



Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Uruguay

Cantidades generadas y flujos





Ministerio de Ambiente

Adrián Peña

Dirección Nacional de Medio Ambiente

Eduardo Andrés

Área de Información, Planificación y Calidad Ambiental

Ing. Quím. Marisol Mallo

División Planificación Ambiental

Ing. Quím. Silvana Martínez

Equipo de Proyecto

Coordinador técnico

Ing. Quím. Federico Souteras

Equipo Técnico

Ing. Quím. María José Crovetto

Ing. Quím. Gariné Guerguerian

ISBN 978-9915-9331-2-2

Agradecimientos

En nombre de la DINAMA y del Equipo de Proyecto queremos agradecer a todos aquellos quienes colaboraron en el proceso de elaboración de este documento, sin cuyo valioso esfuerzo, tiempo y experiencia, este proceso no se podría haber llevado a cabo. En particular, nuestro agradecimiento a MSc. Michelle Wagner, investigadora asociada en la Universidad de Naciones Unidas.





Tabla de Contenidos

Prólogo	5
1. Introducción	7
Importancia del abordaje de la temática de los RAEE	8
Descripción metodológica.....	9
¿Qué son los AEE y RAEE?	9
2. Generación de RAEE en Uruguay	11
Estimación de AEE puesto en mercado.....	12
Estimación de RAEE generado en Uruguay.....	15
Generación per cápita de RAEE.....	17
3. Proyección de generación de RAEE.....	18
4. Materiales recuperables a partir de RAEE	20
5. Anexo I.....	24
Códigos HS herramienta UNU	25
6. Referencias Bibliográficas	30



Prólogo

En un contexto mundial de crecimiento del consumo de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) en términos globales, motivado por el rápido avance tecnológico y sumado al lanzamiento de productos con ciclos de vida cada vez más cortos y precios más bajos, es fundamental que Uruguay pueda avanzar hacia modos de producción y consumo responsables en torno a los AEE. Dicho crecimiento ha hecho que también exista un aumento significativo en los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), a lo cual no escapa nuestro país. Además, la manufactura de AEE implica el consumo de una amplia gama de recursos naturales, muchos de ellos escasos y en algunos casos fabricándolos con métodos que hacen difícil su separación y por tanto su valorización. Es por ello, que extender la vida útil de los AEE y generar condiciones para poder recuperar los materiales manteniendo su nivel de pureza es clave para sostener el desarrollo tecnológico y los beneficios que nos dan como sociedad.

Por ello, para impulsar el desarrollo las mejores prácticas de consumo de AEE y de condiciones de gestión adecuadas de RAEE, en el marco de la política nacional de residuos dado por la Ley de Gestión Integral de Residuos, es fundamental impulsar cambios hacia formas de consumo de AEE más responsable y promover el reuso, para así minimizar la generación de dichos residuos. Asimismo es primordial establecer canales para la captación, recuperación y valorización de los RAEE, lo cual permitirá recuperar materiales que podrán volverse a insertar en la industria reemplazando recursos naturales finitos como son los materiales ferrosos y no ferrosos, así como otros materiales y elementos menos abundantes en el planeta.

Bajo esta visión, este documento busca ser una herramienta útil que dé respuestas a preguntas básicas ¿Cuánto AEE consumimos? ¿Cuánto RAEE generamos? ¿Cuánto generamos por tipo de RAEE? ¿Cuánto material hay en los RAEE que generamos? que apoyen la construcción de soluciones en Uruguay.

El presente documento es resultado de los trabajos del proyecto “Fortalecimiento de las iniciativas nacionales y mejora de la cooperación regional para la gestión ambientalmente racional de los contaminantes orgánicos persistentes (COP) en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en América Latina” (PREAL), que la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) ejecuta simultáneamente en Argentina, Bolivia, Chile, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Uruguay y Venezuela con fondos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el apoyo del Centro Regional Basilea para América del Sur (CRBAS)

Finalmente, creemos que la gestión de RAEE es una oportunidad de Uruguay para construir colectivamente soluciones no solo por sus beneficios ambientales al recuperar materiales y evitar su disposición, sino por su potencial de retroalimentar procesos productivos nacionales que redunden en beneficios a la sociedad así como la prevención de los daños a la salud que puede provocar una incorrecta gestión de los mismos.

