de los desechos y, al mismo tiempo, es la región que cuenta con más leyes regulatorias en el manejo de la *e-waste*. Pese a ello, es uno de los continentes en donde existe el mayor número de vertederos electrónicos clandestinos, provenientes de otros países como material de segunda mano.

En Oceanía, con un total de 0.7 Mt de *e-waste*, es Australia, seguido de Nueva Zelanda⁶⁷, unos de los países que más generan. Este se caracterizó por su baja producción de basura electrónica a nivel mundial, además de su alta documentación de ésta para ser recolectada y reciclada.

Y finalmente en África se produjo un aproximado de 2.2 Mt., continente en el que se encuentra uno de los vertederos más grandes del mundo, ubicado en el puerto de Tema, Ghana⁶⁸, en donde llegan aproximadamente 400 contenedores procedentes de otras partes del mundo, con la misma connotación de “electrónicos de segunda mano”.

El siguiente gráfico ilustra el rol de cada continente en la generación de *e-waste*:

Gráfico 7 Producción de basura electrónica mundial, por habitante y documentada 2016



Fuente: Elaboración propia, Forti V.; Gray V.; Kuehr R.; Stegmann P., “The global *e-waste* monitor 2017”, Organización de Naciones Unidas (ONU), Unión Internacional de

⁶⁷ *Ibid.*, pp. 76-78

⁶⁸ *Ibid.*, pp. 60-61

Comunicaciones (ITU), Asociación Internacional de Basura Solida (ISWA), [en línea] 116 pp., 2017, Dirección URL: [https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6341/GlobalEwaste Monitor 2017 electronic sing le_pages_.pdf](https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6341/GlobalEwaste_Monitor_2017_electronic_sing le_pages_.pdf) [consulta: 05 de febrero 2018] pp. 60-68.

En resumen, vale la pena hacer un análisis respecto al consumo de electrónicos por habitante de cada región; por ejemplo, a pesar de que Asia es uno de los mayores productores de *e-waste*, es el segundo continente que menos produce por habitante. La disparidad que hay entre el dato total con el de habitante puede estar determinado por el número de habitantes y el hecho de tener a China y Japón como dos de los grandes productores de electrónicos en el mundo.

Por otro lado, en Europa y Oceanía, el desecho de *e-waste* por habitante es superior en comparación con los demás, siendo el consumidor el que mayor participación tiene en la generación de la basura, pero que a su vez cuentan con el mayor número de *e-waste* documentada, al ser dos de los continentes con protocolos del tratamiento y reciclaje especializado.

2.1.2 Legislación internacional

La legislación internacional concerniente a los desechos peligrosos no fue algo que surgió recientemente, por el contrario, fue a finales del siglo XX que surgieron los “*derechos humanos de tercera generación*” trascendiendo no sólo en un territorio determinado sino las fronteras de los países, caracterizado por la necesidad de una cooperación internacional. Uno de esos derechos fue “el derecho a un medio ambiente saludable”, debido a que no sólo se trata del medio que nos rodea, sino que la calidad de la vida humana depende de ello.

Debido a esto es que la Declaración de la conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo Humano, conocida como la Declaración de Estocolmo de 1972 y la Constitución Española de 1978 surgen como pioneros en el cuidado al medio ambiente y todo lo que éste representa. Esto dio paso en 1980 en EEUU al término de “*justicia ambiental*”, término que alude al “acceso igualitario

de las personas a vivir en un entorno saludable⁶⁹. Este vino como resultado de un movimiento popular en contra de desechos depositados en el vertedero de Warren, condado de Carolina del Norte. La legislación aplicable a los desechos peligrosos ha ido evolucionando a través de los años.

Otro instrumento importante creado en la misma década fue el Convenio de Basilea y a finales de ésta se negoció el Convenio bajo el patrocinio del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo (PNUMA), el cual se aprobó en 1989, entrando en vigor en 1992, conformado por 176 países miembros.

Dentro de su estructura, pese a su extensión, se encuentran estatutos claves concernientes a la regulación de la basura electrónica como se muestran a continuación:

Los Estados tienen la responsabilidad de tomar las medidas necesarias para el manejo de los desechos peligrosos, su transporte y eliminación. Además, tienen el derecho de prohibir la entrada de desechos que son ajenos en su territorio, estos deben eliminarse en el Estado que se generaron y sólo permitirse los movimientos transfronterizos asegurando la salud humana y la protección al medio ambiente.

Para la importación debe haber un consentimiento por escrito por parte del Estado importador, donde cada parte debe tomar las siguientes medidas:

- Reducir al mínimo los desechos peligrosos, considerando los aspectos tecnológicos, económicos y sociales.
- Contar con instalaciones adecuadas para el manejo de los desechos peligrosos.
- Adopción de medidas especializadas para el tratamiento de los desechos a fin de proteger el ambiente y la salud humana.
- Un manejo ambientalmente racional y eficiente de los recursos.

⁶⁹ Belén García Fernández; Teresa Boquete, *Basura electrónica: un mundo dividido*, México, Pigmalión, 2006, primera edición, p. 48.

- “No permitir la exportación de desechos peligrosos y otros desechos a un Estado o grupo de Estados pertenecientes a una organización de integración económica y/o política que sean partes, particularmente a países en desarrollo”⁷⁰.
- Es responsabilidad de los productores de AEE, producir aparatos duraderos facilitando su reutilización ya sea por desmontaje o reparación, a fin de que se evite su completa eliminación.
- Exigir información de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos, cooperando con organizaciones internacionales y otras partes interesadas.
- Impedir la importación si se sabe que no se dará un manejo responsable y una eliminación sustentable.
- Todo transporte o eliminación de desechos peligrosos debe realizarse por personal autorizado o habilitado. A fin de que sean embalados y etiquetados.

Los desechos deben ir acompañados de un documento sobre el movimiento de salida y destino, en el idioma del Estado importador, el cual responderá consintiendo el movimiento, rechazando el movimiento o para pedir más información. Enviándose una respuesta definitiva al Estado importador. No se realiza la operación hasta que quede concluido dicho procedimiento. Se debe notificar cualquier modificación en ambas partes.

Sólo se permite el movimiento transfronterizo si:

- El estado exportador no cuenta con la capacidad de reciclaje Y sean necesarios como materias primas para el Estado importador.
- Conformidad de los criterios en ambas partes.

⁷⁰ PNUMA, *Convenio de Basilea: Sobre el control de movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación* [en línea] pp. 126 Dirección URL: <http://www.basel.int/portals/4/basel%20convention/docs/text/baselconventiontext-s.pdf> [consulta: 16 de julio 2016] p. 16.

- Este convenio no afecta la soberanía de los Estados en su mar territorial establecida en el derecho internacional, ni a los derechos soberanos y jurisdicción que poseen los Estados.

De modo que cualquier cosa que contravenga estas pautas se considera tráfico ilícito, donde cada parte debe promulgar “las disposiciones legislativas nacionales adecuadas para prevenir y castigar el tráfico ilícito”⁷¹. Existiendo una cooperación internacional a fin de conseguir el manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos, proporcionando información y cooperación en vigilar y hacer cumplir sus leyes.

Es importante mencionar que las partes pueden constituir acuerdos bilaterales, multilaterales o regionales concerniente al movimiento transfronterizo de desechos peligrosos, los cuales deben ser notificados a la secretaria conservando las mismas pautas a fin de ser ambientalmente racionales. De igual forma se debe notificar a la misma en caso de cualquier cambio relativo a la designación de autoridades. La secretaria facilitará información pertinente a las partes en caso de creer que la otra parte está actuando o actuó en violación a sus obligaciones del presente convenio.

En caso de existir una controversia entre las partes, éstas pueden llegar a un acuerdo entre ellas; en caso de no haber resuelto la controversia, esta se someterá a la Corte Internacional de Justicia de Arbitraje, si las partes así lo acuerdan. Sin embargo, en caso de desacuerdo las partes están obligadas a resolver la controversia, ya sea por su propia cuenta o con ayuda de terceros.

Pero ¿cuáles son los desechos peligrosos a los que hace referencia la Convención de Basilea? De acuerdo con el anexo 1 del convenio las categorías de desechos que hay que controlar, son todos aquellos que tengan compuestos de cobre, plomo, zinc, cadmio y mercurio, mismos que componen la estructura de un dispositivo electrónico. Aunado al anexo 3 en el que se especifica las características peligrosas que concierne a:

⁷¹ *Ibid.*, art. 9, p. 26.

- “La liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o agua: sustancias o desechos que por reacción con el aire o el agua pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas”⁷².
- “Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos: sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogénica”⁷³.
- “Ecotóxicos: Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente, debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos”⁷⁴.

La legislación internacional se enriquece con el Protocolo de Montreal, enmendado en 1997; el Convenio de Rotterdam, tratado internacional relativamente nuevo en la gestión de productos químicos, en vigor desde 2004; y el Convenio de Estocolmo que entró en vigor en el mismo año con el objetivo de proteger la salud humana y el medio ambiente. Todo lo anterior se muestra con sus especificaciones en la tabla número uno.

Tabla 1 Regulaciones internacionales en materia de manejo de dispositivos eléctricos y electrónicos.

Protocolo/convenio	Concepto
Protocolo de Montreal	Considera a las sustancias presentes en refrigeradores, neveras y otros equipos de refrigeración, causantes del desgaste de la capa de ozono y prevé su manejo y disposición, así como su reducción de su producción. (1999)
Convenio de Rotterdam	Asegura que la exportación de productos químicos prohibidos o severamente restringidos en el comercio

⁷² *Ibid.*, anexo 3, clase 9, código H10 p. 55.

⁷³ *Ibid.*, anexo 3, clase 9, código H11 p. 55.

⁷⁴ *Ibid.*, anexo 3, clase 9, código H12, p. 56.

	internacional (como los contaminantes orgánicos persistentes), involucre la información y el consentimiento previo de los países importadores. (2004)
Convenio de Estocolmo	Estipula obligaciones para reducir o eliminar la producción y utilización de determinados plaguicidas y productos químicos industriales que constituyen contaminantes orgánicos persistentes. Además, especifica las obligaciones relativas a la importación y exportación de esas sustancias, entre las que se encuentran diez plaguicidas o productos químicos industriales incluidos como el aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno, mirex, toxafeno, DDT y bifenilospiliclorados (PCB), que están incluidos en el anexo A (lista de las sustancias que hay que eliminar) mientras que en el anexo Bestan las sustancias cuya utilización hay que restringir. Todos estos plaguicidas y productos químicos están también incluidos en el Convenio de Rotterdam, salvo la endrina. (2004)
Convenio de Bamako	Tiene como objetivo proteger la salud de las poblaciones y el medio ambiente de los países africanos al prohibir la importación de todos los materiales peligrosos y desechos radioactivos, además, impide el vertimiento o la incineración de desechos peligrosos en los océanos y las aguas continentales, y promueve la reducción y el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos en el continente africano. El convenio también tiene como objetivo mejorar y garantizar la gestión y el manejo ecológicamente

	racional de los desechos peligrosos en África, así como la cooperación entre las naciones africanas. (1998)
--	---

Fuente: María Eugenia González Ávila, "Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos", México, Colegio de la Frontera Norte, 2012, primera edición, p. 26

Dado que la legislación internacional ya existe vale la pena revisar el número de países que son miembros y se han comprometido a cumplir con dichos reglamentos. En el caso del Convenio de Basilea, solo 176 Estados de 194 reconocidos por la ONU lo han aceptado, de los cuales algunos aún no han ratificado, como es el caso de EE. UU. y Haití.

En conclusión, podemos destacar que es responsabilidad de los Estados gestionar adecuadamente la entrada y salida de desechos electrónicos, con esfuerzos conjuntos entre productores y ciudadanos a fin de reducir al mínimo los desechos peligrosos y contar con medidas especializadas y espacios específicos para su tratamiento, además de la implementación de leyes nacionales que protejan la salud humana y el ambiente, siempre acatándose a la legislación internacional.

Con lo anterior, no se pretende terminar con toda relación con el exterior para el manejo de residuos electrónicos, sino la regularización de los movimientos sin afectar a el país importador o terceros, siempre y cuando se cuente con la capacidad de reciclaje, conviniendo a ambas partes.

2.2 Componentes de los aparatos electrónicos

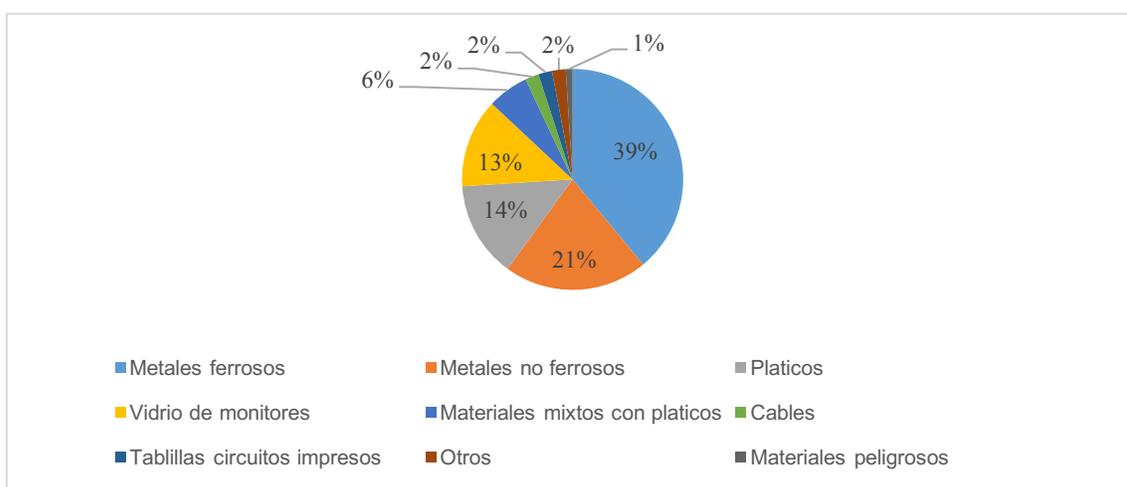
El estudio de la estructura interna de un dispositivo nos permite comprender aquellos electrónicos que por su composición son considerados tóxicos según señala la Convención de Basilea, donde existe liberación de gases nocivos en contacto con el aire, tierra y agua.

La composición de estos electrónicos depende en gran parte de los metales que se obtienen cada año y son destinados a su producción, como es el caso del indio, del cual, se utiliza el 80% del total del metal obtenido en el mundo, 50% del rutenio

y antimonio, 35% del estaño, 30% del cobre y la plata, 20% del selenio y el cobalto, 15% del paladio y 10% del oro⁷⁵, entre otros, de modo que, gran parte de la minería está orientada para este fin.

No obstante, la diversidad de los metales utilizados, la estructura interna de estos dispositivos está determinada por el fabricante, dependiendo del tipo y modelo, sin embargo, gran parte de estos conservan una composición convencional de elementos, tal y como se muestra en el siguiente gráfico:

Gráfico 8 Composición de materiales de los residuos electrónicos



Fuente: Índigo Proambiental S.A.P.I. DE C.V., “Plan de manejo de residuos de aparatos electrónicos y eléctricos RAEE”, [en línea], 42 pp, 2014, Dirección URL: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190023/Plan de Manejo de Residuos de Aparatos electronicos y electricos RAEE.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190023/Plan_de_Manejo_de_Residuos_de_Aparatos_electronicos_y_electricos_RAEE.pdf) [consulta: 26 de agosto 2017] p. 18.

La estructura de un electrónico está determinada por los metales ferrosos, en cuya composición está presente el hierro, como el acero (mezcla de hierro y carbono), el plástico, seguido del vidrio y los metales no ferrosos, entre los que se encuentran el aluminio con el 5% (utilizado principalmente para la fabricación de microchips y sensores), el cobre 4% (fabricación de cables, motores, plaquetas,

⁷⁵ Gustavo Fernández Protomastro, *Minería urbana y la gestión de los residuos electrónicos* [en línea], 33 pp., Asociación para el estudio de residuos sólidos (ARS), 2013, Dirección URL: <http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2013/09/Libro-Minier%C3%ADa-Urbana-y-RAEE-Capitulo-1-de-14.pdf>, [consulta: 24 de septiembre de 2018] p. 27.

etc.), el plomo 0.29% (baterías), cadmio 0.018% (baterías recargables), mercurio 0.00007% (pilas) , oro 0.00024% (contactos, microprocesadores y chips), plata 0.0012% (contactos y soldaduras), paladio 0.00006% (conectores condensador de cerámica de múltiples capas MLCC) e indio (pantalla de cristal líquido LCD) con el 0.0005%, además de otros componentes con el 5.7%, entre los que destacan, el rutenio (utilizado para la fabricación de discos duros), el antimonio (como retardante de llama), el estaño (para soldaduras), el cobalto (baterías recargables) y el selenio (electro-ópticos)⁷⁶.

Pese a que su composición es similar, la vida útil y la calidad de cada electrónico no sólo está determinada por el modelo, sino por el fabricante o la marca, que, aunque se usen los mismos elementos no siempre tienen las mismas funciones o durabilidad, no solo para el usuario, sino para el ambiente.

De modo que, el manejo de estos dispositivos electrónicos a diferencia de los flujos de residuos tradicionales plantea desafíos únicos y complejos, ya que existe una introducción continua de nuevos productos con diferentes características, en términos de peso, tamaño, composición y funciones.

El peligro radica en que pueden bioacumularse, esto es, el aumento de la concentración del elemento en un organismo biológico, lo que implica que las concentraciones aumentan en la medida que avanza la cadena alimenticia, lo cual, genera contaminación del aire, suelo y agua y ponen en riesgo a las personas cuando estos productos son desechados al final de su vida útil, además del desafío del poco conocimiento por parte del consumidor respecto a los componentes de los electrónicos y el daño que pueden causar a la salud y al ambiente, renovando así, su dispositivo cada año o seis meses y no acompañando a su antiguo dispositivo en la vía de la gestión integral.

⁷⁶ *Ídem.*

2.2.1 Componentes de un teléfono inteligente

Como se mencionó anteriormente existen diferentes tipos de aparatos electrónicos en el mercado, sin embargo, uno de los dispositivos que ha ido en ascenso son los teléfonos inteligentes, por lo que se pretende estudiar su composición interna debido a que han rebasado en producción y consumo en el mercado internacional, no sólo por su accesibilidad sino porque con el paso del tiempo se han convertido en una herramienta indispensable para el usuario. Tal como se explicó anteriormente, estos aparatos no sólo cuentan con las modalidades primarias, sino que pueden incluso obtener programas y aplicaciones que mejoran su estilo de vida, además de que sus costos son accesibles y son aparatos fáciles de portar.

Al igual que en cada dispositivo electrónico, un teléfono inteligente conserva diferencias en su composición de acuerdo con el modelo que, generalmente, es en cantidad, es decir, las funciones están determinadas por la cantidad que se utiliza para operar, sin embargo, gran parte de estos se compone principalmente de los siguientes elementos:

Tabla 2 Principales componentes de un teléfono móvil de 120g

Material	Contenido (%masa total)*	Masa Unitaria (g)*	Uso/emplazamiento
Plásticos	45.03	54.036	Varios elementos y distintos óxidos del silicio
Vidrio	3.80	4.56	Pantalla y el silicio se recicla
Aluminio	2.35	2.82	Estructura como carcasa, tubos catódicos (TC), policloruros de bifenilo (PWB), conectores
Zinc	0.40	0.48	Parte de microchips/carcasa
Plomo	0.004	0.0048	En microchips/confinamiento
Cobre	9.94	11.928	Conductividad/TC, PWB, conectores

Níquel	1.60	1.92	Estructura, magnetismo/carcasa (acero), TC, PWB
Zinc	0.40	0.48	Pilas, emisor de fosforo/PWB, TC
Tungsteno	0.31	0.372	Debido a su alta densidad es utilizado como contrapeso en el extremo del eje del motor/vibraciones
Plata	0.24	0.288	Conductividad/ PWB, conectores
Acero	9.74	11.688	Decoración, endurecedor/carcasas (acero)
Paladio	0.008	0.0096	Condensador/PWB, alimentadores
Oro	0.02	0.024	Conductividad térmica, conectores
Cobalto	5	6	Baterías recargables/ Medios de grabación magnética y conexiones para la difusión de oro en sustratos.
Tantalio	0.018	0.0216	Condensadores
Indio	0.0006	0.00072	LCDs
Litio	0.35	0.42	Baterías recargables
Otros	21.19	25	
Total	100	120	

Fuente: Elaboración propia. GSMA; "E-waste en América Latina: Análisis estadístico y recomendaciones de política pública", [en línea], 38 pp, Universidad de las Naciones Unidas, 2015, Dirección URL: <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2015/11/gsma-unu-ewaste2015-spa.pdf> [consulta: 05 de noviembre de 2018]. p. 18.

