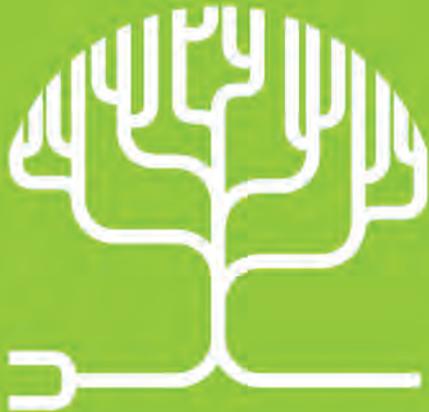


RECICLAJE DE ELECTRÓNICOS

Situación de los desechos de aparatos electrónicos (computadoras y celulares y accesorios) obsoletos en el Paraguay y la gestión para el reuso, recolección selectiva, tratamiento, recuperación de residuos y destino final con minimización de pasivos. (14-INV-050)



Esta investigación fue realizada por:

- **Departamento de Ingeniería Civil Industrial y Ambiental de la Facultad de Ciencias y Tecnología**
Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción
- **Gestión Ambiental para el Desarrollo Sustentable**

EQUIPO TÉCNICO geAm

Jorge Abbate	Investigador principal
Maricel González	Administración
Jorge Torres	Gerente y Encargado de Logística
Carlos Sosa	Asistente técnico
Luciano Laviosa	Técnico Informático
Annie Granada	Edición de Materiales

EQUIPO TÉCNICO UCA

Roberto Lima	Coordinador de la investigación
Claudia Florentín	Asesora Metodológica
Alba Aquino	Administración
Fiorella Oregionni	Investigadora Junior
María Paz Huespe	Investigadora Junior
Marlyn Estigarríbia	Investigadora Junior
Jessica María Gaona	Investigadora Junior
Francisco Sosa	Investigador Junior

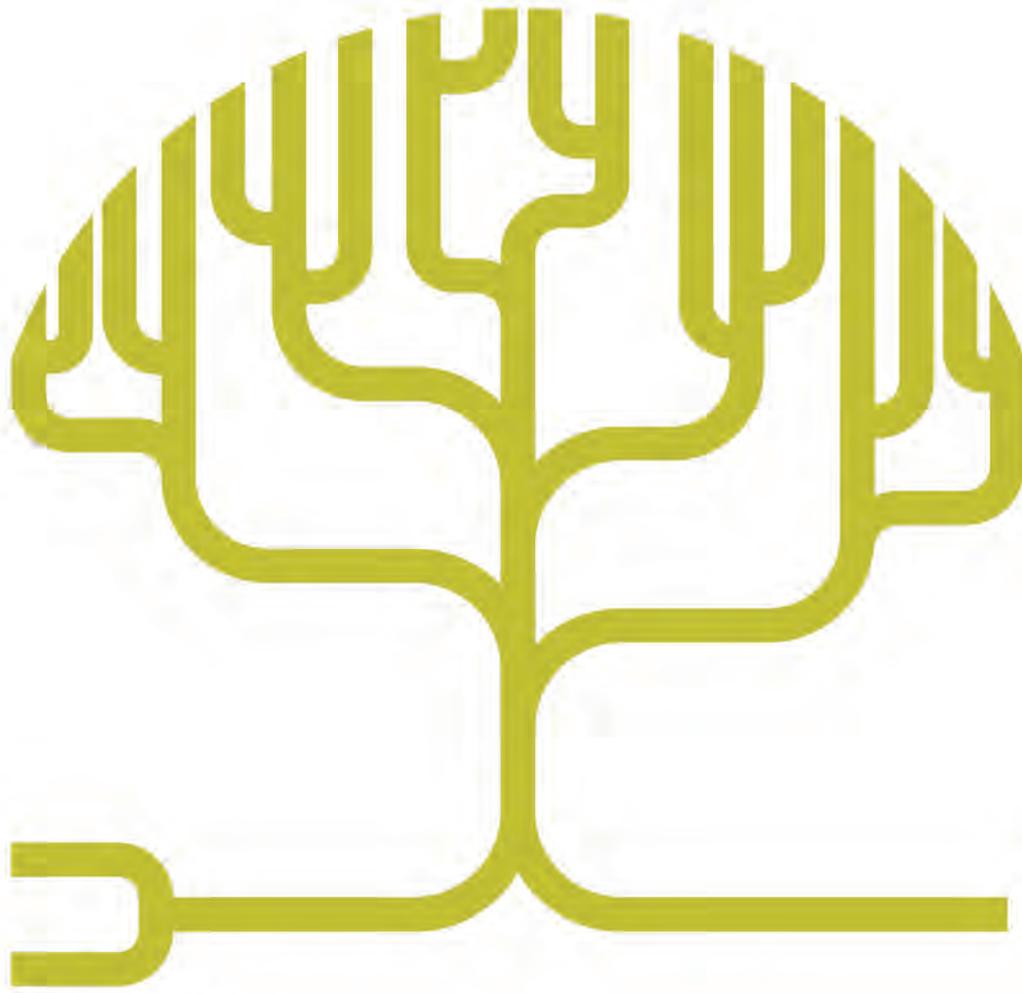
ALUMNOS PASANTES

Fátima Samudio	Pasante
Erika Paul	Pasante
Guillermo Díaz	Pasante
Javier Reinos	Pasante
Álvaro Sosa	Pasante
Carolina Vaca	Pasante

CONSULTORES

Enrique Sosa	Consultor, Asesor jurídico
David Cordone	Consultor, Investigador
Celeste Prieto	Consultora, Asesora en Marketing

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y de las instituciones beneficiadas y en ningún caso se debe considerar que reflejan la opinión del CONACYT.



RECICLAJE DE ELECTRÓNICOS

Situación de los desechos de aparatos electrónicos (computadoras y celulares y accesorios) obsoletos en el Paraguay y la gestión para el reuso, recolección selectiva, tratamiento, recuperación de residuos y destino final con minimización de pasivos. (14-INV-050)



ÍNDICE DE GRÁFICOS	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ABREVIATURAS	9
RESUMEN EJECUTIVO	11
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I.	15
EL MARCO TEÓRICO Y EL ESTADO DEL ARTE	
1.1 La generación de desechos tecnológicos.	15
1.2. Clasificación y característica de los RAEE.	17
1.3. Reciclaje de los RAEE.	20
1.4. Marco legal internacional de los RAEE.	21
1.5. Los RAEE en Latinoamérica.	25
1.6. Los RAEE en Paraguay.	29
CAPÍTULO II.	35
ALCANCE Y METODOLOGÍA UTILIZADA	
2.1. Herramientas metodológicas para la búsqueda de información.	35
2.2. Herramientas metodológicas para el análisis de la información.	39
2.3. Herramientas metodológicas para la síntesis de la información.	39
2.4. Actividades de difusión.	39
CAPÍTULO III.	40
RESULTADOS	
3.1. Resultado 1. La dinámica del mercado local.	40
3.1.1. La evolución de la tenencia de AEE en hogares del Paraguay.	40
3.1.2. Teléfonos móviles en Paraguay.	44
a. La evolución de la tenencia de los teléfonos móviles en el país.	44
b. La evolución de la importación de los teléfonos móviles en el país.	46
3.1.3. Computadoras en Paraguay.	48
a. La evolución de la tenencia de las computadoras en los hogares del país.	48
b. La evolución de las importaciones de computadoras en Paraguay.	50
3.2. Resultado 2. Comportamiento de la población respecto a los AEE y los RAEE.	52
3.2.1. El comportamiento del público en general respecto a los AEE y los RAEE.	52
3.2.2. El comportamiento de las empresas respecto a los AEE y los RAEE.	59
3.2.3. El comportamiento de las instituciones públicas ante los AEE y los RAEE.	66
3.3. Resultado 3. El potencial de recuperación de los RAEE en Paraguay.	70
3.3.1. RAEE provenientes de teléfonos móviles.	71
3.3.2. RAEE provenientes de computadoras.	73
a. La descaracterización de computadoras.	74

b. Resultados de la experiencia de descaracterización de computadoras.	76
3.3.3. Cálculo de los RAEE en Paraguay.	78
a. Cálculo de residuos provenientes de computadoras en el país.	78
b. Cálculo de residuos de teléfonos móviles en el país.	80
c. Cálculo estimado de RAEE en Asunción y Departamento Central.	80
3.4. Resultado 4. Normativa para la gestión de los RAEE en Paraguay.	82
3.4.1. Propuesta de Resolución y Reglamentación.	82
3.4.1. Consideraciones para la promulgación de la Normativa.	89
CAPÍTULO IV.	90
DESAFIOS Y CONCLUSIONES	
APÉNDICE 1.	92
LAS DIVULGACIONES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	
1. EL TALLER DE DESCARACTERIZACION DE COMPUTADORAS.	92
2. CAPACITACIONES REALIZADAS.	92
3. SEMINARIO REALIZADO.	93
4. CONFERENCIA DE ACTUALIZACIÓN SOBRE LOS COPS Y EL CONVENIO DE ESTOCOLMO.	93
5. PUBLICACIONES	94
5.1. EN REVISTA Digital de la Universidad Católica.	94
5.2 En el Diario ABC Color.	94
5.3 En la WEB.	94
6. EVENTO DE PRESENTACION DEL FOLLETO RESUMEN DE LA INVESTIGACION.	94
APÉNDICE 2.	95
EMPRESAS ENCUESTADAS	
APÉNDICE 3	99
INSTITUCIONES PÚBLICAS ENCUESTADAS	
APÉNDICE 4.	100
APÉNDICE 5.	101
CATEGORÍA Y DEFINICIONES DE RAEE PARA LA RESOLUCIÓN DE LA PROPUESTA	
APÉNDICE 6	103
DEFINICIONES DE LA NORMATIVA PROPUESTA	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
PÁGINAS WEB CONSULTADAS	106



ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. TOTAL DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN LOS PRINCIPALES PAÍSES DE LATAM (KT)	27
GRÁFICO 2. KG. DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS POR PERSONA EN PAÍSES DE LATAM 2014	27
GRÁFICO 3. INCREMENTO DEL CONSUMO DE COMPUTADORAS FIJAS EN PARAGUAY	31
GRÁFICO 4. INCREMENTO DEL CONSUMO DE TELÉFONOS MÓVILES EN PARAGUAY	31
GRÁFICO 5. KG. DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS POR PERSONA EN PAÍSES DE LATAM 2014	34
GRÁFICO 6. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE AEE EN HOGARES DEL PARAGUAY	41
GRÁFICO 7. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE AEE EN HOGARES DE ASUNCIÓN	41
GRÁFICO 8. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE AEE EN HOGARES DE CENTRAL	42
GRÁFICO 9. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE AEE EN HOGARES DE ITAPÚA	42
GRÁFICO 10. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE AEE EN HOGARES DE ALTO PARANÁ	43
GRÁFICO 11. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE AEE EN HOGARES URBANOS Y RURALES1	43
GRÁFICO 12. COMPARACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE LOS TELÉF. FIJOS Y MÓVILES EN EL PAÍS.	44
GRÁFICO 13. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE TELÉF. MÓVILES EN HOGARES URBANOS Y RURALES DEL PAÍS.	45
GRÁFICO 14. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE TELÉF. MÓVILES EN HOGARES URBANOS Y RURALES DEL PAIS.	45
GRÁFICO 15. TELÉFONOS MÓVILES IMPORTADOS ENTRE 2006 - 2016	46
GRÁFICO 16. PAÍS DE ORIGEN DE CELULARES IMPORTADOS EN 2015 Y 2016	47
GRÁFICO 17. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE COMPUTADORAS EN EL PAÍS.	48
GRÁFICO 18. CANTIDAD DE HOGARES CON Y SIN COMPUTADORAS	49
GRÁFICO 19. EVOLUCIÓN DE HOGARES CON COMPUTADORAS FIJAS EN LOS DEPTOS. MÁS POBLADOS DEL PAÍS.	49
GRÁFICO 20. EVOLUCIÓN DE IMPORTACIÓN DE COMPUTADORAS POR AÑO	51
GRÁFICO 21. PAÍS DE ORIGEN DE COMPUTADORAS IMPORTADAS.	51
GRÁFICO 22. CAPACIDAD DE LOS USUARIOS PARA LA RECUPERACIÓN DE LOS AEE.	52
GRÁFICO 23. MODOS DE RECUPERACIÓN DE LOS AEE.	52
GRÁFICO 24. CONOCIMIENTO DE DAÑOS A LA SALUD CAUSADOS POR LOS RAEE.	53
GRÁFICO 25. PORCENTAJE DE USUARIOS QUE MIRA ETIQUETAS AL COMPRAR AEE	53
GRÁFICO 26. CANTIDAD DE LOS AEE QUE POSEEN LOS USUARIOS.	54
GRÁFICO 27. TIEMPO DE USO DE LOS AEE SEGÚN USUARIOS.	54
GRÁFICO 28. DESTINO DE LOS AEE EN DESUSO.	55
GRÁFICO 29. TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DE LOS RAEE.	55
GRÁFICO 30. MOTIVOS DE DESCARTE DE AEE.	56
GRÁFICO 31. TIPO DE ADQUISICIÓN DE AEE.	56
GRÁFICO 32. LUGAR DE ADQUISICIÓN DE AEE.	57
GRÁFICO 33. SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RAEE.	57

GRÁFICO 34. CONOCIMIENTO DE ALGÚN SERVICIO DE RECICLAJE DE RAEE.	58
GRÁFICO 35. PARTICIPACIÓN EN PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN DE RECICLABLES.	58
GRÁFICO 36. CONFORMIDAD AL TRASLADO DE RAEE A CENTROS DE ACOPIO.	58
GRÁFICO 37. CONFORMIDAD DE ENTREGA GRATUITA DE RAEE.	58
GRÁFICO 38. CANTIDAD Y TIPO DE AEE EN EMPRESAS.	60
GRÁFICO 39. TIPO DE LOS AEE EN DESUSO EN EMPRESAS.	60
GRÁFICO 40. EXISTENCIA DE TÉCNICO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN EMPRESAS.	61
GRÁFICO 41. MECANISMO DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN EMPRESAS.	61
GRÁFICO 42. NORMAS DE CERTIFICACIÓN ISO EN EMPRESAS.	61
GRÁFICO 43. TIPO DE CERTIFICACIÓN ISO EN EMPRESAS.	61
GRÁFICO 44. TIPO DE ADQUISICION DE AEE EN EMPRESAS.	62
GRÁFICO 45. LUGAR DE ADQUISICION DE LOS AEE DE EMPRESAS.	62
GRÁFICO 46. PROGRAMAS SOFTWARE EN EMPRESAS.	63
GRÁFICO 47. ACTUALIZACIÓN COLECTIVA DE SOTWARE EN EMPRESAS.	63
GRÁFICO 48. TIEMPO DE USO DE AEE EN EMPRESAS.	64
GRÁFICO 49. REGISTRO DE EQUIPOS EN DESUSO EN EMPRESAS.	64
GRÁFICO 50. DESTINO DE LOS RAEE EN EMPRESAS.	65
GRÁFICO 51. INTERÉS DE EMPRESAS EN LA RECOLECCIÓN SEGURA DE LOS RAEE.	65
GRÁFICO 52. CONFORMIDAD DE EMPRESAS AL PAGO POR RECOLECCIÓN SEGURA DE LOS RAEE.	65
GRÁFICO 53. CANTIDAD DE LOS AEE EN INSTITUCIONES PÚBLICAS.	66
GRÁFICO 54. TIEMPO DE USO DE LOS AEE EN INSTITUCIONES PÚBLICAS.	67
GRÁFICO 55. RENOVACIÓN COLECTIVA DE EQUIPOS EN INSTITUCIONES PÚBLICAS.	67
GRÁFICO 56. TIPO DE AEE EN DESUSO EN LAS INSTITUCIONES PÚBLICAS.	68
GRÁFICO 57. DESTINO DE LOS RAEE EN LAS INSTITUCIONES PÚBLICAS.	69
GRÁFICO 58. INTERÉS DE INSTITUCIONES PÚBLICAS EN LA RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN SEGURA DE LOS RAEE.	69
GRÁFICO 59. RELACIÓN TOTAL RAEE Y RESIDUOS PROVENIENTES DE TELÉFONOS MÓVILES EN LATAM.	70
GRÁFICO 60. INCREMENTO DE RAEE EN LATAM Y EL RESTO DEL MUNDO.	71
GRÁFICO 61. RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES EN KG/ PERSONA EN PAÍSES DE LATAM.	72
GRÁFICO 62. PARTICIPACION EN PESO DE LOS COMPONENTES DE LOS TELÉFONOS MÓVILES.	72
GRÁFICO 63. PORCENTAJE EN PESO, DE COMPONENTES DE COMPUTADORAS (PCS)	77
GRÁFICO 64. PORCENTAJE DE INGRESOS POR TIPO DE COMPONENTES DE COMPUTADORA (PCS)	77
GRÁFICO 65. TIEMPO DE USO DE LAS COMPUTADORAS FIJAS SEGÚN ENCUESTADOS.	79
GRÁFICO 66. TIEMPO DE USO DE TELÉFONOS MÓVILES SEGÚN ENCUESTADOS.	79
GRÁFICO 67. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LOS AEE.	81
GRÁFICO 68. FLUXOGRAMA DE LA GESTIÓN DE RAEE EXPRESADO EN LA NORMATIVA	88



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CLASIFICACIÓN EUROPEA DE LOS AEE	17
TABLA 2. CLASIFICACIÓN DE AEE SEGÚN COLOR	17
TABLA 3. CLASIFICACIÓN DE LOS RAEE SEGÚN MANEJO	18
TABLA 4. RIESGOS AMBIENTALES Y HUMANOS RELACIONADOS A LOS RAEE	19
TABLA 5. INCREMENTO PORCENTUAL DE COMPUTADORAS FIJAS Y TELEFONOS MÓVILES EN EL PAIS	29
TABLA 7. CANTIDAD DE ENCUESTADOS SEGÚN REGIONES	36
TABLA 8. CALENDARIO DE APLICACIÓN DE ENCUESTAS	36
TABLA 6. MARCO METODOLÓGICO	37
TABLA 9. VALORES DE IMPORTACIÓN DE TELÉFONOS MÓVILES EN 2016	46
TABLA 10. MAYORES IMPORTADORES DE TELÉFONOS MÓVILES 2006-2016	47
TABLA 11. MAYORES IMPORTADORES DE COMPUTADORAS - 2006/2016	50
TABLA 12: TIPOS DE USUARIOS ENCUESTADOS	52
TABLA 13. TIPOS DE EMPRESAS ENCUESTADAS	59
TABLA 14. METALES EN COMPUTADORAS SEGÚN TOXICIDAD Y RECICLAJE	73
TABLA 15. MATERIALES SEGREGADOS EN TALLER DE DESARME DE COMPUTADORAS FIJAS	74
TABLA 16. MATERIALES RECUPERADOS EN DESARME DE COMPUTADORAS Y PRECIOS OBTENIDOS EN EL MERCADO	75
TABLA 17. INFORMACIÓN DEL PROCESO DE DESARME DE COMPUTADORAS	76
TABLA 18. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS PROVENIENTES DE COMPUTADORAS FIJAS EN ASUNCIÓN Y CENTRAL	78
TABLA 19. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS PROVENIENTES DE COMP. FIJAS Y TELÉF. MÓVILES EN ASUNCIÓN Y CENTRAL	80
TABLA 20. ESTIMACIÓN DE RAEE PARA EL AÑO 2025 EN ASUNCIÓN Y CENTRAL	81

ABREVIATURAS

ACRR. Asociación de ciudades y Regiones para el Reciclaje.

AEE. Aparatos Eléctricos y Electrónicos

ACAAN. Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte

CCA. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte

CCME. Consejo Canadiense de Ministros del Ambiente.

CEAMSE. Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado.

CEP3. Prevención de la Contaminación y Limpieza de AEE en desuso

CI. Computadoras para la Inclusión

COP. Contaminantes Orgánicos Persistentes

CONACYT. Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología

CONAM. Consejo Nacional del Ambiente

CTA – UC. Centro de Tecnología Apropriada de la UNIVERSIDAD CATOLICA

CTS. Centro Tecnológico Serranía

DGEEC. Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censo.

EERA. Asociación Europea de Recicladores Electrónicos

EIA. Evaluación de Impacto Ambiental

EPH. Encuesta Permanente de Hogares

GIZ. Cooperación Alemana

HARL. Ley de Reciclaje de Electrodomésticos

IAS/UN. INSTITUTE FOR THE ADVANCE STUDIES OF SUSTAINABILITY OF THE UNITED NATIONS UNIVERSITY. (Instituto de Estudios Avanzados de Sustentabilidad de la Universidad de las Naciones Unidas)

LATAM. Latinoamérica

LPEUR. Ley para la Promoción del Uso Eficiente de los Recursos

MADES. Ministerio del Ambiente y del Desarrollo Sostenible.

MERCOSUR. Mercado Común del Sur

ONG. Organizaciones no gubernamentales

OLPC. One Laptop per Child. Programa mundial de acceso a la tecnología digital a niños

PCS. Computadoras de mesa

PNUMA. Proyecto de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PYMES. Pequeñas y medianas empresas

RAEE. Residuos de aparatos Eléctricos y Electrónicos

RAP. Responsabilidad Ampliada del productor

REP. Responsabilidad Extendida del Productor

ROHS. Restriction of Hazardous Substances - (Restricción en el Uso de Ciertas Sustancias Peligrosas).

SEAM. ex Secretaria Nacional del Ambiente, y desde el 2018 Ministerio del Ambiente y del Desarrollo Sostenible (MADES)

SISNAM. Sistema Nacional del Ambiente,

UCPN – Una Computadora Por Niño. Programa mundial para diseñar, fabricar y distribuir computadoras portátiles no comercializables a niños de países en vías de desarrollo con fines educativos, desarrollado en Paraguay por la ONG PARAGUAY EDUCA.

WEEE - Waste Electrical and Electronic Equipment.

RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación acerca de los Residuos electrónicos (RAEE) tuvo como objetivo generar conocimientos para minimizar los pasivos ambientales generados por los desechos electrónicos y desarrollar un mercado de reciclaje de dichos residuos. Estuvo a cargo de la **Universidad Católica de Asunción** y de la **ONG Gestión Ambiental**, que trabajaron conjuntamente durante 3 años y fue apoyada por el **CONSEJO NACIONAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA - CONACYT**.

Esta investigación fue planteada como exploratoria y utilizó varios métodos para la búsqueda de información siendo la principal, la construida mediante encuestas a los usuarios generadores de residuos y un taller de desarme de computadoras buscando elementos posibles de reuso y reciclaje. Mediante la encuesta se identificaron patrones de comportamiento de los usuarios respecto a los RAEE y fueron levantados en 5 áreas urbanas del país: Asunción, Central, Ciudad del Este, Encarnación y Coronel Oviedo. Los datos de la encuesta fueron obtenidos entre el año 2016 y el 2017 y corresponden a una muestra de 2.295 casos (541 empresas medianas y grandes, 34 instituciones públicas y 1.720 usuarios) Se dejaron de lado los residuos provenientes de los electrodomésticos, debido a que la relación entre los componentes electrónicos y el resto de los electrodomésticos es mínima, con respecto a la misma relación existente en las computadoras y celulares. Los elementos que se convierten en pasivos ambientales de consideración, tienen en los celulares y computadoras un peso sensiblemente mayor que en los demás electrodomésticos, cuyos componentes electrónicos son mínimos y están compuestos en su mayoría por chatarra metálica, otros minerales reciclables y plásticos. Por otra parte, la vida útil de los electrodomésticos es relativa, según el tipo de producto, debido a la

existencia de un gran mercado de recambio de piezas, talleres de mantenimiento, actividades de reuso, entre otras acciones, que alargan considerablemente la vida útil de los mismos.

En resumen, esta investigación arrojó información sobre Residuos Electrónicos que se podrían estar generando en Asunción y el Departamento Central, provenientes solo de Celulares y Computadoras, que alcanzaría una cantidad estimada en 1.656 Toneladas anuales.

Como recomendación final, se consideró prioritario para el desarrollo del proceso de recuperación y valorización de los RAEE en Paraguay, **la promulgación de una normativa para la gestión de los residuos electrónicos**. Para la elaboración de ésta fue necesario conocer primeramente la dinámica del mercado actual de los RAEE en el país y en otras latitudes, y este conocimiento permitió proponer un modelo de gestión de los residuos electrónicos.

De esta manera, se ha puesto en manos del MADES – Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, un borrador de Resolución sobre la gestión de los RAEE, donde se propone la incorporación de todos los actores que hacen parte de la cadena de producción, consumo y recuperación de los Aparatos Electrónicos y sobre todo la necesidad de poner en evidencia a la REP – Responsabilidad Extendida del Productor, a través del cual, toda empresa que pone en el mercado un producto tecnológico, eléctrico o electrónico, se debería hacer responsable de los residuos que se generan cuando dicho producto entra en obsolescencia. La denominada responsabilidad de la “cuna a la tumba” que tienen los productos, así como la concienciación creciente de los consumidores, harán que los productos sean más duraderos y que las partes que lo componen, tengan una vida útil mayor, minimizando así, el pasivo ambiental que constituye el efecto no deseado del desarrollo sostenible.