Eduardo Andrés

Director Nacional de Medio Ambiente



Resumen

Este estudio se ha realizado con el objetivo de conocer las características de la generación de RAEE en Uruguay, para lo cual se dimensionó la cantidad de AEE puestos en mercado (POM) y cantidades y tipos de RAEE generados. Poder contar con esta línea de base es fundamental para poder comprender los desafíos a nivel país para diseñar políticas públicas que impulsen el desarrollo de capacidades nacionales de gestión ambientalmente adecuada de los RAEE.

En la parte inicial, en el capítulo uno, se brinda una visión general del estudio y la importancia del abordaje de la temática de los RAEE. Por otro lado también se presentan los principales conceptos y definiciones de los AEE y RAEE.

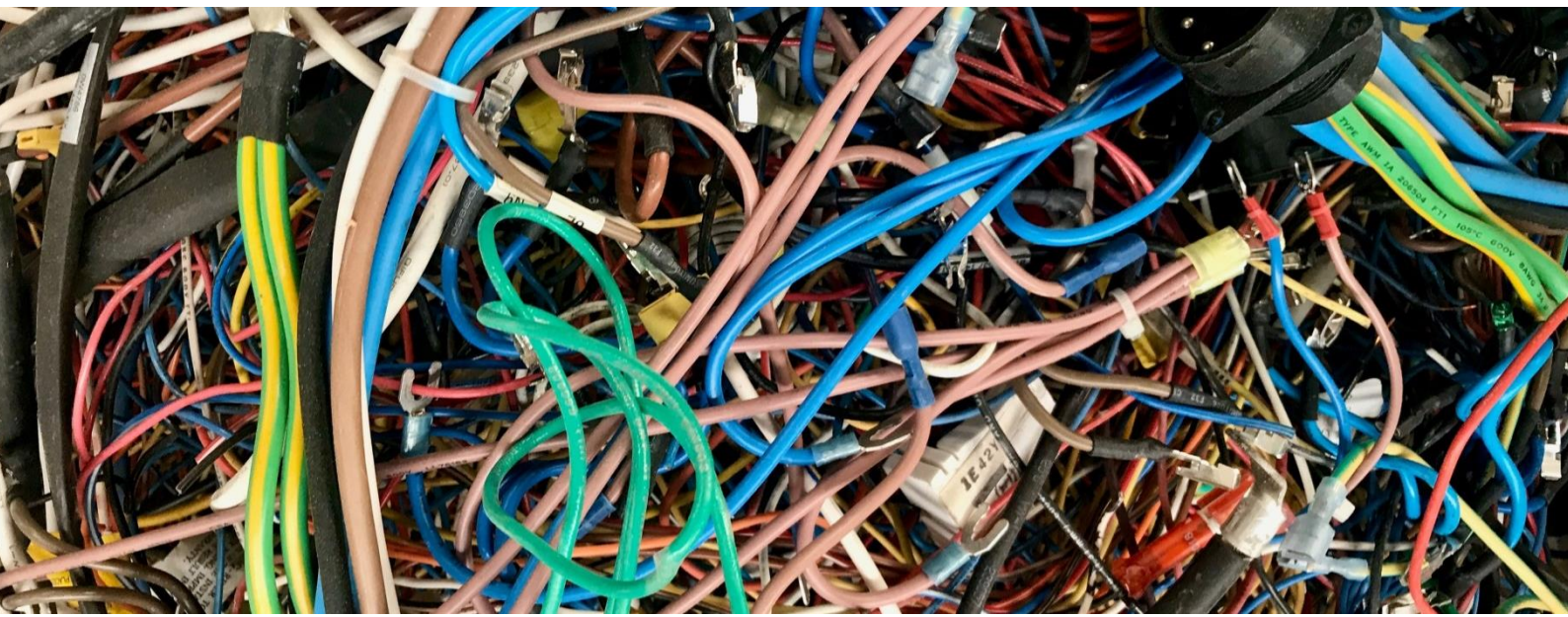
En el capítulo dos se presenta el análisis de la generación de RAEE en el período 2009-2019 mediante el uso de una herramienta desarrollada por la Universidad de Naciones Unidas (UNU). Como parte de los resultados, la generación estimada de RAEE para 2019, se encuentra en 37.634 toneladas, que equivale a una generación per cápita de 11,5 Kg por habitante por año. Asimismo, se presentan datos mundiales de la generación de RAEE, para poder posicionar a Uruguay en este escenario mundial.