Del lado izquierdo se muestra el porcentaje de masa total de un elemento que ese encuentra en un teléfono inteligente, mientras que en la columna del lado derecho se puede observar en gramos la masa unitaria del elemento en el teléfono, con un peso de 120 g. Es importante resaltar que, nunca se recupera el 100% en la composición interna y externa de un teléfono celular, sin embargo, gran parte de ello es candidato a ser reutilizable, esto, si se lleva una gestión integral del dispositivo.

2.2.2 Efectos económicos, sociales y ecológicos de sus componentes

Una vez que se han mostrado los componentes de los electrónicos, específicamente de los teléfonos móviles (debido a que son los más utilizados y descartados en el año por cada usuario), el objetivo de este apartado es conocer los efectos económicos, sociales y ecológicos que estos generan al finalizar la vida útil del dispositivo, a fin de valorizar el camino de reciclaje que deben seguir.

Entre algunos de los efectos económicos, se encuentra la recuperación de metales preciosos, como el paladio, el oro y la plata y uno de los metales no ferrosos más destacado, el cobre. Según el informe de la ONU, "Se necesita una tonelada de mineral para sacar un gramo de oro. Pero se puede conseguir la misma cantidad reciclando los materiales de 41 teléfonos móviles"⁷⁷, lo que muestra la rentabilidad de reciclar estos dispositivos.

En la siguiente tabla, se muestra el número de teléfonos inteligentes producidos en el 2017 que, pese a la gran variedad de elementos en su composición, contienen metales preciosos:

⁷⁷ William Kremer, "¿De verdad los celulares usados son una mina de oro?", [en línea], Reino Unido, *BBC Mundo*, 31 de agosto de 2014, Dirección URL: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140826_oro_telefonos_finde_dv, [consulta: 06 de agosto de 2017].

Tabla 3 Costo de un teléfono inteligente después de su vida útil respecto a los metales que contiene

Minerales	Teléfonos inteligentes producidos en el 2017	Masa Unitaria (g)	Precio Promedio Anual 2019	Costo Total
Paladio	1,507.5 millones	0.009 g	1,407.373 USD/Oz	673,539,836.747 UDS
Oro		0.024 g	1,304.162 USD/Oz	1,664,387,120.4 USD
Plata		0.28 g	15.217 USD/Oz	14,889,139.3389 USD
Cobre		11.9 g	2.792 USD/Lb	39,549,276.369001 USD

Fuente: Elaboración propia. Servicio Geológico Mexicano (SGM); "Sistema Integral sobre Economía Minera (SINEM)" [en línea], Dirección URL: https://www.sgm.gob.mx/SINEMGobMx/precio_metales.jsp [consulta 09 mayo 2017].

En la segunda columna podemos observar que solo se expresa el número de teléfonos inteligentes producidos en un año y aunque en la tercera columna se ilustra la cantidad mínima en cada teléfono, más adelante podemos apreciar que se traduce en grandes cifras monetarias. Queda claro que el manejo de estos dispositivos al fin de su vida útil determina el porcentaje a recuperar, puesto que entre más especialización se dé a ésta, mayor será el porcentaje, debido a que se utilizan herramientas especializadas. Además, los ingresos económicos aumentan en la medida que se amplía el número de años y se suman todos los electrónicos.

En cuanto a los efectos sociales asociados a los componentes, son la exposición inadecuada de su recuperación. La consecuencia más dañina es la liberación de metales y sustancias altamente contaminantes en el medio ambiente: como mercurio, plomo, cromo, aluminio, entre otros, que pueden provocar enfermedades graves e incluso la muerte, tal como se muestra en el anexo número dos. Por otro

lado, el uso de herramientas, espacios y procedimientos adecuados protegen al individuo de posibles enfermedades y les brinda empleos en situaciones salubres y con sueldo fijo.

Los efectos ecológicos tienen que ver con el manejo, pues al desprenderse los gases en el aire, se asientan altas concentraciones de plomo en el suelo, el aire y el agua, entrando en el organismo de los seres vivos que tienen contacto con el medio contaminado. La especialización, aunque es más noble con el ambiente, ya que existe una recuperación de la mayoría de los metales, aun se desecha una parte del dispositivo, el cual, ya no es reutilizable y tiene que ir directamente a la basura, su manejo adecuado de este desperdicio aún sigue teniendo un impacto en el ambiente, pero en menor porcentaje.

Podemos concluir que es el tipo de gestión de la basura electrónica lo que determina el curso y el costo en la salud, el ambiente y la economía, puesto que, si se recuperan adecuadamente, favorece sustancialmente a la economía y la salud de las personas en mayor porcentaje, mientras que una mala gestión cuyo fin es la extracción y venta de los metales, merma la economía, la salud no solo de los que lo trabajan, sino de todos los que le rodean y el ambiente.

2.3 El destino de los aparatos electrónicos obsoletos

Todo lo que en este mundo es producido tiene como finalidad ser consumido y para que el ciclo del consumo no termine para obtener mayor ganancia tiene que existir en el mercado productos perecederos. Es por ello, que todo producto tiende a ser desechado y pasar de producto a basura, en este caso, la basura electrónica tendría que ser separada del resto de la basura, así como la basura sanitaria e industrial se distingue del resto, la basura electrónica es clasificada.

Por lo tanto, una vez que es clasificada de la que no lo es, si ésta aún es funcional entran al mercado local, donde se venden aparatos de segunda mano y aquellos

electrónicos que son imposibles de reparar acaban en el vertedero donde son quemados para obtener los metales. Se espera que “[...] una vez que el usuario decide deshacerse de su equipo, el aparato puede ir directamente a la basura doméstica o ser depositado a un lugar autorizado de gestión de RAEE. Los usuarios con [conciencia ecológica] los depositan en las instalaciones, donde serán recogidos, clasificados y posteriormente pasarán a un proceso de tratamiento para su posible reutilización, reciclaje, valorización energética o eliminación adecuada”⁷⁸.

El proceso de separación de los componentes de los electrónicos puede formar parte de la fabricación de nuevos dispositivos y los materiales restantes en buenas condiciones pueden pasar nuevamente a la cadena productiva de nuevos dispositivos. Aquellos que no se pueden reciclar ni recuperar se destinan a combustible alternativo aprovechando su energía.

Sin embargo, así como algunos desechos son recolectados en lugares especializados, hay muchos otros que son llevados a vertederos de una manera poco organizada. En lugar de tener los desechos ordenados y apilados en espera de su reciclaje, los desechos están esparcidos en vertederos ubicados en países en vías de desarrollo, como es el caso de los vertederos de Ghana, Vietnam, China y Nigeria, como se especifica al final de la tesis en el anexo número uno.

Los trabajadores, que por lo general se especializan en recolectar partes específicas, retiran las piezas de los desechos esparcidos en las ciudades y comienzan la peligrosa tarea que afecta su salud y ambiente. Esto lo hacen a través de procesos no especializados como la quema de cables para recatar el cobre. Lo cual da como resultado que en el aire se perciba olor a plástico quemado y metales nocivos.

⁷⁸ Belén García Fernández, *óp. cit.*, p. 32.

2.3.1 El mercado informal de los residuos electrónicos

Los desechos que son enviados a vertederos que no cuentan con la especialización para su reciclaje, han encontrado un redituable mercado negro con alto valor comercial y económico. Esto provoca que los metales como oro, plata y cobre que se recuperan de los desechos electrónicos, sean sacados de manera ilegal del país, sin un control fiscal, aduanal y ambiental.

El proceso operativo en esos mercados es la importación de los desechos electrónicos de otros países aledaños, debido a su bajo costo, “los vendedores suelen comprarlos al peso, cada 2 kg pagan 0,40 euros”⁷⁹. Una vez que entran al país a través de buques, es llevado a los verdaderos más cercanos, donde comienza la depuración, ahí hay grupos más o menos organizados, integrados por jóvenes incluso de otros países, los cuales “trabajan como intermediarios que compran el material [...], luego lo desmontan y lo revenden al peso a otras empresas a 3 o 4 euros el kilo”⁸⁰, según sea el equipo o pieza de la que se trate, se recupera lo más posible a fin de sacar el mejor provecho.

Las empresas que lo compran son establecimientos pequeños que se dedican a la reconstrucción de dispositivos para después ponerlos a la venta y entrar en el mercado de segunda mano. No todos los dispositivos se arreglan con una pequeña reparación, otros son reconstruidos a través de las piezas de muchos, lo que evidencia que la calidad y la durabilidad no será como en un inicio, pero que permite a muchos de los habitantes tener por este medio, acceso a la tecnología.

Todo ello, son prácticas ilegales, que irrumpen con la legislación internacional, y dejan al descubierto la precariedad de una nacional, que no logra implementar programas certeros para manejo, financiamiento y comercialización de estos desechos. Sin embargo, estas prácticas ilegales generan un nicho lucrativo, benéfico no solo para el individuo que lo trabaja, sino las empresas y el gobierno.

⁷⁹ *Ibid.*, p. 88.

⁸⁰ *Ídem.*

Esto hace que nos enfrentemos a un conflicto en la esfera ambiental, laboral, tributaria, comercial, económica y de salud.

Lo ideal sería que las comunidades se apegaran efectivamente a las disposiciones y que los desechos fueran tratados mediante un proceso de minería urbana especializada, para que regresen a la cadena industrial de manera controlada y apegada a la legislación.

2.3.2 Costes económicos, sociales y ambientales del depósito de basura electrónica en vertederos

Por lo tanto, todo los electrónicos que no son depositados en el mercado de segunda mano o en instalaciones especializadas para el reciclaje se llevan a los vertederos para ser rezagados y posteriormente quemados, los cuales desprenden algunas sustancias como bifenilos, bifenilos, policloruro de vinilo, clorofluorocarburo, esterres de difenilo, tetrabromo, arsenico, cadmio, cromo, mercurio, plomo, berilio, selenio, litio, níquel, antimonio y sulfuro de zinc. La finalidad es extraer todos los materiales y metales para su venta, generando grandes costes económicos, sociales y ambientales.

Por un lado, los costes sociales y ecológicos, que como se observa a detalle en el anexo número dos, abordan las características de las sustancias y su reacción en contacto con el ambiente y la salud, entre las que destacan debido a sus daños: el arsenico, el cual, causa cáncer en la piel y pulmones y es bioacumulable; el cadmio, es cancerígeno y bioacumulable, causado alteraciones en la ecología y balance en los nutrientes de la tierra; el mercurio, causando daños a los pulmones, cerebro, riñones y el desarrollo de fetos, además de alucinaciones y tendencia suicida, debido a su volatilidad puede introducirse fácilmente en otro ser vivo; y el plomo, que causa anorexia, atrofia en el sistema nervioso, daño cerebral e incluso la muerte y aunque no es bioacumulable en los peces si en los mariscos.

La mayoría de los componentes y su mala gestión en cielo abierto, causan daños considerables a la salud, con enfermedades degenerativas e irreversibles y grandes daños al ambiente, afectando también la estructura del suelo, la contaminación del aire, agua y por consecuencia los alimentos. Lo que se traduce no solo en cifras de víctimas sino en el costo en programas sociales para la reparación del ambiente y gastos médicos en el tratamiento de enfermedades

No obstante, los costes económicos no solo viran hacia la reconstrucción sino a la obtención de las ganancias por lo ya obtenido, tal y como se muestra en la tabla número tres, donde por una onza de oro se estima un pago de \$1,304.162 dólares respecto al presente año, empero, la recuperación de estos metales en un vertedero hace más complicada y tardada la labor de recolección de estos metales, lo que aún sigue dejando ganancias considerables.

En conclusión, podemos decir que, aunque los costes económicos por la venta de metales extraídos son elevados, no excede en gastos al cuidado de la salud, en su mayoría para personas con enfermedades cancerígenas y al tratamiento del agua, aire y suelo.

Esa mala gestión de los residuos que solo es utilizada para fines económicos momentáneos pero necesarios, es una realidad que vive el vertedero de Agbogloboshie en Ghana, pues carece de especialización y gran parte de los electrónicos son importados, entrando así o al mercado de segunda mano o la mayoría en el vertedero, realizando extracción de los metales con poca o nula especialización y así dañando la salud no solo de la comunidad sino del planeta al quemar y así elevarse los contaminantes a la atmosfera. Por lo que, en el siguiente capítulo se explicara la realidad que enfrenta la region y sus alternativas, virando a la especialización.

Capítulo 3 Estudio de caso: Vertedero de Agbogbloshie, Ghana

“El actual ritmo de vida de la sociedad moderna ha originado serios problemas al medio ambiente debido entre otras cosas a las grandes cantidades de residuos, los ineficientes procesos productivos para tratarlos [...] y la compleja composición física y química por el avance de nuevos materiales y componentes”.

María Eugenia González Ávila⁸¹

El objetivo del presente capítulo es examinar la viabilidad de la minería urbana especializada en la región atendiendo a la realidad que enfrenta la sociedad ghanesa, tanto las condiciones económicas, sociales y políticas a través de propuestas normativas para la gestión de electrónicos y así prospectar el futuro del reciclado en Ghana.

Se eligió el caso de Agbogbloshie debido a su magnitud, aunque no del vertedero, si por las cantidades de dispositivos que llegan en embarques y son transportados y trabajados por los residentes e incluso extranjeros sin especialización ni protección.

La gestión de los dispositivos electrónicos desde su creación hasta el reciclaje comprende diversas etapas, que muchas veces son ignoradas o simplemente mal elaboradas. El hecho de que lleguen miles de toneladas de basura al vertedero Agbogbloshie, no es una actividad que deba normalizarse, ya que el manejo de los dispositivos en este lugar carece del fin de reciclar, por el contrario, solo se busca obtener ganancias a través de la quema y la separación.

Por ello, se pretende revisar el marco nacional de manejo de electrónicos en la región, el proceso legítimo de importación, así como los países involucrados en la exportación a fin de ser una herramienta que informe y motive a todos los actores involucrados en su manejo tanto de académicos como profesionales para la gestión adecuada, logrando así la minimización de este tipo de residuos y así mejorar la salud de la población y calidad del ambiente.

⁸¹ María Eugenia González Ávila, *óp. cit.*, p.13.

3.1 Situación actual de Ghana

A pesar de los diversos vertederos de basura electrónica que hay en el mundo como se muestra en el anexo uno, el vertedero de Agbogbloshie es uno de los principales debido a su alta toxicidad y número de dispositivos que se manejan al año. Esta práctica en Ghana se entiende a razón de la realidad a la que enfrenta.

En primer lugar, encontramos una economía en crecimiento, referente para el continente, con un rápido avance en los últimos años en la industria, el campo y la minería, con un déficit fiscal e inflación a la baja debido al aumento en las exportaciones y una mejora en las reservas. Sin embargo, a pesar de que Ghana se ha convertido en una economía crecente, es considerada según el Banco Mundial como un país de ingreso mediano-bajo que aun lucha por estabilidad.

En segundo lugar, socialmente, no todos cuentan con las mismas oportunidades, en materia de salud y educación, a causa de la estratificación social, aunque se han hecho mejoras significativas con el aumento de universidades y clínicas gratuitas, además de programas especializados para hacer envíos de sangre y medicinas a todo el país a través de drones⁸², logro significativo para una sociedad en vías de crecimiento.

Finalmente, en tercer lugar, en materia ambiental, es un país en el que los altos niveles de contaminación están presentes, ya que genera altos contaminantes a través de la quema de desechos, lo que ha provocado un aumento progresivo y perceptible de la temperatura y la falta de precipitaciones, lo que requiere un plan integral para la disminución de CO2 en todo el país con nuevas y mejores prácticas sustentables.

En conclusión, podemos decir que aún hay mucho trabajo que hacer en cada una de las áreas mencionadas, las cuales se revisarán a detalle a continuación.

⁸² Lola Hierro, "El primer país con una red de drones para repartir vacunas y sangre" [en línea], España, *El país*, 03 de mayo de 2019, Dirección URL: https://elpais.com/elpais/2019/04/24/planeta_futuro/1556131039_489185.html, [consulta: 22 de junio de 2019].

3.1.1 Aspectos económicos

Ghana como símbolo de nueva África emergente y referente en términos de estabilidad y consolidación democrática, ubicado en la costa oeste de África, con una población estimada de aproximadamente 58.9 millones en 2017⁸³. Es el primer país del África subsahariana que se independiza del gobierno colonial británico en 1957, clasificada como la economía número 74 en el mundo con un PIB⁸⁴ total de US \$ 47.33 mil millones en 2017 y un INB⁸⁵ per cápita de US \$1.900, lo que indica un ingreso medio bajo en el valor de todos sus bienes y servicios producidos por el país y por los residentes, sin embargo, en lo que concierne a la subregión de Comunidad Económica de Estados de África Occidental (CEDEAO), la economía de Ghana es la segunda más grande detrás de Nigeria, lo que representa el 10,3% del PIB total de la subregión⁸⁶. Los principales indicadores económicos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 4 Indicadores económicos de Ghana

Indicadores	2013	2014	2015	2016	2017
PIB (Mil millones US a precios actuales)	63.277	53.601	49.182	55.01	58.997
PIB (Mil millones US a precios constantes)	43.037	44.284	45.249	46.809	50.62

⁸³ Banco Mundial, *Población de Ghana* [en línea], Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?locations=GH&view=chart> [consulta: 28 de mayo de 2019].

⁸⁴ Banco Mundial, *Producto Interno Bruto (PIB)* [en línea], Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?locations=GH&view=chart> [consulta: 02 de mayo de 2019].

⁸⁵ Banco Mundial, *Índice Nacional Bruto* [en línea], Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GNP.PCAP.CD?locations=GH&view=chart> [consulta: 03 de mayo de 2019].

⁸⁶ Oficina de información diplomática, *República de Ghana* [en línea], Dirección URL: <https://www.camarazaragoza.com/productos/comercio-internacional/promocion/acciones-de-promocion-exterior/listado-de-acciones-de-promocion-exterior/mision-comercial-a-ghana-y-costa-de-marfil/> [consulta: 11 de octubre 2018].

Crecimiento del PIB (% anual)	7.313	2.897	2.178	3.448	8.143
Crecimiento del PIB per cápita (% anual)	4.847	0.566	-0.114	1.15	5.769
Inflación, índice de deflación del PIB (% anual)	52.989	22.164	13.588	15.249	10.353
INB per cápita, método Atlas (US a precios actuales)	1.870	1.920	1.960	1.830	1.900

Fuente: Elaboración propia, Banco Mundial, "Producto Interno Bruto" [en línea], Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/pais/ghana> [consulta: 12 de octubre de 2018].

El desempeño económico de Ghana ha sido estable en las últimas tres décadas, durante las cuales el país aplicó políticas y programas económicos de mercado con una participación mínima del gobierno en actividades económicas directas. La recuperación de la economía del país después de la recesión a principios de la década de los ochenta, respaldada por el programa de reforma económica y ajuste estructural, y el crecimiento sostenido desde entonces, le ha otorgado al país relativa estabilidad económica.

Leechor⁸⁷ describe la economía del país como uno de los pioneros en el proceso de reforma económica, registrando aproximadamente un 5.2% de crecimiento anual promedio entre 1984 y 2010; convirtiéndose en un país de ingresos medios bajos después de un superávit de sus cuentas nacionales en 2010, con un cambio en el año base de 1993 a 2006. La redistribución aumentó el promedio anual del

⁸⁷ Leechor, C., *Adjustment in Africa: Lessons from country case studies*, Washington, D.C., Ishrat Husain and Rashid Faruquee, World Bank 1994, primera edición, pp. 153-161.

país a 8.3 % entre 2007 y 2012. Cabe destacarse que en 2011, el país comenzó la producción comercial de petróleo.

Este desarrollo contribuyó con 5.4 puntos porcentuales (PIB del petróleo) al 15.0% del crecimiento del PIB real en ese año, tomando una posición como una de las seis economías de más rápido crecimiento en el mundo ese año⁸⁸, lo que le permitió en los años subsecuentes tener una economía estable.