INTRODUCCIÓN

La denominada cuarta revolución industrial, que integra a los mundos físicos, biológicos y digitales, tiene como característica y pilar principal, el desarrollo de la informática y la informatización, que hoy está definiendo el rumbo de muchas economías del mundo. La apuesta por la sociedad de la información ha permitido el desarrollo, no solo de procesos industriales más complejos, dinámicos e interconectados sino también un cambio cultural a nivel mundial, fruto del desarrollo de las comunicaciones a través de la informatización generalizada.

Las posibilidades que ofrecen hoy los cambios tecnológicos superan incluso a las expectativas de las sociedades y cada avance impulsa y genera la aparición de innovaciones en el campo de la informática. El futuro de la humanidad pasará indefectiblemente por la informática y la informatización.

Sin embargo, la inmensa cantidad de recursos naturales que consume el desarrollo tecnológico actual y la producción desenfrenada de desechos que ello ocasiona, constituye un efecto “no deseado” y una carga ambiental para las próximas generaciones, pues, la producción desenfrenada de productos y desechos, es lo que ha caracterizado el desarrollo de la revolución industrial y hoy, a la revolución tecnológica e informática.

El riesgo de quedar atrapados en montañas de desechos que no tienen ubicación posible en otros procesos industriales o en sistemas sostenibles de disposición final (pasivos ambientales del futuro), constituye la asignatura pendiente de las próximas generaciones, tanto de profesionales como de consumidores. La llamada “sociedad del bienestar” puede estar en serio riesgo, si no se toman en cuenta los pasivos, tanto ambientales como sociales, que esta Cuarta Revolución Industrial está generando.

Esta investigación tuvo como **objetivo principal** generar conocimientos para minimizar los pasivos ambientales generados por los desechos electrónicos y desarrollar un mercado de reciclaje de dichos residuos y para ello, fue necesario conocer la dinámica actual de la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en el país y en otras latitudes, que permita proponer un modelo de gestión de dichos residuos en nuestro país.

Esta investigación que estuvo a cargo de la UC y de la ONG Gestión Ambiental, tuvo una duración de 3 años y fue apoyada por el CONSEJO NACIONAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA - CONACYT.

CAPÍTULO I.

EL MARCO TEÓRICO Y EL ESTADO DEL ARTE

1.1 La generación de desechos tecnológicos.

A partir del advenimiento y desarrollo de la informática y más precisamente, desde la década de los '70 en adelante, se ha venido incrementando, sostenidamente, la producción y productividad de los denominados AEE (Aparatos Eléctricos y Electrónicos), así como ha aumentado la producción y el volumen de residuos electrónicos, especialmente computadoras, teléfonos celulares y aparatos para entretenimiento.¹

A medida que avanza la tecnología y crece su mercado mundial, el tiempo de vida útil de estos aparatos se acorta cada vez más. El nivel de obsolescencia crece en proporción al desarrollo de nuevos modelos y capacidades de los productos, generando un frenesí en los consumidores, quienes acicateados por el marketing, parecen no estar nunca satisfechos con sus últimas adquisiciones.

Países de la Unión Europea, Estados Unidos y Japón, entre otros del primer mundo, fueron los primeros en acusar recibo de los impactos ambientales de la producción desenfrenada de bienes electrónicos, tomando ellos, la iniciativa de suplantar por una parte, algunos elementos no reciclables así como iniciar procesos de recuperación y reciclaje de los desechos electrónicos generados.

No obstante, el mundo electrónico sigue presentando un panorama desolador, al verificarse que, no solo muchos de los residuos no son recuperables sino que el destino final de los mismos, genera pasivos ambientales no asumidos por los productores de los AEE, así como problemas de espacio en los rellenos sanitarios y a cielo abierto, en especial en los países menos desarrollados.

El ingreso de la producción china en éste contexto, incrementó sustantivamente esta problemática, aunque es preciso reconocer que al tiempo de ser uno de los mayores productores mundiales de electrónicos, son también los chinos los mayores consumidores de los materiales reciclables de dichos Residuos, también denominados como RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos).

Los RAEE son los residuos de los equipos y aparatos eléctricos y electrónicos que ya no representan ningún valor para quienes los adquirieron.

En inglés son llamados e-waste (electronic waste-basura electrónica). Xueqian y Cols (2010) definen los desechos electrónicos como los AEE (Aparatos Eléctricos y Electrónicos) al final de su vida útil, entre los que se incluyen computadoras, celulares, televisores, aparatos de refrigeración, lavadoras, juguetes electrónicos, componentes electrónicos de las industrias, celulares, entre otros, enfatizando que muchos de estos AEE pueden ser reutilizados, reacondicionados o reciclados.²

La principal problemática de los RAEE radica en el hecho que, si los mismos no son dispuestos de la manera adecuada, pueden representar grandes riesgos para la salud y el medio ambiente, debido a la cantidad de diversos elementos potencialmente tóxicos que se encuentran en el interior de los mismos, como el mercurio, plomo, cadmio, berilio, cromo y bario³, entre otros.

1 Ojeda Benítez, S. (2012). Problemática de la Sustentabilidad en la Industria. México: Impala Comunicación Gráfica S.A.

2 Xueqian L.; Qinmin W.; Jin L.; Daoli Z. (2010) A Coordination Mechanism in E-Waste Reverse Logistics. Management and Service Science (MASS), 2010 International Conference.

3 Diario Oficial de la Federación (2007). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2003. Última modificación. México, 19 de junio.



R E C I C L A J E D E E L E C T R Ó N I C O S

Se estima que anualmente el volumen de los RAEE crece a un ritmo acumulativo de al menos 3 al 5% a nivel mundial, lo cual significa que en cinco años se generará un 16-28% más de RAEE y en 12 años esta cantidad se habrá doblado. El incremento de los RAEE se produce a un ritmo de unas tres veces mayor que el correspondiente al de cualquier otro residuo.

En el año 2014 se produjo en todo el mundo casi 42 millones de toneladas de basura electrónica, que contenían recursos reutilizables por valor de 52.000 millones de dólares. Solo la sexta parte de dicha cantidad se recicla o reutiliza, restando una cantidad de 35 millones de toneladas que anualmente se destinan a vertederos, botaderos, rellenos sanitarios o almacenes temporales⁴. La tercera parte es producida solamente por Estados Unidos y China.

Estos residuos presentan una característica que ha desarrollado el interés de muchos países: son recursos que pueden ser fácilmente reutilizables. Existe una marcada diferencia entre el tiempo de uso de los aparatos electrónicos en los países desarrollados en comparación a los menos desarrollados. El tiempo de uso de muchos de los productos en el primero de ellos es menor y el recambio de un producto electrónico, se verifica entre el segundo y cuarto año de uso del mismo. No sucede así en los países menos desarrollados, donde ni siquiera se tiene la intención de disponer dichos residuos en los vertederos, acabando muchos de ellos, siendo, guardados, regalados, reutilizados y solo en algunos casos, enviados al reciclaje o reutilizados en algunas de sus partes.

Para lograr el reciclaje de los residuos electrónicos, Schluepa y colegas (2009), explican que se debe proceder a realizar tres pasos principales: recolección, clasificación y desmontaje, y procesamiento final. Estos pasos deben funcionar y relacionarse de manera integral para lograr los objetivos globales del reciclaje.

Se está utilizando en realidad el concepto de Reciclaje de los RAEE como un sinónimo de reuso de los mismos.

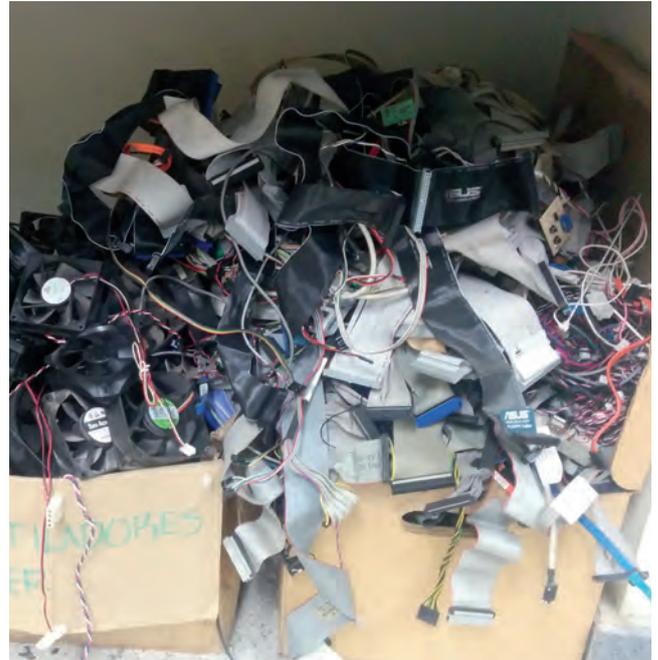


Foto de archivo

En rigor, el reciclaje solo se produce cuando un elemento electrónico ingresa a un proceso industrial donde se recuperan los metales o plásticos originales que dieron vida a un AEE.

Este concepto, denominado también de minería urbana, implica el reciclaje de materiales de valor, presentes en los residuos electrónicos, los que van desde el oro, plata, cobre, platino, aluminio, acero hasta plásticos y otros materiales que tienen un valor en el mercado.

Los objetivos principales del reciclaje de los RAEE y las consideraciones básicas para la innovación que proponen Schluepa y colegas (2009) implican:

- Tratar las fracciones peligrosas de manera ambientalmente segura.
- Maximizar la recuperación del material valioso.
- Crear modelos de negocios eco-eficientes y sostenibles.
- Tener en cuenta los impactos sociales y el contexto local⁵

4 Baldé, C.P., Wang, F., Kuehr, R., Huisman, J. (2015), The global e-waste monitor – 2014, United Nations University, IAS – SCYCLE, Bonn, German

5 Schluepa M, Hageluekenb C., Kuehr R., Magalinic F., Maurer C., Meskersb C., Muellera E. y Wangc F. (2009) Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies Recycling – Frome-Waste To Resources. Alemania. Disponible en: <http://us-cdn.creamermedia.co.za/assets/articles/attachments/26028_e-waste_publication_screen_finalversion-sml.pdf>

1.2. Clasificación y característica de los RAEE.

No existe una clasificación taxativa que pudiera aplicarse universalmente, por lo que existen varias clasificaciones que se distinguen tanto por los criterios como por las categorías empleadas. Se conocen principalmente tres clasificaciones de los RAEE:

- a) la de la Unión Europea,
- b) por color, y
- c) según el reciclaje.

Muchos países adoptan sus propias clasificaciones, a partir de un marco regional que define lineamientos, como sucede en la Unión Europea. Esta se orienta en la perspectiva del productor, la cual se observa en la siguiente (Tabla 1).

Otra clasificación divide los RAEE's en tres líneas nombradas por colores: línea blanca (electrodomésticos), línea marrón (equipos de consumo y audio y video) y línea gris (equipos informáticos). En este trabajo de investigación, se abarcará el estudio principalmente de la línea gris. (Tabla 2).

TABLA 1. CLASIFICACIÓN EUROPEA DE LOS AEE

N°.	Categoría	Ejemplos
1	Grandes electrodomésticos	Neveras, congeladores, lavadores, lavaplatos, etc.
2	Pequeños electrodomésticos	Aspiradoras, planchas, secadores de pelo, etc.
3	Equipos de informática y telecomunicaciones	Procesadores de datos centralizados (minicomputadoras, impresoras), computadoras personales, computadoras de carpeta, máquinas copiadoras, télex, teléfonos, etc.
4	Aparatos electrónicos de consumo	Radio, televisores, cámaras de video, etc.
5	Aparatos de alumbrado	Luminarias, tubos fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad, etc.
6	Herramientas eléctricos y electrónicas	Taladros, sierras, máquinas de coser.
7	Juguetes y equipos deport. y de tiempo libre	Trenes y carros eléctricos, consolas de vídeo y juegos de vídeo.
8	Aparatos médicos	Aparatos de radioterapia, cardiología, diálisis, etc.
9	Instrumentos de medida y control	Termostatos, detectores humo o reguladores de calor
10	Máquinas expendedoras	Máquinas expendedoras de bebidas calientes, botellas, latas o productos sólidos

Fuente: Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2003)

TABLA 2. CLASIFICACIÓN DE AEE SEGÚN COLOR

Línea	Clasificación	Ejemplos
Blanca	Electrodomésticos	Neveras, congeladores, lavadores, lavaplatos, microondas, cocinas, hornos
Marrón	Equipos de consumo	Televisores
	Audio y video	Videos, equipos de música
Gris	Equipos informáticos	Computadoras y periféricos, celulares, impresoras, aparatos de fax

Fuente: ACRR, La Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. 2003



Y la última clasificación, basada en la perspectiva del reciclaje de los RAEE, se orienta al contenido, el tratamiento y el transporte de los mismos. (Tabla 3)

La fracción no peligrosa de RAEE, está compuesta mayoritariamente de elementos metálicos y plásticos, que pueden ser incorporados a los procesos generales de reciclaje y valorización.

En lo que respecta a la potencial peligrosidad de los RAEE, un gran porcentaje de las sustancias peligrosas que contienen se encuentran concentradas en un número pequeño de componentes, por lo que los mismos deben ser retirados para un proceso de descontaminación y así posibilitar la consideración del resto de los residuos como no peligrosos.

En varios estudios se mencionan los componentes potencialmente peligrosos de los RAEE, tales como:

- Cadmio: más del 90% de las pilas recargables.

- Plomo: más del 90% en baterías. Con pequeñas contribuciones en soldaduras de ensamblajes de placas pre impresas, lámparas y tubos fluorescentes.
- Óxidos de plomo: más del 80% del TCR (tubos de rayos catódicos), y en fluorescentes y lámparas.
- Mercurio: más del 90% de pilas y sensores de posición, con pequeña contribución por parte de tubos fluorescentes y relés.
- Cromo hexavalente: utilizado como inhibidor de corrosión en el sistema de refrigeración de refrigeradores por absorción.
- PBC (bifenilos policlorados): más del 90% de los condensadores con PBC
- TBBA (tetra bromo bifenil A): más del 90% de placas pre impresas.
- Octa y deca BDE (bromodifenileter), más del 80% proviene de dentro de computadoras y con menores contribuciones de aparatos de TV, cocinas.
- Cloroparfina: más del 90% en el PVC de los cables.

TABLA 3. CLASIFICACIÓN DE LOS RAEE SEGÚN MANEJO

Categoría	Ejemplos	Justificación
Aparatos que contienen refrigerantes	Neveras, congeladores, aparatos de refrigeración.	Requieren transporte seguro, tratamiento individual.
Electrodomésticos grandes y medianos	Estufas, hornos, etc.	Contienen diferentes metales y plásticos y pueden ser manejados según estándares de cada país.
Equipos de iluminación	Tubos fluorescentes	Contienen en gran parte diferentes metales y plásticos y pueden ser manejados según estándares de cada país.
Aparatos con monitores y pantallas	Televisores, monitores (LED, LCD, TRC)	Requieren transporte seguro, tratamiento individual.
Otros AEE	Taladros, sierras, máquinas de coser.	Compuestos por materiales similares por lo que requieren un tratamiento de reciclaje o valorización similar.

Fuente: ACRR, La Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos . 2003.

Otros materiales o categorías de materiales identificados en los RAEE son:

- Plata, cobre, bario y antimonio.
- PCN (naftalato policlorado): que se utiliza para impregnar los cables recubiertos de papel en los condensadores.
- Cristales líquidos: más de 200 sustancias, muchas de ellas ambientalmente problemáticas, pueden formar parte del cristal líquido.
- Material óptico: indio, galio, arseniuros y cadmio.
- Berilio en aleación con cobre utilizado para muelles de contacto en conectores de señales bajas.

- Superconductores de alta temperatura con cantidades apreciables de mercurio.
- Estaño de las soldaduras de los PBA (ensamblajes de placas impresas).

En la Tabla 4 se muestran algunos riesgos ambientales y para la salud humana relacionados a los RAEE:

La dimensión del impacto ambiental que puede producir la presencia de estas sustancias peligrosas depende fundamentalmente de su toxicidad y de las cantidades que pueden ser liberadas al medio ambiente una vez finalizada la vida útil de los aparatos.

TABLA 4. RIESGOS AMBIENTALES Y HUMANOS RELACIONADOS A LOS RAEE

Materiales y metales	Daños potenciales a la salud humana	Daños potenciales al ambiente
Materiales ignífugos bromados	Cancerígenos y neurotóxicos; pueden interferir asimismo con la función reproductora.	En los vertederos son solubles, en cierta medida volátiles, bioacumulativos y persistentes. Al incinerarlos se generan dioxinas y furanos.
Cadmio (Ca)	Posibles efectos irreversibles en los riñones; provocan cáncer o desmineralización ósea.	Bioacumulativo, persistente y tóxico para el medio ambiente.
Cromo VI	Provoca reacciones alérgicas; en contacto con la piel, es cáustico y genotóxico.	Las células lo absorben muy fácilmente; efectos tóxicos.
Plomo (Pb)	Posibles daños en el sistema nervioso, endocrino y cardiovascular; también en riñones.	Acumulación en el ecosistema; efectos tóxicos en la flora, en la fauna y en los microorganismos.
Níquel (Ni)	Puede afectar los sistemas endocrino e inmunológico a la piel y a los ojos.	No incluido
Mercurio (Hg)	Posibles daños cerebrales; impactos acumulativos.	Disuelto en el agua, se va acumulando en los organismos vivos.

Fuente: La Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos & Electrónicos, de la Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje. (2003)



Foto de archivo

1.3. Reciclaje de los RAEE.

Debido a la gran cantidad de metales de base (aluminio, cobre, níquel, estaño, entre otros) y a los metales preciosos (platino, oro y plata) que contienen los RAEE, estos representan un potencial negocio y sobre todo, creciente y permanente. Para Krikke (2008), el reciclaje de los mismos se ha convertido en un negocio altamente rentable, debido a los cientos de millones de dólares que equivalen los metales recuperados. En el 2007, la Asociación Europea de Recicladores Electrónicos (EERA por sus siglas en Inglés) reportó una ganancia superior a un mil millones de dólares, convirtiéndose en una empresa que actualmente da empleo a 10.000 personas con una amplia gama de habilidades y perfiles, entre ellos los ingenieros de procesos, químicos, agentes de bolsa, clasificadores, despachadores, y representantes de ventas.⁶

Los países industrializados adoptaron entonces medidas, estrategias y legislaciones que promueven soluciones con un enfoque sistémico para gestionarlos, que incluye intervenir en su ciclo de vida, desde el inicio hasta el final, como también adoptar recomendaciones para disminuir los mismos, tal como sucede con la política de las 3R: REDUCIR, REUSAR, RECICLAR. En varios países europeos se utiliza una cuota de reciclado que se cobra a los consumidores cuando adquieren productos electrónicos.

Al llegar éstos al final de su vida útil son procesados bajo la responsabilidad de los fabricantes a través de los puntos de venta, distribuidores y centros de acopio para su reciclaje.⁷

Debido a la existencia de regulaciones estrictas en estos países, el manejo de los RAEE en la década de los 80, puso en evidencia una gran problemática a nivel mundial. Estos países trasladaron todos sus residuos electrónicos a países en vías de desarrollo en el sudeste asiático, el norte de África, Europa Oriental y América Latina, para su tratamiento y eliminación final, convirtiendo, éstas regiones en verdaderos basureros electrónicos.⁸

Con el correr del tiempo y con las voces de alarma de organizaciones ambientalistas y ecologistas internacionales, así como por el avance de las normativas en todos los países, se fueron adoptando directivas, acuerdos legales Regionales (Europa y Norteamérica) y Acuerdos Ambientales Multilaterales (Basilea y Estocolmo) de manera a frenar estas prácticas y buscar una solución que pudiese beneficiar a ambas partes sin acarrear consecuencias para el medio ambiente y a la salud de las personas.

⁶ Krikke, J. (2008). Recycling e-waste: The sky is the limit. ITProfessional Technology solutions for the interprise.

⁷ Sinha-Khetriwal. (2005). A comparison of electronic waste recycling in Switzerland and in India. Environmental Impact Assessment. India.

⁸ Sinha D. The management of electronic waste: a comparative study on India and Switzerland. St. Gallen: University of St. Gallen. 2005 (Tesis de Master)

1.4. Marco legal internacional de los RAEE.

a. La Directiva Europea sobre los RAEE.

La Directiva Europea sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), entró en vigor en febrero del 2003 y se aplica a todos los países miembros de la Comunidad Europea; trata de la responsabilidad individual del productor (generador de un producto eléctrico o electrónico), estableciendo las funciones de los demás actores implicados en la gestión de los RAEE e instalando objetivos para su recolección, almacenamiento y reciclaje. Lo que se pretende proteger con la misma, es la salud de las personas y el medio ambiente, con un propósito enunciado de lograr el desarrollo sostenible.

El principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), promueve el mejoramiento total del ciclo de vida de los productos, por medio de la extensión de las responsabilidades del productor en varias etapas de dicho ciclo, especialmente al devolver, recuperar y disponer el producto.

Se establecen como objetivos principales de esta directiva la prevención en la producción de RAEE, la reutilización, el reciclaje y otras formas de valorización de dichos residuos a fin de reducir al máximo su eliminación, así como el mejoramiento de la protección del medio ambiente y de la salud de todos aquellos que intervienen en el ciclo de vida de los AEE. Cuando un consumidor compra un equipo electrónico nuevo, el distribuidor está obligado a recibir de manera gratuita, el producto, cuando a juicio del comprador el mismo ya carece de valor alguno y se ha transformado en un “desecho electrónico”.⁹

La Directiva RAEE es una norma mínima, por lo que cada Estado miembro de la Unión Europea puede establecer normas nacionales más estrictas. Cubre las { 10 } diez categorías de equipos eléctricos y electrónicos señalados más arriba y obliga a los Estados de la Unión

Europea a recolectar y tratar por separado estos residuos electrónicos y establecer medidas para la recolección selectiva de los aparatos, así como la reducción al mínimo o su eliminación como residuos urbanos no seleccionados.¹⁰

Esta norma europea se complementa con la Directiva sobre la Restricción en el Uso de Ciertas Sustancias Peligrosas (ROHS por sus siglas en inglés) para regular los productos con alto contenido de residuos tóxicos y promover que los materiales que integran a esos productos sean sustituidos por alternativas más seguras.

b. La directiva ROHS (Restriction of Hazardous Substances), de la Unión Europea.

La directiva sobre la Restricción en el Uso de Ciertas Sustancias Peligrosas, ROHS, se ha creado para normar la restricción en el uso de sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos y contribuir a la valorización y eliminación correcta de residuos de dichos aparatos. Entró en vigor en 2006, con el objetivo de evitar el derrame al ambiente de sustancias peligrosas presentes en los residuos electrónicos y evitar la contaminación por esas sustancias para la recolección selectiva de los aparatos, así como la reducción al mínimo o su eliminación como residuos urbanos no seleccionados.¹¹

La directiva ROHS coloca la responsabilidad mayor sobre el productor. Los productores deben instalar los sistemas tecnológicos y de auditoría para comprobar que satisfacen las normas de la Directiva, y esos sistemas deben cubrir toda la cadena de suministro así como los ciclos de producción. Generalmente, se hace mención a ROHS como la directiva “libre de plomo”, que restringe el uso de las siguientes seis sustancias: Plomo, Mercurio, Cadmio, Cromo VI, (conocido como cromo hexavalente), PBB, PBDE, (estos 2 últimos del grupo de compuestos químicos del Bromo).

9 Lindhqvist T, Manomaivibool P, Tojo N. (2008) La responsabilidad extendida del productor en el contexto

latinoamericano. La gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Argentina. Lund

University, International Institute for Industrial, Environmental Economics. Suecia.

10 Rojas Bracho, L., Gavilán García, A., Alcántara Concepción, V., & Cano Robles, F. (2011). Los Residuos Electrónicos en México y en el Mundo. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT.

11 Rojas Bracho, L., Gavilán García, A., Alcántara Concepción, V., & Cano Robles, F. (2011). Los Residuos Electrónicos en México y en el Mundo. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT.



BASEL CONVENTION

CONVENIO DE BASILEA SOBRE EL CONTROL DE LOS MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS DE LOS DESECHOS PELIGROSOS Y SU ELIMINACIÓN

De manera a reglamentar los movimientos transfronterizos de los RAEE, nace en la década de los años 70, el **Convenio de Basilea**, principal instrumento a escala global que rige sobre el movimiento de los RAEE y otros productos peligrosos. La misma trata sobre el “Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación”, convirtiéndose en el acuerdo internacional más exhaustivo que existe sobre este tema.¹² Su objetivo es prohibir la exportación e importación de residuos electrónicos de todo tipo y por ello, la responsabilidad de hacerse cargo de éstos recae en cada país de forma autónoma. Para ello, se busca minimizar la cantidad y toxicidad de los desechos generados, garantizar un manejo adecuado lo más cerca posible de la fuente generadora y ayudar a los países menos desarrollados en el manejo de los desechos peligrosos generados en sus respectivos territorios.