En el capítulo tres, en base a la generación de RAEE calculado en el capítulo dos y las proyecciones del desarrollo económico de Uruguay, se presenta una proyección de la generación de RAEE para los próximos años para orientar en el dimensionamiento de capacidades.

Por último, en el capítulo cuatro en base a composiciones típicas de las distintas categorías de RAEE, se estima la generación de los diferentes materiales provenientes de dichos RAEE.



1. Introducción





En el marco de la Ley N° 19.829 de Gestión Integral de Residuos aprobada en setiembre de 2019 y con el apoyo del FMAM a través del Proyecto PREAL, es que se inicia un proceso de trabajo para impulsar una correcta y ambientalmente adecuada gestión de RAEE. El presente documento es un resumen de uno de los productos comprometidos dentro de la primer componente del Proyecto, siendo el objetivo del mismo el fortalecimiento de las iniciativas nacionales de gestión de residuos electrónicos.

En este capítulo se pretende introducir la importancia del abordaje de la temática de los RAEE, además de destacar la importancia de poder contar con una línea de base de RAEE para Uruguay, siendo la primera aproximación en la materia. Por otro lado, se detalla la descripción metodológica del análisis con sus respectivas restricciones y dificultades al momento de llevarlo a cabo y se especifican las definiciones de AEE y RAEE y su categorización.

Importancia del abordaje de la temática de los RAEE

El consumo de AEE está fuertemente ligado al desarrollo de la economía y hoy en día su uso prácticamente se ha vuelto indispensable en la vida cotidiana, pero esto conlleva a que su producción y uso sean muy demandantes de recursos. La fabricación de AEE involucra cada vez más procesos complejos, utilizando recursos naturales no renovables cuya disponibilidad es escasa. Entre estos se encuentran el selenio, cromo, níquel, oro, plata, metales del grupo del platino y tierras raras.

Para la obtención de estas materias primas, cuyo acceso es cada vez más difícil, la explotación minera ha avanzado hacia métodos de extracción cada vez más agresivos que generan grandes impactos ambientales, destruyen ecosistemas, consumen grandes cantidades de agua y energía y utilizan sustancias químicas que pueden ser muy contaminantes para el agua, el suelo y el aire.

Para ver la variabilidad que ha tenido el consumo de AEE, al tomar un período de tiempo acotado (de 10 años) y al registrarse las estadísticas mundiales en kilogramos o toneladas, pueden verse fluctuaciones en el consumo de los AEE, debido principalmente a su fuerte vínculo con la economía. Sin embargo, si se toma un período de tiempo mayor, se concluye que existe un aumento del consumo. Asimismo esto se ve acrecentado por los rápidos cambios tecnológicos, la obsolescencia programada, la corta vida útil de los productos y en algunos casos las pocas opciones de reparación.

Después de su uso, el AEE es desechado, generando una corriente de residuos (RAEE) que contiene amplia gama de materiales, muchos de ellos con un gran potencial de valorización, y alguno de ellos con características que le confieren cierta peligrosidad. Esto se suma a que los RAEE son una de las corrientes de residuos a nivel mundial que está teniendo un mayor crecimiento en su generación.

Todo esto hace que la gestión ambientalmente adecuada de RAEE se encuentre dentro de una de las prioridades del país. Es por ello que monitorear las cantidades y flujos de RAEE es esencial para poder fijar objetivos y metas hacia una sociedad sustentable apuntando hacia una economía circular. El contar con una línea de base de generación de RAEE puede permitir de forma más eficiente el desarrollo de infraestructura para la gestión, partiendo desde la

minimización, así como la elaboración de políticas, estrategias e instrumentos legales que acompañen y apunten a una gestión ambientalmente adecuada.

Descripción metodológica

Para el cálculo de la generación de RAEE se utiliza la herramienta desarrollada por la Universidad de Naciones Unidas (UNU-VIE-SCYCLE) la cual se basa en una serie de datos de AEE puesto en mercado (Put on Market, POM) y la vida útil promedio del producto. Ésta es modelada para cada AEE utilizando la función de distribución de Weibull y además refleja su probable obsolescencia en el año de evaluación. Dicha función se considera la más adecuada para describir el comportamiento de descarte para AEE y se ha aplicado en la Unión Europea (UE) y en la literatura científica. Para el cálculo del AEE puesto en mercado la herramienta utiliza el “método de consumo aparente”, en donde se suma la producción doméstica con las importaciones de AEE y se le resta las exportaciones. (Baldé C.P. et al. 2018). Para el caso de Uruguay, la producción doméstica no será considerada para el cálculo de AEE puesto en mercado por su poco volumen frente a las importaciones, siendo los datos de estas últimas extraídos de Aduanas para los códigos establecidos por la herramienta. Cabe aclarar, que solamente se pudo contar con datos de importaciones desde el 2009 en adelante, por lo cual el análisis se presentará en el período 2009-2019.