Sin embargo, pese a esa estabilidad constante en los años dos mil, la estructura económica ghanesa aún carece de solidez y crecimiento sustancial en algunos sectores, como es el caso del empleo. La tasa de desempleo en el 2017 fue de alta respecto a los años anteriores, con 6.63%⁸⁹, lo que ha generado un aumento de empleos en el sector informal, donde las ganancias son bajas⁹⁰. De hecho, el mercado laboral se caracteriza por altos niveles de empleo informal y/o vulnerable, junto con una alta incidencia de la pobreza, especialmente en las zonas rurales y en las regiones del norte de la sabana del país.

Por consiguiente, la calidad de la progresión económica, particularmente en términos de empleo, desigualdad y mejoras generales en los medios de vida de los ghaneses aun representan un reto. Las cifras de crecimiento no se han combinado con medios de vida mejorados, lo que genera dudas sobre los efectos del goteo del desarrollo, tal como sostienen Aryeetey *et al*⁹¹. Ante la falta de

⁸⁸ Macha, J.; Harris B.; Garshong, B.; Ataguba, J.E.; Akazili, J.; Kuwawenaruwa A.; Josephine, B., *Factors influencing the burden of health care financing and the distribution of health care benefits in Ghana, Tanzania and South Africa*, 2012, [en línea], 9 pp., Dirección URL: https://academic.oup.com/heapol/article/27/suppl_1/i46/603713#9979111 [consulta: 12 de octubre de 2018]. p. 5.

⁸⁹ The Global Economy; Ghana: *tasa de desempleo* [en línea], Dirección URL: https://es.theglobaleconomy.com/Ghana/Unemployment_rate/ [consulta: 14 de octubre de 2018].

⁹⁰ Kwabia Boateng; E. Ofori-Sarpong, *An Analytical Study of the Labour Market for Tertiary Graduates in Ghana* [en línea], 76 pp., Banco Mundial, 2002, Dirección URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.507.2477&rep=rep1&type=pdf> [consulta: 12 de octubre de 2018]. p. 6.

⁹¹ Aryeetey, Ernest; Fosu, Augustin, *Explaining African Economic Growth Performance: The Case of Ghana* [en línea], 82 pp., Whashington, D.C., African Economic Research Consortium, Project on Explaining African Economic Growth Performance, mayo 2002, Dirección URL: file:///C:/Users/Biblioteca_04/Documents/Ghana2.pdf [consulta: 15 de octubre de 2018] pp. 8-10.

apreciación percibida del desempeño del desarrollo sostenido de Ghana, podría estar relacionada con el hecho de que las cifras de crecimiento tuvieron poco significado para los medios de vida de los ghaneses.

3.1.2 Aspectos sociales

En lo que concierne a los aspectos sociales, Ghana es un país multiétnico. El grupo étnico más grande es el pueblo ashanti. Desde el 2014, hay 375,000 trabajadores legales calificados (residentes permanentes) o trabajadores / estudiantes extranjeros (es decir, titulares de la Tarjeta de Ghana), con un promedio anual de 1.5 millones de paradas en aeropuertos transitados⁹². La edad media de los ciudadanos de Ghana es de 30 años y el tamaño promedio de los hogares es de 3,6 personas. El Gobierno de Ghana afirma que el idioma oficial de Ghana es el inglés, y lo habla el 67,1% de la población habitante de Ghana⁹³.

Alrededor del 29% de la población es menor de 15 años, mientras que las personas de 15 a 64 años representan el 57.8% de la población. Debido a la reciente inmigración legal de trabajadores calificados que poseen tarjetas de Ghana, hay una pequeña población de ciudadanos chinos, malayos, indios, del Medio Oriente y europeos.

En 2010, el Servicio de Inmigración de Ghana reportó un gran número de migrantes económicos e inmigrantes ilegales que habitan en Ghana: el 14,6% (o 3,1 millones) de la población de Ghana en 2010 (predominantemente nigerianos, ciudadanos burkineses, ciudadanos togoleses y ciudadanos malienses)⁹⁴.

Los principales indicadores sociales actualizados al 2017 se presentan en la Tabla número 3.

⁹² Richard Grant; Martin Oteng-Ababio, *Mapping the Invisible and Real African Economy: Urban E-Waste Circuitry*. Urban Geography, 2013, [en línea], Dirección URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2747/0272-3638.33.1.1> [consulta: 14 de octubre de 2018].

⁹³ *Ídem*.

⁹⁴ Marcha *et al*, *op. cit.*, p. 4.

Tabla #1 Principales indicadores sociales en Ghana

Renta per cápita	4.550 USD (PPP) (pronóstico EIU 2017)
Índice de Gini	43.5 (BM 2016)
IDH (Valor numérico/nº de orden mundial) poverty gap	0,592 / 140 (PNUD 2017)
Esperanza de vida	63 (BM 2017)
Tasa de incidencia de la pobreza, sobre la base de la línea de la pobreza nacional (% de la población)	23.4% (BM 2016)
Tasa de la incidencia de la pobreza, sobre la base de la línea de la pobreza rural (% de la población rural)	37.9% (BM 2012)
Tasa de la incidencia de la pobreza, sobre la base de la línea de pobreza urbana (% de la población urbana)	10.6% (BM 2012)

Fuente: Elaboración Propia. Banco Mundial, “Tasa de la incidencia de la pobreza”, [En línea] Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/pais/ghana> [consulta 21 de octubre 2018].

En la primera fila podemos observar que el índice de GINI (como medida económica para calcular la desigualdad de ingresos existente entre los ciudadanos) representa una distribución desigual con el 0.4, donde 0 corresponde a una perfecta igualdad y 1 a la total desigualdad. Posteriormente, el Índice de Desarrollo Humano supone una mejora respecto al año anterior 2016 pero persistente en una mala posición, ya que ocupa el puesto 140 dentro del ranking de desarrollo humano respecto a los demás países.

En lo que concierne a la esperanza de vida en Ghana, subió hasta llegar a 63,03 años en el 2017. Ese año la esperanza de vida de las mujeres fue de 64,05 años,

mayor que la de los hombres que fue de 61,97 años⁹⁵. Ghana ha empeorado su situación respecto a los 192 países de los que publican la Esperanza de vida y ha pasado de ocupar el puesto 163 en 2015 al 164 en 2016, lo que quiere decir que aunque existen mejoras en la nación en comparación con el resto del mundo su avance es lento, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla #4 Esperanza de vida desglosada para hombres y mujeres en Ghana

Fecha	Esperanza de vida mujeres	Esperanza de vida hombres	Esperanza de vida
2016	63.74	61.71	62.74
2015	63.43	61.44	62.45
2014	63.11	61.17	62.15
2013	62.79	60.89	61.86
2012	62.48	60.62	61.25
2011	62.15	60.33	60.92
2010	61.81	60.02	60.55

Fuente: Elaboración Propia. Banco Mundial, “Esperanza de vida” [en línea], Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.LE00.IN?locations=GH&view=chart> [consulta 21 de octubre 2018].

En materia de educación, como primer y más importante factor en el desarrollo de la sociedad, lamentablemente, las condiciones actuales de la educación en Ghana no son apreciables, en comparación con otros países africanos que tienen el legado del sistema colonial británico. Las condiciones actuales de la educación en Ghana involucraron los primeros 9 años de educación básica gratuita y obligatoria, en los que la educación se dividió entre dos niveles de educación primaria y secundaria.

En los primeros tres años de educación, los estudiantes tienen que aprender inglés, los idiomas culturales de Ghana y los idiomas básicos y generales. En el

⁹⁵ Banco Mundial, *Esperanza de vida*, [en línea] Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.LE00.IN?locations=GH&view=chart> [consulta 21 de octubre 2018].

nivel de la escuela secundaria, la educación ofrece profesionalismo como politécnico y escuelas de formación. Las mujeres que aún viven la vida de las montañas, la educación es limitada. Solo el 29% de las niñas tienen acceso al nivel de educación secundaria, mientras que la proporción masculina es aproximadamente un 50% más grande que las mujeres. La tasa de alfabetización de hombres en el 2010 fue de 78.34% y mujeres de 65.29%⁹⁶.

Por otro lado, en materia de salud Ghana es un país africano en malas condiciones, siendo la pobreza, la mala nutrición y las malas condiciones de saneamiento las grandes causas. Según el informe presentado por la OMS, Ghana avanza lentamente en este sector⁹⁷, aunque vale la pena mencionar que si han habido avances, por ejemplo, la mortalidad infantil en el 2017 disminuyó de 39.1 a 51.5 (por cada 1,000) respecto al 2010 y un aumento en la designación del PIB en este sector de 5.2% a 6.1%⁹⁸.

Pese a su lento crecimiento, Ghana está haciendo esfuerzos en el desarrollo en el sector de la salud, la tasa de mortalidad de las mujeres en el embarazo y en el parto han reducido significativamente, la cual, era muy alta en el año anterior. Además de mejoras en ambulancias, equipos quirúrgicos y hospitales.

3.1.3 Aspectos ambientales

En los aspectos ambientales, el cambio climático y sus impactos son una realidad en Ghana. Los estudios han demostrado que las condiciones climáticas en el país han cambiado en las últimas cuatro décadas. Durante estas décadas, Ghana registró un aumento de temperatura de 1 °C. En el mismo período, las precipitaciones y la escorrentía disminuyeron en un 20% y 30% respectivamente. Las proyecciones futuras sugieren un aumento de la temperatura de 1–3 °C para

⁹⁶ Banco Mundial, *Tasa de alfabetización* [en línea], Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.ADT.LITR.MA.ZS?locations=GH> [consulta: 02 de enero de 2019].

⁹⁷ Organización Mundial de la Salud (OMS), *Ghana*, [En línea], Dirección URL: <https://www.who.int/countries/gha/es/> [consulta: 15 de noviembre de 2018].

⁹⁸ Banco Mundial, *Tasa de mortalidad* [en línea], Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SH.DYN.MORT> [consulta: 02 de enero de 2019].

el año 2060 y de 1.5–5.2 °C para el 2090, así como cambios severos en la estacionalidad, el aumento del nivel del mar y las tormentas⁹⁹. Consecuentes al cambio climático y la variabilidad son sus impactos manifiestos, tales como lluvias erráticas, inundaciones y eventos climáticos más extremos en Ghana.

En Ghana las emisiones de CO₂¹⁰⁰ durante 2016 crecieron 495 kilotoneladas, un 3,54% respecto a 2015. De ese modo, las emisiones en 2016 fueron de 14.470 kilotoneladas, con lo que Ghana es el país número 94 del ranking de países por emisiones de CO₂, formado por 186 países, en el que se ordenan los países de menos a más contaminantes. Además, de las emisiones mencionadas, que lógicamente dependen entre otras variables de la población del país, es conveniente analizar el comportamiento de sus emisiones per cápita.

Como se ve en la Tabla 5, las emisiones per cápita de CO₂, que no han variado en el último año, han sido de 0,51 toneladas por habitante en 2016.

Tabla #3 Emisiones de CO2 en Ghana durante el periodo 2011-2016

Año	CO₂ Total (Kts)	CO₂ Petróleo (Kts)	CO₂Kg/\$1000	CO₂/per cápita
2016	14.47	11.0	0.13	0.51
2015	13.97	12.0	0.13	0.51
2014	13.69	11.0	0.14	0.51
2013	14.16	9.1	0.15	0.54
2012	12.44	9.2	0.15	0.52
2011	11.29	9.1	0.14	0.50

Fuente: Banco Mundial, “Emisiones de CO₂” [en línea], Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC?locations=GH&display=graph--%3E> [consulta 23 de octubre de 2018].

⁹⁹ Laura Rocha, “Los 10 países más afectados por el cambio climático” [en línea], Argentina, *La Nación*, 08 de Noviembre de 2016, Dirección URL: <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/los-10-paises-mas-afectados-por-el-cambio-climatico-nid1954354> [consulta: 05 de noviembre de 2018].

¹⁰⁰ Banco Mundial, *Emisiones de CO₂* [en línea], Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC?locations=GH> [consulta: 05 de noviembre de 2018].

Las seis zonas ecológicas en Ghana que brindan apoyo de subsistencia (forestal y agrícola) y otros recursos naturales críticos para las comunidades rurales y la economía del país no se salvan del cambio climático. Por ejemplo, los datos climáticos históricos observados por la Agencia Meteorológica de Ghana en todo el país entre 1960 y 2000 muestran un aumento progresivo y perceptible de la temperatura y una disminución concomitante de las precipitaciones en todas las zonas ecológicas¹⁰¹.

Los escenarios futuros de cambio climático indican que, los valores promedio de precipitación anual en la zona de bosque semideciduo disminuirán un 2,8%, 10,9% y 18,6% en los años 2020, 2050 y 2080, respectivamente. Durante el mismo período, la zona del Bosque Lluvioso experimentará una reducción en los valores promedio de precipitación anual de 3.1%, 12.1% y 20.2%, respectivamente¹⁰². Se han proyectado aumentos en la temperatura media anual de hasta 5.4 8C y 3.9 °C para las zonas de bosque semideciduo y bosque lluvioso, respectivamente, para 2080.

Otras proyecciones del modelo indican que la temperatura mínima promedio aumente en 2.5 °C en las zonas de Sudán y la Sabana de Guinea para el año 2100¹⁰³. Se proyecta que las zonas ecológicas de la Sabana de Guinea, la Transición de la Sabana del Bosque y la Sabana de la Costa serán las más afectadas por las sequías y las temporadas agrícolas reducidas¹⁰⁴.

El cambio climático es una amenaza para el desarrollo nacional, de ahí la necesidad de planificar medidas de adaptación y mitigación que minimicen sus

¹⁰¹ Organización Meteorológica Mundial; Departamento de servicios meteorológicos de Ghana [en línea], Ghana, Dirección URL: <http://wwis.aemet.es/es/city.html?cityId=921> [consulta 11 de noviembre de 2018].

¹⁰² *Ídem*.

¹⁰³ United States Egengy International Development USAID; *Climate Change Adaptation in Ghana*, 2012 [en línea], 4 pp., Estados Unidos, Dirección URL: https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/ghana_adaptation_fact_sheet_jan2012.pdf [consulta: 01 de noviembre de 2018]. pp 1-4.

¹⁰⁴ Joseph A. Yaro, *The Social Dimensions of Adaptation to Climate Change in Ghana* [en línea], 105 pp., The World Bank, Washington, DC., 2010, Dirección URL: http://documents.worldbank.org/curated/en/513441468326170992/pdf/589020NWP0EAC_C10Box353823B01public1.pdf [consulta: 10 de noviembre de 2018] pp. 17-30.

efectos. Debido a esto, se han realizado varios estudios para evaluar los impactos del cambio climático, la vulnerabilidad y las estrategias de adaptación en Ghana¹⁰⁵. Sin embargo, la mayoría de los estudios se han centrado en los aspectos biofísicos y ambientales de la vulnerabilidad al cambio climático, mientras que los estudios de impacto y adaptación se han centrado principalmente en la escala nacional.

Según los estudios abordados anteriormente, se hace mención de los aspectos sociales de los impactos del cambio climático, la vulnerabilidad y las estrategias de adaptación a nivel local (hogares, comunidades rurales, distritos). Es importante que más estudios exploren los aspectos sociales de la vulnerabilidad al cambio climático con un examen en profundidad de los factores socioeconómicos subyacentes que determinan cómo las poblaciones responden y hacen frente a los impactos del cambio climático a nivel local. La evaluación de los impactos a nivel local, la vulnerabilidad y la adaptación son fundamentales para el desarrollo de medidas de políticas que aborden las necesidades específicas a nivel local y eviten medidas de talla única que a menudo resultan de una evaluación a escala nacional del cambio climático.

3.2 Marco Jurídico Nacional de Ghana para la recepción de electrónicos

En este capítulo se describe el marco legal y político de Ghana en materia de residuos electrónicos. Aunque existen convenios y tratados internacionales que regulan el manejo de electrónicos y desechos peligrosos y concretamente en el continente Africano con el Convenio de Bamako, es necesaria la participación gubernamental de Ghana para la implementación de leyes que regulen y protejan el ambiente, la economía y la sociedad.

¹⁰⁵ Stanturf J.A.; Warren Jr. M.L.; Charnley, S.; Polasky S.C.; Goodrick S.L.; Armah F.; Nyako Y.A, *Ghana Climate Change Vulnerability and Adaptation Assessment*. [en línea], 258 pp., USAID, Washington, DC., 2011, Dirección URL: http://www.encapafrica.org/documents/biofor/Climate%20Change%20Assessment_Ghana_%20FINAL.pdf [consulta: 16 de octubre de 2018] p. 20.

Existen algunas leyes establecidas por el gobierno de Ghana involucradas en la regulación de la importación de electrónicos, el manejo, control, generación, tratamiento, almacenamiento, transporte y eliminación de desechos industriales, la protección y gestión ambiental, la creación de procedimientos a seguir antes del inicio de actividades o proyectos con el potencial de causar daños graves al medio ambiente o la salud humana y el monitoreo de la importación y exportación de productos peligrosos.

Por lo que, se deduce que Ghana cuenta con un marco legal específico para la regulación de electrónicos, al cual tienen que acatarse según, no solo los residentes sino también extranjeros que exporten residuos de esta índole al país, dándole credibilidad legislativa a lo ya estipulado.

Una vez que se conocen las leyes sobre gestión de electrónicos en Ghana, es importante analizar el tipo de manejo que se lleva en el vertedero de Agbogbloshie, ya que es una de las regiones más concurridas por esa práctica, y las acciones pertinentes que deben tomarse al violarse la normativa y la necesidad de implementar nuevos o mejores reglamentos para un flojo y tratamiento de electrónicos.

3.2.1 Políticas y legislaciones nacionales

Las leyes y regulaciones nacionales relevantes en materia ambiental y otras leyes y regulaciones relacionadas con la importación y el manejo de desechos electrónicos incluyen: La Constitución de la República de Ghana de 1992; Ley de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de 1994 (Ley 490); el Reglamento de Evaluación Ambiental, 1999 (L.I. 1652); el Reglamento sobre la gestión de sustancias y productos que agotan el ozono, 2005 (L.I. 1812); la Ley de aduanas, impuestos especiales y servicios preventivos (gestión) de 1993 (PNDCL 330); la Ley de Exportaciones e Importaciones de 1995 (Ley 503); el Reglamento de Eficiencia Energética, 2008; y el Proyecto de Ley de Control y Gestión de Residuos Peligrosos y Electrónicos, 2011.

a) La Constitución de 1992 de la República de Ghana.

La constitución de Ghana de 1992, que entró en vigor el 7 de enero de 1993, es la ley fundamental de Ghana y proporciona la base sobre la cual se apoyan todas las demás leyes. Dentro de los principios directivos de la política estatal, la Constitución contiene una disposición sobre protección y gestión ambiental. El artículo 36 de la Constitución establece que “el Estado adoptará las medidas apropiadas necesarias para proteger y salvaguardar el entorno nacional para la posteridad; y buscará la cooperación con otros Estados y organismos con el fin de proteger el entorno internacional más amplio para la humanidad”¹⁰⁶.

Además, el Artículo 41 (k) en el Capítulo 6 de la Constitución de Ghana requiere que todos los ciudadanos (empleados y empleadores) protejan y salvaguarden el medio ambiente natural de la República de Ghana y sus aguas territoriales.

La Constitución tiene relevancia para este estudio porque garantiza que la gestión de los desechos electrónicos llevada a cabo por la relevancia de la Constitución para la gestión de residuos electrónicos es que obliga a todos los ciudadanos, incluidos los trabajadores de residuos electrónicos y las agencias reguladoras, a garantizar una gestión ambientalmente racional de residuos.

b) Ley de la Agencia de Protección Ambiental de 1994 (Ley 490)

La Ley de la Agencia de Protección Ambiental de 1994 (Ley 490) estableció la Agencia de Protección Ambiental, con el mandato de regular, coordinar, gestionar y proteger el medio ambiente. Las funciones requeridas de la Agencia de Protección Ambiental (EPA), según lo estipulado en la Sección 2 de la Ley¹⁰⁷, incluyen, entre otras:

¹⁰⁶ Constitute; *Ghana's Constitution of 1992 with amendments through 1996, articulo 36, apartado 9* [en línea], 155 pp., Ghana, 18 de abril de 2016, Dirección URL: <http://aceproject.org/ero-en/regions/africa/GH/ghana-constitution-1992-with-amendments-through/> [consulta: 02 de diciembre de 2018] p. 36.

¹⁰⁷ Parliament of the Republic of Ghana; *Environmental Protection Agency Act, 1994 Act 940, Sección 2* [en línea], 17 pp., Ghana, 1994, Dirección URL: <https://www.lexadin.nl/wlg/legis/nofr/oeur/arch/gha/490.pdf> [consulta: 05 de diciembre de 2018] p. 3.