Al igual que el Convenio de Basilea, surge el **Convenio de Estocolmo**, mecanismo promovido por el Proyecto de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) para la colaboración, la reducción o eliminación de la liberación de los denominados Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) al medio ambiente. Los COP son sustancias químicas muy tóxicas y duraderas, que representan un grave peligro para el medio ambiente y la salud humana -incluso en baja concentración- debido a sus diversas propiedades. Estas sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables tienen la capacidad de transitar grandes distancias sin reparar en fronteras, por lo que el Convenio tiene un carácter global para que la salud humana y los ecosistemas en todo el mundo reciban el mismo nivel de protección.

En Alemania existe una legislación para la venta, el retorno y la eliminación ambientalmente adecuada de Equipos Eléctricos y Electrónicos, promulgada en 2005 y conocida como la **ElektroG**. La misma se enfoca en el esquema de responsabilidad extendida del Productor y a través de la cual, de acuerdo a la cantidad de RAEE recolectada en centros de acopio locales por cada productor registrado, se determina la proporción de los costos de gestión de residuos que pagará cada año ese productor. Los productores tienen una serie de obligaciones que deben cumplir, que de no hacerlo sufren una multa de hasta 50 mil Euros.¹³

En Japón existe La “Ley de Reciclaje de Electrodomésticos” (HARL, por sus siglas en inglés), y la “Ley para la Promoción del Uso Eficiente de los Recursos” (LPEUR por sus siglas en inglés) promulgadas en el año 2001 que representan una estrategia similar y en gran medida basada en la propuesta de la Directiva WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment Directive, 2002/96/EC), de la Unión Europea.¹⁴

La Directiva WEEE tiene como objetivo minimizar el impacto de los AEE en el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida. Los criterios se establecen en la recolección, tratamiento, reciclaje y recuperación de desechos. Estas actividades son financiadas por los productores y los consumidores, quienes pueden devolver dichos desechos sin cargo. La directiva entró en vigor a partir del 13 de agosto de 2005.

12 Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal. Página electrónica: <http://www.basel.int>. Fecha de consulta: 14 de abril de 2016

13 Rojas Bracho, L., Gavilán García, A., Alcántara Concepción, V., & Cano Robles, F. (2011). Los Residuos Electrónicos en México y en el Mundo. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT.

14 Sawhney, P., Henzle M. (2008). Best practices for E-waste Management in Developed Countries, Adelphi Research. Austria



Convenio de Estocolmo

sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

En octubre del 2003 una revisión de la “Ley de promoción para el uso eficiente de los recursos” estableció obligaciones a los productores e importadores de PC para establecer esquemas de devolución y sistemas de reciclaje de los equipos que alcanzan el fin de su vida útil en los hogares.

Así mismo, se les requirió diseñar productos que consideren las 3R (reducir, reusar y reciclar). Igualmente, La LPEUR- Ley de Promoción para el Uso Eficiente de los Recursos, establece obligaciones a los productores y distribuidores para la recolección y reciclaje de las baterías de celulares. Así, la Red Móvil de Reciclaje, constituida por productores y prestadores de servicios de telecomunicación promueve el reciclaje de los teléfonos celulares, los cuales son voluntariamente recolectados, sin ningún costo, con el propósito de recuperar algunos materiales valorizables, como son los diversos metales incorporados a los celulares.

La Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA), resultado del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), está formada por Estados Unidos, Canadá y México. Desde 2004 los tres países han trabajado en el marco de la CCA para desarrollar proyectos de gestión adecuada de residuos eléctricos y electrónicos. Existe un programa conjunto para la Prevención de la Contaminación y Limpieza de Aparatos Electrónicos en Desuso (CEP3). Su objetivo es contribuir a que las empresas de América del Norte que fabrican y/o importan aparatos electrónicos practiquen compras verdes, promuevan mejores diseños de los productos y reduzcan o eliminen el uso de materiales tóxicos en su fabricación. Dicho programa incluye capacitación de pequeñas y medianas empresas (PYME) del sector de la electrónica.

En particular, Estados Unidos y Canadá cuentan con programas estatales y normas bien definidas para la

recolección y reciclaje de residuos electrónicos, como es el caso del Electronic Waste Recycling Act en California e Illinois, o el Electronics Stewardship en Ontario, Nueva Escocia y Columbia Británica, por mencionar algunos. Estos sistemas han logrado tasas de reciclaje del 20%. Estados Unidos no dispone de un marco normativo nacional, pero 17 estados tienen normas aprobadas y otros 14 tienen normas a estudio, además de normas disponibles en ciudades y distritos. En Canadá la eliminación de residuos eléctricos y electrónicos es competencia de cada provincia o estado y no existen normas federales al respecto. El Consejo Canadiense de Ministros del Ambiente (CCME) ha establecido que los productores de aparatos eléctricos y electrónicos son responsables del manejo adecuado de los equipos al final de su vida útil. Algunas entidades establecen el concepto de Responsabilidad Extendida del Productor para que la industria financie la recolección y eliminación adecuada de residuos eléctricos y electrónicos mediante una cuota de mercado.

La industria electrónica en México está compuesta principalmente por empresas ensambladoras de productos finales. La basura electrónica es un problema ambiental importante en este país, donde existe la entrada de artículos de segunda mano a lo largo de la frontera con Estados Unidos y que en un corto tiempo pasan a ser residuos. Al mismo tiempo, la legislación existente tiene aún muchos huecos y no existe suficiente infraestructura para recuperar los RAEE. Como parte de la región de Norteamérica, México también cuenta con instrumentos de regulación en el tema de electrónicos que ayudan a la coordinación de actividades a nivel internacional.¹⁵

15 Rojas Bracho, L., Gavilán García, A., Alcántara Concepción, V., & Cano Robles, F. (2011). Los Residuos Electrónicos en México y en el Mundo. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT.



Entre otros países, como India, ha venido sosteniendo un debate de más de 6 años, para finalmente llegar en el año 2011, a la promulgación de una normativa que obliga a las empresas de ese país a hacerse responsables de todo el ciclo de vida de los productos electrónicos. A partir de la normativa, todos los fabricantes son responsables de sus productos una vez que éstos cumplen con su vida útil. Esto implica hacerse cargo, desde el diseño y la producción, hasta la recolección, tratamiento y reciclado. El escaso control de la industria del reciclaje de RAEE, contribuye a que comunidades pobres se dediquen a la recuperación de elementos valiosos de los residuos al tiempo que descartan las partes no revalorizables. Dado el manejo poco profesional y sin instrumentales adecuados, estos procesos representan serios riesgos a la salud y al ambiente. La estrategia de manejo de RAEE en India está evolucionando desde la prohibición de instalaciones de reciclaje inadecuadas hacia un esquema de licencias que permite un mayor flujo de información y mejor comunicación entre recicladores y gobierno. Sin embargo, en todo el país existen tan sólo tres sitios con licencia para el manejo de desechos peligrosos. Mientras tanto, gran parte de los residuos sólidos que contienen metales pesados y sustancias peligrosas se depositan en vertederos.

En China, en agosto de 2008 se aprobó una norma que recoge los mismos criterios de la directiva WEEE de la Unión Europea, pero que además instrumenta un plan de reciclado centralizado con financiamiento por parte del Estado. La República Popular de China cuenta con tres leyes nacionales para el manejo de los RAEE y para prevenir la contaminación por residuos sólidos y por la importación de residuos. China ha sido históricamente uno de los mayores receptores de RAEE pero, a raíz de la nueva legislación, el volumen de importaciones se ha reducido.¹⁶ Sus legislaciones son similares a las respectivas directivas europeas e incluyen la restricción de ciertas sustancias, el diseño de “productos verdes”, recomendaciones para el reciclado de residuos y la obligación de diseñar estrategias de manejo y eliminación responsable.

En China existen 21 centros de reciclaje y recuperación de materiales para su valorización sobre todo en la costa oriental del país.¹⁷

En Taiwán la política de manejo de desechos pasó a convertirse en “cero desperdicio”. La “Ley sobre eliminación de Residuos” de Taiwán impone a los fabricantes y/o distribuidores un cargo por reciclaje en el producto de consumo que se utiliza en la infraestructura para la gestión de residuos. Ello incluye a los RAEE, para los que existe un fondo especial.

El trabajo de reciclaje de equipos eléctricos y electrónicos está basado en el principio “4 en 1”, en el que fueron incluidas comunidades, empresas recicladoras, el gobierno local y fundaciones de reciclaje. A partir de los desechos electrónicos, los materiales que son recuperados como acero, aluminio, vidrio y plásticos son enviados a plantas de fundición de metales, fábricas de vidrio y fábricas de reciclaje.¹⁸ “La base de datos del mapa mundial de basura electrónica muestra que, en 2012, China y Estados Unidos encabezaron el mercado mundial de aparatos electrónicos, así como de sus residuos. Así, China puso en 2012 el mayor volumen de productos electrónicos en el mercado, 11,1 millones de toneladas, seguida de Estados Unidos con 10 millones de toneladas”.¹⁹

Para el caso de los países con menor desarrollo, la situación es completamente distinta a los países de primer mundo. La falta de sistemas de gestión de los RAEE y de un adecuado tratamiento, la ausencia o inconsistencia de las legislaciones, una aplicación poco rigurosa de las mismas, así como el acelerado crecimiento del volumen de residuos electrónicos y la importación ilegal dificulta el manejo de los RAEE y promueve una economía semi formal o informal que incluye el comercio, reparación y recuperación de materiales y disposición incorrecta en vertederos a cielo abierto, con los consiguientes riesgos a la salud y al ambiente.

¹⁶ Bortner J. Asia near east computer recycling and disposal (e-waste). (Preliminary research paper prepared for Academy for Educational Development and U.S. Agency for International Development. (2004)

¹⁷ Chi, X., Streicher-Porte, M., Mark, Y. L., Wang, Reuter, M. A. Informal electronic waste recycling: A sector review with special focus on China. Waste Management. (2011).

¹⁸ Shen, S.-H., Wan, T.-J., Cheng, C.-Y., Huang, C.-F., & Shen, S.-M. (2012). Resource Recycling of Waste Electrical and Electronic Products. Electronics Goes Green 2012. Berlin: IEEE Conference Publication.

¹⁹ <https://www.residuosprofesional.com/ee-uu-y-china-los-principales-generadores-de-residuos-electronicos>.

1.5. Los RAEE en Latinoamérica.

Latinoamérica suele verse afectada por la cantidad de residuos electrónicos que son traídos desde los países desarrollados, debido a sus regulaciones poco restrictivas para el ingreso de dichos productos. Los países que se atreven a recibir estos equipos se encuentran con suficientes dificultades para manejarlos; a menudo las autoridades no toman carta en el asunto y la falta de conocimientos sobre el potencial contaminante de dichos residuos así como la existencia de actores privados que solo actúan en función al lucro personal, lleva en la mayoría de los casos a establecer mecanismos violatorios de las normativas, lo que les permite desarrollar sus negocios para maximizar las ganancias mientras se externalizan los costos ambientales. Se actúa asimismo, en la lógica de vender al consumidor, la necesidad de innovar constantemente a través del cambio de sus aparatos electrónicos por otros más nuevos en el mercado, cuya vida útil es cada vez menor²⁰.

Actualmente, no existe un país en Latinoamérica que tenga un sistema de gestión de residuos electrónico que sea integral. Los primeros proyectos relacionados a los RAEE se referían a la posible transferencia de los mismos a través de las donaciones internacionales de computadores desde los países industrializados a los proyectos sociales de Latinoamérica. Al no existir controles ni regulaciones en este ámbito, se debía prevenir una situación similar a la de los países asiáticos y africanos, convertidos hoy en basureros electrónicos. En varios países latinoamericanos se instalaron entonces proyectos especializados y procesos de reacondicionamiento que promovieron el reúso de los equipos informáticos que ya eran desechados por los consumidores de los países desarrollados.

Algunos países, presentaron iniciativas de reacondicionamiento de computadores con fines sociales, teniendo como referencia el modelo canadiense "Computers for Schools", llevado a cabo generalmente por organizaciones sin fines de lucro, las cuales lograron clasificar, reacondicionar y destinar los equipos dona-

dos a centros educativos²¹, teniendo como reto principal construir una red nacional de reaprovechamiento de equipos de informática usados, descartados por el sector público y privado. La mayoría de estos proyectos de reacondicionamiento consistieron en complejos sistemas de gestión y administración, que implicaron la instalación de pequeñas industrias que recogen, trasladan, limpian, actualizan, distribuyen, mantienen y generan residuos, además de capacitar en su manejo. Cuando estos equipos ya no se pueden destinar al reacondicionamiento y/o reutilización son desarmados para extraer piezas o partes que sirvan como repuestos, para los cuales existen algunas empresas en América Latina encargadas de la gestión de rezagos electrónicos provenientes de la telefonía, la informática y otros circuitos impresos de diverso origen.²²

Estas empresas se dedican a un proceso de desarmado profesional, a la venta de ciertos metales y plásticos en el mercado local y al desarrollo de mecanismos de comercialización internacional con empresas especializadas en la recuperación de metales preciosos, cuyas sedes se encuentran principalmente en países de alto desarrollo industrial. Para que esta actividad sea rentable después de cubrir los altos costos del traslado internacional hacia las refinerías, es necesario que los recicladores acumulen volúmenes significativos de materiales reutilizables o comercializables. Uno de los posibles riesgos de este 'emergente negocio' es que el interés económico sea mayor que las responsabilidades medioambientales. En general, los programas de recuperación social, así como las políticas y leyes específicas con respecto al medio ambiente, tal como están planteadas actualmente, no impactan ni cualitativa ni cuantitativamente en la solución del problema de los residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), con pocas excepciones, como el caso de "Computadoras para Educar" de **Colombia**. El impacto en el proceso completo de reciclado y disposición de equipos informáticos es muy bajo y poco sustentable.

20 Sánchez Silva, M., Bonales Valencia, J., & Espinoza Torres, R. (2008). Contaminación del medio ambiente en la región oriente del estado de Michoacán por desechos electrónicos de equipo de cómputo obsoleto. México.

21 RELAC, P. R. (2010). *Los Residuos Electrónicos: Un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe*. Montevideo: UNESCO.

22 Fernández Protomastro, G. (2007). *Estudio sobre los Circuitos Formales e Informales de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Sudamérica*. Argentina.



R E C I C L A J E D E E L E C T R Ó N I C O S

Las donaciones por parte de grandes empresas son bajas y la cantidad de RAEE producidos en los países de Latinoamérica es mucho mayor, los equipos provenientes de hogares y PYMES tienen muchos años de uso y son de configuraciones casi obsoletas. En el caso de los hogares, una gran parte de los equipos quedan almacenados temporalmente en galpones y áreas especiales, así como en los servicios técnicos. Su destino puede ser, la reventa, la entrega a recicladores informales o bien, la disposición como parte de la basura domiciliaria o en sitios no autorizados. Algunos de estos últimos destinos son los rellenos sanitarios o vertederos a cielo abierto.

Por el contrario, el mercado semi-formal de la recuperación comercial y reciclado funciona mejor, en términos cuantitativos como cualitativos, a través del reúso de equipos (partes y componentes) y del reciclado de los materiales que se encuentran en los RAEE, principalmente, Oro, Plata, Aluminio, Cobre, Hierro, Paladio y Plásticos. Es preciso reconocer no obstante, que la verdadera recuperación de los metales, no se realiza en América Latina sino en los más industrializados de Europa, Asia y Norteamérica.

Determinadas empresas (como Silkers S.A. en Argentina, Recycla en Chile) aprovechan los materiales y reciclan los residuos o los aíslan para que no contaminen. Algunos proveedores, como la empresa IBM **Argentina**, entrega sus equipos en desuso a la United Parcel Services, quien a su vez los deriva a la Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE), la que dispone de los desechos sólidos en la Ciudad de Buenos Aires y su Área Metropolitana. Estos equipos son destruidos pues la empresa desea evitar su reutilización. Sólo algunas grandes empresas tienen una política y un procedimiento implementado para los equipos en desuso.

La indefinición sobre la rentabilidad de las operaciones de recogida de los RAEE, su almacenamiento temporal y desarmado, la imprecisión sobre las responsabilidades de los actores involucrados, la ausencia de criterios definidos de control sobre el correcto destino de los elementos tóxicos y la desinformación existente sobre el mercado internacional son, entre otros, los elementos que complejizan las condiciones de negocio en Latinoamérica y, por ende, el retraso de la creación de un sistema de gestión de los equipos electrónicos en general y de los RAEE en particular.

En la mayoría de los proyectos de legislaciones sobre el manejo de los RAEE se han incorporado los principios de responsabilidad individual y compartida. Prácticamente todas las legislaciones que se están trabajando o revisando, ya incorporan la REP (Responsabilidad Extendida del Productor), así como el rol regulador del estado y la presencia de los sectores informales en el reciclaje. Ello, sin dejar de lado, la obligación de cumplimiento de las Normativas y los Convenios Internacionales. En muchos casos, para paliar la ausencia de legislación específica, se utilizan las leyes de residuos sólidos urbanos en combinación con las leyes de residuos peligrosos o especiales.

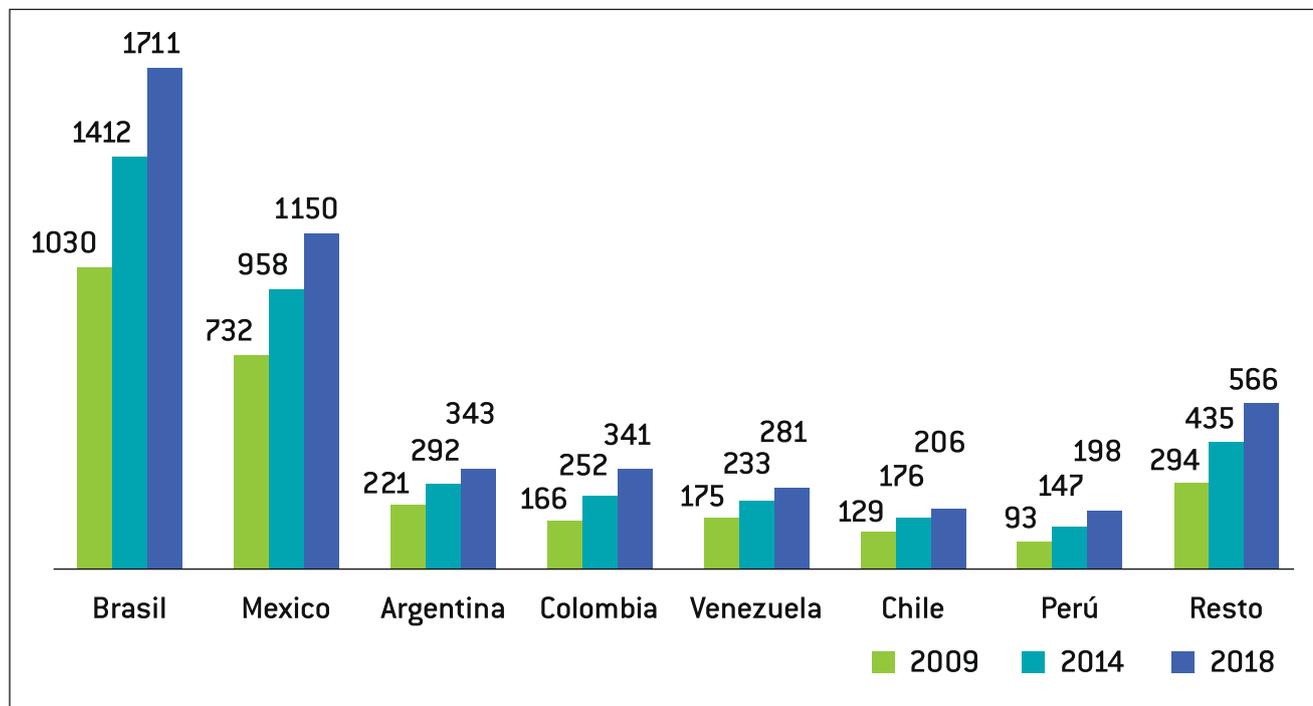
A través de la creación de un comité técnico nacional, **Costa Rica** ha sido uno de los países pioneros en desarrollar una propuesta de reglamento para la gestión de los RAEE que se incorpora en un Proyecto de Ley de Gestión Integral de Residuos al que se asoció, en el 2008, una Propuesta de Reglamento de Creación del Sistema Nacional para la Gestión de Residuos Electrónicos. El país cuenta asimismo con una Guía para el Manejo de los Residuos de Artefactos Eléctricos y Electrónicos, la cual permite realizar la gestión de los RAEE para proteger la salud de los trabajadores, el ambiente y como consecuencia, la calidad de vida y salud de la población. Esta guía promulgada a inicios de 2017, se logró a través de una gestión participativa de numerosos actores con el apoyo de la Cooperación Alemana (GIZ).

En América Latina, la producción de RAEE alcanzó en el año 2016, la cantidad de 4,2 Millón de toneladas, representando en promedio, la cantidad de 7.1 kg/hab. Los países de América Latina que más RAEE generan anualmente son Brasil y México (Gráfico 1). Si se consideran las cantidades relativas a la población, en el 2015, los mayores productores de RAEE fueron Uruguay con 10,8 kg/hab., Chile con 8,7 kg/hab. y seguido muy cerca de Argentina con 8,4 kg/hab. (Gráfico 2)

El principal problema de esta parte de América Latina es la falta de regulación suficiente sobre los RAEE. Solo siete países de América Latina aplican una legislación nacional sobre desechos electrónicos. Ellos son: Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México y Perú).

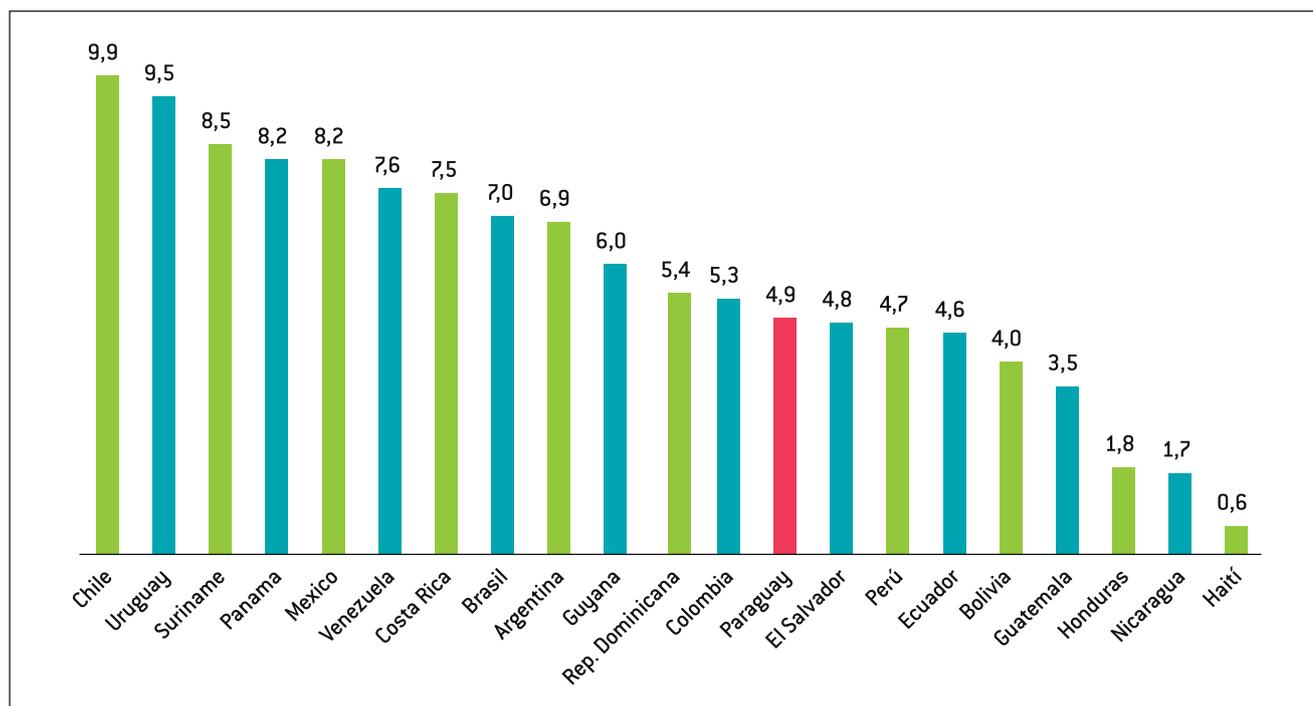
La mayoría de los faltantes ya tienen iniciados procesos de promoción de sus propias legislaciones (Brasil, Argentina, Paraguay, Panamá y Uruguay).