Esta herramienta utiliza la UNU-Keys, la cual es una clasificación para los RAEE, estando construida de tal forma que los grupos comparten pesos promedios, composiciones, características de ciclo de vida y distribuciones de vida útil. Tiene 54 categorías las cuales abarcan la mayoría de los AEE cubiertos por la clasificación de la Unión Europea (alrededor de 900 productos). Es por este motivo que los RAEE incluidos en este estudio se corresponden a un subconjunto de códigos arancelarios, asociados a los AEE especificados en la categorización de la Unión Europea (ver Anexo I) especificados en la herramienta. Las baterías plomo-ácido no están incluidas al estar abarcadas por el Decreto N°373/003, sumado a que la UE cuenta con normativa diferenciada para baterías.

Además otros tipos de AEE tampoco están considerados en este estudio debido a que la UNU todavía no cuenta con un código asignado a los mismos dentro de la clasificación UNU-Keys.

Por todo lo antes mencionado, es importante resaltar que debido a las limitaciones que cuenta la herramienta utilizada, la generación de RAEE calculada se encontrará subdimensionada en comparación con la generación real.

¿Qué son los AEE y RAEE?







Se pueden considerar a los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) como cualquier aparato doméstico o comercial con circuitos o componentes eléctricos con una fuente de alimentación eléctrica o a batería. (Step Initiative, 2014) Es decir son tanto los aparatos que se consumen en los hogares, de consumo masivo, así como los aparatos que cuentan las actividades económico-productivas del país.

Por otro lado, se entiende como residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) a cualquier AEE y sus partes que han sido desechados por su dueño, ya sea porque culminó su vida útil o porque se tiene la intención de desechar.




Debido a que existen muchos tipos de AEE/RAEE se hace necesario agruparlos para poder armonizar las mediciones y utilizar indicadores comparables mundialmente. Esta categorización debe realizarse en base a la similitud del uso, composición (en términos de sustancias peligrosas y materiales recuperables), dimensiones, entre otros. En el presente estudio se tomarán las categorías utilizadas por la Unión Europea (UE) debido a que los resultados que devuelve la herramienta de la UNU son en base a éstas.

A continuación se presentan dichas categorías, las cuales están especificadas en la directiva 2012/19/UE:

1. Aparatos de intercambio de temperatura 
2. Monitores, pantallas y aparatos con pantallas de superficie superior a 100 cm² 
3. Lámparas 
4. Grandes aparatos (con una dimensión exterior superior a 50 cm) 
5. Pequeños aparatos (sin ninguna dimensión exterior a 50 cm) 
6. Aparatos de informática y telecomunicaciones pequeños (sin ninguna dimensión exterior superior a los 50 cm) 