Prescribir normas y directrices relacionadas con la contaminación, la descarga y el control de sustancias tóxicas; coordinar las actividades de los organismos pertinentes y controlar la generación, tratamiento, almacenamiento, transporte y eliminación de desechos industriales; controlar el volumen, los tipos, los componentes y los efectos de las descargas de desechos, las emisiones, los depósitos o cualquier otra fuente de contaminantes y/o sustancias que sean peligrosas o potencialmente peligrosas para la calidad del medio ambiente o un segmento de este; y controlar y prevenir la descarga de residuos así como proteger y mejorar la calidad del medio ambiente.

Aunque no se hace referencia específica a los desechos electrónicos en esta ley, proporciona un marco para el manejo de sustancias peligrosas, categoría a la que pertenecen los desechos electrónicos.

c) Reglamento de Evaluación Ambiental, 1999 (LI 1652)

El Reglamento de Evaluación Ambiental fue adoptado el 18 de febrero de 1999¹⁰⁸. Proporciona los procedimientos a seguir antes del inicio de actividades o proyectos con el potencial de causar daños graves al medio ambiente o la salud humana. El reglamento obliga a todas las personas a no comenzar las actividades de cualquier empresa que tenga o pueda tener un efecto adverso sobre el medio ambiente o la salud pública, a menos que la EPA haya emitido un permiso ambiental con respecto a la empresa.

Las actividades de reciclaje de desechos electrónicos pueden causar graves daños al medio ambiente y la salud humana y, por lo tanto, se requiere una evaluación de impacto ambiental (EIA) antes del comienzo de dicha actividad. La EPA tiene la autoridad de exigir un EIA para las actividades de procesamiento de desechos electrónicos y es responsable de garantizar el cumplimiento de los procedimientos de EIA.

¹⁰⁸Parliament of the Republic of Ghana; *Environmental Assessment Regulations 1999* [en línea], 25 pp., Ghana, 1999, Dirección URL: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gha78169.pdf> [consulta: 05 de diciembre de 2018].

d) Reglamento sobre gestión de sustancias y productos que agotan el ozono, 2005 (L.I. 1812)

Este reglamento entró en vigor el 30 de junio de 2005¹⁰⁹, después de que Ghana ratificara el Protocolo de Montreal de 1987 para que las leyes nacionales se ajustaran a la convención. Mediante el uso de un mecanismo de concesión de licencias, el reglamento restringe la importación o exportación o el uso de sustancias o productos controlados que agotan la capa de ozono (incluidos refrigeradores y congeladores que contienen clorofluorocarbonos (CFC) como refrigerante).

e) Ley de Aduanas, Impuestos Especiales y Servicio Preventivo (Administración) de 1993 (PNDCL 330)

Esta ley regula todas las importaciones y exportaciones de bienes hacia y desde Ghana¹¹⁰. La ley no tiene regulaciones específicas sobre desechos electrónicos, pero los objetivos y funciones generales de CEPS aseguran el monitoreo de la importación y exportación de productos, incluidos los productos químicos peligrosos, y los equipos eléctricos y electrónicos (usados) y, por lo tanto, los desechos electrónicos. Dentro del país. La ley también otorga poder a los oficiales de aduana para buscar personas, locales y equipaje, y confiscar bienes prohibidos, que actualmente incluyen refrigeradores, congeladores, congeladores y equipos de aire acondicionado usados.

¹⁰⁹ Ministry Responsible for Environment and science; *Management of ozone depleting substances and products regulations* [en línea], 21 pp., Ghana, Dirección URL: <http://www.epa.gov.gh/ghanalex/acts/Acts/MANAGEMENT%20OF%20OZONE%20DEPLETING%20SUBSTANCES%20AND%20PRODUCTS%20REGULATIONS,2005.pdf> [consulta: 16 de diciembre de 2018].

¹¹⁰ Parliament of the Republic of Ghana; *Customs, excise and preventive SERVICE (Management) Law, 1993, (P.N.D.C.L 330)* [en línea], 130 pp., Ghana, 1993, Dirección URL: <https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/en/gh/gh007en.pdf> [consulta: 16 de diciembre de 2018].

f) Ley de Exportación e Importación, 1995 (Ley 503)

La Ley de Exportación e Importación (Ley 503 de 1995)¹¹¹ controla las importaciones y exportaciones de todos los bienes (incluidos los equipos eléctricos y electrónicos) hacia y desde el país. De acuerdo con esta Ley, todas las mercancías importadas comerciales (incluidos los productos eléctricos y electrónicos) estarán sujetas a inspección de destino en el puerto o punto de despacho del país para garantizar que la calidad, cantidad, precio y otras especificaciones de las mercancías importadas están en conformidad con los detalles en los documentos de importación relevantes.

Las importaciones de electrónicos utilizadas deben pasar por los procedimientos aduaneros para un examen y evaluación adecuados como parte del procedimiento de liquidación.

g) Reglamento de Eficiencia Energética, 2008.

Este Reglamento¹¹² prohíbe la importación, venta o distribución de refrigeradores, congeladores, congeladores y aparatos de aire acondicionado usados. También prohíbe la fabricación, importación, almacenamiento o distribución de lámparas de incandescencia en Ghana. Sin embargo, la regulación no se aplica a ciertos tipos de lámparas incandescentes que son luces de vehículos de motor, luces de inundación, farolas, luces halógenas, focos o luces de búsqueda, luces de pista de aeropuerto y luces especiales, como luces de teatro o de escenario. Si bien es importante, la implementación / cumplimiento de este reglamento, en particular la prohibición de la importación, venta o distribución de refrigeradores, congeladores y acondicionadores de aire usados es probable que tenga posibles impactos socioeconómicos adversos en los negocios de importadores y minoristas. Así como los consumidores de estos productos electrónicos.

¹¹¹ Parliament of the Republic of Ghana; *Export and Import Act 1995 (Act 503)* [en línea], 9 pp., Ghana, 1995, Dirección URL: http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/gha3r1_t.pdf [consulta; 17 de diciembre de 2018].

¹¹² Parliament of the Republic of Ghana; *Energy Efficiency Regulations, 2008 L.I. 1932* [en línea], 4 pp., Ghana, 2008, Dirección URL: http://www.energycom.gov.gh/files/LI_1932.pdf [consulta: 17 de diciembre de 2018].

h) Proyecto de Ley sobre Control y Gestión de Residuos Peligrosos y Electrónicos, 2011

El proyecto de ley de 2011 sobre Control y Gestión de Residuos Peligrosos y Electrónicos¹¹³, prevé el control, la gestión y la eliminación de residuos peligrosos y electrónicos y para fines relacionados. Prevé la prohibición de la importación, la exportación, el transporte, la venta, la compra o cualquier venta de desechos peligrosos como los desechos electrónicos en el país, pero también estipula ciertos criterios que deben cumplirse antes de que la importación o exportación de dichos desechos se pueda permitir en / fuera del país.

El proyecto de ley prohibirá la eliminación de desechos peligrosos en cualquier terreno del país o en las aguas territoriales, zonas contiguas y zonas económicas exclusivas o en una laguna o en las aguas interiores del país.

Las disposiciones del proyecto de ley prevén además el establecimiento de una planta de reciclaje de residuos eléctricos que se gestionará por la EPA, y obliga a las Asambleas Municipales y Metropolitanas a designar puntos de reunión para la eliminación de residuos electrónicos. También permitirá el establecimiento de plantas de procesamiento de desechos electrónicos por parte de particulares que puedan cumplir con ciertos requisitos estipulados y obtener la aprobación de la EPA.

Para aumentar el reciclaje y la eliminación ambientalmente racional de los desechos electrónicos, el proyecto de ley prevé la creación de un sistema de recolección y devolución y obliga a los consumidores a devolver dichos desechos al minorista, fabricante o importador del equipo para una instalación de eliminación designada por el Asamblea distrital, municipal o metropolitana.

Asimismo, existe una serie de regulaciones internacionales que se suman al contexto legal en el área de los aparatos eléctricos y electrónicos (Ver tabla 1).

¹¹³ Parliament of the Republic of Ghana; *Environmental Protection Agency of Ghana: Hazardous and electronic waste management bill. Draft version as of 2011* [en línea], 9 pp., Accra, octubre 2014, Dirección URL: <https://www.oeko.de/oekodoc/2142/2014-695-en.pdf> [consulta: 19 de diciembre de 2018] p. 5-7.

3.2.2 Proceso legítimo de importación de electrónicos

Es claro que existen leyes nacionales e internacionales que regulan el tránsito y manejo de electrónicos, sin embargo, algunos de los traslados o flujo de estos dispositivos carecen de legitimidad o llevan otro concepto a la hora de exportar, como se mostró en el apartado anterior. No obstante, en los últimos años, el Gobierno ghanés, junto con sus socios de desarrollo, ha iniciado procesos a través de talleres y seminarios, para mejorar la concienciación sobre la gestión ambientalmente racional de los desechos electrónicos.

En 2005, la EPA constituyó un Grupo de Trabajo Nacional para ayudar a formular una estrategia para el reciclaje de desechos electrónicos, pero el resultado de sus deliberaciones aún no se ha hecho público. Sin embargo, Ghana es signataria del Convenio de Basilea, que busca proporcionar un marco más amplio y específico para la regulación internacional de los desechos electrónicos.

El Convenio de Basilea requiere que se le entregue al gobierno de un país importador una notificación previa de cualquier propuesta de exportación de ciertos artículos peligrosos y que este la apruebe, pero no regula los artículos de segunda mano y algunos desechos de desechos electrónicos (incluidas las placas de circuito impreso).

En principio, el Convenio no resuelve el nuevo problema ambiental causado por el reciclaje de desechos electrónicos. Para resolver el nuevo problema, se argumenta que el Convenio de Basilea debería enmendarse de tal manera que los desechos peligrosos no se deban exportar de los países desarrollados a los países en desarrollo para ningún propósito (incluso para el reciclaje). En 1995, una declaración de este tipo se presentó como la prohibición total de Basilea, pero aún no se ha acordado.

La convención también prohíbe el comercio entre los países del Anexo VII (OCDE, UE y Liechtenstein) y los países no incluidos en el Anexo VII. La convención contiene un lenguaje que exime el comercio prohibido en los casos en que un país del Anexo VII ha firmado un acuerdo de comercio bilateral con un país no incluido en el Anexo VII, siempre que ese acuerdo contenga disposiciones equivalentes

para el tratamiento de desechos "ambientalmente racional". A pesar de la ratificación, la convención se vuelve operativa y aplicable sólo cuando se ha "domesticado" adecuadamente, lo que el gobierno de Ghana no ha hecho hasta la fecha.

3.2.3 Manejo de electrónicos en el vertedero de Agbogbloshie

Durante la última década, algunas de las organizaciones de medios más respetadas del mundo han transformado a Agbogbloshie en un símbolo de lo que se cree que es una crisis creciente: la exportación (o el vertido) de desechos electrónicos de los países ricos y desarrollados a África. Es una narración concisa que resuena con fuerza en un mundo obsesionado con la tecnología. Sólo hay un problema: la historia no es tan simple.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el 85% de los desechos electrónicos vertidos en Ghana y otras partes de África Occidental se producen en Ghana y África Occidental. En otras palabras, terminar con la exportación de productos electrónicos usados del mundo desarrollado y rico no terminará con la quema en Agbogbloshie. La solución debe provenir de la propia África occidental y de las personas que dependen de los desechos electrónicos para ganarse la vida.

En Agbogbloshie, la quema tiene lugar en el borde del sitio, y la mayor parte de lo que se quema son llantas de automóviles, que se alinean a cientos de pies y se dejan en llamas, produciendo niveles peligrosos de monóxido de carbono y otras sustancias peligrosas. Más tarde, los trabajadores recogerán el acero dejado atrás.

En otros lugares, otros trabajadores, atienden paquetes de cinco y diez libras de alambre de cobre aislado y en llamas. Contienen todo, desde cables de arnés utilizados en automóviles hasta cables USB. En Ghana y en todo el mundo, los recicladores grandes y pequeños buscan el alambre aislado, que codicia el metal,

pero no el aislamiento. La tarea del reciclador es separar las dos sustancias de la manera más rápida y económica posible.

En el transcurso de un día, se queman unos pocos cientos de libras de alambre, y los restos se venden para reciclar a los comerciantes locales de metal y a los comerciantes nigerianos que frecuentan el área. Dependiendo de cuándo se hizo el aislamiento, el humo emitido puede contener dioxinas, metales pesados y otros contaminantes que representan una gran amenaza para la salud humana.

Durante el último medio siglo, las tecnologías se han desarrollado para hacer esa separación de una manera ambientalmente racional. Pero incluso las soluciones de menor costo tienden a ser demasiado caras para los recicladores pobres y sin conocimiento de Ghana. Y si fueran asequibles, los métodos ecológicos seguirían siendo demasiado lentos en comparación con prender fuego al cable y quemar el aislamiento. El sitio presenta un riesgo innegable para la calidad del aire y la salud humana. Pero resolver el problema es más que detener las exportaciones occidentales de productos electrónicos antiguos.

El estudio más detallado en la cuestión de la electrónica utilizada fue realizado en 2009 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), que encontró que Ghana importó 215,000 toneladas métricas de equipos eléctricos y electrónicos ese año. El 30% de ese total era equipo nuevo. Del 70% que constituía bienes usados, el 20% necesitaba reparaciones y el 15%, o aproximadamente 22,575 toneladas, no se podía vender y estaba destinado al basurero¹¹⁴.

Es enorme la cantidad de dispositivos electrónicos inutilizables (muchos de los cuales están dañados durante el tránsito a Ghana). Pero es menos del uno por ciento de los 2.37 millones de toneladas de desechos electrónicos generados por los Estados Unidos en 2009, y una fracción casi imperceptible de los 41.8 millones

¹¹⁴ Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA; *New European Union Directive on E-waste Comes into Force* [en línea], Geneva/Nairobi, 15 de agosto de 2012, Dirección URL: <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/new-european-union-directive-e-waste-comes-force> [consulta: 07 de agosto de 2018].

de toneladas de desechos electrónicos generados a nivel mundial en 2015¹¹⁵. En otras palabras, Agbogbloshie no es un vertedero global. Como la mayoría de los lugares en la Tierra, está luchando para lidiar con lo que genera por sí solo.

Asimismo, no todo es reciclado en Agbogbloshie. Gran parte de ella es recuperada y reutilizada en su lugar. Los plásticos, que generalmente tienen un bajo valor en la cadena de reciclaje, son un objetivo natural. Reconociendo esto, QAMP ha trabajado en equipos simples que pueden ayudar a transformar los plásticos generados en Agbogbloshie en contenedores de reciclaje.

Con este panorama se vislumbra que el problema de Agbogbloshie no se resolverá rápidamente. Juega un papel económico y ambiental clave y eliminarlo solo movería lo que sucede en Agbogbloshie a otra zona. Por lo que es indispensable crear una alternativa sustentable del manejo de electrónicos para la región.

3.3 Alternativa sustentable para la región.

A través de los últimos años y con el antecedente de tratados internacionales sobre la gestión de desechos peligrosos y basura electrónica, se han generado algunas alternativas a dicho problema, como la creación de nuevas normas legislativas que protejan el medio ambiente y la salud, la creación de plantas recicladoras especialistas en el tema, capacitar a los trabajadores del vertedero y dotarles de herramientas para su especialización, hasta la prohibición del flujo de basura electrónica de extranjeros al país.

Cada una de estas alternativas requieren de una revisión comprometida que atienda a las necesidades no solo de la región sino de todos los que están involucrados en el proceso, de ahí la importancia de estudiar y analizar el caso de Agbogbloshie, a fin de encontrar soluciones sostenibles que compaginen con la realidad que enfrenta Ghana, así como la constante participación de todos los actores que se involucran el proceso desde su creación hasta su reciclaje,

¹¹⁵ *Ídem.*

aludiendo a un sistema integral de gestión, donde exista un gestor (en este caso el gobierno) que dirija, coordine y facilite las actividades y responsabilidades.

Es por ello que en este capítulo se abordara el proceso especializado de reciclaje en instalaciones especializadas y herramientas adecuadas con capacitación al trabajador, entendiendo que es una actividad que debe continuar en el margen de lo legal, a fin de reducir la contaminación, proteger la salud y activar la economía.

3.3.1 Panorama del proceso de reciclado especializado en Ghana

Un proceso de reciclaje especializado va más allá de solo extraer los materiales deseados con las herramientas adecuadas, requiere una gestión integral donde todos los involucrados en el proceso desde su creación hasta su reciclado cumplan con su responsabilidad de manera voluntaria y comprometida. Entendiendo la gestión como “[...] un proceso de construcción colectiva desde las identidades, las experiencias y habilidades de quienes ahí participan”¹¹⁶ sin considerar la negación ni el aplazamiento de conflictos sino la construcción de procesos colectivos, con objetivos comunes adoptados de manera participativa y democrática, a través de un gestor como “[...] la persona o entidad pública o privada, que realiza actividades de dirección , coordinación o diligencias de alguna actividad o tema que se tiene como objetivo común”¹¹⁷. Es importante mencionar que la responsabilidad principal de la gestión recae en el gobierno municipal, el cual, actuaría como gestor.

Sin embargo, la participación del gobierno de Ghana en el sector formal de reciclaje de desechos electrónicos, aún está en su infancia¹¹⁸, pero si existen recicladores formales, como compañías u organizaciones que han adquirido un permiso de operación ambiental de la Agencia de Protección Ambiental en Ghana (EPA).

¹¹⁶ María Eugenia González, *óp. cit.*, p. 33.

¹¹⁷ María Eugenia González, *óp. cit.*, p. 34.

¹¹⁸ Greenpeace; *Envenenando la pobreza: residuos electrónicos en Ghana*, *óp. cit.*, p. 8.

Uno de los pocos recicladores formales conocidos de residuos electrónicos en Ghana es City Waste Recycling Limited¹¹⁹, que inició sus operaciones de residuos electrónicos en 2010, y actualmente se dedica a la recolección de residuos electrónicos de empresas e instituciones para desmantelar en varias fracciones para la venta¹²⁰. Otras compañías privadas, como Zoomlion Ghana¹²¹, que es la actual empresa líder en el manejo de residuos domésticos de Ghana, también han revelado sus intenciones de iniciar operaciones de recolección y reciclaje de residuos electrónicos a gran escala en breve.

Con el aumento del comercio de desechos electrónicos y la creciente conciencia pública del medio ambiente, ha habido varios llamamientos al gobierno para que instituya un sistema formal de reciclaje. Se prevé que el sector formal podría gestionar los desechos electrónicos de una manera respetuosa con el medio ambiente, utilizando la "técnica del estado del acto" que garantizará una mejor gestión ambiental y una mejor recuperación de los recursos.

El Gobierno está en el proceso de formular un proyecto de ley de gestión de desechos electrónicos y se ha enviado un borrador al gabinete para su consideración. Sin embargo, no está claro qué papel ha desempeñado la legislación propuesta para el sector informal; si va a ser a expensas del sistema bien acoplado o lo complementará. De todas las indicaciones, este último podría ser el caso, aunque la mayoría de los ghaneses se involucren con aparatos electrónicos de segunda mano. La política planificada se implementará en un momento en que la mayoría de las autoridades locales carecen de los recursos financieros para adquirir las sofisticadas tecnologías de reciclaje intensivas en capital necesarias o para proporcionar los vertederos adecuados. Además, hay muy pocas compañías electrónicas que están bien establecidas y operan instalaciones/servicios oficiales de recolección y devolución.

¹¹⁹ City Waste Limited; *Establishing formal and responsible waste and e-waste management* [en línea], Accra, 2002, Dirección URL: <https://seed.uno/enterprise-profiles/city-waste-recycling> [consulta: 03 de enero de 2019].

¹²⁰ *Idem*.

¹²¹ Zoomlion Ghana; *Waste Management Experts* [en línea], Ghana, enero de 2006, Dirección URL: <http://www.zoomlionghana.com/index.php/en/> [consulta: 03 de enero de 2019].

Una de las pocas compañías que operan un sistema de devolución es RLG Communications, una compañía privada de Ghana establecida bajo el código de empresas de 1963 (ACT179) el 23 de febrero de 2001¹²². La compañía comenzó como un centro de ventas y servicios para teléfonos móviles, pero actualmente ensambla teléfonos móviles y computadoras portátiles no sólo para el mercado de Ghana, sino que también tiene oficinas en China, Nigeria y Gambia. Tiene una producción mensual de 10,000 teléfonos móviles y 8,000 computadoras portátiles.