GRÁFICO 1. TOTAL DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN LOS PRINCIPALES PAÍSES DE LATAM (KT)



Fuente: IAS de la UNU. (2015)

GRÁFICO 2. KG. DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS POR PERSONA EN PAÍSES DE LATAM 2014



Fuente: IAS de la UNU. (2015)



Por su parte, Colombia adoptó un sistema nacional para la recolección selectiva de los RAEE, en el marco de la promulgación de una política nacional sobre gestión de los mismos (junio 2017), en la cual se ha tomado en cuenta la participación ciudadana, que fue preguntada sobre la mejor manera de gestión de los residuos electrónicos, con la siguiente pregunta:

¿Cuál opción sería la más práctica y viable para la devolución de sus aparatos electrónicos obsoletos?. Los resultados fueron:

1. Opción de pedir el servicio de recolección por teléfono o internet (36 %)
2. Devolución a las tiendas y almacenes que venden los aparatos (29 %)
3. Servicio periódico de recolección en casa (19 %)
4. Devolución a sitios de acopio municipales (16 %).

Más recientemente, en febrero 2018, se promulgó la Reglamentación de la Ley de RAEE que amplía la responsabilidad en la gestión de los RAEE a los Productores, Comercializadores, Gestores, Usuarios /Consumidores, Autoridades Ambientales y Entidades Territoriales.* Por su parte, **Perú** cuenta con una reglamentación nacional de desechos electrónicos desde el 2012, mientras que **Ecuador** adoptó un sistema de devolución para algunas categorías de desechos electrónicos. Todos los países utilizan el principio de Responsabilidad Extendida del Productor como el enfoque común en sus leyes o reglamentaciones de desechos electrónicos.

En junio de 2016, **Chile** promulgó el proyecto de “Ley marco sobre gestión de desechos, responsabilidad ampliada del productor y promoción del reciclaje”.

Argentina, en tanto, solo ha desarrollado marcos legales a nivel provincial, principalmente enfocados en la recolección de desechos electrónicos. En este país, tres proyectos de ley han sido presentados en el Congreso. Sin embargo, no se ha aprobado ninguna ley nacional. En este país, la recolección y el reciclaje de desechos electrónicos no están regulados por una normativa nacional, por lo tanto, es más probable que los desechos electrónicos sean tratados por el sector

informal o las empresas privadas de reciclaje. Estas empresas principalmente, desarmen computadoras y teléfonos celulares con el objetivo de recuperar los valiosos materiales contenidos en estos artículos.

Aún con la legislación existente en los países y algunas reglamentaciones específicas sobre la materia, los sistemas formales de recolección y disposición se encuentran en una fase inicial y es necesario realizar mejoras en toda la subregión.

México recolecta la mayor parte de los desechos electrónicos en América Latina, con una tasa de recolección del 36% en comparación con los desechos electrónicos generados. La tasa de recolección en el resto de Latinoamérica es inferior al 3%.

El principal desafío con la gestión sostenible de residuos electrónicos en América Latina es la aceleración de todos los procesos legislativos. Para los pocos países que ya tienen leyes de desechos electrónicos en vigencia, esto es necesario para acelerar su implementación. Todos los demás países de la subregión tienen una necesidad urgente de abordar la cuestión.

Las mejoras también deben hacerse en el campo de la investigación. Solo unos pocos estudios se han realizado hasta ahora para abordar el problema de los desechos electrónicos en América Latina.

Los productores de aparatos electrónicos durante mucho tiempo, no dieron prioridad alguna a lo que acontecía con los Residuos que se generaban al final de la vida útil de los productos que se ponían en los mercados.. Sin embargo, la presión de las ONG ambientalistas, sumada a la de los recicladores informales que descubrieron un negocio en la recuperación de materias primas, como las empresas que hoy hacen parte de la “minería urbana”, descubrieron y explotaron este nuevo mercado.²³ Los fabricantes, importadores, distribuidores y vendedores en la mayoría de las normativas en curso, son responsables de recolectar los productos usados y sus embalajes.

A nivel regional, el Consejo del Mercado Común del Sur (MERCOSUR) presentó el Acuerdo sobre Política MER-

* (Reglamentación disponible en: <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20284%20DEL%2015%20FEBRERO%20DE%202018.pdf>)

23 Silva, U. (2009) Gestión de residuos electrónicos en América Latina. Santiago de Chile: Ediciones SUR. Página electrónica: <http://www.sitiosur.cl/r.php?id=909>. Fecha de consulta: 16 de abril de 2016.

COSUR de Gestión Ambiental de Residuos Especiales de Generación Universal y Responsabilidad Post-Consumo. En él, los ministros de los Estados parte reconocen que existe un aumento considerable de transferencia de residuos, principalmente de países desarrollados hacia países en vías de desarrollo, por lo cual es necesario adoptar políticas comunes en materia de residuos y responsabilidad post-consumo de productos, considerando los posibles impactos ambientales, económicos y sociales en la región.

En **Brasil** existen iniciativas para alargar la vida útil de los productos electrónicos y crear beneficios sociales, como el programa de Computadoras para la Inclusión (CI), que involucra al gobierno federal, gobiernos locales, sector privado e instituciones sin fines de lucro. Un obstáculo para la gestión adecuada de residuos electrónicos es la falta de datos.

En **Uruguay** aún no existe reglamentación nacional que regule la gestión de residuos en general en el territorio nacional. Tampoco existen regulaciones municipales concretas, a pesar de que algunos municipios cuentan con criterios claros de aceptación de residuos en sus rellenos sanitarios. En Montevideo, se realiza la clasificación de residuos sólidos para luego comercializarlos a empresas recicladoras.

1.6. Los RAEE en Paraguay.

En el **Paraguay** el 72% de los residuos sólidos son dispuestos en vertederos a cielo abierto; 24% en Rellenos Sanitarios controlados y 4% en vertederos controlados operados manualmente.

En el país son sumamente escasos los rellenos sanitarios que cumplen estrictamente con lo que establecen las normas técnicas que reglamentan el manejo de los residuos sólidos, tales como las de la Resolución 750/02 del Ministerio de Salud Pública, las de la Resolución 282/04 del MADES, y las del Decreto 7391/17 que reglamenta la Ley N° 3956 de los Residuos sólidos del Paraguay.

No existen empresas que se dedican formalmente al reciclado de equipos electrónicos e informáticos. El Relleno Sanitario CATEURA, operado por una empresa privada concesionada por la Municipalidad de Asunción, recibe

los desechos electrónicos y los dispone en lugares y condiciones similares a los desechos domiciliarios. Por otra parte, existe la opción de disposición segura de desechos electrónicos, siempre que se entreguen dichos residuos a una empresa privada, que dispone de un Relleno Sanitario para residuos industriales y especiales. La empresa debe poseer su Declaración de Impacto Ambiental emitido por la SEAM para el efecto y existe mucho interés de las empresas de contar con este servicio para la disposición de sus RAEE.

En la generalidad de los casos, los RAEE son dispuestos en zonas verdes, afectando al medio ambiente y a la población cercana que se encuentre cerca de estos "vertederos", como en el caso del barrio Picada en la ciudad de Villa Elisa, en donde arrojan toneladas de desechos industriales y domiciliarios. Ahí se depositan sin ningún tipo de control, monitores viejos y otros tipos de basuras potencialmente tóxicas.

Ésto también sucede en Asunción, cerca de la Plaza Mártires de la Policía en donde se encuentran restos de basura tecnológica, como monitores, computadoras, teclados y desechos en general. Estos son apenas dos espacios públicos contaminados con este tipo de basura, además de CATEURA, que son de conocimiento público.²⁴

Paraguay no posee una ley específica sobre RAEE, sin embargo, en su Constitución existen varios artículos que tutelan el medio ambiente y otros derechos relacionados.

Entre los artículos vinculados específicamente al medio ambiente, se encuentran 'De la calidad de vida' (Art 6°), 'Del derecho a un ambiente saludable' (Art. 7°), 'De la protección ambiental' (Art. 8°) y 'Del derecho a la salud' (Art. 68°). La ley N° 1.561/2000, que crea el Sistema Nacional del Ambiente (SISNAM), el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y la Secretaría del Ambiente (SEAM), organismos encargados de coordinar todo lo relativo a la definición, supervisión y evaluación de las políticas medioambientales.

No obstante no disponer de una ley sobre RAEE, se encuentra en vigencia, la Ley N° 42/90 que prohíbe la

²⁴ <http://www.abc.com.py/cronicas-ciudadanas/asuncion-verde-577718.html>. Fecha de consulta: 29 de abril de 2016



TABLA 5. INCREMENTO PORCENTUAL DE COMPUTADORAS FIJAS Y TELEFONOS MÓVILES EN EL PAIS

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Computadores	13,90%	14,90%	19,30%	26,90%	29,50%	31,80%	31,10%
Teléfonos móviles	85,50%	85,70%	85,10%	88,90%	92,20%	93,20%	94,40%

Fuente EPH de la DGEEC. 2008/2014

importación, el depósito y la utilización de productos considerados residuos Industriales peligrosos o basuras tóxicas, y que además establece las penas correspondientes a su incumplimiento.

También se encuentra vigente la Ley Integral de Residuos Sólidos (No. 3956) y su Decreto Reglamentario, cuya autoridad de aplicación es la Secretaría del Ambiente y la Ley N° 294/93 y su correspondiente Decreto Reglamentario que declara obligatoria la realización previa de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), para todas las obras o actividades humanas que puedan potencialmente afectar el medio ambiente.²⁵

En el marco del cumplimiento de las normativas internacionales, el Convenio de Basilea fue aprobado por la República del Paraguay mediante Ley N. 567 del año 1995.

Según la Encuesta Permanente de Hogares de la DGEEC, en seis años (2008-2014), la cantidad de computadores aumentó en un 17,2%, sin embargo, entre el 2013 y el 2014 hubo una disminución del 7%.(Gráfico3).

En el caso de los teléfonos móviles, hubo un incremento más gradual del 8,9%, pero entre el 2009 y 2010 hubo una disminución del 6%. (Gráfico 4).

En los estudios disponibles respecto al tipo y volumen de los residuos generados no se hace mención específicamente a la presencia de residuos electrónicos. Se entiende que los RAEE son todavía asimilados en el país dentro de los residuos sólidos en general.²⁶

Ante la ausencia de formas de gestión de estos residuos van surgiendo iniciativas privadas y proyectos que buscan el reaprovechamiento de las tecnologías y al mismo tiempo, el apoyo a sectores sociales vulnerables.

En el año 2008, un proyecto solidario emprendido por un grupo de jóvenes busca achicar la denominada “brecha digital” en las escuelas paraguayas, a través del reciclaje de equipos informáticos.

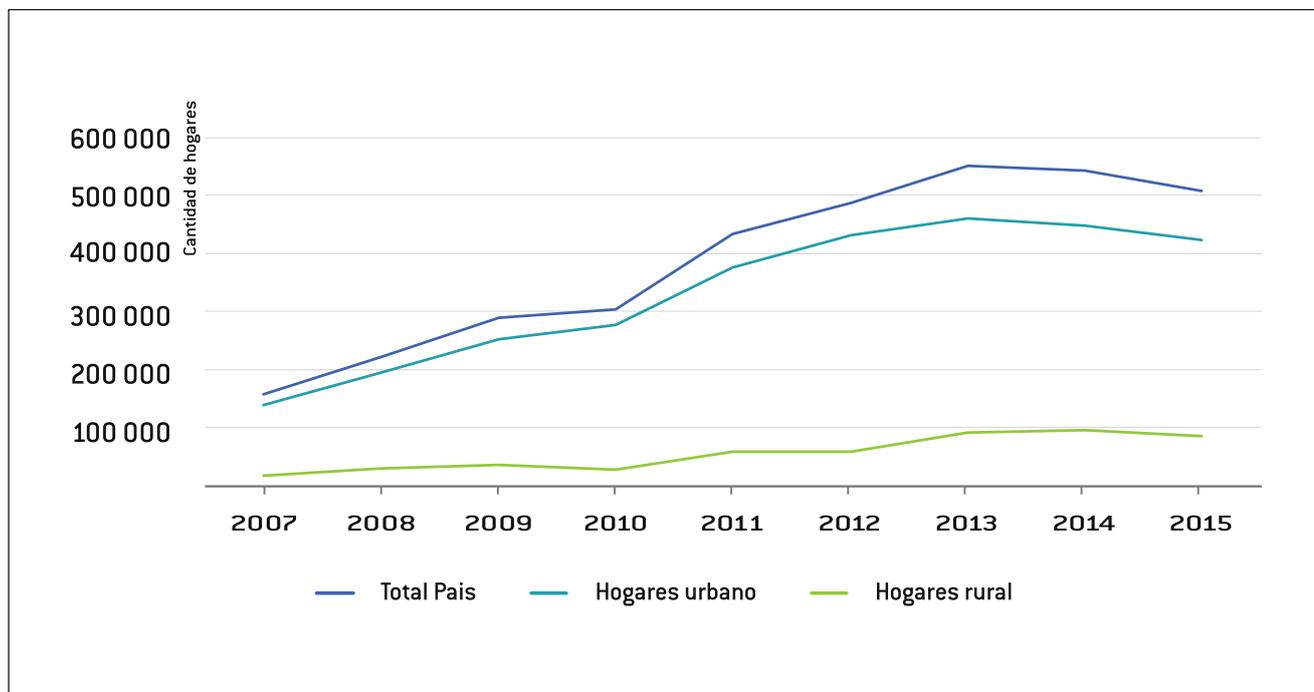
El programa fue denominado “RECICLAR PARA APRENDER”, con el objetivo de equipar con computadoras a escuelas y colegios nacionales que no cuenten con salas de informática. El funcionamiento de este proyecto se dio mediante el rearmado de equipos informáticos en desuso, donados por personas o empresas.

El alcance de este proyecto abarcó a algunas instituciones ubicadas en Fernando de la Mora. Voluntarios que asistieron a un curso de “Técnico en Informática”

25 Torres, D., Guzmán, S., Kuehr, R., Magalini, F., Devia, L., Cueva, A., . . . Rivero Basiniani, I. (2015). Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina. UIT, Convenio de Basilea, CRBAS- Centro Regional Basilea para América del Sur,.

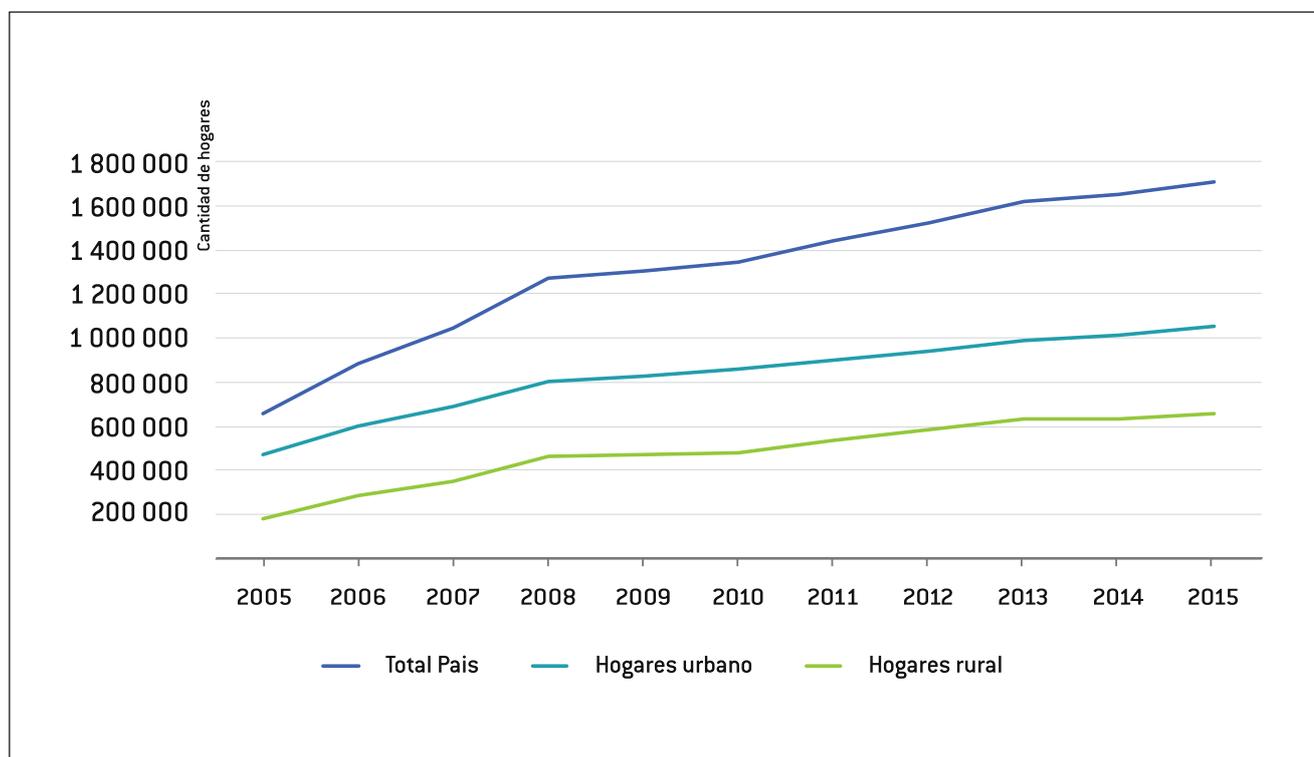
26 Torres, D., Guzmán, S., Kuehr, R., Magalini, F., Devia, L., Cueva, A., . . . Rivero Basiniani, I. (2015). Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina. UIT, Convenio de Basilea, CRBAS- Centro Regional Basilea para América del Sur,.

GRÁFICO 3. INCREMENTO DEL CONSUMO DE COMPUTADORAS FIJAS EN PARAGUAY



Fuente: Encuesta Permanente de Hogares (EPH). DGEEC.

GRÁFICO 4. INCREMENTO DEL CONSUMO DE TELÉFONOS MÓVILES EN PARAGUAY



Fuente: Encuesta Permanente de Hogares (EPH). DGEEC.



realizaron pasantías laborales y fueron los que estuvieron a cargo del desarme. Los equipos reciclados fueron computadoras con procesadores Intel Pentium Dos, o superior, memoria RAM de 64 Mega Bytes, con disco duro de cualquier marca, monitores a color, impresoras y tintas. También se aceptaron todo tipo de accesorios, como scanner, teclado, mouse, parlantes, lector o grabador de discos o DVD²⁷.

En el 2010, el Centro de Alfabetización Digital del Verdadero CATEURA, como parte de un plan ejecutado por el Gobierno, concluyó la capacitación de unos 40 jóvenes de entre 18 y 25 años como técnicos en informática con vista al primer empleo, que en principio se dedicarían al reciclaje de computadores. El curso se enfocó en proporcionar técnicas de reparación de máquinas informáticas, así como en la habilitación de un depósito de basura tecnológica a cargo de los alumnos del Centro. Este plan nació a partir de la experiencia de cursos de reciclaje de computadores en la ciudad de Fernando de la Mora²⁸.

Hasta el año 2017, operaba la Fundación Itá Enramada, una fundación sin fines de lucro, dedicada a almacenar pilas y baterías de todo tipo que recibía de las empresas que realizaban sistemas internos de segregación de dichos residuos. El programa de almacenamiento contaba con varias colaboraciones, públicas y privadas, sin embargo, desde el año 2014 fue intervenida reiteradas veces, a raíz de una serie de denuncias que realizaron los vecinos, a quienes preocupaba la probable contaminación de las cuencas hídricas de los alrededores. Los intervinientes constataron la existencia de 350 tambores y una cantidad innumerable de bidones que contenían desechos tecnológicos como pilas y baterías, almacenados en un sitio muy cercano a la orilla del Río Paraguay. La intención manifiesta de los Directivos de la Fundación, era la consecución de financiamiento externo para el tratamiento seguro de dichos residuos. Sin embargo, las autoridades nacionales terminaron clausurando dicho emprendimiento.

27 Perinetto, A. "Trabajo práctico sobre el Reciclaje Informático". Universidad Católica Ntra. Sra. De la Asunción. Asunción, 2008.

28 <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/mundo-digital/taller-digital-en-cateura-55356.html>

Fecha de consulta: 29 de abril de 2016

En Paraguay, la firma Sermat S.A. es hasta la fecha, la única empresa que se encarga de la recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y destino final de residuos hospitalarios, patológicos e industriales peligrosos, entre los cuales se encuentran los RAEE.

Según un estudio de la UNESCO publicado recientemente, solo el 6,5 % de los alumnos de las escuelas de Paraguay tiene acceso a computadoras, en tanto que apenas el 29 % de las instituciones educativas hace uso de la tecnología informática para los trabajos administrativos. Las empresas y organizaciones socialmente responsables, fundamentados en los principios del "Pacto Global", asumen el compromiso de desarrollar iniciativas y prácticas para promover y difundir una mayor responsabilidad socio-ambiental.

Estos proyectos no han logrado una gran trascendencia en el reciclaje de residuos electrónicos en el país. Sin embargo, la Fundación Paraguay Educa es una de las que mayor conciencia ha desarrollado, acerca de tecnologías sustentables y la reducción de los RAEE. Uno de sus programas implementados fue el Centro Tecnológico Serranía (CTS) que ofreció cursos, talleres y eventos gratuitos a niños, jóvenes, docentes y familias del distrito de Caacupé y sus alrededores para contribuir a la inclusión digital y el desarrollo comunitario.

El curso denominado "Tecnología Sustentable", ofrecido por el CTS se enfocó en la reutilización de residuos tecnológicos para crear nuevas máquinas, reducir el impacto ambiental y gestionar acciones para la donación a instituciones de escasos recursos. El mismo tuvo una duración de 8 clases, en las que el contenido abarcado comprendió el análisis y conocimiento teórico y funcional de partes de computadoras para determinar su factibilidad de reutilización, además de fallas que podrían presentar sus partes, que llegasen a imposibilitar su reuso. Las últimas clases presentaron la forma de configurar un equipo e instalación del sistema operativo que la máquina fuere a utilizar, con el fin de obtener los equipos reciclados a partir de varios componentes de otras máquinas. Actualmente, se realizan gestiones con el fin de reabrir los cursos al público en general.

La Fundación Paraguay Educa es mayormente conocida gracias a su proyecto innovador "Una computadora por niño", seguidora del programa mundial "One Laptop per Child" –OLPC.

En el año 2008 se inició la primera etapa del proyecto con la entrega de 4 mil computadoras para 10 escuelas públicas de Caacupé, del 1º al 6º grado. El proyecto, que se realizó en cooperación con el Ministerio de Educación, fue declarado de interés nacional y su objetivo central fue el de “Instalar en la escuela básica paraguaya una herramienta tecnológica que contribuya positivamente al mejoramiento de los aprendizajes y al logro de competencias tecnológicas”. Con ello se buscó promover la inclusión digital y contribuir a la reducción de la brecha digital existente en el país.

Asimismo, pretendió igualar las posibilidades de educación para todos los niños y niñas del Paraguay a través del acceso a Internet y contenidos educativos digitales, a fin de transformar la educación tradicional mediante nuevas modalidades de interacción maestro - alumno, incentivando así la imaginación y el espíritu investigativo de los alumnos, e inclusive romper la brecha tecnológica al nivel de la gestión comunitaria”.²⁹

A lo largo de los años siguientes, varios estudios demostraron la incidencia que el Programa “UCPN – Una Computadora Por Niño”, tuvo en Caacupé, y se destaca que el programa marcó una diferencia positiva en la educación de los alumnos beneficiados.³⁰

A pesar de los resultados, este Programa llegó a frenarse en el año 2012 debido a la falta de apoyo por parte del Gobierno, lo cual comprueba la dificultad que muchos proyectos asumen debido a no contar con las herramientas necesarias para su continuación. Pese a las dificultades, el proyecto pudo salir a flote nuevamente y sigue vigente hasta la fecha, siendo apoyado por el Gobierno, el cual incluso firmó un acuerdo con la Itaipú Binacional acerca de la destinación de recursos para la reparación de más de 1.500 Notebooks que quedaron en desuso por falta de mantenimiento.³¹

El proyecto en sí ha obtenido mucho éxito teniendo en cuenta que varios estudiantes han ganado premios y viajes internacionales, a través de concursos en los que demostraron su talento y capacidad tecnológica. Además, un logro significativo de la implementación del proyecto es que Paraguay Educa ha instalado capacidad local para los arreglos: son caacupeños quienes realizan las reparaciones. Los técnicos locales no cobran por las reparaciones, la mano de obra es financiada por la Gobernación de Cordillera y han sido beneficiados aproximadamente 10.000 niños y adolescentes.

A pesar de que los teléfonos móviles están en mayor cantidad, que las computadoras en el país, (Gráfico 5) no existen empresas que se dediquen formalmente a la recuperación de los residuos para su posterior reciclaje, aunque es preciso reconocer la existencia de un gran número de talleres y oficinas de informática, que logran recuperar partes de los mismos para su posterior comercialización. Los celulares, en un 95 %, son reciclables.³²

En el 2009, una Empresa de Telefonía Celular planteó un proyecto piloto para la gestión de aparatos de celulares en desuso y baterías.³³ La compañía finlandesa Nokia ha realizado campañas de reciclaje de equipos desde finales de los años noventa y habitualmente trabaja con organizaciones ambientalistas o no gubernamentales para elevar la conciencia del consumidor en diferentes mercados de todo el mundo. Para el año 2010, se contempló la posibilidad de hacer llegar al país su programa denominado “Juntos: Reciclamos”, que consistió en una campaña que pretendió que una empresa, se responsabilizara de transportar los celulares desechados, se ocupara del correcto tratamiento y de su recuperación. En el caso de las carcasas, estas pueden ser reutilizadas como combustible o mezcladas con materiales nuevos para formar nuevas piezas de plástico.