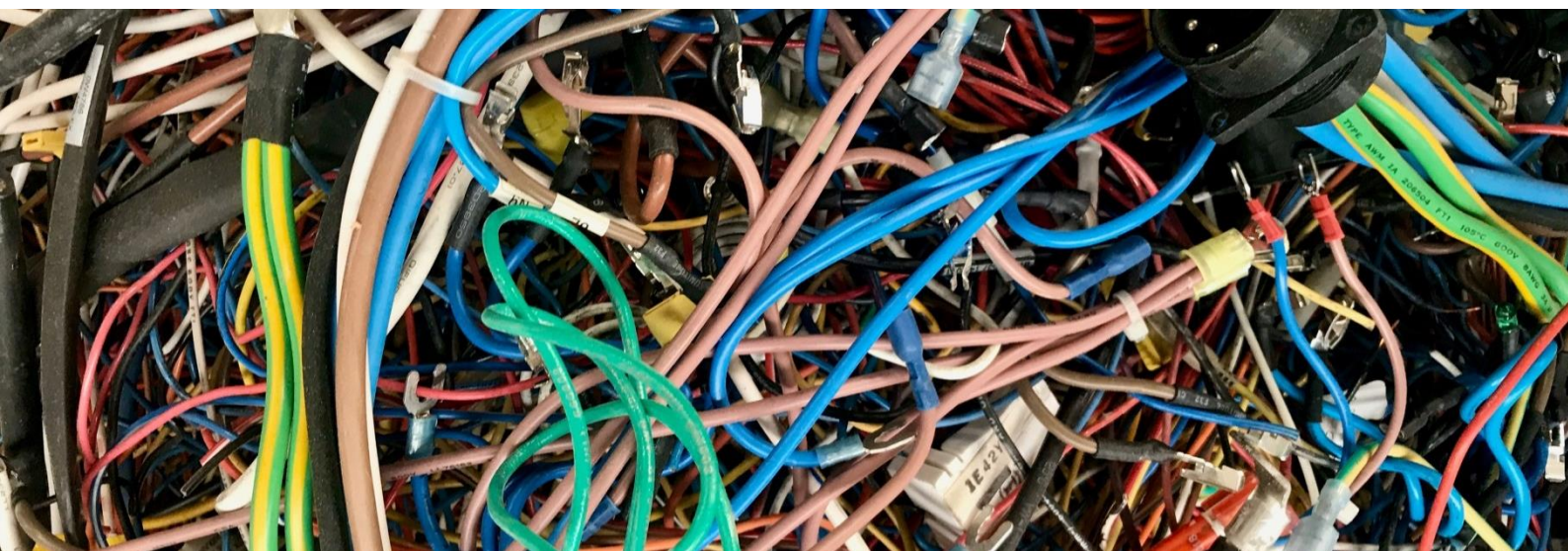
Sin embargo, a efectos del presente documento se tendrá en cuenta al igual que lo establece el Real Decreto 110/2015 de España una séptima categoría que son los paneles fotovoltaicos:

7. Paneles fotovoltaicos grandes (con una dimensión exterior superior a 50 cm) 



2. Generación de RAEE en Uruguay

Datos globales



Estimación de AEE puesto en mercado

En este análisis se pretende conocer las características de la generación de RAEE en Uruguay. Para ello se dimensionará la cantidad de AEE puestos en mercado (POM) y las cantidades y tipos de RAEE generados, clasificados según las categorías especificadas en el capítulo 1.

A continuación, en el Gráfico 1 se presentan los datos de AEE puesto en mercado para los últimos 10 años (2009-2019) obtenidos a partir del análisis realizado con la herramienta de la UNU.