En términos de operaciones al final de su vida útil, la compañía ocasionalmente hace publicidad para que sus clientes traigan antiguos (no necesariamente no funcionales) para una actualización. La compañía tiene sucursales en las diez regiones de Ghana que realizan reparaciones y ventas de teléfonos y computadoras. También reciben productos antiguos para actualización o remodelación.

Por lo tanto, las personas no devuelven un producto porque ha llegado al final de su vida útil, sino por su deseo de actualizarlo. Incluso eso, hay casos en que la actualización se vuelve problemática cuando el producto no se obtuvo directamente de la oficina de RLG o cuando el cliente extravía el recibo de compra y/o la tarjeta de garantía. La empresa no tiene instalaciones de reciclaje, por lo que los "productos electrónicos no deseados" se envían a China para su procesamiento y/o reutilización. En general, la compañía exporta 1, 300 piezas de teléfonos móviles cada 2 meses y aproximadamente 100 piezas de computadoras cada cuatro meses¹²³.

A pesar de que la operación de RLG es recomendable, no obstante, tiene un alcance geoespacial limitados. La empresa, en el mejor de los casos, opera sólo desde las 10 capitales regionales, a pesar de que sus productos son visibles en todos los rincones del país. Mientras tanto, no hay suficientes incentivos para que

¹²² Ghana Investment Promotion Centre GIPC; *RLG Communications Ltd* [en línea], Ghana, Dirección URL: <https://www.gipcghana.com/previous-gc-100-editions/2014-edition/89-ghana-club-100/sector-leaders/359-rlg-communications-ltd.html> [consulta: 12 de Noviembre de 2018].

¹²³ *Ídem*.

las personas depositen voluntariamente los dispositivos electrónicos usados en los "centros de pseudo recolección".

Por encima de todo, la compañía no "recupera" su propio producto usado, y mucho menos los de otras compañías. Por lo tanto, no podría ser un criterio adecuado para abogar por la disolución completa del sector informal. Basta con señalar que, en el nivel actual del desarrollo del país, el sector formal no puede depender únicamente de la gestión de los desechos electrónicos en Ghana, al menos no en el futuro inmediato, por ello, que es necesario crear e implementar en un plan de gestión integral que atienda a la realidad del país.

3.3.2 Propuesta para establecer un plan de gestión integral de residuos electrónicos

De acuerdo a María Eugenia González nunca deben perderse los cuatro pilares fundamentales de una buena gestión¹²⁴: la responsabilidad, la cual garantiza una solución adecuada al reciclaje mediante la participación y colaboración de los involucrados con tareas específicas y comprometidas; la simplicidad, debe entenderse que el manejo de la basura electrónica debe ser sencilla a fin de que todos los involucrados sean capaces del manejo conjunto; la solidez, los pasos determinantes en la cadena de reciclaje requieren de un control, transparente, independiente y confiable; y liquidez, deben considerarse fondos adicionales para el reciclaje si es que el valor de los materiales no es suficiente para pagar el proceso.

Es importante que se identifiquen los actores específicos responsables que participan en la cadena del reciclaje y el papel que juegan en la economía:

¹²⁴ María Eugenia González, *óp. cit.*, p. 43.

Tabla #6 Cadena de actores sociales y campos de acción de los aparatos electrónicos

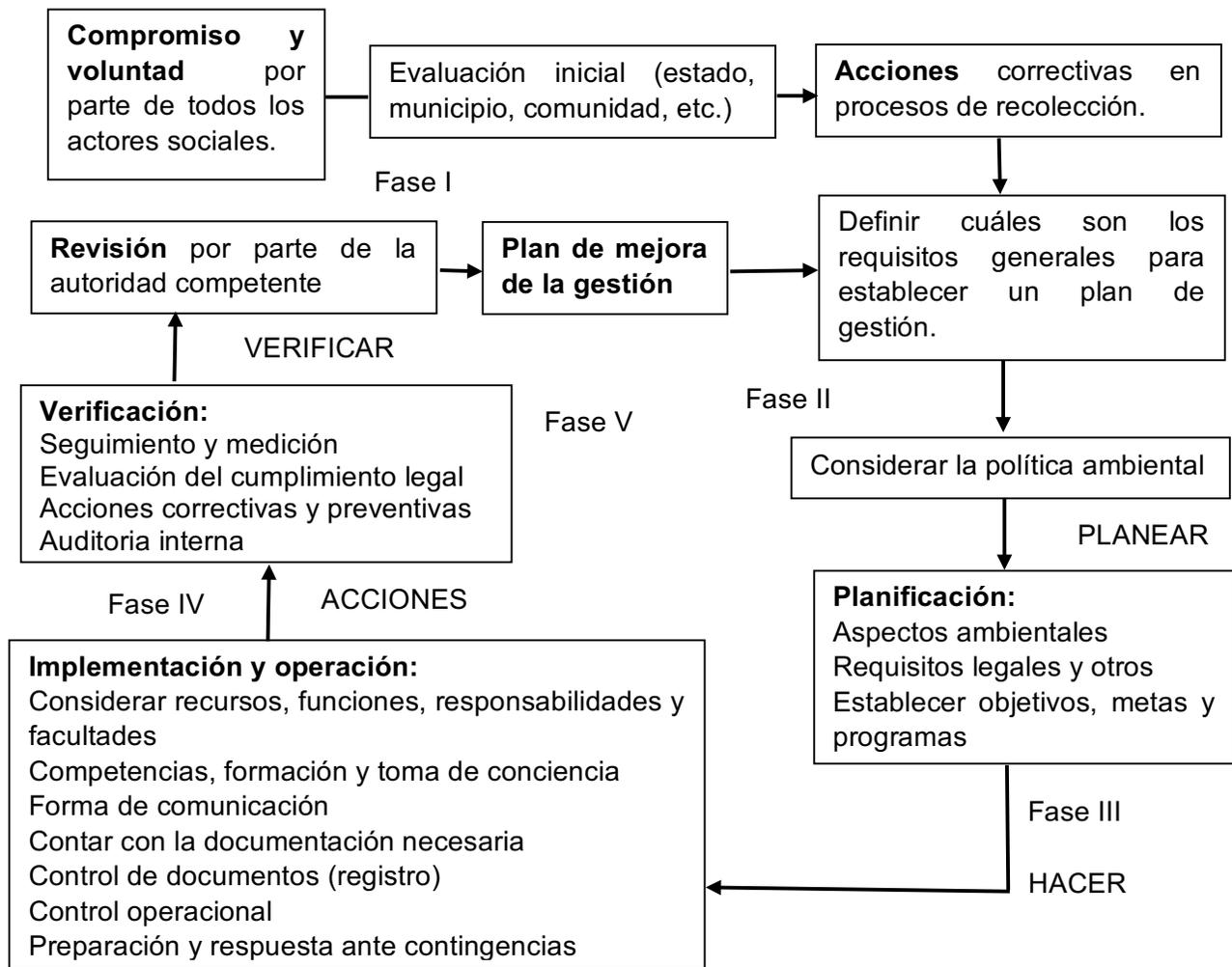
Cadena	Actores Sociales	Economía
Producción	Empresas importadoras Intermediarios formales e informales Pymes Aduanas nacionales Importaciones Nacionales Actores TIC	Economía Prácticas de consumo tecnológico
Comercialización	Empresas importadoras Comerciantes formales e informales Contrabandistas Usuarios	Prácticas culturales de consumo tecnológico
Uso	Usuarios	Prácticas culturales de consumo tecnológico
Eliminación	Usuarios	Prácticas culturales de consumo tecnológico
Gestión de residuos	Municipios Pymes Recolectores, carreteneros, pepenadores, recicladores y artesanos	Prácticas culturales de consumo tecnológico Medio ambiente Economía

Fuente: María Eugenia González Ávila, María Eugenia González Ávila, “Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos”, México, Colegio de la Frontera Norte, 2012, primera edición, p. 45.

Como se mencionó anteriormente, pese a los diversos actores que están involucrados en el ciclo de los electrónicos la mayor responsabilidad recae sobre el gobierno local y nacional, por lo que deben crear normativas y un plan de manejo integral que regule el manejo de la basura electrónica y haga efectivo el cumplimiento de las leyes ya existentes como el Reglamento de Eficiencia, 2008 y la Ley de la Agencia de Protección Ambiental, 1994 (ACT 490), y desarrollar un

plan de gestión que involucre a todos los actores, como se muestra en la siguiente figura:

Figura #1 Fases de un plan de gestión integral de residuos de aparatos



electrónicos

Fuente: María Eugenia González Ávila, “Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos”, México, Colegio de la Frontera Norte, 2012, primera edición, p. 46.

Fase I. Prevención y compromiso de voluntades: debe existir conciencia y responsabilidad compartida en la generación y consumo de electrónicos. El consumidor puede exigir dispositivos que sean amigables con el ambiente y

adoptar medidas precautorias a la hora de desechar, los productores, gestores y administradores pueden informar el tipo de artículos que se ofrecen.

Fase II. Desarrollo de plan de gestión integral: Se debe identificar los principales actores, componentes, impactos, capital económico y recursos humanos que serán utilizados y aquellos con los que se cuenta, ya sea a nivel regional o estatal, además de establecer objetivos y metas claras de lo que se quiere alcanzar, identificando el panorama en el que se desea llevar a cabo.

Fase III. Implementación y operatividad del plan de gestión integral: para facilitar la implementación y operatividad es necesario valorar si se cuenta con una base financiera, contar con infraestructura para llevar a cabo el proceso de reciclaje, tener una relación estrecha con la sociedad, como parte esencial de la operatividad, buscando siempre la conciliación, establecer sitios de información accesibles, contar con un sistema de control que verifique el proceso y un programa de contingencias.

Fase IV. Establecimiento de las actividades de verificación de la operatividad del plan de gestión integral: En esta fase se pretende que tanto públicos como privados lleven sus residuos a centros especializados, posteriormente a plantas recicladores y finalmente se lleven a un relleno certificado, haciéndose una separación efectiva y adecuada respecto al resto de la basura. Para que esto suceda es necesario informar adecuadamente a la población de los centros de acopio y el día y la hora en que se recogerán este tipo de residuos, además de contar con contenedores adecuados. En el traslado el responsable debe acatarse a las leyes, una vez que ingresa debe existir una descontaminación y posteriormente ser separados afín de proseguir con el tratamiento¹²⁵, el cual, consiste en:

¹²⁵ Gaiker; *Reciclado de Materiales: perspectivas, tecnologías y oportunidades* [en línea], 130 pp., Facultad de ciencias exactas, físicas y naturaleza de la Universidad Nacional de Córdoba, España, Abril 2007, Dirección URL:[http://www.bizkaia21.eus/fitxategiak/09/bizkaia21/Territorio Sostenible/dokumentuak/](http://www.bizkaia21.eus/fitxategiak/09/bizkaia21/Territorio_Sostenible/dokumentuak/)

- La trituración o molienda para reducir tamaños y liberar los materiales
- Cibras vibrantes¹²⁶ o cribas giratorias¹²⁷ (trommel)
- Separación con imanes de metales magnéticos para extraer hierro y cobre
- Separación por corrientes de Foucault¹²⁸ que permitan recuperar metales no magnéticos tales como el aluminio
- Separación electrostática corona para la recuperación de metales en mezclas complejas de materiales muy molidos
- Separación por diferencia de peso específico: mesas densimétricas o sacudidas-con aire o con agua- balsas de flotado, separadores por corriente de aire o neumáticos, hidrociclones, entre otras técnicas.

Para aquellos productos que aún son funcionales, es importante detectarlos y pasar por el proceso de reacondicionamiento, el cual consiste en detectar los dispositivos útiles y darles un segundo uso.

Fase V. Mejora y revisión del plan de gestión: Se debe contar con un auditor que evalúe el proceso de gestión a fin de corregir las fallas y mejorar el proceso.

20100902123356112 Informe Reciclaje.pdf?hash=d9cfda6dec0db73b9892f554874b8ddf
[consulta: 07 de enero de 2019] p. 2.

¹²⁶ Los elementos de cribado son superficies planas o con ligera curvatura que tienen perforaciones de un tamaño determinado de tal forma que cuando se vierte un producto a granel encima del elemento éste deja pasar solamente aquellas partículas cuyo tamaño es menor que el tamaño de las perforaciones, sirven para clasificar las partículas por tamaños a partir de un producto a granel en un proceso en continuo, el producto avanza desde la parte en la que se alimenta la criba hasta el extremo contrario en el que salen las partículas por separado según su tamaño. ROLLIER; *Conceptos básicos de las cribas vibrantes* [en línea], España, dirección URL: <https://rollier.com/es/que-son-como-funcionan-para-que-sirven-las-cribas-vibrantes/> [consulta: 16 de enero de 2019].

¹²⁷ Las cribas giratorias son máquinas con un bastidor que cuenta con tamices al que se le previene un movimiento circular a través de un árbol excéntrico que esta acoplado en el centro del mismo bastidor. Cibras; *¿Qué es una criba?* [en línea], Dirección URL: <https://www.cibras.com.es/> [consulta: 16 de enero de 2019].

¹²⁸ Corriente de Foucault. Son las corrientes inducidas en el cuerpo conductor por la variación en el flujo magnético. El resultado es la aparición de una fuerza motriz que hace circular una corriente en el material conductor. EcuRed; *Corriente de Foucault* [en línea], Dirección URL: [https://www.ecured.cu/Corriente de Foucault](https://www.ecured.cu/Corriente-de-Foucault) [consulta: 16 de enero de 2019].

Estas acciones con sus respectivos matices ayudaran a facilitar y organizar los procesos de gestión de los desechos electrónicos que realicen las autoridades y los demás actores involucrados, cuyo propósito es reducir, reutilizar, reciclar, valorizar y eliminar

Para monitorear y prevenir los envíos de RAEE no funcionales o desechos electrónicos a Ghana, también es necesario que el gobierno brinde apoyo logístico adecuado y suficiente a las autoridades reguladoras pertinentes en el puerto, en particular, Aduanas, EPA, GSA¹²⁹, Comisión de Energía, y Seguridad Nacional. Se debe proporcionar una instalación para probar la funcionalidad de los equipos eléctricos y electrónicos usados importados para su uso en el puerto. El gobierno también debe garantizar la creación de capacidad técnica de un número adecuado de funcionarios encargados de hacer cumplir la ley en la inspección, detección y prevención de envíos de desechos electrónicos. Además, los importadores de equipos eléctricos y electrónicos usados deben hacerse para acompañar sus importaciones electrónicas con certificados de prueba de funcionalidad.

3.3.3 El futuro del proceso de reciclado en Ghana.

Si bien el gobierno parece estar demostrando cierta disposición a través de un marco legal para el tratamiento de residuos¹³⁰, los principales obstáculos para el manejo seguro y eficaz de los desechos electrónicos permanecen. En primer lugar, la falta de una legislación apropiada que se ocupe específicamente de los desechos electrónicos parece ser el principal desafío. Las leyes actuales que

¹²⁹ Autoridad de normas en Ghana: Es una agencia de gobierno responsable de desarrollar, publicar y promover estándares en el país, a través de actividades de estandarización, metrología y evaluación, como pruebas de inspección y certificación. Estas actividades garantizan que los productos o bienes y servicios producidos en Ghana, ya sea para consumo local o para exportación, sean seguros, confiables y de buena calidad. Ghana Standards Authority; Who we are [en línea], Ghana, Dirección URL: <https://www.gsa.gov.gh/about/> [consulta: 20 de enero de 2019].

¹³⁰ Ambassade de France au Ghana service economique d'Accra, *Le secteur de traitement des déchets électroniques au Ghana en 2019* [en línea], 3 pp., Francia, abril de 2019, Dirección URL: <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/41652494-d635-42e2-bc58-3ae02fa29a12/files/3a8caafe-37af-4d0b-97e5-bae3be0a3ce7> [consulta: 20 de enero de 2019]. p. 2.

guían la gestión de desechos peligrosos, sólidos y radiactivos, incluida la Ley de gobierno local (1994), la Ley 462 y la Política de saneamiento ambiental de Ghana (1999) se aprobaron antes de que surgiera el problema de los desechos electrónicos. La EPA en 2005 anunció que estaba desarrollando pautas para regular la importación de aparatos electrónicos usados, pero nada ha sucedido desde entonces. El gobierno es signatario del Convenio de Basilea, pero no lo ha rectificado hasta la fecha. Cuanto antes se promulgue una política reguladora de desechos electrónicos, mejor será el impulso hacia el proceso de gestión sostenible de los desechos electrónicos.

En segundo lugar, la creciente importación de computadoras de segunda mano, a veces ilegalmente, la mayoría de las cuales no están probadas para la funcionalidad, también plantea un serio desafío. Esto ha sido facilitado por la política sin restricciones de puertas abiertas del gobierno (regulaciones libres de impuestos y libres de impuestos) junto con la alta incidencia de la pobreza y la corrupción institucional crónica. Además, la falta de datos confiables (dificultad en la inventORIZACIÓN) plantea un desafío para los responsables de las políticas que desean diseñar una estrategia de gestión de desechos electrónicos y para una industria que desea tomar decisiones racionales de inversión.

También existe una falta de infraestructura segura de reciclaje de desechos electrónicos en el sector formal y, por lo tanto, la dependencia de las capacidades del sector informal plantea graves riesgos para el medio ambiente y la salud humana. Además, los sistemas existentes de reciclaje de desechos electrónicos son puramente impulsados por el negocio y se han desarrollado sin ninguna intervención gubernamental.

Es evidente que Ghana aún tiene muchos desafíos en materia de tratamiento formal de residuos electrónicos, no obstante, no debe de desestimarse el crecimiento económico y social que ha tenido en los últimos años y como esto puede ser un impulso hacia la innovación y sustentabilidad, pues no debe descartarse la idea de hacer de los desechos una fuente importante de ingresos, no solo para las personas que lo trabajan sino para el gobierno y así, aminorar las

muerter a causa de envenenamiento por metales y el cuidado del medio ambiente.

Requiere de mucho trabajo, tiempo, capital e infraestructura o en otras palabras, la creación e implementación de un plan de gestión integral, pero es posible en colaboración con todos los actores que están involucrados en el proceso. Puede comenzar con aplicar las leyes en materia de residuos electrónicos, estructurar un plan de acción, contar con investigación científica que apoye en la infraestructura y el proceso adecuado de reciclaje, involucrar a la iniciativa privada, la generación de información especializada de fácil redacción para la población y buscar la colaboración con las empresas relacionadas en la producción.

No es un camino fácil pero si necesario, no solo en términos económicos, sino políticos y sociales, el cual, requiere una constante participación y capacitación por parte de los involucrados. La solución es clara, por lo que este apartado pretende hacer notar que hay nuevos y mejores caminos que guíen hacia el crecimiento a través de la sustentabilidad.

Conclusiones

Con relación a todo lo desarrollado en el presente trabajo, se puede concluir que el estudio de caso en Ghana emerge en un desarrollo desigual, en términos económicos, donde una de las regiones más sensibles es receptora de grandes cantidades de desechos electrónicos, los cuales se generan de los que más poseen sobre el que menos tienen. Aunque dicho problema no solo responde a cuestiones económicas o socioeconómicas, sino también políticas y sociales, existiendo una combinación, es decir, un desarrollo combinado, en donde se mezcla la mano de obra barata para separar y reciclar, políticas del siglo pasado y al mismo tiempo tecnología de punta para poder producir. En una sociedad que crece en la lógica consumista, que está estrechamente relacionado con el proceso de producción, la lógica de la obsolescencia y los desechos electrónicos que genera.

Los desechos pueden ser tratados mediante dos procesos de separación: minería urbana especializada y no especializada. La segunda se caracteriza por la separación de los metales preciosos contenidos en los aparatos electrónicos a través de prácticas como la quema. Específicamente en el presente trabajo se abordó el caso del vertedero de Agbogbloshie. En este vertedero se reciben desechos electrónicos de diversos países y son reciclados a través de la trituración y la quema.

Los procesos de recolección, separación y reciclaje de los desechos electrónicos en Agbogbloshie generan una serie de problemáticas a nivel económico, social y ambiental. Por lo que se sostiene que es necesario la búsqueda de alternativas sustentables dando paso a la iniciativa de la minería urbana especializada, como alternativa al manejo adecuado de la basura electrónica. Ésta consiste en la extracción de los materiales de los dispositivos electrónicos a través de un proceso adecuado, medido y especializado.