29 <http://www.paraguayeduca.org/>. Fecha de consulta: 1 de mayo de 2016

30 <http://www.abc.com.py/articulos/un-sueno-que-empezo-en-diez-escuelas-y-ahora-apunta-a-crecer-41367.html>. Fecha de consulta: 1 de mayo de 2016

31 <http://www.abc.com.py/edicion-impresalocales/el-programa-una-computadora-por-nino- recibe-nuevas-laptops-xo-1397072.html>. Fecha de consulta: 1 de mayo de 2016

32 <http://www.abc.com.py/edicion-impresasuplementos/mundo-digital/el-95-del-aparato-celular-es-reciclable-1035107.html>. Fecha de consulta: 1 de mayo de 2016

33 Espínola Pérez, O. “Situación de la Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Paraguay”. Presentación en Microsoft Power Point. Curso de Tecnología Sustentable. Centro Tecnológico Serranía. Setiembre, 2015.



R E C I C L A J E D E E L E C T R Ó N I C O S

Por otra parte, de los celulares en desuso se pueden recuperar minerales como cobalto, níquel, cobre, cromo, hierro y aluminio.

Actualmente, existen dos proyectos privados con Licencia Ambiental para la Gestión de los RAEE en Paraguay. Sin embargo, debido a la poca predisposición existente de hacerle frente a la problemática de los residuos electrónicos y lograr el fomento de prácticas sustentables, muchas oportunidades se ven desperdiciadas y las organizaciones no las consideran un negocio muy eficiente en términos económicos, pese a haberse demostrado lo contrario en otros países.

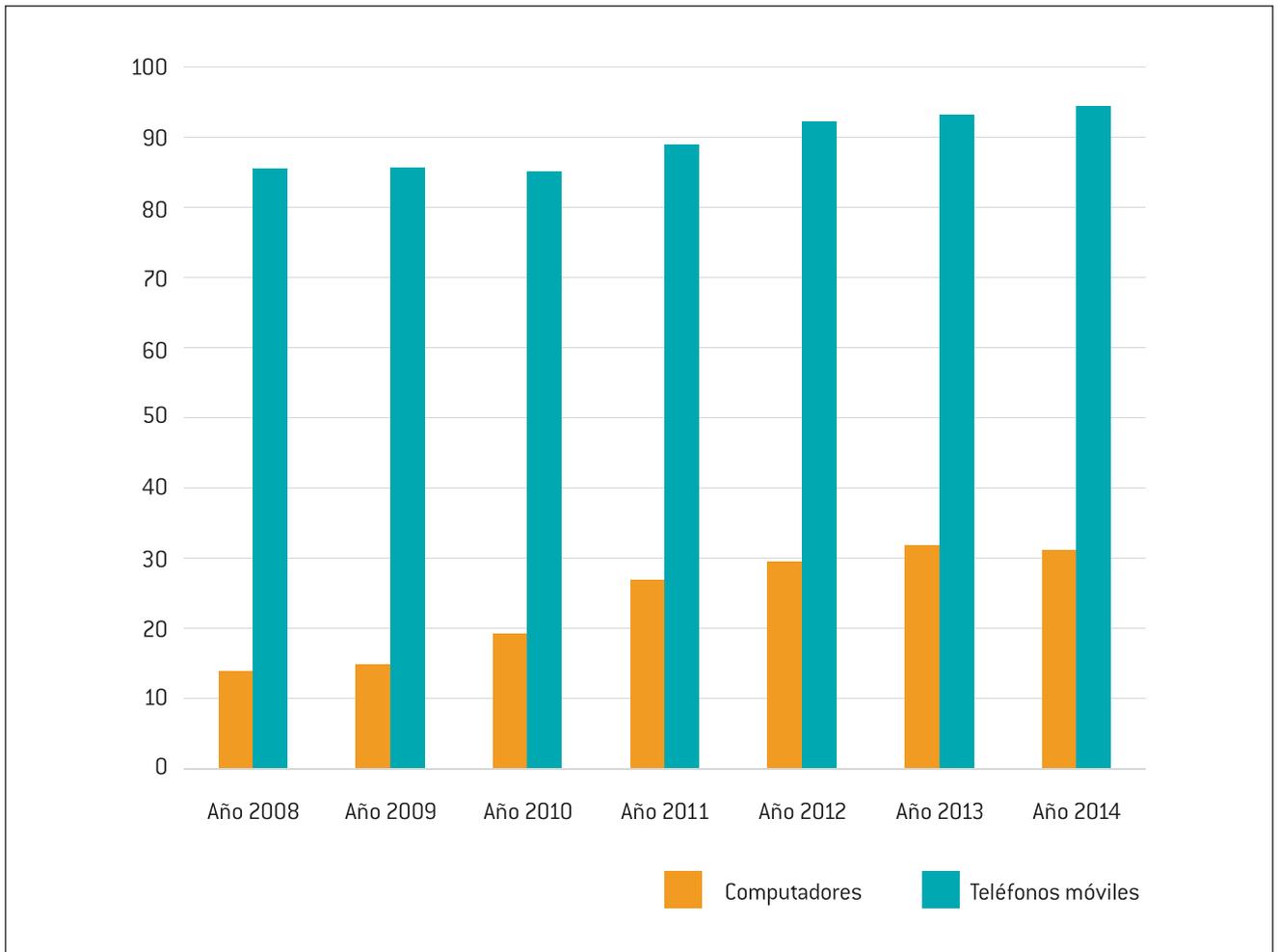
La mayor dificultad para el reciclaje de este producto en particular y de los RAEE en general, es la escasa predisposición institucional gubernamental para gene-

rar la normativa correspondiente y hacerla cumplir, que constituye el punto de inicio para una gestión eficaz y eficiente de los RAEE.

Si bien existen proyectos e ideas de fomentar el reciclaje de los residuos electrónicos, como proyectos de reacondicionamiento de computadores que se hace actualmente en varios países de Latinoamérica, la realidad paraguaya todavía se encuentra lejos de implementarlos a un nivel más ampliado.

Es por eso que este proyecto busca realizar un estudio exhaustivo de prácticas que fomenten una gestión de desarrollo sostenible de los RAEE y llevarla a la práctica, a la par que vaya creciendo el conocimiento y la conciencia a nivel nacional.

GRÁFICO 5. KG. DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS POR PERSONA EN PAÍSES DE LATAM 2014



Fuente: Fuente EPH de DGEEC.

CAPÍTULO II. ALCANCE Y METODOLOGÍA UTILIZADA

A pesar de que se encontró un alto crecimiento en el consumo de aparatos eléctricos de uso corriente en las viviendas y oficinas, tales como refrigeradoras, fotocopiadoras, lavarropas, etc. **el alcance de esta** investigación se refiere a los aparatos electrónicos del tipo computadoras, notebook y celulares, porque, por un lado, han tenido un incremento exponencial en las actividades de todo tipo de usuarios, y han modificado sustancialmente la vida cotidiana del país y, por otro, debido a que la relación entre la parte electrónica y el resto del producto de los AEE es significativamente menor que el de las computadoras y celulares, estos se convierten en pasivos ambientales mucho más rápidamente que los demás electrodomésticos

Esta investigación fue desarrollada en el ámbito académico dentro de la Universidad Católica de Asunción y por ello, el equipo técnico además de los investigadores de la Facultad de Ciencias y Tecnologías y de la ONG Gestión Ambiental, contó con el aporte voluntario de los estudiantes universitarios, concretamente de las carreras de Ingeniería Informática, Industrial y ambiental. En esta investigación de tipo exploratorio, se utilizó una variedad de instrumentos metodológicos que se complementaron entre sí y se seleccionaron según la correspondencia de las etapas y actividades. Genéricamente, se utilizó la estructura clásica de la investigación:

1. Búsqueda de datos e información
2. Análisis de la información recogida
3. Síntesis y conclusiones

2.1. Herramientas metodológicas para la búsqueda de información.

La colecta de información utilizó fuentes primarias y secundarias pero fue la información construida, el principal aporte de esta investigación.

a. Para la generación de la **información de fuentes primarias**, se trabajó con los siguientes instrumentos metodológicos:

a.1. Encuestas por muestreo, aplicadas a varios tipos de usuarios. Encuesta simple, fue preparada con 24 preguntas, de las cuales el 90% eran cerradas, ligeramente distintas según los distintos tipos de usuarios. Fue aplicada de manera aleatoria con el objeto de encontrar patrones de comportamiento respecto a

la adquisición,

el consumo,

el descarte y

el desecho de aparatos electrónicos,

La información fue recogida en parte, en forma directa (personalmente, vía telefónica o por internet) y otras indirectamente enviando a determinadas instituciones que aplicaron la encuesta entre sus funcionarios, por ejemplo, la encuesta fue "colgada" en la Web del Centro de Tecnología Apropiable de la Universidad Católica, desde donde también se recogió información.

Los aspectos básicos de la muestra fueron:

UNIVERSO MUESTRAL:

- Tamaño muestral, que implicó las siguientes tareas:
 - Selección de usuarios, empresas e instituciones que cumplan con los requisitos definidos en el universo. Se buscó representatividad de usuarios y así fueron encuestados :
 - Jóvenes preferentemente universitarios entre 18 y 40 años por ser esa etapa etaria la mayor consumidora de equipos electrónicos.
 - Empresas medianas y grandes (la mayoría entre 10 a 100 empleados), que fueron seleccionadas por su capacidad de recambio de Software y Hardware y la cantidad de desechos electrónicos que generan.



- Instituciones públicas, para cuya aplicación se recurrió a la SENATIC (Secretaría Nacional de las Tecnologías de la Información y Comunicación) y mediante ésta, se elaboró y se aplicó la encuesta a los Ministerios, Secretarías y otras oficinas públicas.
- Distribución de la Muestra conforme a los pesos porcentuales proporcionados por la distribución territorial. La muestra fue definida como simple, clasificando a las distintas unidades de muestreo según cantidad poblacional.
- Fijación territorial de la muestra: en Asunción y en las ciudades más populosas del Área Metropolitana de Asunción, Ciudad del Este y Encarnación.
- Los tiempos de la muestra. La aplicación de las encuestas se realizó en diferentes épocas:

TABLA 6. CANTIDAD DE ENCUESTADOS SEGÚN REGIONES

Area territorial de la muestra	Usuarios	Empresas	Instituciones públicas
Asunción	916	201	34
Dpto. Central	557	108	0
Encarnación (Itapúa)	8	77	0
Ciudad del Este (Alto Paraná)	61	78	0
Otros	178	77	0
Total	1720	541	34

Fuente: Elaboración propia

TABLA 7. CALENDARIO DE APLICACIÓN DE ENCUESTAS

Encuestados	Tiempo de aplicación	
Público en general	Julio del 2016	Diciembre 2017
Empresas	Diciembre 2016	Febrero 2017
Instituciones públicas	Agosto 2017	Diciembre 2017

Fuente: elaboración propia

TABLA 8. MARCO METODOLÓGICO

Objetivo principal	Objetivos específicos	Resultados obtenidos	Métodos utilizados
Generar los conocimientos para el desarrollo de un mercado del reciclaje de electrónicos en el país	Conocer la dinámica del mercado y la problemática de la actual gestión de los residuos electrónicos en Paraguay	RE 1 : Información pormenorizada del mercado de importación, venta y consumo de electrónicos relevada	REVISIÓN DE DOCUMENTOS (Dirección General de Aduanas, Encuesta Permanente de Hogares) ENTREVISTAS a comerciantes locales
	Determinar el comportamiento de la población, de empresas e instituciones públicas del país, acerca del consumo de aparatos electrónicos	R2: Información del comportamiento de la población acerca del consumo y el descarte de aparatos electrónicos relevada	ENCUESTAS a usuarios, a empresas y a instituciones públicas CONSOLIDACIÓN de los resultados de las encuestas CUADROS Y GRÁFICOS comparativos
	Contribuir con datos que permitan orientar el diseño de un modelo y sistema de gestión de los residuos electrónicos para el Paraguay	RE 3 : Información sobre la cantidad del potencial de pasivo ambiental así como del potencial de recuperación de valores económicos generados	REVISIÓN de documentos. TALLER de descaracterización o desarmado
	Generar informaciones y conocimientos para determinar una normativa específica para la gestión responsable de los desechos electrónicos.	RE 4: Propuesta de legislación adaptada a la realidad nacional vinculada a la gestión responsable de residuos electrónicos.	REVISIÓN DE DOCUMENTOS de legislación relacionada ANÁLISIS DE LEGISLACIÓN COMPARADA VISITAS de reconocimiento a mercados internacionales REUNIONES interdisciplinarias
	Actividades de divulgación		TALLERES de Capacitación SEMINARIOS CONFERENCIAS PUBLICACIONES

Fuente: Elaboración propia



a.2. Taller procedimental para la des-caracterización de los aparatos. El nombre de **des-caracterización o desagregación** se refiere específicamente a la actividad mecánica de desarmado de los aparatos eléctricos y electrónicos en sus partes principales. Se denominan partes principales, aquellas que tendrán o no algún uso posterior, dependiendo del estado en que se encuentren, para lo cual, solo el desarmado y el testeo, así como la observación directa y el análisis de algún experto, puede determinar el estado de los mismos y su catalogación como “Residuo Reutilizable”, sea que tienen un valor de uso o que se destinen al mercado del reciclaje.

Para realizar el proceso de des-caracterización, se montó un “Taller de Desarmado de Computadoras” en el campus del CTA de la UC. Las computadoras desarmadas fueron donadas por instituciones y empresas vinculadas al proyecto y para el desarme se utilizaron pinzas, destornilladores, tenazas, martillos, balanzas, cepillos, entre otras herramientas, para lograr obtener las partes que componen un aparato.

El objetivo de la “des-caracterización”, fue conocer:

- la composición de los elementos que hacen parte de los electrónicos,
- los pesos de cada elemento,
- el porcentaje del peso total o del producto original,
- el grado de utilidad residual o que algunas de sus partes para que pudieran ser utilizadas en otros elementos electrónicos,
- el tiempo promedio (horas/hombre) que se debe destinar para el desarmado del producto electrónico.

a.3. Visitas a experiencias relacionadas. Se realizaron **viajes al exterior**, con el fin de conocer e intercambiar experiencias de gestión de RAEE en otras ciudades de otros países. En estas visitas se procedió a recorrer instalaciones y a entrevistar a responsables que brindaron informaciones que fueron volcadas en partes en esta investigación.

A través de visitas al exterior, se buscó conocer sobre todo, las formas de gestión que se realizan con los RAEE en la región, y por otro lado conocer opiniones de los actores de otros países.

Fueron visitadas las siguientes instituciones extranjeras:

- ONG, CARIDAD, Buenos Aires, Argentina (05/2016)
- Instituto GEA- Ética e Meio Ambiente, Sao Paulo Brasil (07/2016).
- Cooperativa COOPERMITI. Casa Verde, Sao Paulo, Brasil (07/2016)
- Industria y comercio FOX de Reciclaje y Protección al Clima Ltda, Sao Paulo, Brasil (07/2016)
- CARDOS. Centro de Reciclagem do Lixo Tecnológico. Sao Paulo Brasil, (07/2016).
- USP. Universidad de Sao Paulo.
- Brasil Reverso, Gerenciamento de descartáveis, Sao Paulo, Brasil. (07/2016).
- IPES- Promoción del Desarrollo sostenible, Lima Peru. (11/2017)
- SETE AMBIENTAL LOGISTICA, Curitiba Brasil. (11/2018)

a.4. Entrevistas a actores claves de instituciones públicas y privadas, locales y extranjeras, autoridades, técnicos ambientales y vendedores locales.

Fueron entrevistados especialmente:

- Director de SENATIC (Secretaría Nacional de Tecnología
- Gerente General de INVENTIVA, empresa de provisión de Software
 - Director de Control Ambiental de la ex Secretaría Nacional del Ambiente, hoy Ministerio del Ambiente y del Desarrollo Sostenible (MADES)
 - Sr. Representante del Punto Focal del Convenio de Basilea en Paraguay.
 - Representantes de los gremios de Empresas Importadoras y distribuidoras de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

b. Para la colecta de informaciones de fuentes secundarias se recurrió a documentos oficiales que permitieron conocer el mercado local. Para la obtención de los volúmenes de AEE en el país, fue necesaria la búsqueda de información en donde la misma se registra, habiéndose determinado como prioritarios, los siguientes sitios:

- La **Encuesta Permanente de Hogares (EPH)** de la Dirección Nacional de Estadísticas, Encuestas y Censos (DGEEC), órgano dependiente de la Secretaría Técnica de Planificación (STP), que realiza anualmente una encuesta de hogares en todo el país. En esta investigación se utilizó la información relacionada con la tenencia de aparatos electrónicos entre los años 2.006 y 2016.
- **Registros de la Dirección General de Aduanas**, (DGA), de donde se obtuvieron los datos de todos los productos de importación que ingresan legalmente al país. Si bien se recabó información de varios tipos de aparatos, se dio prioridad a los teléfonos móviles y computadoras con sus accesorios, que ingresaron al país durante la década 2006 al 2016* y de los países de procedencia de los mayores volúmenes de importación. Se utilizaron especialmente los datos del Sistema informático SOFIA.
- **Otros documentos** académicos, nacionales e internacionales útiles para comparar la situación del mercado local con el latinoamericano y mundial que se detallan en la bibliografía.

2.2. Herramientas metodológicas para el análisis de la información.

Las herramientas metodológicas para el análisis de la información y de los datos recogidos, fueron principalmente, la sistematización digital y la graficación de los resultados. La sistematización en una base de datos que contiene la información obtenida en las encuestas, consignando los nombres de las variables y las etiquetas correspondientes, arrojó importantes resultados que fueron graficados para mejor visualización.

Los gráficos y cuadros consignados corresponden en general al total país, aunque se realizó una especial consideración a Asunción y a los departamentos de mayor concentración poblacional (Central, Alto Paraná, Itapúa) por ser estas regiones las de mayor consumo de AEE y donde se podrían generar, más fácilmente, iniciativas de reciclaje de residuos eléctricos y electrónicos.

* Aunque inicialmente, se decidió utilizar los datos de ambas instituciones del periodo entre 2006 y 2016, se tuvo que alterar el periodo de análisis a raíz de las inconsistencias de los datos de la EPH del año 2016,

2.3. Herramientas metodológicas para la síntesis de la información.

Las herramientas metodológicas para la elaboración de la síntesis, fueron discusiones en reuniones de trabajo tanto del equipo técnico de la investigación, como de los mismos con actores externos (por ejemplo con técnicos de la ex Secretaría del Ambiente, para la elaboración del borrador de normativa). La interpretación heurística fue también un método útil que permitió llegar a los resultados.

2.4. Actividades de difusión.

Actividades de difusión fueron realizadas para dar a conocer esta investigación. Las implementadas fueron las siguientes:

- Dos Talleres de Capacitación a estudiantes pasantes del taller de descaracterización. Campus de Santa Librada UCA, en septiembre y octubre del 2015,
- Publicaciones en la Revista del CONACYT. Edición 8 y 9 de fecha 04 / 09. 2016
- Participación con ponencia de resultados en el Seminario Internacional de Residuos Sólidos, realizado en el Hotel Excelsior en fecha 25/06. 2017.
- Presentación del folleto resumen de resultados de la investigación en el salón Manfred Stark de la FACYT de la UCA, en fecha 12. 2018.
- Difusión de resumen de resultados en la web de geAm y del Centro de Tecnología Apropriada de la Universidad Católica.



Foto de archivo



CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultado 1. La dinámica del mercado local.

Para tener un panorama general del mercado de los AEE en Paraguay, fue necesaria la recopilación de información acerca de la tenencia, adquisición y consumo de AEE por parte de la población del país, así como la revisión de los números que muestran el mercado de importación de dichos productos. El consumo de cualquier producto electrónico varía de país en país y de cultura en cultura, aunque uno de los efectos más notorios de la globalización es la homogeneización de las pautas de consumo. La “capacidad de elección” de la mayoría de los productos del mercado, está hoy mediatizada por la propaganda y el marketing y se puede decir que los bienes de uso que se consumen, muchas veces obedece a una elección mediada por la moda y la propaganda, que llega a hacer de los objetos de consumo, los nuevos fetiches que deben ser adquiridos, consumidos y desechados en plazos cada vez más cortos. Este fenómeno, a la vez que incrementa el consumo de AEE, acelera la producción de desechos, entre los cuales, los electrónicos se convierten en uno de ellos. La investigación realizada, no ahonda en éste fenómeno pero es importante reconocer que la cultura del “USAR Y TIRAR”, es un elemento que coadyuva a la generación de pasivos ambientales y al incremento de los costos de los mismos por parte de la sociedad.

3.1.1. La evolución de la tenencia de AEE en hogares del Paraguay.

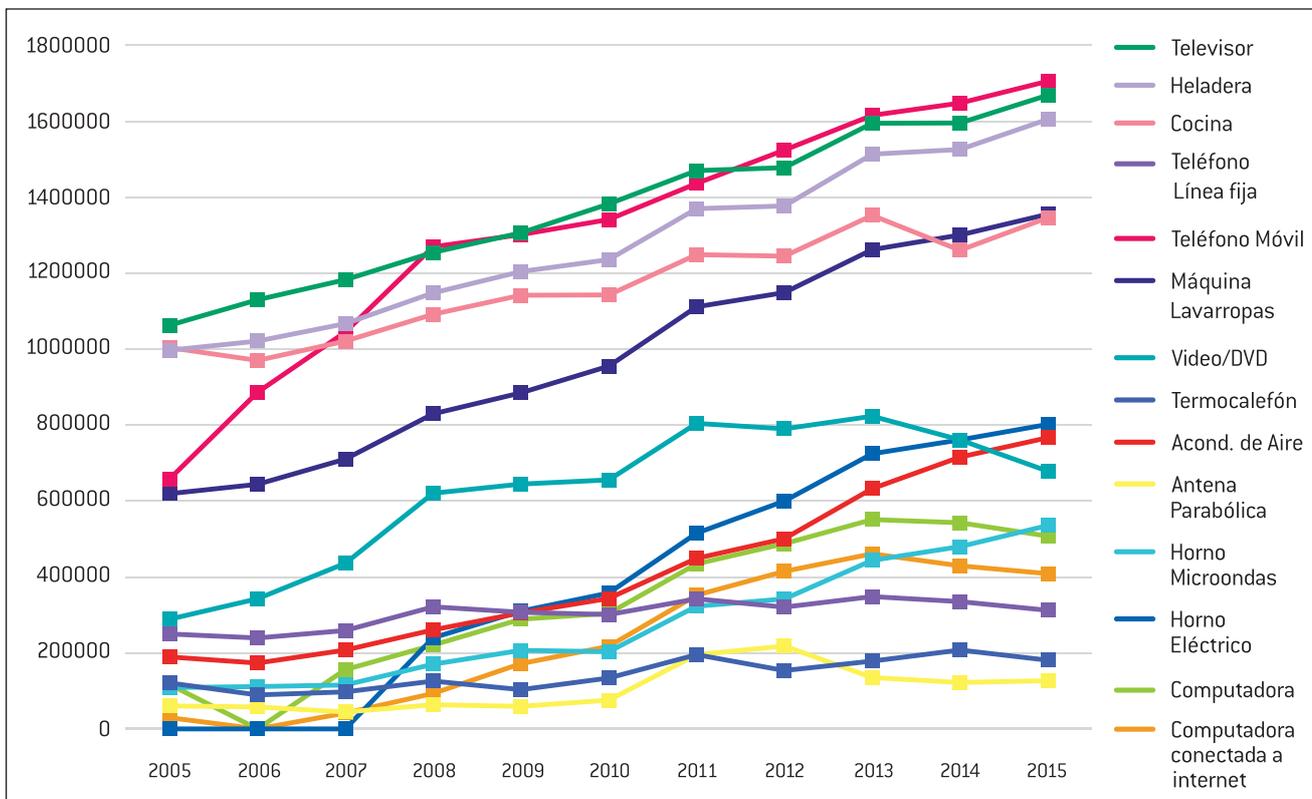
El consumo de productos electrónicos en el país, se ha venido incrementando, en términos proporcionales al crecimiento demográfico vegetativo de la población, así como en función a la satisfacción de la demanda y gracias a la extensión de la energía eléctrica, que llega paulatinamente a casi todo el territorio de la república. La oferta energética es aún muy superior a la demanda en el país y en gran medida, el rigor climático así como el avance de las tecnologías de información y comunicación, lleva a las familias a la posesión de aparatos eléctricos y electrónicos que en otros tiempos eran considerados lujosos y entre ellos y los de mayor adquisición, los aparatos de Aire Acondicionado, Computadoras y Celulares.