En el presente trabajo se buscó transmitir al lector la importancia de esta problemática ya que trasciende más allá de las fronteras de la zona afectada, no sólo en el sentido inmediato de los involucrados, sino en todos los factores y

actores que están inmersos en dicha problemática. Desde el impacto al medio ambiente, como un problema que gira en torno a la economía y la sociedad, manifestado en el sustento económico, la salud y el bienestar de las personas involucradas en la elaboración y desmembramiento de los aparatos electrónicos. Promoviendo legislaciones que controlen la basura electrónica y aplicar las existentes.

Los desechos que se abordan en este trabajo son los artículos de equipos electrónicos que han sido descartadas por su propietario como desperdicio. Estos aparatos incluyen en sus componentes materiales dañinos que, si no tienen un manejo especializado, pueden generar grandes consecuencias al ambiente y a la salud de quienes operen su reciclaje.

A la práctica de recuperación de estos componentes se le llama minería urbana. La cual, si se lleva a cabo mediante mecanismos controlados y una infraestructura adecuada “especializada” generar un menor impacto en el ambiente y en la salud; mientras que la segunda “no especializada” muchas veces ignora el daño que sus prácticas puedan generar.

Aunque se ha generado algunas medidas que han tenido cierta incidencia en la problemática, como fue el convenio de Basilea, hay mucho que hacer aún. Ya que algunos de los desechos que recibe Ghana son artículos que aún son “funcionales”, por eso el convenio de Basilea no regula los artículos de segunda mano y algunos desechos electrónicos. Es decir, no resuelve completamente el problema ambiental causado por el mal reciclaje de los dispositivos.

Para resolver la problemática se propone prestar especial atención a las leyes existentes tanto internacionales como nacionales y locales, que prohíben la quema a cielo abierto y se deben dar acciones punitivas más estrictas a los delincuentes que persisten en participar en tal acto ilegal. Las autoridades pertinentes deben garantizar que los trabajadores de desechos electrónicos utilicen equipos de seguridad personal adecuados cuando realicen actividades de procesamiento de desechos electrónicos. Además, existe la urgente necesidad de limpiar los suelos

contaminados en los sitios informales de descarga de desechos electrónicos en sitios de reciclaje.

El gobierno debería asociarse con sociedades civiles como GreenAd¹³¹, Pure Earth Blacksmith Institute¹³² y otras organizaciones interesadas para proporcionar a los trabajadores informales de desechos electrónicos la capacitación necesaria en el procesamiento ambientalmente racional de desechos electrónicos, utilizando herramientas simples. Y lo que es más importante, existe la necesidad de establecer un sistema coordinado de recolección y reciclaje de desechos electrónicos en Ghana, que involucre tanto al sector formal como al informal. El gobierno debe promover, asociar y proporcionar incentivos para que el sector privado establezca plantas de procesamiento de reciclaje de desechos electrónicos en el país. También deberían establecerse medidas sostenibles para proporcionar a los trabajadores de desechos electrónicos una fuente de sustento alternativa y atractiva.

Además, existe la necesidad de que la EPA y las Asambleas Metropolitanas y las Autoridades Municipales colaboren con grupos de Sociedades Civiles como Ports Environmental Network-Africa (PENAf)¹³³ y GreenAd para aumentar la conciencia de los importadores, minoristas, consumidores y trabajadores informales de residuos de la Unión Europea y al público en general sobre los peligros asociados con la eliminación y el reciclaje incorrectos de los desechos electrónicos.

¹³¹ Agencia de publicidad cuyo objetivo es promover productos que sean buenos para el planeta, la salud y el bienestar de los ciudadanos y consumidores. GreenAd; *who we are* [en línea], Francia, Dirección URL: <https://www.greenad-agency.com/portfolio/scream/> [consulta: 03 de febrero de 2019].

¹³² Organización Internacional sin fines de lucro dedicada a resolver problemas de contaminación en países de ingresos bajos y medios, donde la salud humana está en riesgo. Blacksmith Institute; *who we are* [en línea], 1999, <https://www.pureearth.org/who-we-are/> [consulta: 03 de febrero de 2019].

¹³³ Organización sin fines de lucro que busca mejorar el desempeño ambiental en África creando una plataforma para estimular discusiones, intercambiar información y experiencias y encontrar soluciones prácticas a los desafíos ambientales que enfrentan los puertos africanos y ponerlos en el camino de la gestión y el rendimiento ambiental eficaz, eficiente y proactivo. PENAf; *who we are* [en línea], Dirección URL: <https://penaf.org/> [consulta: 10 de febrero de 2019].

Además, es importante que la División de Aduanas de la Autoridad de Ingresos de Ghana, EPA, GSA, Comisión de Energía, Seguridad Nacional, GPHA¹³⁴ y otras agencias reguladoras relevantes fomenten y fortalezcan las colaboraciones entre sí, así como con otras agencias internacionales de cumplimiento, incluida la Interpol, en el monitoreo y la supervisión. Evitando los envíos de residuos electrónicos a Ghana. El intercambio de experiencia y el intercambio de información e inteligencia entre las autoridades de cumplimiento relevantes se consideran enfoques de colaboración útiles para abordar el problema de los envíos de residuos electrónicos transfronterizos.

Para reducir o evitar las entradas de equipos eléctricos y electrónicos no funcionales o las importaciones de desechos electrónicos en Ghana, también es importante que las autoridades de aplicación relevantes en el puerto forjen la colaboración con puertos privados y partes interesadas marítimas, incluidas las compañías navieras, operadores de terminales, importadores y agentes de carga/agentes de compensación. Además, los importadores de equipos eléctricos y electrónicos usados deben ser educados sobre la necesidad de probar la funcionalidad de UEEE antes de la importación, e importar solo productos eléctricos y electrónicos usados funcionales a Ghana.

Para garantizar la protección de la salud humana y el medio ambiente frente a los peligros asociados con el manejo inadecuado de los desechos electrónicos, el AAE¹³⁵ de Ghana, las Asambleas Metropolitanas y las Autoridades Municipales deben comenzar urgentemente a embarcarse en el monitoreo frecuente de las actividades de desechos electrónicos informales de los trabajadores en los

¹³⁴ Autoridad de puertos y puertos de Ghana: Es una Corporación Estatutaria establecida bajo la Ley del Consejo de Defensa Nacional Provisional de Ghana de 1986 para construir, planificar, desarrollar, administrar, mantener, operar y controlar puertos en Ghana. Autoridad de puertos y puertos de Ghana; *who we are* [en línea], Dirección URL: <https://www.gsa.gov.gh/> [consulta: 03 de marzo de 2019].

¹³⁵ Eva Valera Fernández, *Acuerdos de Asociación Económica 2011 entre la Unión Europea y Ghana* [en línea], 29 pp., España, Universidad Complutense de Madrid, 09 de abril de 2012, Dirección URL: file:///C:/Users/Biblioteca_03/Downloads/39546-Texto%20del%20art%C3%ADculo-49361-3-10-20120704.pdf [consulta: 13 de octubre de 2018]. pp. 56-58.

desguaces/sitios de reciclaje de desechos electrónicos y se aseguran de que cumplan con las leyes vigentes sobre medio ambiente, salud y seguridad.

Junto con esto se propone medidas que puedan garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores que recolectan y reciclan los desechos, proporcionando además infraestructura especializada. Así como una campaña para la limpieza los suelos y agua contaminados. Y en la promoción de una cultura que combata la ignorancia respecto al daño ocasionado por los materiales dañinos.

Finalmente son las autoridades locales, nacionales, la participación pública y privada la que debe solventar planes a corto y mediano plazo, además de desarrollar propuestas y regulaciones que establezcan un plan de gestión integral que pueda ser viable y fomentar programas de educación ambiental que involucre a todos los ciudadanos.

Ghana aún tiene un gran camino que recorrer en estos temas, pero es posible con la participación de todos los actores, especialmente del gobierno, que haga valer las leyes y facilite la información y capacitación tanto a las personas que trabajan en el reciclaje de los electrónicos, como a los que lo consumen y desechan.

Glosario

Aparatos eléctricos y electrónicos: Aparatos que necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos para poder funcionar , destinados a ser utilizados con una tensión nominal no superior a los 1000 V en corriente alterna y 1 500 V en corriente continua, y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos.

Ciclo de vida: son los cambios que sufre un dispositivo a lo largo de su vida útil, se inicia cuando se crea, se usa hasta que se vuelve obsoleto y tiene que desecharse.

Distribuidor de aparatos electrónicos: toda persona física o moral que suministre aparatos electrónicos en condiciones comerciales a otras personas o entidad, con independencia de venta utilizada.

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

E-waste: termino en inglés que refiere a los aparatos eléctricos y electrónicos.

Generador: cualquier persona, física o moral, cuya actividad produzca residuos o desechos electrónicos. Pude ser importador, fabricante, comercializador, distribuidor y el mismo consumidor te aparatos electrónicos.

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

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

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

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

Minería urbana: Son todas las actividades y procesos relacionados con la recuperación de compuestos, energía y elementos de productos, edificios y residuos generados a partir de ciclos urbanos

Minería urbana no especializada: la separación de los materiales de los aparatos electrónicos sin aditamentos, herramientas o procesos especiales para el cuidado de la salud y el ambiente.

Minería urbana especializada: es la separación de los metales de los electrónicos con conocimientos, instalaciones y equipo especializado.

Obsolescencia: refiere a los electrónicos que han llegado al fin de su vida útil o valor de uso de un artefacto o servicio en función del tiempo, de modo que se vuelve obsoleto o inservible.

Productor de aparatos electrónicos: toda persona física o moral que fabrique y venda aparatos electrónicos con marcas propias, o coloque en el mercado con marca propia aparatos fabricados por terceros y los que lo importen.

Reacondicionamiento: procedimiento técnico con el que se establecen las condiciones funcionales y estéticas de un aparato electrónico con el fin de ser usado en un nuevo ciclo de vida.

Recuperación: toda actividad vinculada al rescate de los residuos de los aparatos electrónicos desechados por los generadores a efectos de su valorización, tratamiento o su disposición final.

Reutilización: toda operación que permita prolongar la vida útil y uso de los residuos de aparatos electrónicos o algunos de sus componentes.

Reciclaje: todo proceso de extracción y transformación de los materiales o componentes de los residuos de aparatos electrónicos para su aplicación como insumos productivos.

Residuos de aparatos electrónicos: aparatos electrónicos, sus materiales componentes, consumibles y subconjuntos que forman parte de los mismos, que su poseedor decida desechar o tenga la obligación legal de hacerlo.

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

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

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

Valorización: Toda acción o proceso que permita el aprovechamiento de los residuos de aparatos electrónicos, así como de los materiales que lo conforman, teniendo en cuenta condiciones de protección del ambiente y la salud. Se encuentran comprendidos en la valorización los procesos de reutilización y reciclaje.

Vertedero controlado: es una instalación para almacenamiento de residuos en superficie o subterráneo por tiempo indefinido en condiciones de total seguridad para el medio ambiente, provisto de las medidas constructivas y de control oportunas para garantizar que no se produzca la contaminación del medio.

Fuentes de consulta:

- Ambassade de France au Ghana service economique d'Accra, *Le secteur de traitement des déchets électroniques au Ghana en 2019* [en línea], 3 pp., Francia, abril de 2019, Dirección URL: <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/41652494-d635-42e2-bc58-3ae02fa29a12/files/3a8caafe-37af-4d0b-97e5-bae3be0a3ce7> [consulta: 20 de enero de 2019].
- Antonio Vega, Omar, *Efectos colaterales de la obsolescencia tecnológica* [en línea], 8 pp. 29 de junio de 2012, Dirección URL: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4222752.pdf> [consulta: 18 de septiembre de 2017].
- Aryeetey, Ernest; Fosu, Augustin, *Explaining African Economic Growth Performance: The Case of Ghana* [en línea], 82 pp., Whashington, D.C., African Economic Research Consortium, Project on Explaining African Economic Growth Performance, mayo 2002, Dirección URL: file:///C:/Users/Biblioteca_04/Documents/Ghana2.pdf [consulta: 15 de octubre de 2018].
- Arroyo Calle, Adrián, *Obsolescencia Programada* [en línea], 7 pp., 01 de abril de 2015, Dirección URL: <http://adrianistan.eu/obsolescencia-programada/latex/obsolescencia-programada.pdf>. [consulta: 11 de septiembre de 2017].
- Autoridad de puertos y puertos de Ghana; *who we are* [en línea], Dirección URL: <https://www.gsa.gov.gh/> [consulta: 03 de marzo de 2019].
- Balde, C.P.; Forti, V., Gray, V.; Kuehr, R.; Stegmann P. *Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2017* [en línea], 116 pp., Dirección URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Documents/GEM%202017/GEM%202017-S.pdf> [consulta: 16 de enero de 2018].
- Banco Mundial, “Tasa de la incidencia de la pobreza”, [En línea] Dirección URL: https://datos.bancomundial.org/pais/ghana;http://hdr.undp.org/sites/default/files/HDR2016_SP_Overview_Web.pdf [consulta 21 de octubre 2018].
- Banco Mundial, *Esperanza de vida*, [en línea] Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.LE00.IN?locations=GH&view=chart> [consulta 21 de octubre 2018].
- Banco Mundial, *Tasa de alfabetización* [en línea], Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.ADT.LITR.MA.ZS?locations=GH> [consulta: 02 de enero de 2019].

- Banco Mundial, *Tasa de mortalidad* [en línea], Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SH.DYN.MORT> [consulta: 02 de enero de 2019].
- Banco Mundial, *Emisiones de CO2* [en línea], Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC?locations=GH> [consulta: 05 de noviembre de 2018].
- Banco Mundial, *Población de Ghana* [en línea], Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?locations=GH&view=chart> [consulta: 28 de mayo de 2019].
- Banco Mundial, *Producto Interno Bruto (PIB)* [en línea], Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?locations=GH&view=chart> [consulta: 02 de mayo de 2019].
- Banco Mundial, *Índice Nacional Bruto* [en línea], Dirección URL: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GNP.PCAP.CD?locations=GH&view=chart> [consulta: 03 de mayo de 2019].
- Blacksmith Institute; *who we are* [en línea], 1999, <https://www.pureearth.org/who-we-are/> [consulta: 03 de febrero de 2019].
- Briz i Godino, Iván, *Producción y consumo* [en línea], 9 pp., Dirección URL: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/11045/1/Producci%C3%B3n%20y%20consumo.pdf> [consulta: 03 de junio de 2018].
- Castells, Manuel, *La sociedad red: una visión global, España*. Editorial S.A Madrid, 2006, primera edición, 209 pp.
- Cibras; *¿Qué es una cibra?* [en línea], Dirección URL: <https://www.cribas.com.es/> [consulta: 16 de enero de 2019].
- City Waste Limited; *Establishing formal and responsible waste and e-waste management* [en línea], Accra, 2002, Dirección URL: <https://seed.uno/enterprise-profiles/city-waste-recycling> [consulta: 03 de enero de 2019].
- Constitute; *Ghana's Constitution of 1992 with amendments through 1996, artículo 36, apartado 9* [en línea], 155 pp., Ghana, 18 de abril de 2016, Dirección URL: <http://aceproject.org/ero-en/regions/africa/GH/ghana-constitution-1992-with-amendments-through/> [consulta: 02 de diciembre de 2018].
- EcuRed; *Corriente de Foucault* [en línea], Dirección URL: [https://www.ecured.cu/Corriente de Foucault](https://www.ecured.cu/Corriente%20de%20Foucault) [consulta: 16 de enero de 2019].
- Eva Valera Fernández, *Acuerdos de Asociación Económica 2011 entre la Unión Europea y Ghana* [en línea], 29 pp., España, Universidad Complutense de Madrid, 09 de abril de 2012, Dirección URL: [file:///C:/Users/Biblioteca 03/Downloads/39546-](file:///C:/Users/Biblioteca%2003/Downloads/39546-)

[Texto%20del%20art%C3%ADculo-49361-3-10-20120704.pdf](#) [consulta: 13 de octubre de 2018].

- Fernández Protomastro, Gustavo, *Minería urbana y la gestión de los residuos electrónicos* [en línea], 33 pp., Asociación para el estudio de residuos sólidos (ARS), 2013, Dirección URL: <http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2013/09/Libro-Minier%C3%ADa-Urbana-y-RAEE-Capitulo-1-de-14.pdf>, [consulta: 24 de septiembre de 2018].
- Forti V.; Gray V.; Kuehr R.; Stegmann P., *The global e-waste monitor 2017*, Organización de Naciones Unidas (ONU), Unión Internacional de Comunicaciones (ITU), Asociación Internacional de Basura Solida (ISWA), [en línea] 116 pp., 2017, Dirección URL: https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6341/GlobalEwaste_Monitor_2017_electronic_single_pages_.pdf [consulta: 05 de febrero 2018].
- Forti V.; Balce C.P.; Kuehr R., *e-waste statistics: Guidelines on classification reporting and indicators*, [en línea], 37 pp., Universidad de las Naciones Unidas, Inglaterra, segunda edición, 2018, Dirección URL: https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6477/RZ_EWaste_Guidelines_LoRes_.pdf [consulta: 03 de octubre de 2018].
- Gaiker; *Reciclado de Materiales: perspectivas, tecnologías y oportunidades* [en línea], 130 pp., Facultad de ciencias exactas, físicas y naturaleza de la Universidad Nacional de Córdoba, España, Abril 2007, Dirección URL: http://www.bizkaia21.eus/fitxategiak/09/bizkaia21/Territorio_Sostenible/dokumentuak/20100902123356112_Informe_Reciclaje.pdf?hash=d9cfda6dec0db73b9892f554874b8ddf [consulta: 07 de enero de 2019].
- García Espino, Fátima; Bustamante Monte, Lilia Patria; García Fabila, María, “Presencia de ftalatos en bebidas en el Estado de México”, [en línea], 13 pp., Estado de México, *Revista Iberoamericana para la Investigación y desarrollo educativo*, Publicación #11 julio-diciembre 2013, Dirección URL: file:///C:/Users/Biblioteca_03/Downloads/1370-2206-1-PB.pdf [consulta: 06 Febrero de 2018].
- García Fernández, Belén; Boquete, Teresa, *Basura electrónica: un mundo dividido*, México, Pigmalión, 2006, primera edición, 109 pp.
- García Morales Lino; Gutiérrez Colino, Victoria, *Resiliencia tecnológica* [en línea], 154 pp., Murcia (España) 02 de mayo de 2014, Dirección URL: <http://revistas.um.es/api/article/download/219241/171701> [consulta: 12 de octubre de 2017].
- Gómez Aguilera, José Luis, *Minería Urbana: Recuperación de Metales y Elementos Estratégicos de Ciclos Urbanos* [en línea], 67 pp., Barcelona, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, enero 2018, Dirección URL:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/115333/memoria-tfg-jose-luisgomez-aguiler.pdf> [consulta: 15 de mayo de 2018].

- González Ávila, María Eugenia, *Residuos de aparatos electrónicos y eléctricos*, México, El Colegio de la Frontera Norte, A.C., 2012, primera edición, pp. 122.
- González, Orelvis, *Los retardantes de fuego* [en línea], 4 pp., mayo 2009 Dirección URL: <http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/docTec/08121037131692233724fuego1.pdf> [consulta: 10 de Junio de 2018].
- Ghana Investment Promotion Centre GIPC; *RLG Communications Ltd* [en línea], Ghana, Dirección URL: <https://www.gipcghana.com/previous-gc-100-editions/2014-edition/89-ghana-club-100/sector-leaders/359-rlg-communications-ltd.html> [consulta: 12 de Noviembre de 2018].
- Ghana Standards Authority; Who we are [en línea], Ghana, Dirección URL: <https://www.gsa.gov.gh/about/> [consulta: 20 de enero de 2019].
- Grant, Richard; Oteng-Ababio, Martin, *Mapping the Invisible and Real African Economy: Urban E-Waste Circuitry*. Urban Geography, 2013, [en línea], Dirección URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2747/0272-3638.33.1.1> [consulta: 14 de octubre de 2018].
- GreenAd; *who we are* [en línea], Francia, Dirección URL: <https://www.greenad-agency.com/portfolio/scream/> [consulta: 03 de febrero de 2019].
- Greenpeace; *Envenenando la pobreza; residuos electrónicos en Ghana* [en línea], 20 pp., España, agosto de 2008, Dirección URL: <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/contaminacion/envenenando-la-pobreza.pdf>. [consulta: 05 de agosto de 2015].
- Greenpeace; *Minería y Basura electrónica: el manejo irracional de los recursos* [en línea], 25 pp., marzo 2012, Dirección URL: <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2012/contaminacion/informe-raee-V.pdf> [consulta: 13 de mayo de 2018]. GSMA; “E-waste en América Latina: Análisis estadístico y recomendaciones de política pública”, [en línea], 38 pp, Universidad de las Naciones Unidas, 2015, Dirección URL: <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2015/11/gsma-unu-ewaste2015-spa.pdf> [consulta: 05 de noviembre de 2018].
- Hierro, Lola, “El primer país con una red de drones para repartir vacunas y sangre” [en línea], España, *El país*, 03 de mayo de 2019, Dirección URL: https://elpais.com/elpais/2019/04/24/planeta_futuro/1556131039_489185.html, [consulta: 22 de junio de 2019].
- IDC; *Smartphone Vendor*, 2017, [en línea] Dirección URL: <https://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/vendor> [consulta 20 de junio 2018].

- Índigo Proambiental S.A.P.I. DE C.V., “Plan de manejo de residuos de aparatos electrónicos y eléctricos RAEE”, [en línea], 42 pp., 2014, Dirección URL: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190023/Plan de Manejo de Residuos de Aparatos electronicos y electricos RAEE.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190023/Plan_de_Manejo_de_Residuos_de_Aparatos_electronicos_y_electricos_RAEE.pdf) [consulta: 26 de agosto 2017].
- Jiménez, Ginna A.; Torres, Robinson; Parra, Mario, “Metodología Ácida para la cuantificación de metales desde residuos electrónicos”, [en línea]. Colombia, Revista Colombiana de Materiales No. 5, 2012, Dirección URL: <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/materiales/article/viewFile/19206/16501> [consulta: 08 de junio de 2018].
- Joseph A. Yaro, *The Social Dimensions of Adaptation to Climate Change in Ghana* [en línea], 105 pp., The World Bank, Washington, DC., 2010, Dirección URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/513441468326170992/pdf/589020NWP0EACC10Box353823B01public1.pdf> [consulta: 10 de noviembre de 2018].
- Kwabia Boateng; E. Ofori-Sarpong, *An Analytical Study of the Labour Market for Tertiary Graduates in Ghana* [en línea], 76 pp., Banco Mundial, 2002, Dirección URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.507.2477&rep=rep1&type=pdf> [consulta: 12 de octubre de 2018].
- Larrea Jiménez de Vicuña, José Luis, *El desafío de la innovación: de la sociedad de la información en adelante*, Barcelona, 2014, Editorial de la Universidad Oberta de Cataluña, primera edición, 232 pp.
- La Enciclopedia Biográfica; *Sociólogo estadounidense: Vance Packard 1914-1996*, Biografías y vidas [en línea], Dirección URL: <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/p/packard.htm> [consulta: 12 de noviembre de 2017].
- Leechor, C., *Adjustment in Africa: Lessons from country case studies*, Washington, D.C., Ishrat Husain and Rashid Faruqee, World Bank 1994, primera edición, pp. 436.
- LIMASA; *Categoría de aparatos electrónicos y electrónicos* [en línea], Málaga (España), Dirección URL: <http://www.limasa3.es/buenas-practicas/en-la-gestion-de-raee/categorias-de-aparatos-electricos-y-electronicos> [consulta: 20 de octubre de 2017].
- Macha, J.; Harris B.; Garshong, B.; Ataguba, J.E.; Akazili, J.; Kuwawenaruwa A.; Josephine, B., *Factors influencing the burden of health care financing and the distribution of health care benefits in Ghana, Tanzania and South Africa*, 2012, [en línea], 9 pp., Dirección URL: https://academic.oup.com/heapol/article/27/suppl_1/i46/603713#9979111 [consulta: 12 de octubre de 2018].

- Ministry Responsible for Environment and science; *Management of ozone depleting substances and products regulations* [en línea], 21 pp., Ghana, Dirección URL: <http://www.epa.gov.gh/ghanalex/acts/Acts/MANAGEMENT%20OF%20OZONE%20DEPLETING%20SUBSTANCES%20AND%20PRODUCTS%20REGULATIONS,2005.pdf> [consulta: 16 de diciembre de 2018].
- Montero Bermúdez, Ricardo Andrés, *Diseño del proceso de recuperación de metales de procesadores y tarjetas de circuitos impresos de computadoras descartadas mediante lixiviación en columna* [en línea], 184 pp., Escuela Politécnica Nacional, diciembre 2012, Dirección URL: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5421/1/CD-4602.pdf> [consulta: 27 de abril de 2018].
- Muñoz Portero, María José, *Extracción de metales por hidrometalurgia: Procesamiento de cobre y cinc* [en línea], 9 pp., Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, 2010, Dirección URL: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/68321/Mu%C3%B1oz%20-%20Extracci%C3%B3n%20de%20metales%20por%20hidrometalurgia%3A%20Procesamiento%20de%20cobre%20y%20cinc.pdf?sequence=1%20\[consulta:%2028%20de%20mayo%20de%202018\]](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/68321/Mu%C3%B1oz%20-%20Extracci%C3%B3n%20de%20metales%20por%20hidrometalurgia%3A%20Procesamiento%20de%20cobre%20y%20cinc.pdf?sequence=1%20[consulta:%2028%20de%20mayo%20de%202018]) [consulta: 28 de mayo de 2018].
- Oficina de información diplomática, *República de Ghana* [en línea], Dirección URL: <https://www.camarazaragoza.com/productos/comerciointernacional/promocion/acciones-de-promocion-exterior/listado-de-acciones-de-promocion-exterior/mision-comercial-a-ghana-y-costa-de-marfil/> [consulta: 11 de octubre 2018].
- Organización Mundial de la Salud (OMS), *Ghana*, [En línea], Dirección URL: <https://www.who.int/countries/gha/es/> [consulta: 15 de noviembre de 2018].
- Organización Meteorológica Mundial; Departamento de servicios meteorológicos de Ghana [en línea], Ghana, Dirección URL: <http://wwis.aemet.es/es/city.html?cityId=921> [consulta 11 de noviembre de 2018].
- Ottaviani, Jacobo, *La Republica de la basura electrónica*, [en línea], El país, 2015, Dirección URL: <https://elpais.com/especiales/2015/basura-electronica/> [Consulta 11 de noviembre de 2017].
- Parliament of the Republic of Ghana; *Environmental Protection Agency Act, 1994 Act 940*, Sección 2 [en línea], 17 pp., Ghana, 1994, Dirección URL: <https://www.lexadin.nl/wlg/legis/nofr/oeur/arch/gha/490.pdf> [consulta: 05 de diciembre de 2018].
- Parliament of the Republic of Ghana; *Environmental Assessment Regulations 1999* [en línea], 25 pp., Ghana, 1999, Dirección URL:

<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gha78169.pdf> [consulta: 05 de diciembre de 2018].

- Parliament of the Republic of Ghana; *Customs, excise and preventive SERVICE (Management) Law, 1993, (P.N.D.C.L 330)* [en línea], 130 pp., Ghana, 1993, Dirección URL: <https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/en/gh/gh007en.pdf> [consulta: 16 de diciembre de 2018].
- Parliament of the Republic of Ghana; *Export and Import Act 1995 (Act 503)* [en línea], 9 pp., Ghana, 1995, Dirección URL: http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/gha3r1_t.pdf [consulta: 17 de diciembre de 2018].
- Parliament of the Republic of Ghana; *Energy Efficiency Regulations, 2008 L.I. 1932* [en línea], 4 pp., Ghana, 2008, Dirección URL: http://www.energycom.gov.gh/files/LI_1932.pdf [consulta: 17 de diciembre de 2018].
- Parliament of the Republic of Ghana; *Environmental Protection Agency of Ghana: Hazardous and electronic waste management bill. Draft version as of 2011* [en línea], 9 pp., Accra, octubre 2014, Dirección URL: <https://www.oeko.de/oekodoc/2142/2014-695-en.pdf> [consulta: 19 de diciembre de 2018].
- PENAF; *who we are* [en línea], Dirección URL: <https://penaf.org/> [consulta: 10 de febrero de 2019].
- PNUMA, *Convenio de Basilea: Sobre el control de movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación* [en línea] pp. 126 Dirección URL: http://www.basel.int/portals/4/basel%20convention/docs/text/baselconvention_text-s.pdf [consulta: 16 de julio 2016].
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA; *New European Union Directive on E-waste Comes into Force* [en línea], Geneva/Nairobi, 15 de agosto de 2012, Dirección URL: <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/new-european-union-directive-e-waste-comes-force> [consulta: 07 de agosto de 2018].
- PROMEXICO; *Diagnostico Sectorial: Industria electrónica*, [en línea], 35 pp., México, 2014, Dirección URL: <http://www.promexico.gob.mx/documentos/diagnosticos-sectoriales/electronico.pdf> [consulta: 10 de junio de 2018].
- Puig Llobet, Montserrat; Sabater Mateu, Pilar; Rodríguez Ávila, Nuria, *Necesidades Humanas: Evolución del concepto según la perspectiva social* [en línea], 12 pp., Barcelona (España), Universidad de Barcelona, Septiembre 2012, Dirección URL:

<http://www.apostadigital.com/revistav3/hemeroteca/monpuigllob.pdf>

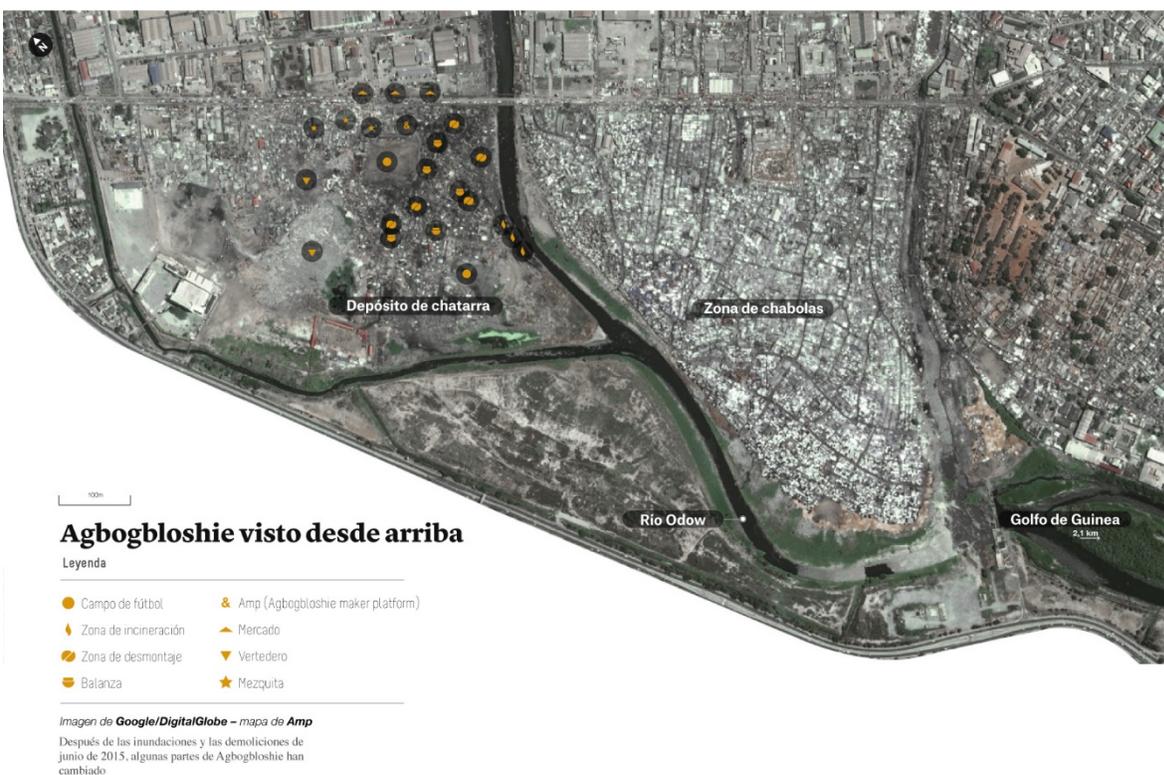
[consulta: 12 de mayo de 2018].

- Ramírez López, Pedro Daniel, *Obsolescencia Tecnológica Programada* [en línea], 31 pp., Asunción (Paraguay), 24 de septiembre de 2012, Dirección URL: http://jeuazarru.com/wpcontent/uploads/2014/10/obsolescencia_tecnologica_programada.pdf [consulta: 12 de noviembre de 2017].
- Rocha, Laura, “Los 10 países más afectados por el cambio climático” [en línea], Argentina, *La Nación*, 08 de Noviembre de 2016, Dirección URL: <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/los-10-paises-mas-afectados-por-el-cambio-climatico-nid1954354> [consulta: 05 de noviembre de 2018].
- ROLLIER; *Conceptos básicos de las cribas vibrantes* [en línea], España, dirección URL: <https://rollier.com/es/que-son-como-funcionan-para-que-sirven-las-cribas-vibrantes/> [consulta: 16 de enero de 2019].
- *Ruediger Kuehr yFeng Wang*, Rich and poor nations can link up to recycle waste [en línea], Universidad de las Naciones Unidas, enero 2015, Dirección URL: <https://unu.edu/publications/articles/rich-and-poor-nations-can-link-up-to-recycle-e-waste.html> [consulta: 18 de Septiembre de 2019].
- s/a. *Circuitos impresos* [en línea], 7 pp., Dirección URL: <https://www.acomee.com.mx/TARJETA%20ELECTRONICA.pdf> [consulta: 13 de abril de 2018].
- s/a, *La metalurgia* [en línea], 14 pp., Santiago de Chile, Universidad de Santiago de Chile Hidrometalurgia, Dirección URL: <http://metalurgia.usach.cl/sites/metalurgica/files/paginas/capitulo14.pdf> [consulta: 22 de mayo de 2018].
- s/a, *Oro y Finanzas* [en línea], Diario digital del dinero, Dirección URL: <https://www.oroymasfinanzas.com/tag/wgc-world-gold-council-consejo-mundial-del-oro/> [consulta: 20 de abril de 2018].
- s/a, *¿Qué es minería?* [en línea], CONCEPTODEFINICIÓN.DE, 09 de marzo de 2011, Dirección URL: <http://conceptodefinicion.de/mineria/> [consulta: 07 de marzo de 2018].
- s/a, *17 marcas de celulares que lideran el mundo* [en línea], 02 de enero de 2018, Dirección URL: <http://comofuncionaque.com/17-marcas-de-celulares-que-lideran-el-mundo/> [consulta: 11 de junio de 2018].
- s/a, *Residuos de aparatos electrónicos y eléctricos.* [en línea] Dirección URL: http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esofisicaquimica/3quincena11/3q11_contenidos_5a.ht [consulta: 10 de noviembre de 2017].
- Servicio Geológico Mexicano (SGM); “Sistema Integral sobre Economía Minera (SINEM)” [en línea], Dirección URL: https://www.sgm.gob.mx/SINEMGobMx/precio_metales.jsp [consulta 09 mayo 2017].

- Stanturf J.A.; Warren Jr. M.L.; Charnley, S.; Polasky S.C.; Goodrick S.L.; Armah F.; Nyako Y.A, *Ghana Climate Change Vulnerability and Adaptation Assessment*. [en línea], 258 pp., USAID, Washington, DC., 2011, Dirección URL: [http://www.encapafrika.org/documents/biofor/Climate%20Change%20Assesment Ghana %20FINAL.pdf](http://www.encapafrika.org/documents/biofor/Climate%20Change%20Assesment%20FINAL.pdf) [consulta: 16 de octubre de 2018].
- The Global Economy; Ghana: *tasa de desempleo* [en línea], Dirección URL: https://es.theglobaleconomy.com/Ghana/Unemployment_rate/ [consulta: 14 de octubre de 2018].
- UIT; *Sobre la Unión Internacional de Telecomunicaciones* [en línea], Dirección URL: <https://www.itu.int/es/about/Pages/default.aspx> [consulta: 05 de agosto de 2018].
- United States Agency International Development USAID; *Climate Change Adaptation in Ghana, 2012* [en línea], 4 pp., Estados Unidos, Dirección URL: https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/ghana_adaptation_fact_sheet_jan2012.pdf [consulta: 01 de noviembre de 2018].
- Vance Packard, *The waste makers* [en línea] 349 pp., New York (EE.UU.), diciembre de 1960, Dirección URL: <http://krishikosh.egranth.ac.in/bitstream/1/2027517/1/HS1273.pdf> [consulta: 17 de octubre de 2017].
- William Kremer, “¿De verdad los celulares usados son una mina de oro?”, [en línea], Reino Unido, *BBC Mundo*, 31 de agosto de 2014, Dirección URL: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140826_oro_telefonos_finde_dv, [consulta: 06 de agosto de 2017].
- Zoomlion Ghana; *Waste Management Experts* [en línea], Ghana, enero de 2006, Dirección URL: <http://www.zoomlionghana.com/index.php/en/> [consulta: 03 de enero de 2019].
- Zygmunt Bauman, *Vida de Consumo*, México D, F., Fondo Cultura Económica, 2009, primera edición, 308 pp.

Anexos

Anexo 1: Mapa del depósito de Agbogbloshie



Fuente: Jacopo Ottaviani, *La Republica de la basura electrónica*, [en línea], El país, 2015, Dirección URL: <https://elpais.com/especiales/2015/basura-electronica/> [Consulta 11 de noviembre de 2017].

Anexo 2: Vertederos de reciclaje más importantes en el mundo.

Vietnam	Se detectó en tres sitios de reciclaje como Trang Minh (suburbio de la ciudad de Hai Phong), Mai Dong Dau y Bui (provincia de Hung Yen), un sitio de referencia (la patital de Hanoi) que muestras de leche materna humana presentaban niveles considerables de PBC, PBDE y HBCD, que estaban relacionados con la dieta , muestras que los PCB clorados y bromados PBDE se detectaron en mujeres recicladoras, lo que sugiere una alta exposición a estos compuestos en las actividades de reciclaje de residuos electrónicos , posiblemente a través de la inhalación e ingesta de polvo.
China	Se detectó dioxina como carga corporal en grupos de mujeres en edad fértil que trabajan con recicladoras en Taizhou (provincia de Zhejiang), y un sitio de referencia (ciudad de Lin'an, misma provincia a unos 245 km de Taizhou). Dicha sustancia estaba presente en la leche materna, placenta y pelo, indicando además que presentaban niveles significativamente más altos de bifenilos policlorados, dibenzo-p-dioxinas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/Fs) en donde las mujeres que trabajan en zonas de reciclaje los integran a su cuerpo por la misma actividad y al consumir sus alimentos ahí mismo.
Nigeria y China	En la última década, China y Nigeria han sido los destinos principales para eliminar este tipo de residuos y con ello poner en riesgo a sus poblaciones. Así, se compara el nivel de contaminación en suelos y plantas en ambos países, lo que resultó en que los niveles de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), bifenilos policlorados (PCB) y esterres de difenilo polibromados (PBDE) en suelos y plantas era alto. En lo que refiere a los linfocitos humanos, se detectó que los componentes de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos pueden ser tóxicos y genotóxico, y al acumularse pueden tener efectos adversos en la salud de los individuos expuestos a este tipo de sustancias.
China	Un estudio realizado en talleres de una comunidad de recicladores de Guiyu, Vhina, indicó que el polvo que se encuentra en estos lugares presenta niveles de concentraciones de Pb, Cu, Zn, y Ni al igual que en el polvo de los caminos adyacentes, además lugares cercanos como el patio del colegio y el mercado de los alimentos presentan niveles altos de estos metales. Así, la evaluación de riesgo es alta para la salud humana de los trabajadores y los residentes locales de Guiyu, especialmente los niños, por lo que se sugiere una investigación urgente sobre metales pesados y el impacto relacionado a la salud y el medio ambiente [...]

Ghana	La exposición humana a los bifenilos policlorados (PCB) y retardantes de llama bromados , tales como los éteres de difenilio polibromados (PBDE) y hexabromocyclododecanes (HBCD), se evaluó en Ghana en muestras de leche materna recolectadas en 2014 y 2009, indicando que aun cuando Ghana es un país industrializado, en comparación con muchos países asiáticos y europeos, se han detectado aumentos significativos en las concentraciones de PCB y PBDE en los últimos años, provenientes de aceites sucios y el reciclaje que se daba en condiciones inseguras, lo cual se reflejó en los niveles altos que presentaba la leche materna de trabajadoras que se ubicaban en las grandes ciudades de Ghana.
-------	--

Fuente: María Eugenia González Ávila, “Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos”, México, Colegio de la Frontera Norte, 2012, primera edición, p. 22.