Así, puede observarse (Gráfico 6), el incremento del consumo de los principales AEE en los hogares de todo el país, evidenciándose el rápido crecimiento del consumo de Teléfonos Celulares, en prácticamente todo el territorio nacional, colocándose por encima de los aparatos de primera necesidad, como Heladeras, Cocinas y Televisores, por citar algunos de ellos. Es notable asimismo, observar el incremento del consumo de Computadoras con acceso a Internet, que por otra parte, van sustituyendo a los aparatos de vídeo, que entraron rápidamente en obsolescencia.

En la generalidad de los casos, se observa un incremento del consumo de los productos eléctricos y electrónicos en Asunción (Gráfico 7) y en los principales departamentos del país (Gráfico 8, 9 Y 10), tanto en las áreas urbanas como rurales (Gráfico 11). Las facilidades brindadas por las casas comerciales, la llegada de la electricidad, el marketing de los medios y la necesidad propia de una mejora de las comunicaciones entre las personas, hicieron posible estos incrementos.

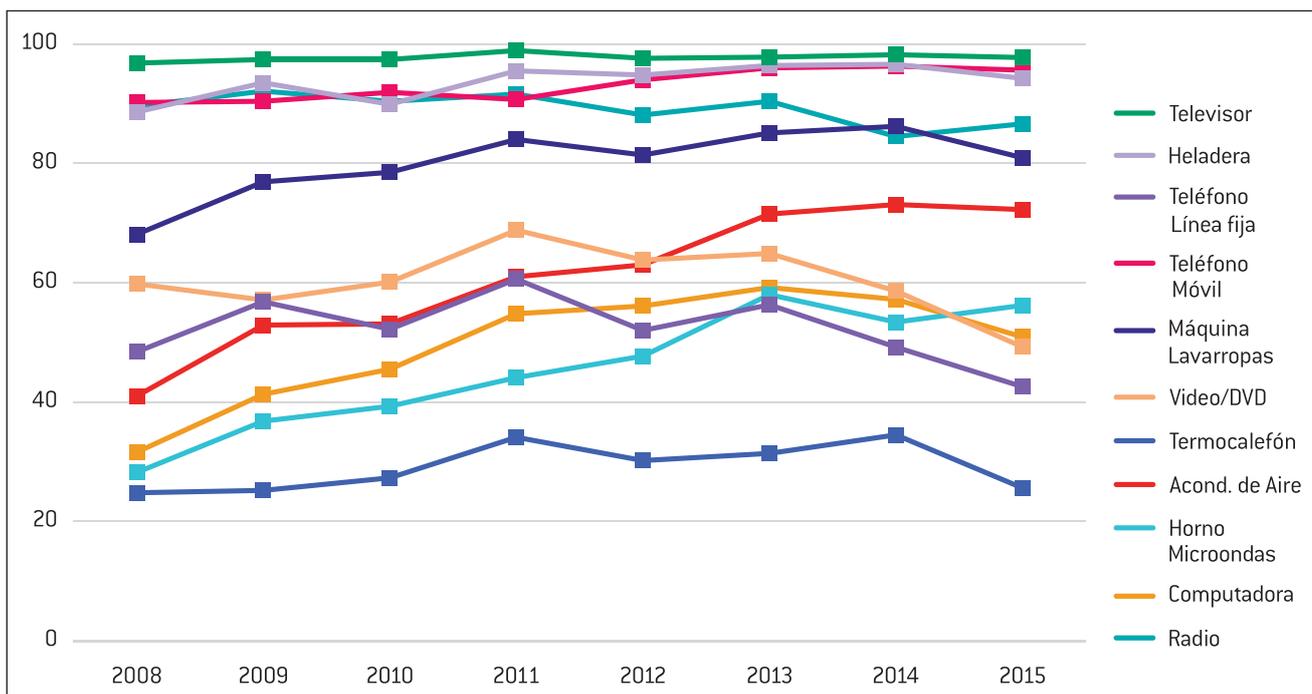
En todos los gráficos puede notarse claramente que los celulares se han convertido en el “productos de primera necesidad” en prácticamente todo el país.

GRÁFICO 6. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE AEE EN HOGARES DEL PARAGUAY



Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPH de DGEE.

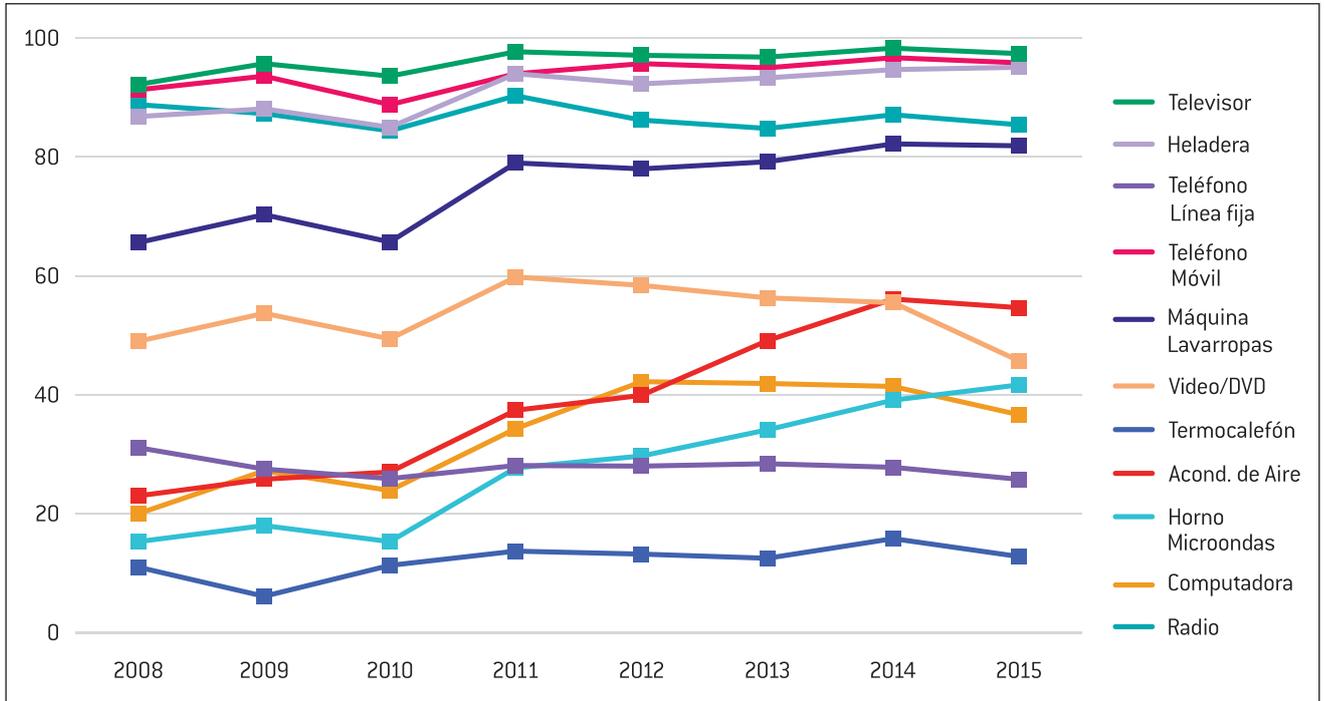
GRÁFICO 7. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE AEE EN HOGARES DE ASUNCIÓN



Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPH de DGEE.

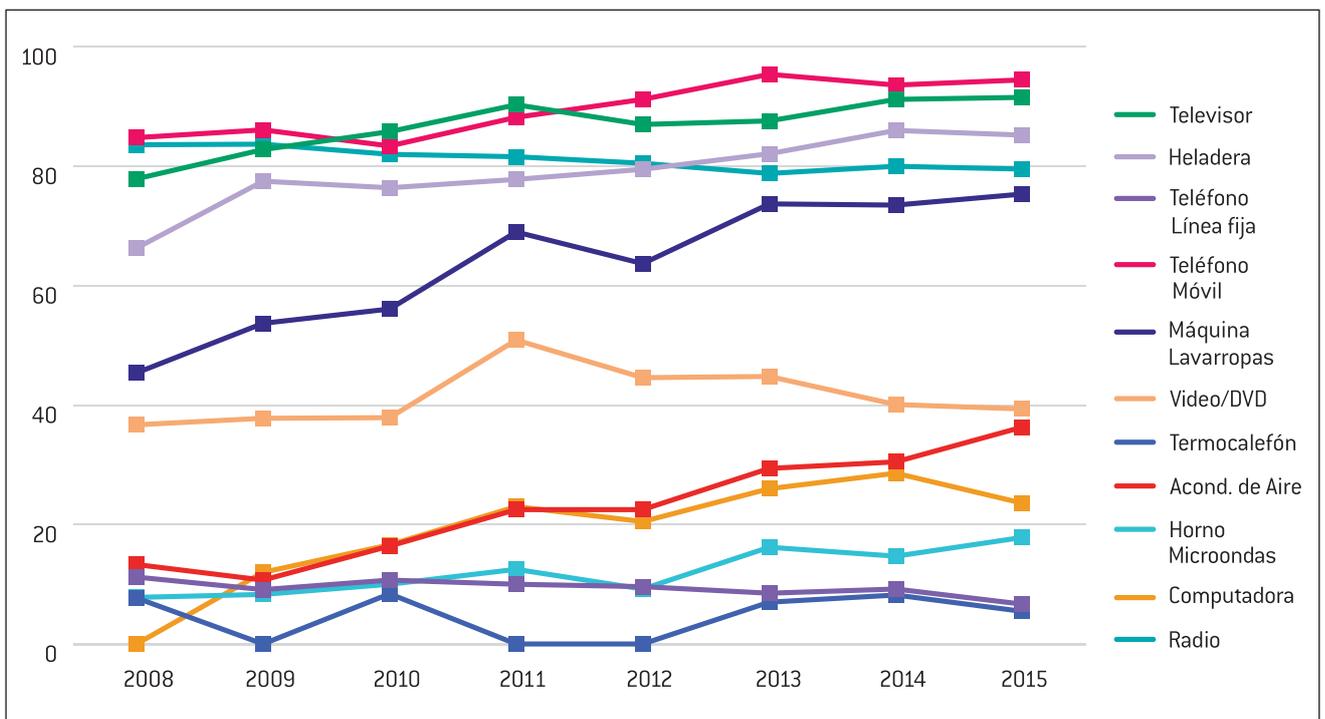


GRÁFICO 8. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE AEE EN HOGARES DE CENTRAL



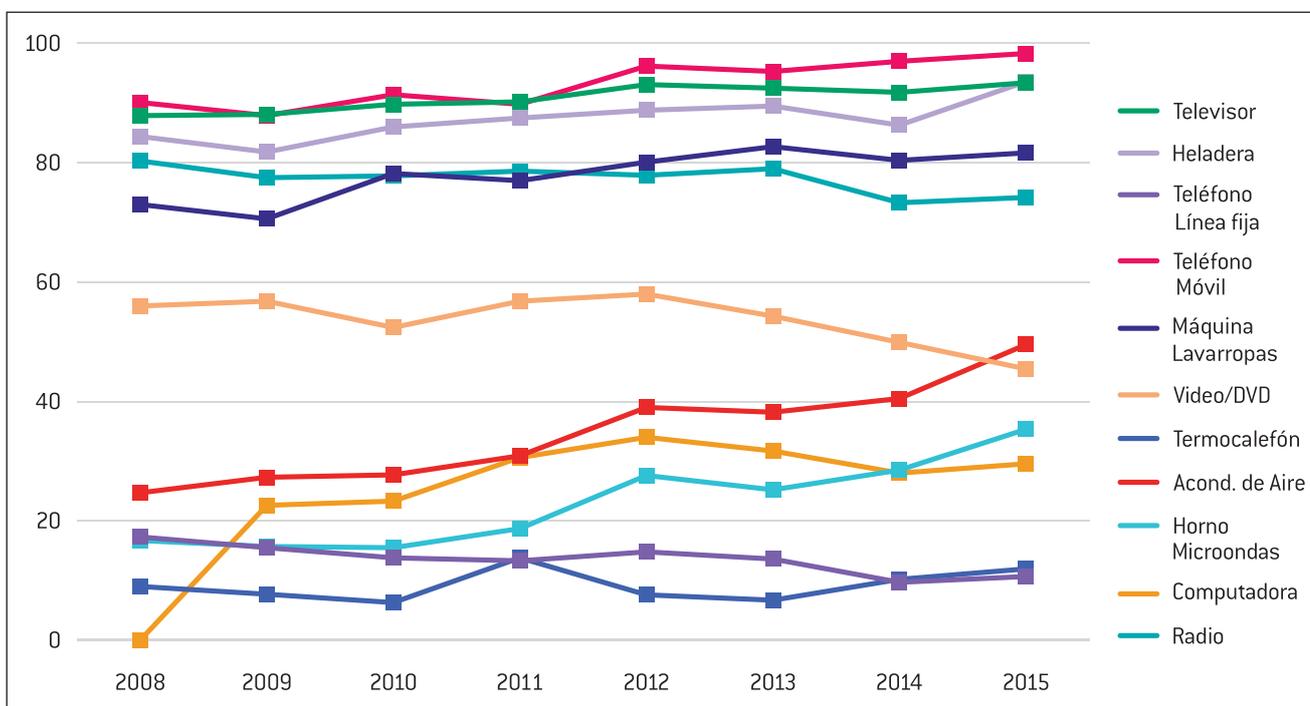
Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPH de DGEE.

GRÁFICO 9. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE AEE EN HOGARES DE ITAPÚA



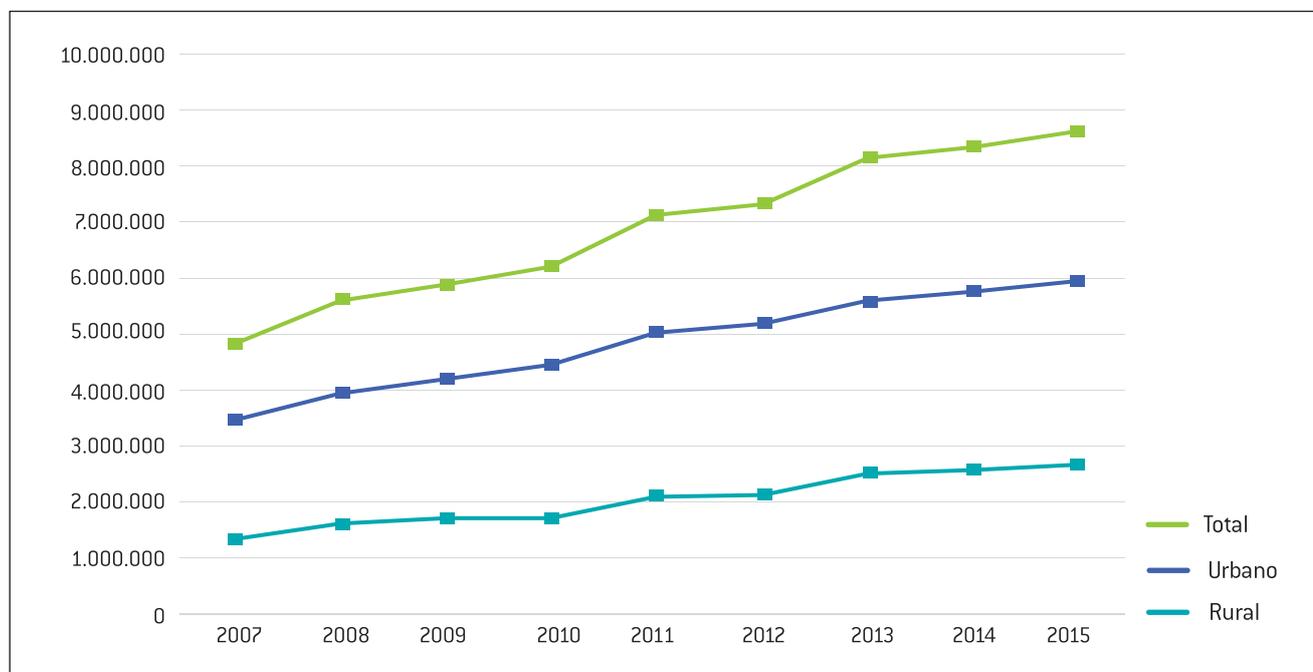
Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPH de DGEE.

GRÁFICO 10. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE AEE EN HOGARES DE ALTO PARANÁ



Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPH de DGEE.

GRÁFICO 11. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE AEE EN HOGARES URBANOS Y RURALES¹



Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPH de DGEE.

¹ Para este GRÁFICO fueron considerados como AEE, televisores, heladeras, teléfonos fijos y móviles, lavarropas, termo calefones, aire acondicionado, horno micro ondas y computadoras.



3.1.2 Teléfonos móviles en Paraguay.

a. La evolución de la tenencia de los teléfonos móviles en el país.

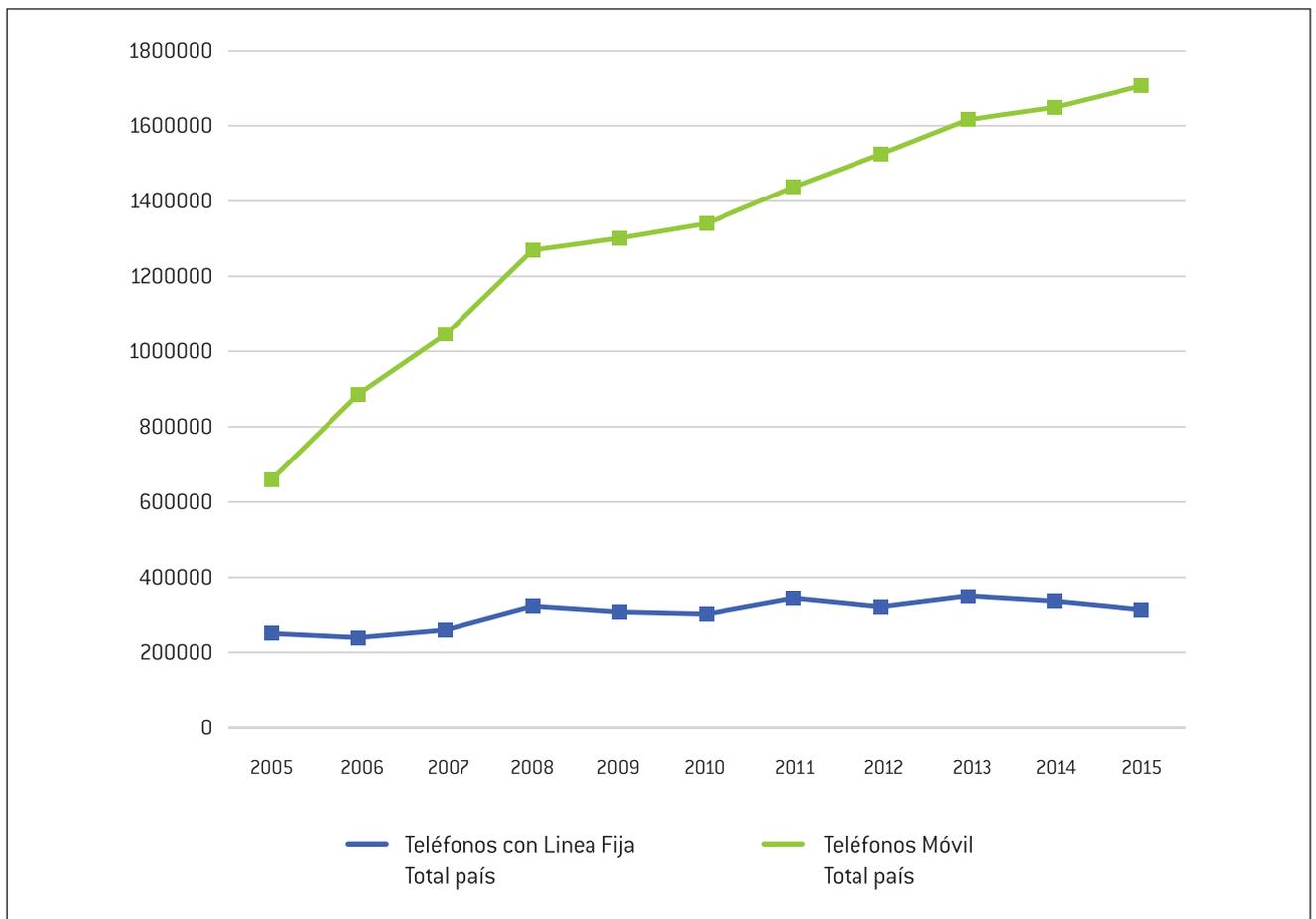
El “boom” del consumo de aparatos celulares de inicia aproximadamente en el año 2006 y no ha parado de crecer, en detrimento de las líneas fijas (Gráfico 12). El consumo de teléfonos móviles, por parte de la población paraguaya ha generado la decadencia paulatina de las líneas y teléfonos fijos.

Aunque la cantidad de unidades de celulares es mayor en el área urbana, el teléfono móvil para el área rural (Gráfico 13) constituyó un elemento que cambió las relaciones sociales y satisfizo la necesidad histórica de

comunicación de dichas zonas con el resto del país y el mundo. De igual manera, la dispersión del consumo en todo el territorio rural de los aparatos celulares, hará sumamente difícil cualquier sistema de gestión de residuos electrónicos de dicha procedencia, con lo cual el pasivo ambiental rural generado por la telefonía móvil, será difícil cuantificar y mitigar.

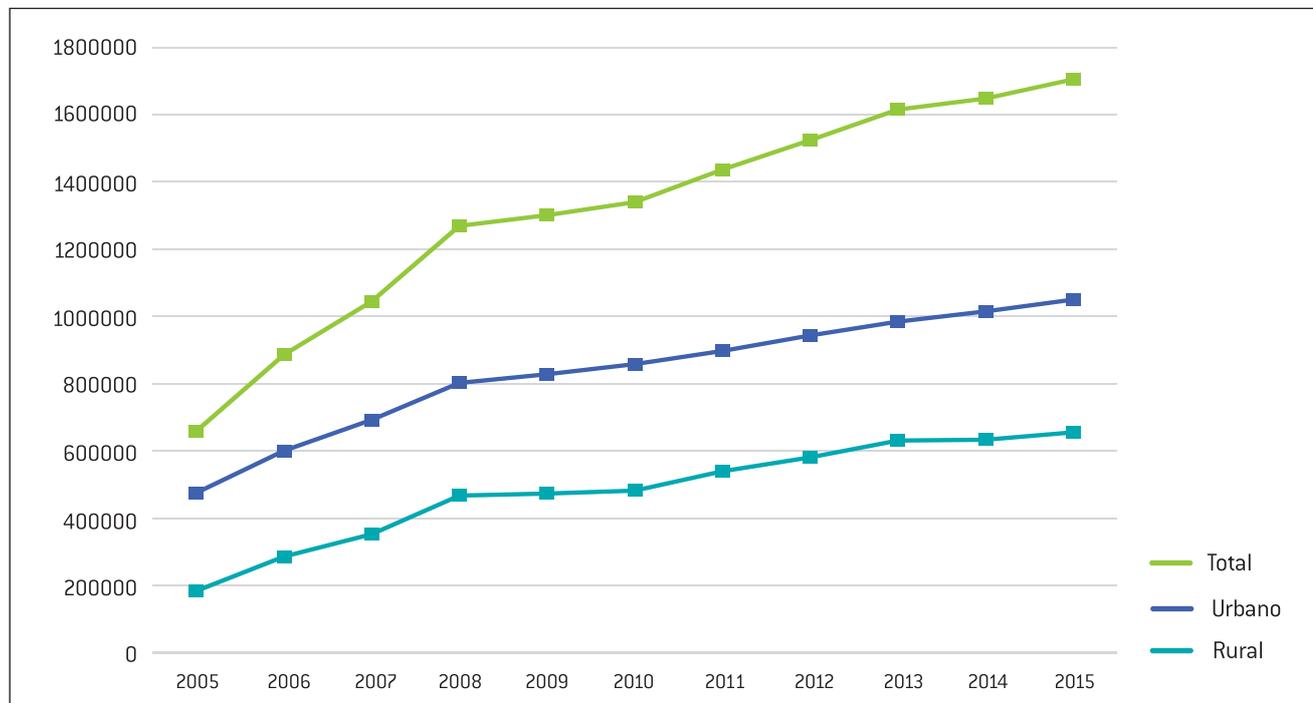
El porcentaje de hogares con telefonía móvil llegó al 90% a partir del año 2013 y hoy puede asegurarse que en casi todos los hogares del país, hay al menos un aparato de telefonía móvil (Gráfico 14).

GRÁFICO 12. COMPARACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE LOS TELÉFONOS FIJOS Y MÓVILES EN PARAGUAY



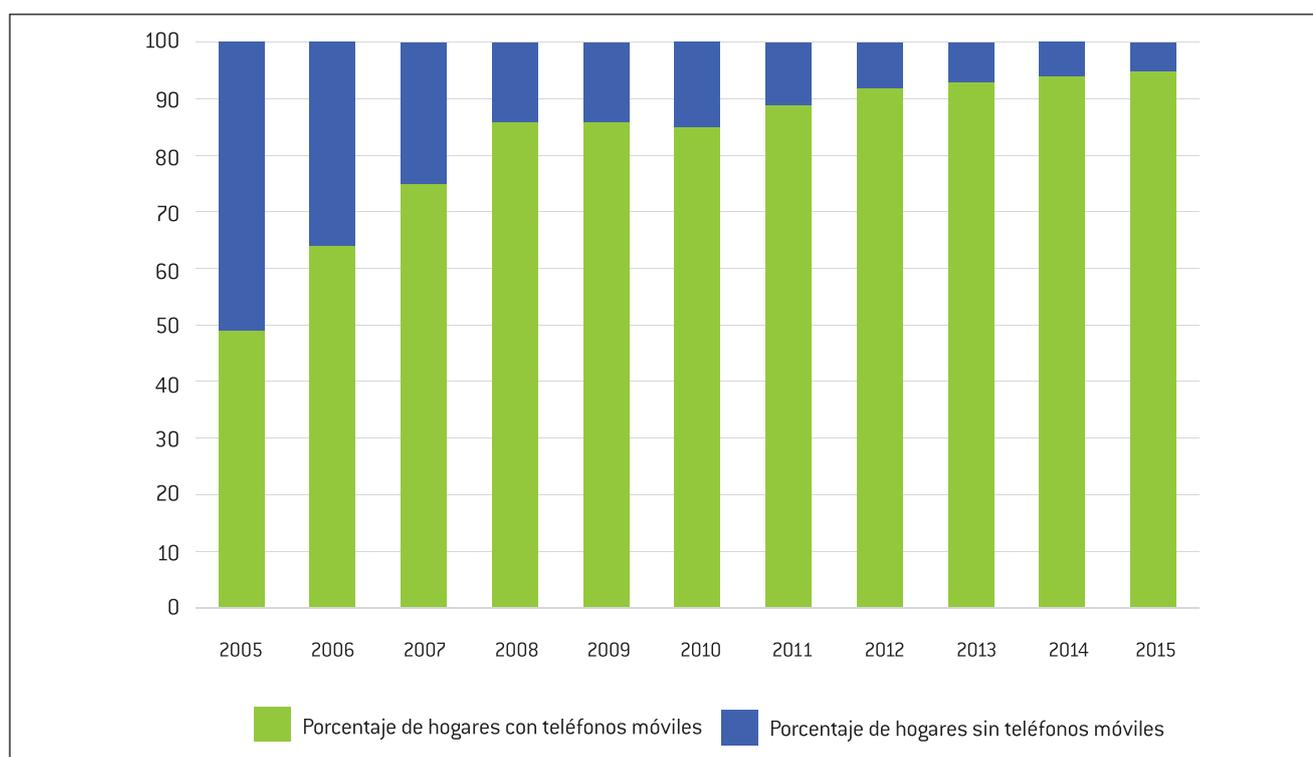
Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPH de DGEE.

GRÁFICO 13. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE TELÉFONOS MÓVILES EN HOGARES URBANOS Y RURALES DEL PAÍS.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPH de DGEE.

GRÁFICO 14. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE TELÉFONOS MÓVILES EN HOGARES URBANOS Y RURALES DEL PAÍS.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPH de DGEE.



b. La evolución de la importación de los teléfonos móviles en el país.

Según datos de la Dirección Nacional de Aduanas, en diez años (2006-2016) ingresaron al país, más de 87 Millones de celulares por la vía legal de importación, un promedio de casi 9 millones de celulares anuales, número mayor que el total de habitantes del país (7 millones). Es evidente que no existe posibilidad alguna que el mercado paraguayo, consuma la cantidad de 9 millones de celulares por año. Por ello, la presunción es que la gran cantidad de celulares que ingresa tiene como destino preferencial, la satisfacción de la demanda de los países limítrofes, cuyos regímenes de importación son más restrictivos. El comercio fronterizo de electrónicos, es una actividad que mantiene viva, la economía de muchas poblaciones de la región.

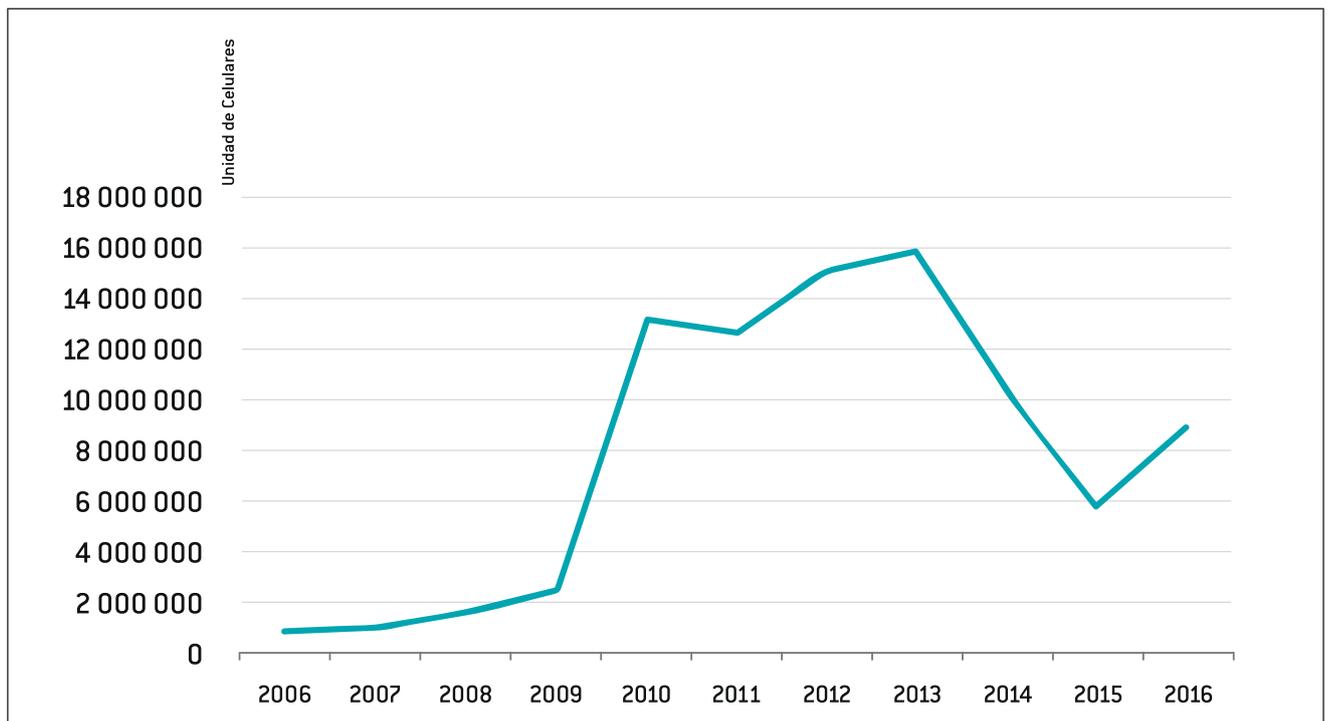
Según la DNA, existió una fuerte caída en las importaciones entre el año 2013 y el 2015 (Gráfico 15), a pesar del incesante crecimiento del consumo de celulares. Sin embargo, el mercado de importación de este tipo de productos es impredecible y podría deberse a que gran parte de los productos ingresados se realizó por vías ilegales en esos años.

TABLA 9. VALORES DE IMPORTACIÓN DE TELÉFONOS MÓVILES EN 2016

Mes	Cantidad celulares	Valor (Us\$.)
Enero	515.377	22.264.134
Febrero	478.872	33.455.949
Marzo	818.366	44.025.622
Abril	629.810	38.687.495
Mayo	1.068.070	46.787.486
Junio	734.211	37.700.348
Julio	766.129	47.240.311
Agosto	1.005.411	49.381.556
Setiembre	816.633	45.983.139
Octubre	649.143	38.912.113
Noviembre	747.887	35.737.124
Diciembre	692.215	31.905.033
Totales	8.922.124	472.080.310

Fuente: DNA – Dirección Nacional de Aduanas – diario ÚLTIMA HORA, 29 de Enero 2017.

GRÁFICO 15. TELÉFONOS MÓVILES IMPORTADOS ENTRE 2006 - 2016



Fuente: Datos en el sistema informático SOFÍA de la DNA.

Los números de importación de la década señalada (2006-2016), contrastan sensiblemente con la década anterior (1997 – 2006), cuando el total de importación no superó 1,3 millones de celulares en los 10 años. Según datos de la DNA solo en el año 2016, se pudo registrar la cifra de 472 millones de dólares referida a la importación de celulares en el país. Tabla 9.

Funcionarios del Banco Central, han comparado la cifra de la Importación de Celulares del año 2016 (472 Millones de US\$.), con los números del año 2015 (311 Millones US\$.), encontrándose un incremento del orden del 52 % en dicho período. Se reconoce no obstante que solo una parte de las importaciones de celulares es para el mercado paraguayo, ya que la mayoría es destinada al mercado de re-exportación, como respuesta a la gran demanda de las ciudades fronterizas de Brasil y Argentina. Tabla 10

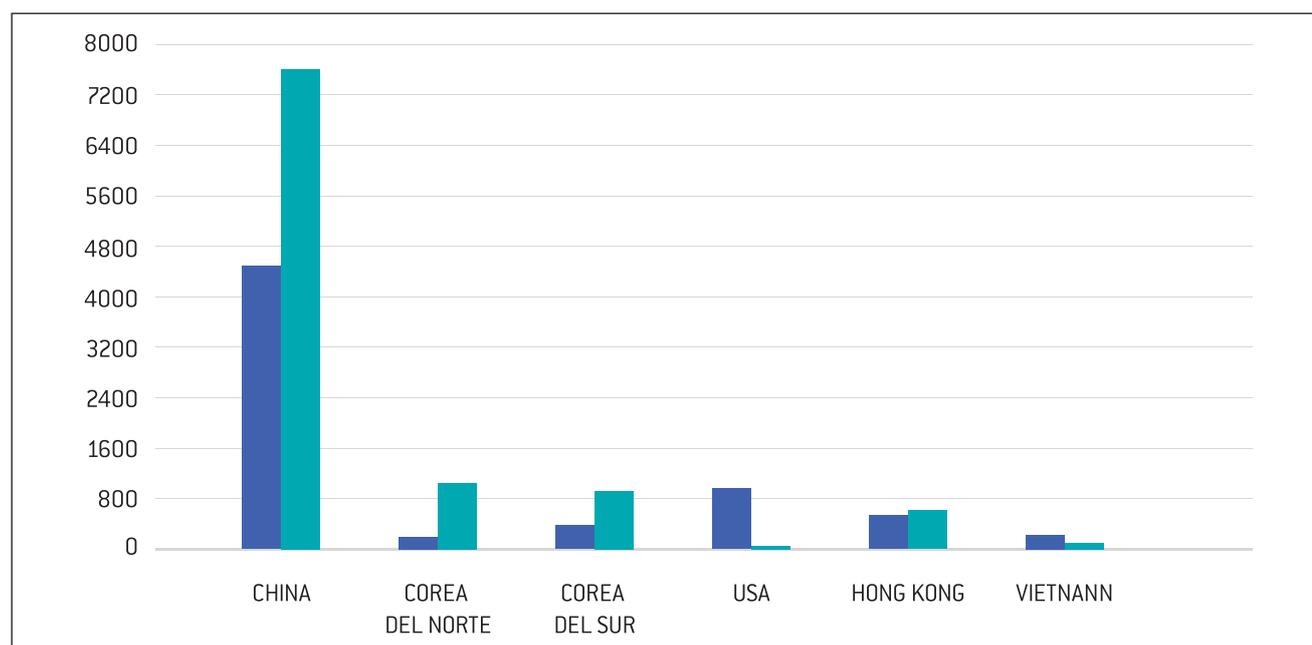
La mayor cantidad de celulares importados por el país, tiene como origen el mercado asiático y entre ellos, la CHINA es el principal. (Gráfico 16)

TABLA 10. MAYORES IMPORTADORES DE TELÉFONOS MÓVILES 2006-2016

	Empresa	Total gral. (unidad)
1	GRUPO CELL MOTION S.A.	10,883,858
2	G.G.R. S.A	4,122,660
3	ARCHIE S.R.L.	4,031,429
4	MICHIGAN S.A.	4,023,082
5	CHALLENGER SA	3,995,446
6	AMANECER REPRESENTACIONES S.A.	3,933,225
7	LA ROMA S.R.L.	3,856,070
8	BAMBU INC. S.A.	3,663,754
9	IMPORTADORA AUDI S.A.	3,557,426
10	PARAGUAY INFORMATICA S.A.	3,385,522
11	VANCOUVER S. A.	3,305,426
12	PARANA IMPORTACIONES S.A.	3,284,118
13	DIMADI SOCIEDAD ANONIMA	3,279,688
14	GIRO S.A.	3,217,465
15	TELEF. CELULAR DEL PARAGUAY S.A.	2,193,310
16	BRIGHTSTAR PARAGUAY S.R.L.	1,390,734
17	FENIX TRADING COMPANY S.A.	1,195,107
18	AMX PARAGUAY S.A.	1,096,212
19	ECLIPSE GROUP S.A.	1,056,273
20	IMPORTEC S.A.	999,678

Fuente: datos en el sistema informático SOFIA de la DNA.

GRÁFICO 16. PAÍS DE ORIGEN DE CELULARES IMPORTADOS EN 2015 Y 2016



Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPH de DGEE.



3.1.3. Computadoras en Paraguay.

a. La evolución de la tenencia de las computadoras en los hogares del país.

Si bien las computadoras aparecen en la Encuesta de Hogares recién desde el 2005, en el 2006 no aparece esa clasificación y por ello se tomaron los datos respectivos recién desde el 2007.

Se observa un incremento significativo en la tenencia de computadoras en todo el país a partir del 2010 y se observa una brecha significativa, entre la tenencia en hogares de las áreas urbanas y las rurales (Gráfico 17).

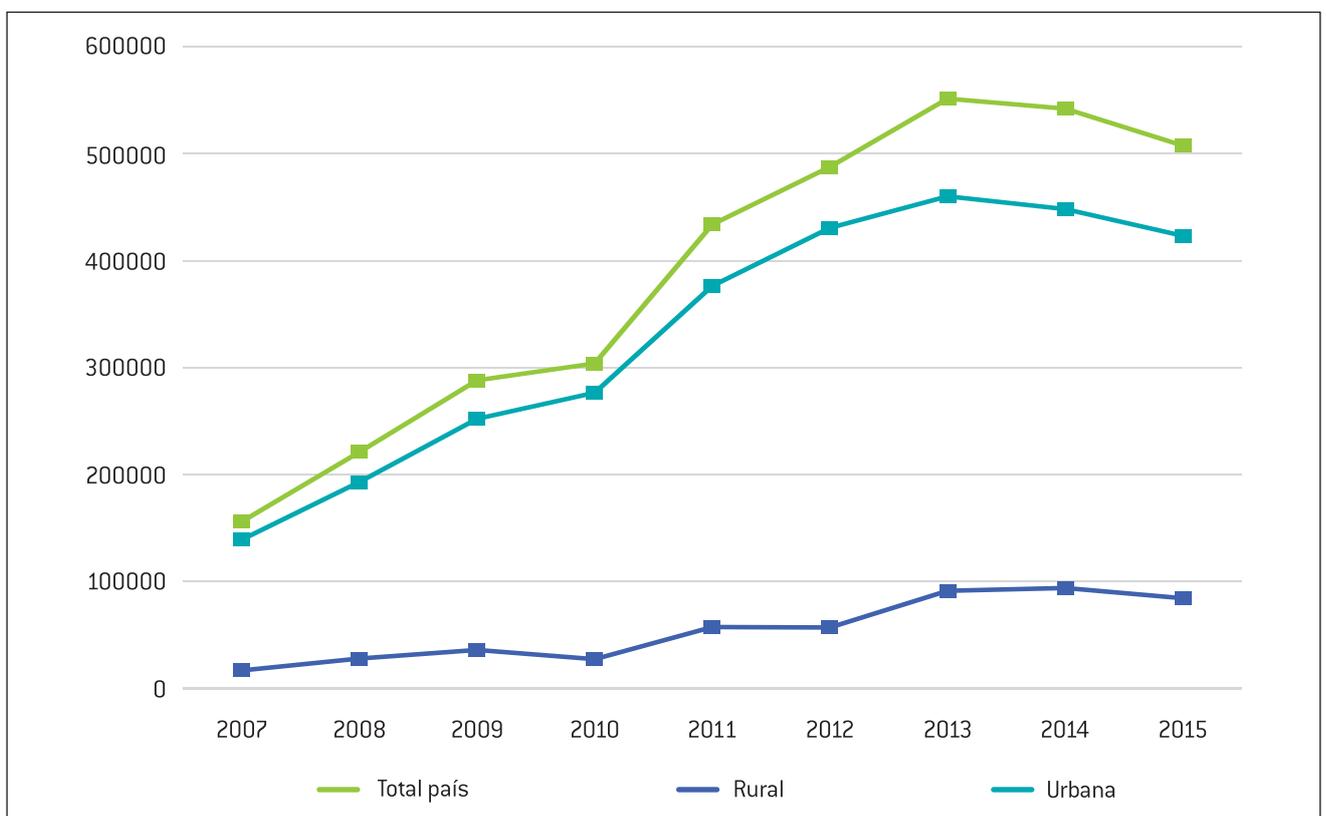
La brecha digital, entendida como la distancia en el acceso, uso y apropiación de las tecnologías tanto a nivel geográfico como a nivel socioeconómico, se agrava aún más si consideramos la tenencia de computadoras con internet.

La diferencia entre los hogares urbanos y rurales con internet es muy significativa en el país. y lo es aún

más, si se considera el porcentaje de hogares sin computadoras en el país. (Gráfico 18)

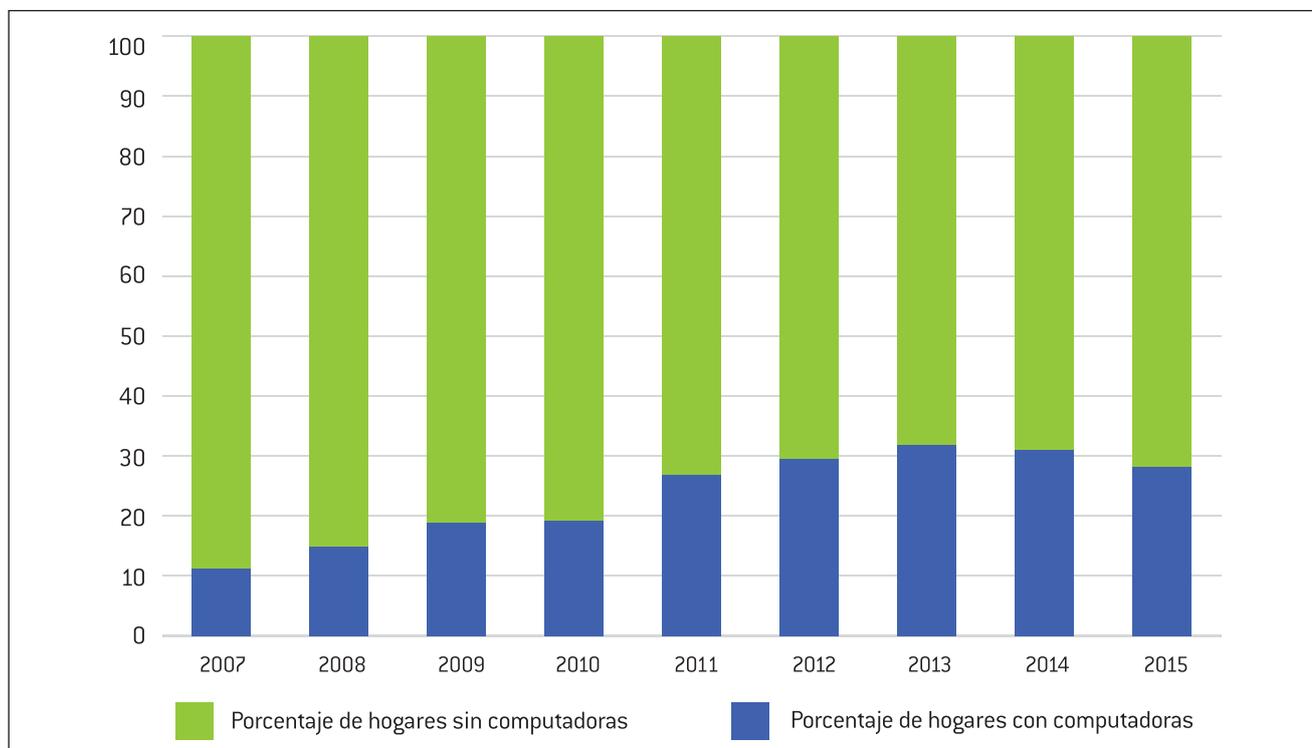
El departamento Central lidera la tenencia de computadoras en relación con los otros departamentos del país, entendible por la concentración de población urbana en su territorio.(Gráfico 19). La tendencia en el uso de computadoras fijas y móviles, va cambiando desde el año 2013, en el sentido que con la aparición de las computadoras portátiles en el mercado y la versatilidad de las mismas, está haciendo cambiar la preferencia de los usuarios, tal como se verifica en las encuestas a usuarios, pasándose de las computadoras fijas en las viviendas, a las Notebook portátiles. La facilidad de acceso a internet que hoy se dispone en sitios públicos y el avance en las tecnologías de la información y comunicación, se estima que hizo posible éste fenómeno.

GRÁFICO 17. EVOLUCIÓN DE LA TENENCIA DE COMPUTADORAS EN EL PAÍS.



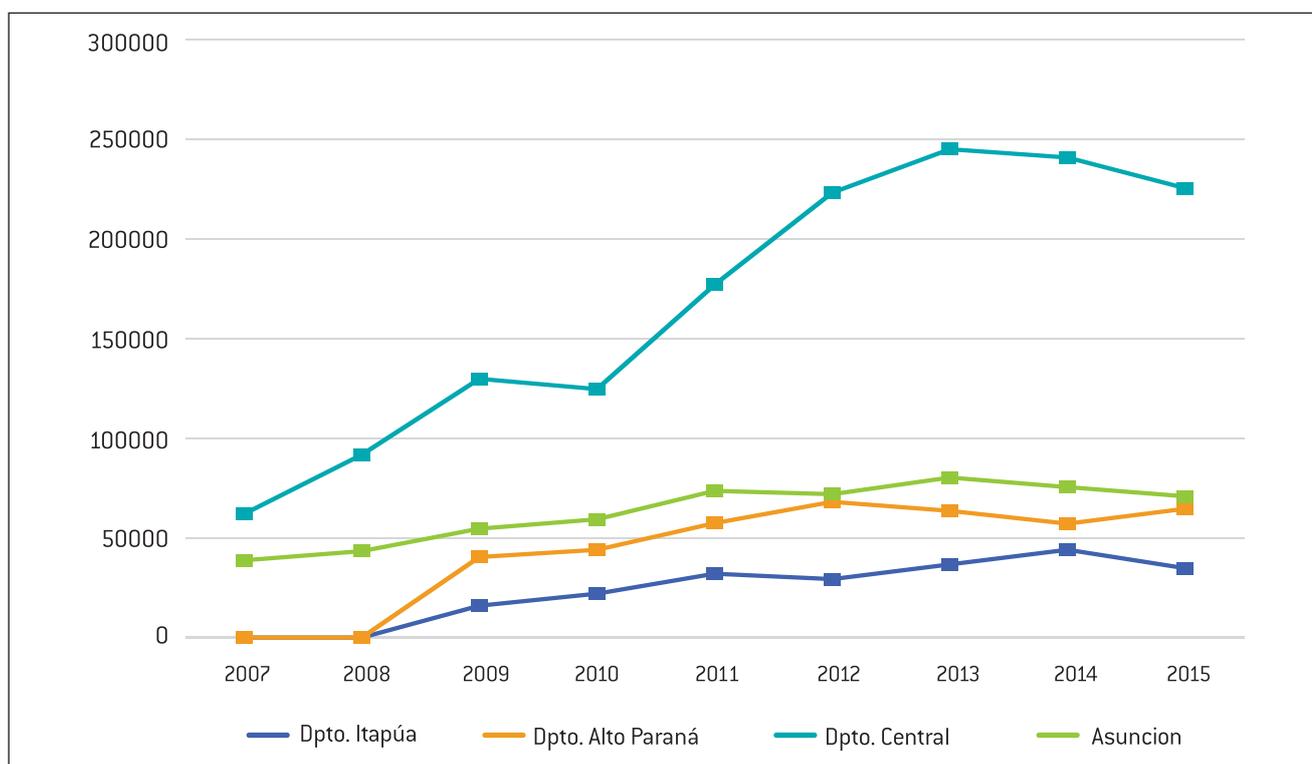
Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPH de DGEE.

GRÁFICO 18. CANTIDAD DE HOGARES CON Y SIN COMPUTADORAS



Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPH de DGEE.

GRÁFICO 19. EVOLUCIÓN DE HOGARES CON COMPUTADORAS FIJAS EN LOS DEPARTAMENTOS MÁS POBLADOS DEL PAÍS.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPH de DGEE.



b. La evolución de las importaciones de computadoras en Paraguay.