Anexo 3: Características y efectos de los residuos de aparatos electrónicos en la salud y en el ambiente

Sustancia	Características	Efectos en humanos	Impacto en el medio ambiente
*Bifenilos policlorados (PCB)	Este tipo de compuestos presenta una gran estabilidad química, térmica y biológica, baja presión de vapor y constantes dieléctricas, lo cual, lo ha llevado a ser usado como fluidos aislantes refrigerantes en los condensadores y transformadores de los equipos electrónicos, para el impregnado de algodón y asbesto, como agentes plastificantes y aditivos para algunas pinturas epoxicas	Un inadecuado desmontaje y exposición con estos compuestos puede causar anemia, daños en la piel, hígado, estómago y tiroides. El contacto con estas sustancias es muy riesgoso para mujeres embarazadas, pudiendo causar cáncer.	Es compuesto poco soluble y de ser enterrado en basureros o rellenos sanitarios, puede filtrarse en las capas de la tierra, contaminando el agua y afectando la cadena de producción de algunos alimentos.
**Tetrabromo Bisfenol A (TBBA)	Es un retardante de llama que se utiliza en las tarjetas integradas en las computadoras. Este compuesto representa 50% del total de los retardantes de llama bromados que se producen en el mundo. Cerca de 96% de las tarjetas contiene este químico, el cual representa entre 1 a 2% de su peso.	Ha demostrado que puede interferir con el transporte y metabolismo de algunas hormonas. Además, tóxico para organismos acuáticos.	Es reactivo y se une muy bien al plástico que protege. Este hecho dificulta que pueda liberarse al medio ambiente, siendo además biodegradable. Sin embargo, uno de los productos de esta biodegradación es el bifenol, que ocasiona daños en el sistema endocrino. No se disuelve bien en agua y tiende a unirse en la tierra, medios por los cuales llega a los alimentos. Así, se magnifican a lo largo de una cadena alimenticia de 20 a 3200 veces.
Bifenilos polibromados (PBB)	Esta sustancia originalmente se agregó a los plásticos de los equipos	La exposición a esta sustancia puede provocar daños en los riñones,	Logra disolverse pobremente en el agua, pero se adhiere

	electrónicos para reducir su inflamabilidad, sin embargo, la producción del PBB fue detenida en Estados Unidos en 1976 y en el mundo en 2000	hígado y la glándula tiroides. Los fetos expuestos tienen problemas en el sistema endocrino, de igual manera se sospecha que el PBB es cancerígeno.	fuertemente al suelo, por lo cual es la vía de entrada a los alimentos y se magnifica a lo largo de la cadena alimenticia.
Esteres de difenilo polibromados (PBDE)**	Es otro retardante de llama bromado que varía en número de átomos bromados, llegando a haber 209 variaciones. Sólo tres tipos son los más vendidos comercialmente (penta, octa y deca), que son utilizados en los equipos electrónicos. En el caso de octa se utiliza en las carcasas de alto impacto y deca es utilizado en el aislamiento de cables. A pesar de que la producción de esta sustancia ha decaído desde 1999, su presencia en el medioambiente crece, convirtiéndose en un problema a nivel mundial.	Desde que fue aprobado por primera vez en 1970, ha sido encontrado en numerosas muestras de tejido humano, cuyas concentraciones se han incrementado en 100 veces los últimos 30 años. La exposición se puede dar al momento en que los plásticos que contienen esta sustancia son reciclados. La preocupación del efecto que pueda tener en la salud humana se da porque el PBDE que tiene de cuatro a seis moléculas bromadas puede actuar como tiroxina, dañando el sistema endocrino. Los niños expuestos muestran daños en la tiroides y anomalías neurológicas.	Es fácilmente liberado al medio ambiente y como los otros retardantes de llama, no se disuelven en agua y se adhieren fuertemente al suelo, de donde pasa a los organismos que contienen los alimentos. Este traspaso depende de la concentración bromada: mientras más baja, el PDBE es más tóxico- caso que se da de estar expuesto a la luz ultravioleta-. Se puede decir que este compuesto es omnipresente ya que estudios lo encontraron en organismos marinos y de agua dulce, mamíferos, aves y muestras de suelo y agua. Cuando el PBDE es incinerado, produce dioxinas y furanos.
**Clorofluorocarburo (CFC)	Es utilizado en la producción de aerosoles, espumas y otros materiales de empaque como solvente y refrigerante, que se utiliza en los equipos electrónicos. En 1978 se inició una campaña para su prohibición, lo cual fue logrado en Estados Unidos en 1996, objetivo que se deseaba lograr en los	No existen impactos significativos en la salud humana. Sin embargo, si existe un efecto indirecto al entrar en contacto con la última capa de la atmósfera, ya que la daña.	Al entrar en contacto con la capa de ozono, la destruye. Un átomo de cloro de una molécula de CFC es responsable por la destrucción de 100,000 moléculas de ozono. La capa de ozono protege la tierra de la radiación, la cual causa cáncer en la piel y cataratas en los seres vivos.

	países en vías de desarrollo para el año 2010		
Policloruro de vinilo (PVC)**	El plástico PVC es utilizado como aislamiento en ciertos cables de los equipos electrónicos. La preocupación viene dada debido a que el cloruro de vinilo que es utilizado para la producción de este compuesto es tóxico y el bis (2etilhexil) ftalato (DEHP) que es utilizado para ablandar el PVC implica grandes riesgos para la salud humana.	En las cantidades que se encuentra en el medio ambiente, el ftalato DEHP no tiene pruebas de causar daños en los seres humanos, pero si ha probado causar daños en los riñones de animales de laboratorio. Recientes debates sobre este compuesto han puesto sobre la mesa que pueden causar anomalías endocrinas y de género en los embriones.	Este compuesto se encuentra muy propagado en el medio ambiente dado su amplio uso, siendo soluble en agua si aceites o grasas están presentes. Se une fácilmente a la tierra, pero también se degrada fácilmente cuando entra en contacto con el oxígeno.
Arsénico (As)***	Está presente en pequeñas cantidades en los equipos electrónicos, como el compuesto arseniuro de galio (GaAs); tiene propiedades de semiconductor y se encuentra en los diodos de los equipos electrónicos.	Este compuesto causa cáncer tanto en la piel como pulmones. El contacto con polvo que contiene este compuesto es el medio de exposición más común, especialmente para los trabajadores de industrias productoras de semiconductores.	Este elemento tiene una baja solubilidad en el agua. Se bioacumula en los peces y crustáceos, quienes lo convierten en compuesto orgánico y esencial para la vida, aunque tanto esta sustancia como sus compuestos son extremadamente venenosos.
Cadmio (Cd)***	Es un metal pesado que se presenta en un gran número de componentes de los equipos electrónicos, como las capas de los contactos, interruptores y es utilizado para prevenir la corrosión. Específicamente el cadmio se encuentra en los resistores de los chips, detectores infrarrojos y semiconductores. Los monitores antiguos contienen alrededor de 5 a 10 gramos de cadmio y algunas baterías están	La exposición al cadmio ocurre generalmente por inhalación y a través de la ingestión de comida o agua contaminadas. La inhalación de grandes cantidades puede provocar daño pulmonar y muerte y la exposición a cantidades pequeñas durante mucho tiempo puede causar presión alta y daño en los riñones. Este metal es cancerígeno.	El cadmio ingresa al medio ambiente a través del agua y tierra, el cual es tomado por las plantas. Bajas concentraciones pueden provocar alteraciones en la ecología y balance de los nutrientes de la tierra. Este metal puede bioacumularse en hongos, ostras, camarones, mejillones y pescados.

	<p>hechas de níquel cadmio. Los plásticos que se encuentran en el cableado, las tarjetas madre, computadoras, monitores y circuitos impresos lo contienen, el cual es agregado como estabilizados.</p>		
<p>Cromo VI (Cr+6)**</p>	<p>Es un ion del mismo elemento con una carga de +6 y es la única forma tóxica del cromo. Su presencia es pequeña en los equipos electrónicos, pues se utiliza como endurecedor de plásticos y protector de algunas partes metálicas. Cuando los componentes electrónicos son quemados 99% del cromo VI pertenece a los residuos y cenizas, por lo que contamina tóxicamente el suelo y por ende llegando a las corrientes de agua, por lo que es un riesgo aún mayor.</p>	<p>El efecto de este compuesto en humanos depende de la manera de exposición. Por ejemplo, la inhalación puede causar catarro, sangrado de nariz, úlceras, perforaciones en el seno nasal e inclusive cáncer. La ingestión a través de la comida o agua contaminadas pueden causar daños en el estómago, riñones, hígado, úlceras y convulsiones e inclusive la muerte. Si la exposición es por contacto, puede causar úlceras en la piel.</p>	<p>Es difícilmente encontrado en la naturaleza. Su presencia en el medioambiente-en el aire-es atribuida a las emisiones de las plantas industriales, zonas comerciales y residenciales por combustión.</p>
<p>Mercurio (HG)**</p>	<p>Se encuentra en tres lugares específicos de las computadoras. La cantidad más grande se encuentra en la luz fluorescente en las pantallas LED, en los interruptores de las computadoras o monitores-los cuales hacen que se apaguen cuando no están funcionando y finalmente en las baterías. El mercurio es muy volátil y fácil de ser liberado mediante incineración o rompimientos-hasta 90% del contenido en las pantallas,</p>	<p>Todas las formas de mercurio representan un riesgo para la salud humana, sin embargo, en forma de metal que no está combinado con otros componentes y el metal mercurio orgánico son los que poseen mayor riesgo, especialmente para el sistema nervioso. Exposiciones cortas a este compuesto provocan daños en los pulmones, náuseas, vómitos, diarrea, presión alta, irritación en la piel y ojos.</p>	<p>El impacto que tiene el mercurio en el medio ambiente ha sido muy estudiado. El mercurio que se encuentra en su estado puro es muy volátil. La minería, incineración y manufactura liberan este compuesto a la atmosfera. Cuando el mercurio, en cualquiera de sus formas, entra en contacto con el agua o tierra, se convierte en metal mercurio orgánico por la acción de una bacteria. En su forma orgánica el mercurio es</p>

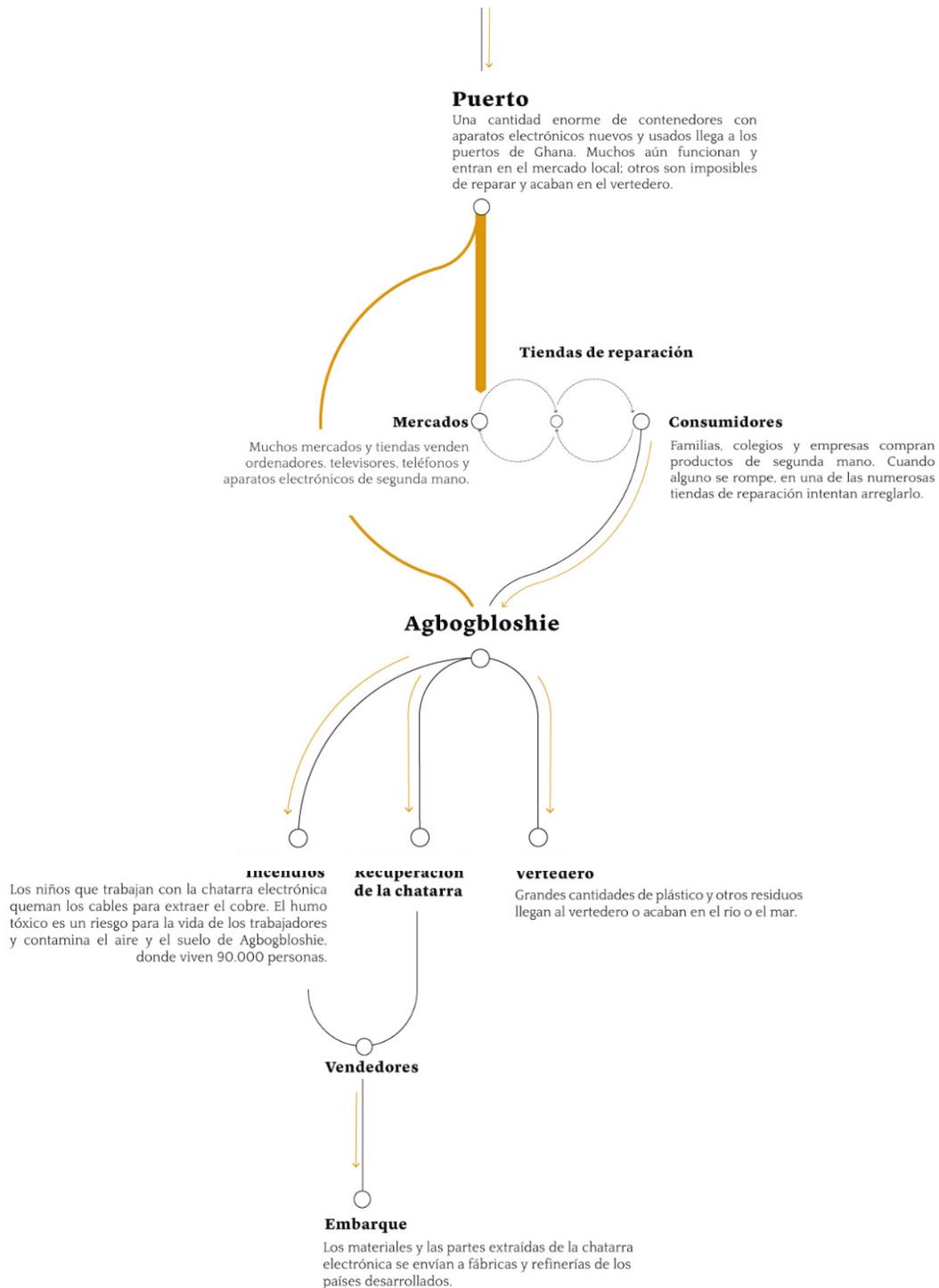
	por ejemplo.	La exposición larga y periódica podría causar daños en el cerebro, riñones y en el desarrollo de los fetos, además de cambios neurológicos, irritabilidad, temblores, cambios en la visión, audición, problemas en la memoria, delirios, alucinaciones y tendencia suicida.	más accesible a los organismos vivos y alimentos. Varios estudios mostraron la presencia de mercurio en peces, causando gran preocupación en varias regiones a nivel mundial.
Plomo (Pb)**	Se encuentra en muchos de los componentes de los equipos electrónicos. Ejemplo: computadoras, en mayor proporción en tubos de rayos catódicos del monitor, el cual se encuentra en 0 a 3% en el panel, 70% en el frit, 24% en el embudo y el 30% en el cuello. El plomo también está presente en las soldaduras (40%), en las tarjetas madre, circuitos y los plásticos del cableado.	Los humanos se encuentran generalmente expuestos a este metal mediante la inhalación de partículas por líquidos o comida contaminada. Los efectos y síntomas iniciales tras una exposición al plomo son anorexia, dolor muscular, malestar y dolor de cabeza, sin embargo, una exposición prolongada puede causar una disminución del rendimiento del sistema nervioso en los seres humanos, debilidad general, daño cerebral e inclusive la muerte. De igual manera puede afectar el sistema reproductivo en mujeres y hombres y es considerado como una sustancia cancerígena.	La estructura química de este metal está afectada directamente por el pH, sin embargo, la mayoría de los compuestos de plomo son insolubles en agua y permanecen en este estado. Son difícilmente acumulados por las plantas o transferidos a los alimentos. No es bioacumulable en los peces, pero si lo hace en mariscos. De quebrarse o incinerarse de una manera expuesta al medio ambiente, las partículas se transmitirán al aire y la tierra.
Berilio (Be)**	Es un metal que generalmente forma parte de aleaciones con cobre para mejorar su resistencia, conductividad y elasticidad. Esta sustancia se utilizaba en la producción de tarjetas madre inicialmente, pero su	Es peligroso solamente si es inhalado como polvo o como humo, que puede ocurrir cuando los equipos electrónicos son desensamblados, quemados o aplastados. Su inhalación puede	Este metal no se disuelve en agua y se queda en la tierra.

	mayor uso está en los lugares de contacto de los circuitos y en algunos mecanismos de las impresoras láser.	causar neumonía, inflamación respiratoria (enfermedad crónica del berilio) y elevar el riesgo de cáncer de pulmón.	
***Selenio (Se)	Este elemento se usa en la manufactura de rectificadores para la industria electrónica, la elaboración de pigmentos, vidrio y pinturas, como agente vulcanizante de caucho, en la manufactura de electrodos, fotoceldas y celdas de selenio.	El selenio es un oligoelemento esencial en la ingesta diaria de alimento (1mg/kg peso corporal), la carencia de este elemento provoca serias alteraciones, pero si se sobrepasa los requerimientos es sumamente tóxico para animales, peces y el hombre. Es un carcinogénico potencial cuando se asocia con el sulfuro, compuesto que es muy poco común en agua.	Es abundante en cierto tipo de suelo y la fuente principal de este alimento para el humano y otros organismos son como alimento, sea cereales, carne y pescado.
**Litio (Li)	Está presente en las baterías de las computadoras y equipos electrónicos modernos. Típicamente las baterías contienen un ánodo de litio óxido de litio, un cátodo de dióxido de magnesio o carbono y sal de litio disuelta en un solvente orgánico. Este tipo de baterías remplazan a las baterías alcalinas y NiCd. Ambientalmente es más sostenible que sus antecesoras.	No provoca problemas toxicológicos como el plomo, cadmio o mercurio. Pero si existe un riesgo grande para los trabajadores que pueden tener contacto directo. El litio es clasificado como un álcali corrosivo que puede producir quemaduras en la piel, ojos y pulmones de ser inhalado. Para evitar estos riesgos, las baterías de litio no deben ser expuestas a ambientes calientes o quebradas, factores que pueden provocar que la batería explote.	No se han realizado muchos estudios con respecto al efecto del litio en el medio ambiente. Estos compuestos tienden a permanecer disueltos en el agua y no son fácilmente absorbidos por la tierra.
Níquel (Ni)	Se encuentra presente en las baterías de algunos equipos electrónicos (NiCd), que están siendo	El contacto con el níquel puede causar daños en la piel y síntomas de asma en un 10 a 20% de	Entra en contacto con el medioambiente generalmente a través del aire. Estas partículas a su

	reemplazadas paulatinamente por baterías de litio. De igual manera, el níquel es utilizado en los tubos de rayos catódicos de los monitores de computadoras.	la población que lo hace. Los trabajadores que se encuentran expuestos al polvo que contiene níquel sufren de bronquitis en los pulmones.	vez se asientan en el agua y tierra, especialmente en aquella que contiene magnesio y acero. Sin embargo, este compuesto no se bioacumula en los organismos vivos.
** Antimonio (Sb)	Se presenta en pequeñas cantidades en lo equipos electrónicos. El trióxido de antimonio es añadido al plástico como retardante de llama. Este compuesto se utiliza también en el vidrio del tubo de rayos catódicos de los monitores y es parte de las soldaduras en los cables.	Es poco probable que se produzca una exposición elevada al antimonio contenido en los equipos electrónicos. Experimentos en animales han demostrado que exposiciones cortas causan irritaciones en los ojos y piel, pérdida del cabello, daños en los pulmones y corazón y problemas de fertilidad. El trióxido de antimonio es considerado como posible fuente cancerígena en humanos.	El antimonio liberado al medio ambiente gemelamente se encuentra en tierra y alimentos. Su movilidad depende en gran manera de la estructura del suelo, la forma en la que se presenta y el pH. Este elemento es absorbido mejor por el suelo que contengan acero, magnesio o aluminio.
**Sulfuro de Zinc (ZnS)	Si se mezcla con otros metales se crea una capa de fósforo que se utiliza en el interior de la pantalla de los monitores. La exposición a este compuesto puede ocurrir cuando el monitor se rompe.	Elemento corrosivo en la piel y pulmones. Su ingestión causa daño en el estómago al formar un gas tóxico (sulfuro de hidrogeno)	

Fuente: María Eugenia González Ávila, "Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos", México, Colegio de la Frontera Norte, 2012, primera edición, pp. 122.

Anexo 4: Circulación de la basura electrónica en Ghana.



Fuente: Jacopo Ottaviani, *La Republica de la basura electrónica*, [en línea], El país, 2015, Dirección URL: <https://elpais.com/especiales/2015/basura-electronica/> [Consulta 11 de noviembre de 2017].