El advenimiento de la informatización, que se inicia a principios de siglo en el Paraguay, implicó un rápido incremento del consumo de computadoras en las áreas urbanas del país. La demanda de los Hardware que tuvo un crecimiento casi lineal en los 10 primeros años, pega un salto exponencial en la segunda década, llegando a un pico en el año 2013. (Gráfico 20) El desarrollo del comercio fronterizo de productos electrónicos, llevó asimismo a las empresas del rubro, a la importación de los elementos que hacen a las computadoras, por lo que se estima que la caída de la importación de computadoras enteras se debió a las facilidades brindadas por los comercios en la venta de los distintos elementos para el armado de las PC en talleres informáticos, multiplica-

dos por todo el territorio. No se descarta la posibilidad de que una parte de las computadoras ingresadas se hayan destinado al comercio ilegal de frontera y que al interrumpirse haya generado la caída abrupta de los años siguientes.

La mayor cantidad de computadoras, provienen del mercado norteamericano (Gráfico 21). El riesgo que conlleva la adquisición de computadoras de origen asiático, está presente entre los consumidores del país y la preferencia tiene que ver con la calidad que históricamente han tenido las computadoras de Norteamérica.

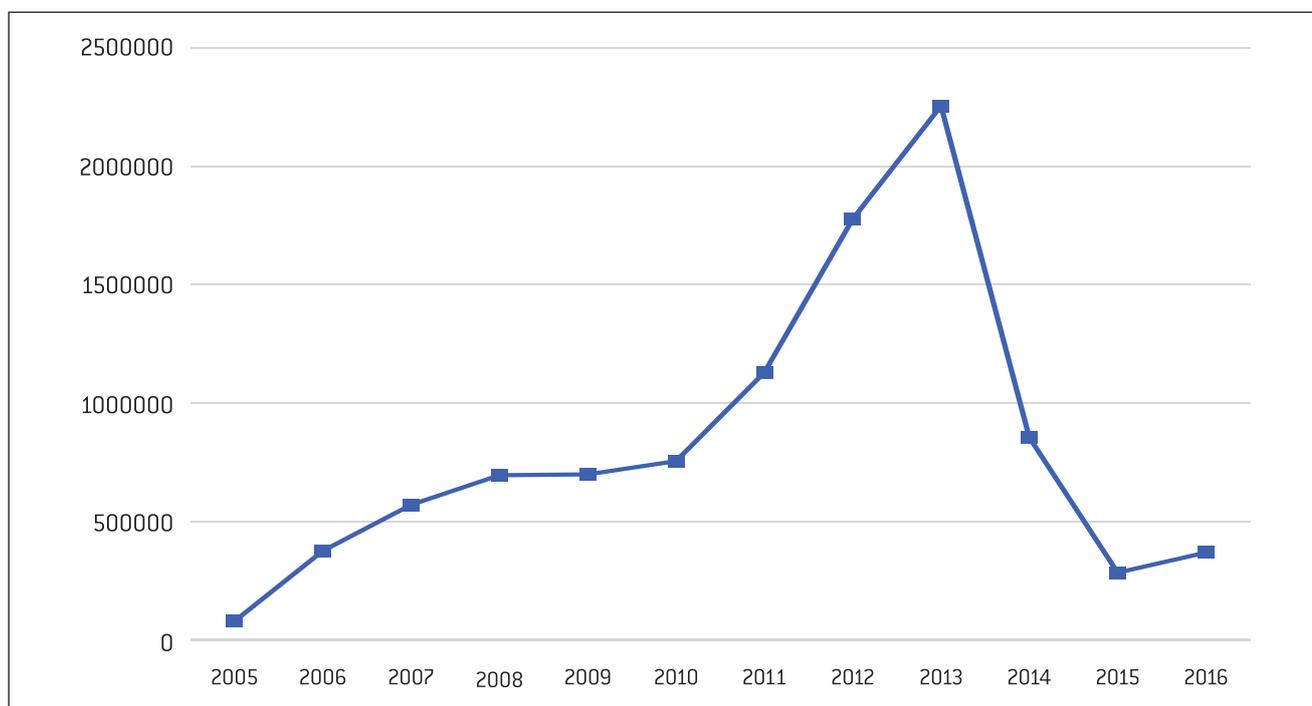
Los mayores importadores de computadoras parecen ser sucursales en la zona fronteriza, lo que estaría indicando la facilidad de venta a otros países limítrofes. Tabla 11.

TABLA 11. MAYORES IMPORTADORES DE COMPUTADORAS - 2006/2016

Nº.	Importador	Total general (unidades)
1	EVERTEK S.A. USUARIO ZONA FRANCA	2,011,820
2	RIGSTAR SA	1,304,649
3	C.E. SEGURITECK SOCIEDAD ANONIMA	529,101
4	MULTIBRAS ENERGY S.A.	402,675
5	ESPASA INFORMATICA SA	377,879
6	PCIZZI S.A	237,734
7	ECLIPSE GROUP SOCIEDAD ANONIMA	201,222
8	EL NAAM S.A.	193,286
9	LA ROMA S.R.L.	181,109
10	TECOMBRAS S.A. (USUARIO ZONA FRANCA)	160,445
11	AURORA TRADING S.A.	158,377
12	BAMBU INC. S.A.	156,659
13	YGUAZU INFO SOCIEDAD ANONIMA	150,117
14	BAK INTERNATIONAL SA	149,101
15	FASTRAX SA	137,851
16	G.G.R. S.A	125,602
7	PARANA IMPORTACIONES S.A.	124,022
18	KOA SOCIEDAD ANONIMA	115,942
19	LIBERTADORA S.A.	107,211
20	ICOMPY SA	103,882

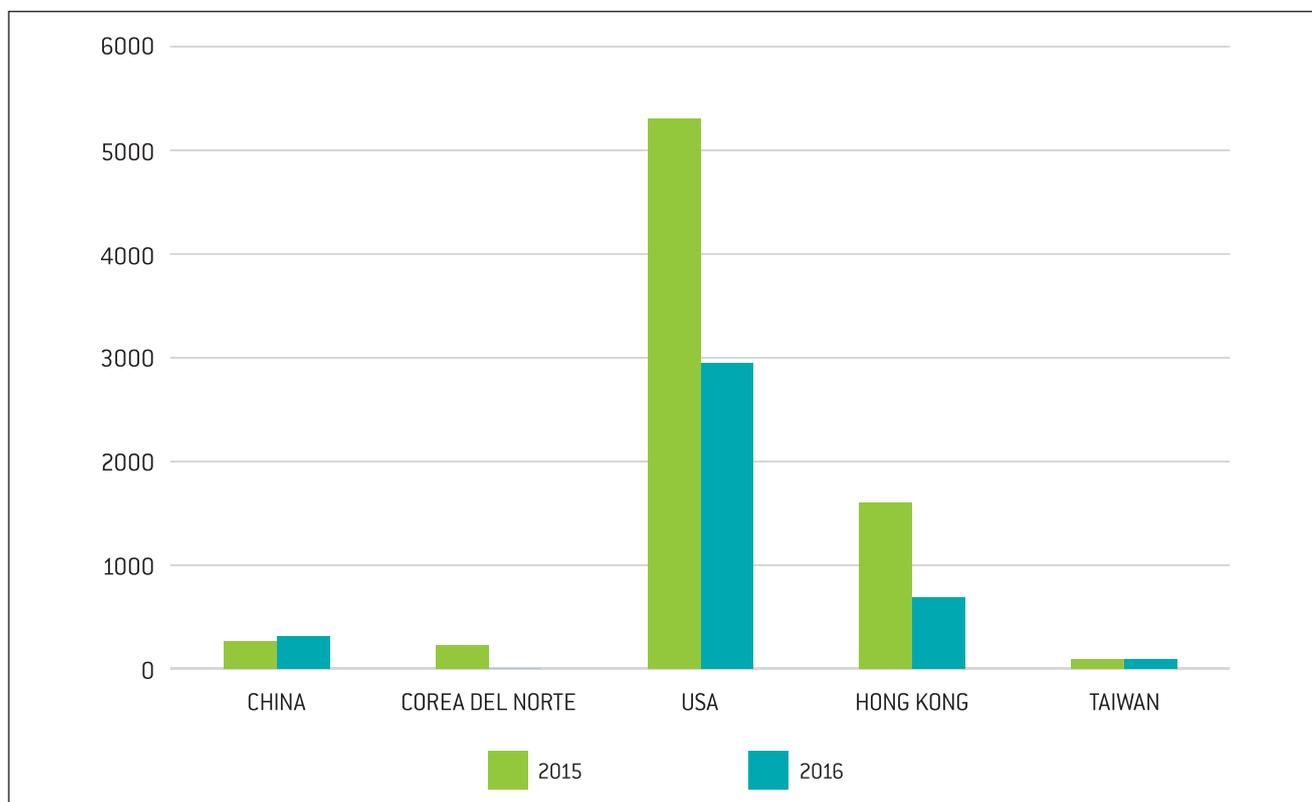
Fuente: Datos en el sistema informático SOFIA de la Dirección Nacional de Aduanas.

GRÁFICO 20. EVOLUCIÓN DE IMPORTACIÓN DE COMPUTADORAS POR AÑO



Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPH de DGEE.

GRÁFICO 21. PAÍS DE ORIGEN DE COMPUTADORAS IMPORTADAS.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de EPH de DGEE.



3.2. Resultado 2. Comportamiento de la población respecto a los AEE y los RAEE.

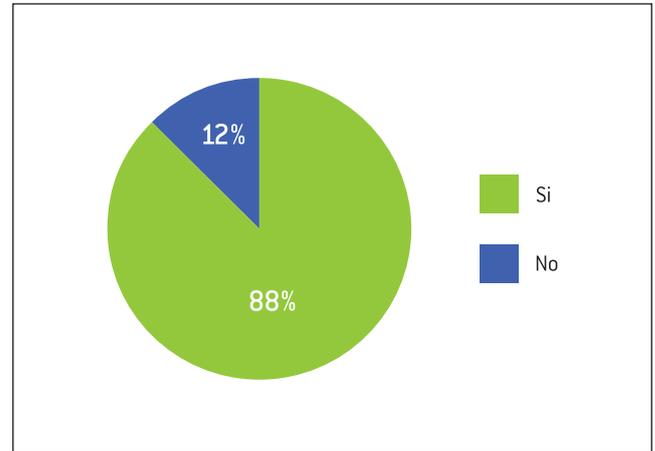
La intención de conocer la dinámica de los RAEE generados y el potencial de recuperación de éstos, llevó en primer lugar, a la realización de encuestas a varios tipos de usuarios de los AEE. Las preguntas elaboradas fueron referidas a la gestión en general de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos y en particular, a la vida útil y generación de los RAEE, así como a los posibles sitios de destino final de los RAEE, sea para destinarlos al REUSO como al RECICLAJE.

3.2.1. El comportamiento del público en general respecto a los AEE y los RAEE.

En la presente Investigación de Reciclaje de Electrónicos, se llevó a cabo una encuesta al público en general, aunque se llegó con mayor insistencia a estudiantes en particular. La mayoría de los 1.720 encuestados fueron personas jóvenes, entre 18 y 40 años de edad, grupo etario seleccionado, por constituir el mayor consumidor de productos electrónicos y por ende, el de mayor potencial de generación de Residuos Electrónicos.

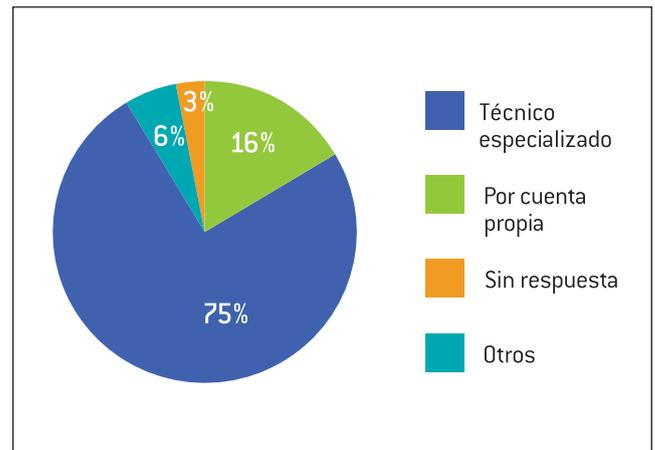
Aunque, es observable que este sector de jóvenes, por ser el más innovador e inquieto, amén del menor poder adquisitivo, se ingenia para ampliar los plazos de obsolescencia de los productos electrónicos, a través del reúso y la recuperación de partes para su transformación en otro nuevo producto electrónico.

GRÁFICO 22. CAPACIDAD DE LOS USUARIOS PARA LA RECUPERACIÓN DE LOS AEE.



Fuente: Elaboración propia en base a datos encuesta a usuarios 2016/17.

GRÁFICO 23. MODOS DE RECUPERACIÓN DE LOS AEE.



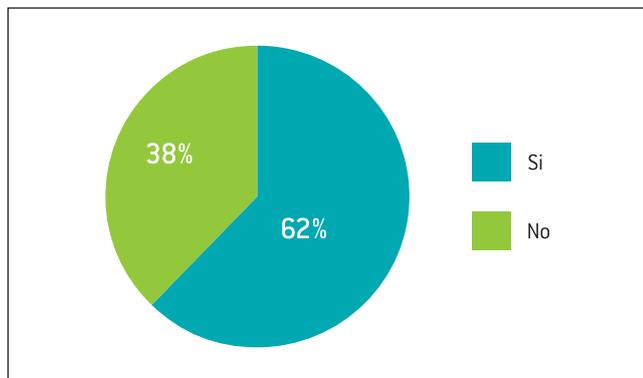
Fuente: Elaboración propia en base a datos encuesta a usuarios 2016/17.

TABLA 12. TIPOS DE USUARIOS ENCUESTADOS

Edad	Sexo		Total	%
	Masculino	Femenino		
Menor de 18 años	45	26	71	4%
Entre 18 y 25 años	369	359	728	42%
Entre 25 y 40 años	239	239	478	28%
Más de 40 años	104	75	179	10%
Sin Edad	107	157	264	15%
TOTAL	864	856	1720	100%

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 24. CONOCIMIENTO DE DAÑOS A LA SALUD CAUSADOS POR LOS RAEE.

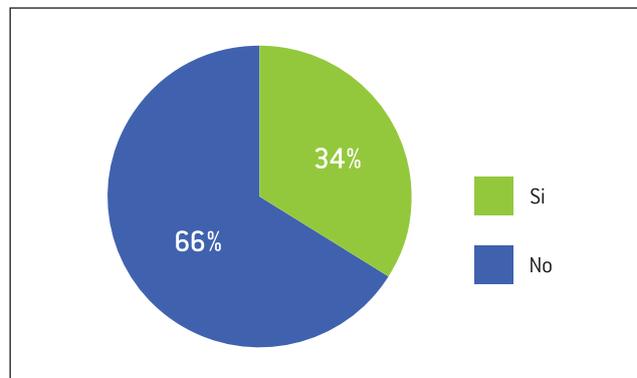


Fuente: Elaboración propia en base a datos encuesta a usuarios 2016/17.

El 88% de los encuestados dijo realizar la recuperación de alguna parte de sus aparatos electrónicos para su reúso (Gráfico 22) pero solo el 16% lo hace por cuenta propia. (Gráfico 23)

A pesar que el 62% de los encuestados señala que los aparatos electrónicos son potencialmente dañinos para la salud (Gráfico 24), el 66 % de ellos respondió que no miran siquiera las etiquetas para adquirir un aparato electrónico con menor afectación al medio ambiente. (Gráfico 25)

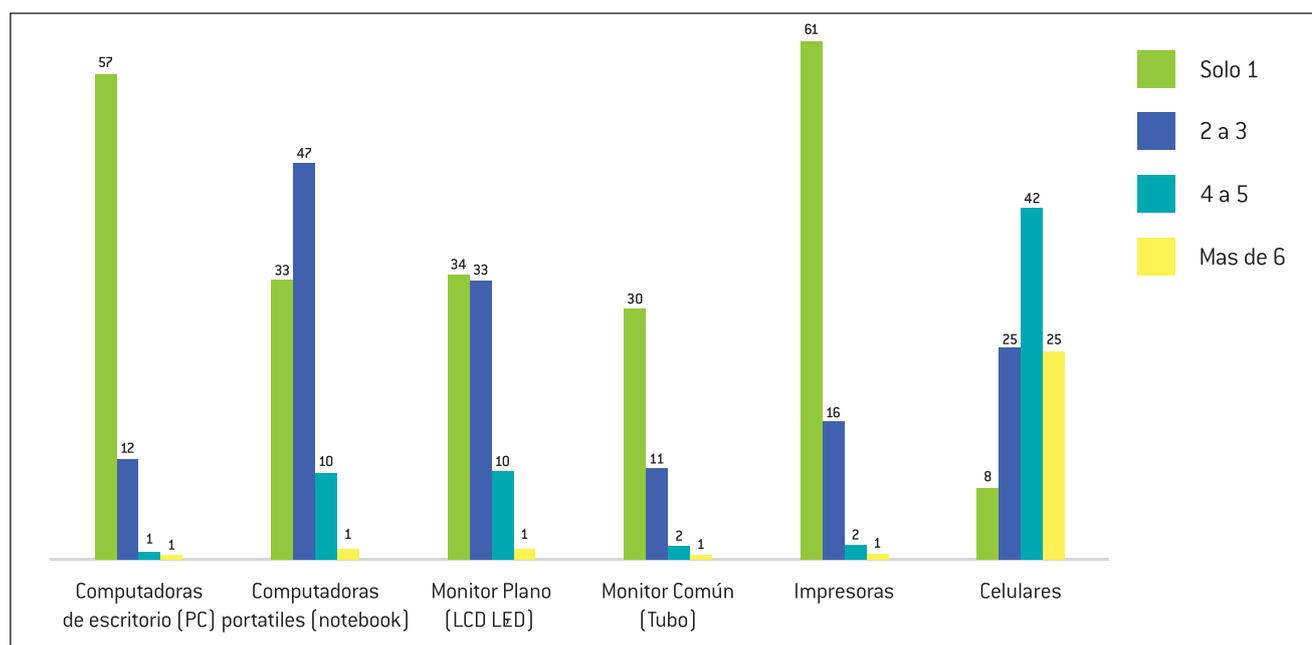
GRÁFICO 25. PORCENTAJE DE USUARIOS QUE MIRA ETIQUETAS AL COMPRAR AEE



Fuente: Elaboración propia en base a datos encuesta a usuarios 2016/17.

En cuanto al consumo de tipos de AEE, el 71 % de los encuestados dijo disponer de al menos una computadora de escritorio (PC) en su vivienda, mientras que el 50 % posee de 2 a 3 Computadoras portátiles (laptop, tablet u otro dispositivo portátil), lo que demuestra un cambio que se incrementa en el hábito de consumo, pasándose paulatinamente, de las PCs. de escritorio hacia las computadoras móviles. En cuanto a los Monitores, si bien la tendencia va cambiando hacia una preferencia de uso de Monitores Planos (LCD y LED), lo preocupante es la cantidad aún existente de monitores comunes de Tubo de Rayos Catódicos, pues el 44 % dice poseer aún dicho tipo de aparato electrónico (Gráfico 26).

GRÁFICO 26. CANTIDAD DE LOS AEE QUE POSEEN LOS USUARIOS.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de encuesta a usuarios 2016/2017



La pronta entrada en obsolescencia de los mismos, supondrá un incremento de RAEE de esa procedencia, con destino final incierto, pues su reciclaje es limitado por las dificultades de separación de los elementos contaminantes que contienen.

En cuanto a los celulares, es observable el hecho que el 42 % de las familias de los encuestados, posee entre 4 y 5 aparatos celulares en las viviendas. Dichos productos entrarán en obsolescencia en un plazo no mayor de 3 años. (Gráfico 27)

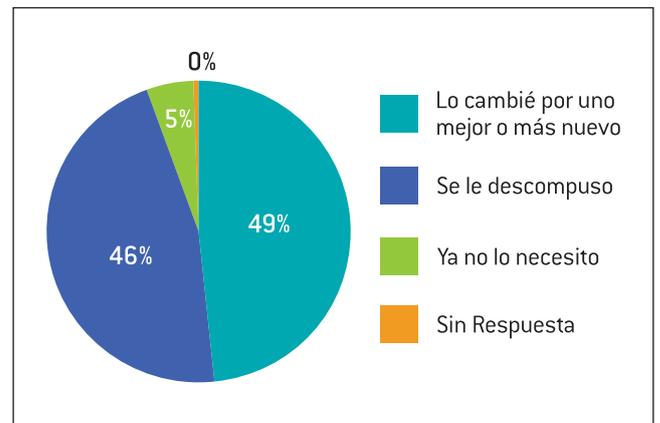
Con relación al descarte de los residuos electrónicos de la población encuestada, el almacenamiento en la propia vivienda llega al 37 %, mientras que la disposición final en vertederos es preferencia para un 10 % de los mismos. Por otra parte, la reventa y el regalo a terceros, alcanza al 53% de las respuestas de los encuestados.. (Gráfico 28.)

La mayoría de los aparatos electrónicos que entran en desuso, son almacenados en las viviendas, en condiciones que se ignoran. El almacenamiento en vez del descarte, como se hace con los residuos domiciliarios, habla a las claras, del temor de deshacerse de dichos

residuos por parte de los usuarios de AEE y posibilita pensar en la existencia de desechos para el reciclaje futuro de los RAEE. (Gráfico 29)

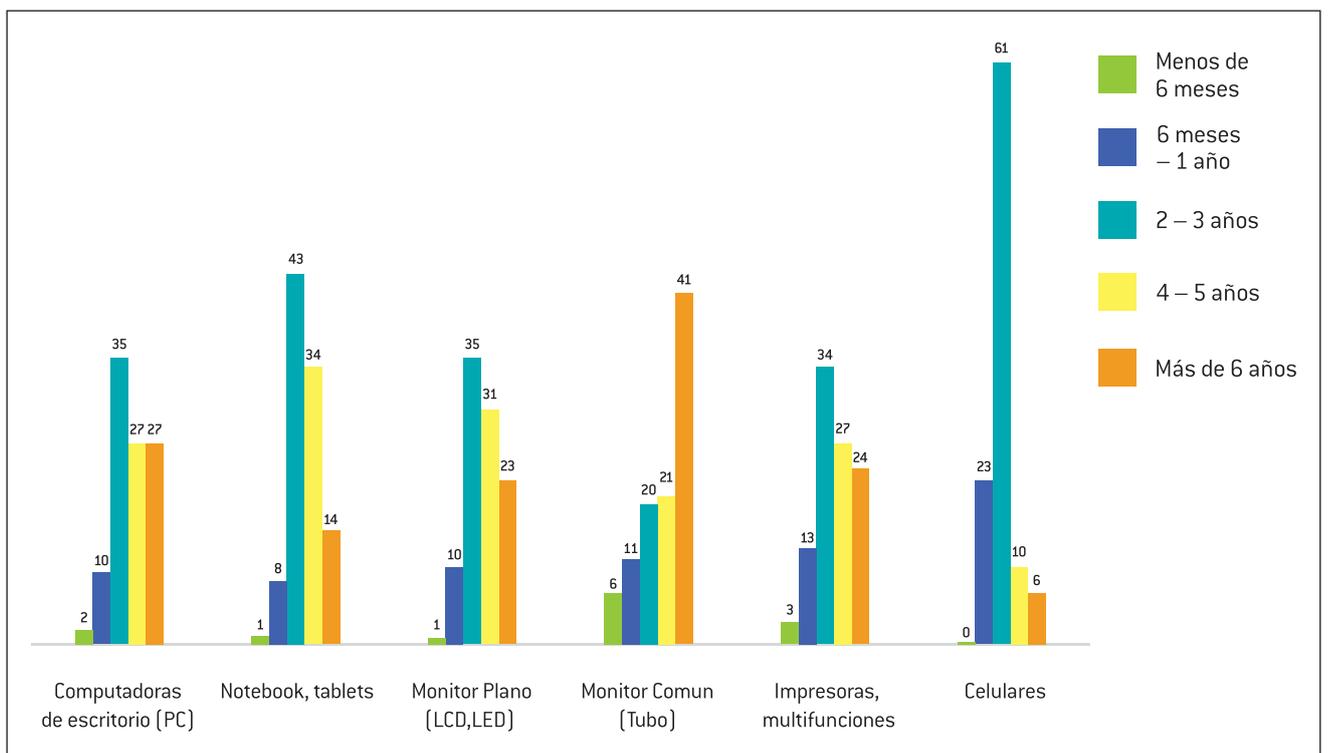
El factor “moda” entra en la ecuación de generación potencial de los RAEE, ya que el 49 % de los encuestados, declara que cambia su dispositivo electrónico por uno más nuevo, mientras que el 46 % considera la descomposición, rotura u obsolescencia para el descarte. (Gráfico 30).

GRÁFICO 30. MOTIVOS DE DESCARTE DE AEE.



Fuente: Elaboración propia en base a datos encuesta a usuarios 2016/17

GRÁFICO 27. TIEMPO DE USO DE LOS AEE SEGÚN USUARIOS.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de encuesta a usuarios 2016/2017