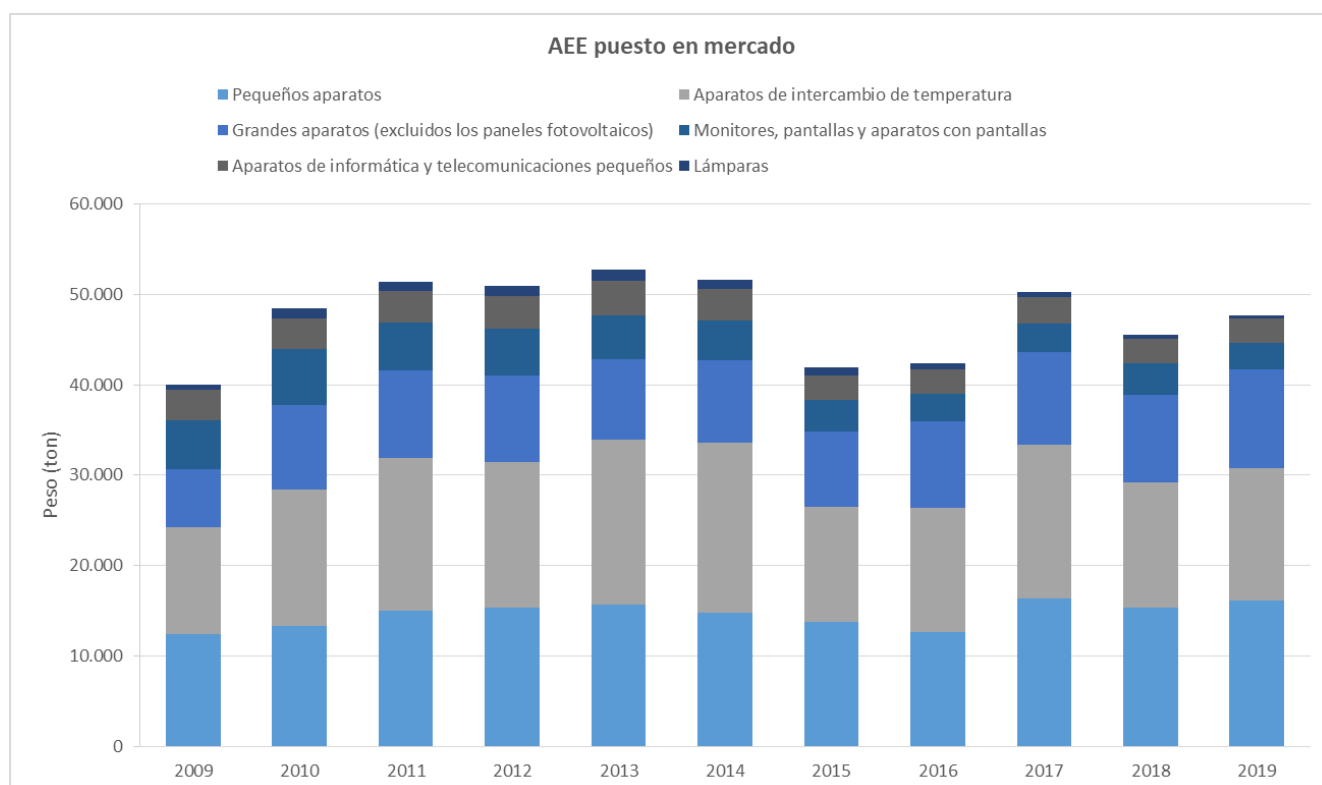


Gráfico 1 - AEE puesto en mercado (excluidos paneles fotovoltaicos)

De forma de poder contar con los datos individualizados se detallan en la Tabla 1 los mismos, en donde no fueron excluidos en este caso los paneles fotovoltaicos.

Categoría	AEE - Peso (ton)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Aparatos de intercambio de temperatura	11.839	15.093	16.905	16.117	18.268	18.784	12.683	13.819	17.010	13.862	14.670
Monitores, pantallas y aparatos con pantallas	5.409	6.195	5.335	5.190	4.900	4.436	3.479	3.110	3.115	3.450	2.957
Lámparas	530	1.093	956	1.073	1.261	988	933	655	630	433	304
Grandes aparatos (excluidos los paneles fotovoltaicos)	6.394	9.325	9.641	9.499	8.888	9.177	8.363	9.495	10.294	9.785	10.906
Pequeños aparatos	12.453	13.292	15.010	15.367	15.653	14.759	13.811	12.594	16.371	15.281	16.098
Aparatos de informática y telecomunicaciones pequeños	3.410	3.477	3.547	3.646	3.836	3.499	2.709	2.738	2.907	2.755	2.701
Paneles fotovoltaicos grandes	0	30	55	197	100	2.118	3.901	4.089	14.293*	929	537
AEE total	40.034	48.505	51.449	51.089	52.906	53.761	45.879	46.500	64.620	46.494	48.172

* En 2017 se comenzó la instalación de parques fotovoltaicos

Tabla 1 - AEE Puesto en Mercado (ton)
Fuente: generación propia



En la Tabla 1 se pueden observar los datos de las toneladas de AEE puesto en mercado en el período 2009-2019 para cada una de las categorías EU-6 más los paneles fotovoltaicos, obteniendo para el 2019 un consumo de AEE de 48.172 ton.

A continuación se presenta un análisis para Uruguay de las tendencias y fluctuaciones para las diferentes categorías de AEE en el período de 2009-2019. En el Gráfico 1 se observa que las categorías que tienen una mayor influencia son los pequeños aparatos y los aparatos de intercambio de temperatura. Sin embargo, si se tiene en cuenta la variación del 2009 al 2019, surge que los grandes aparatos son los que tienen una mayor variación con un aumento del 70%, seguido de los pequeños aparatos y los de intercambio de temperatura con 29% y 23% respectivamente. Esto se acompaña con lo mencionado en la literatura, en donde establece que los productos que han tenido un mayor incremento en su consumo en términos de peso fueron las heladeras, lavarropas, hornos eléctricos, unidades centralizadas eléctricas de calefacción y TV flat. (Baldé et al. 2017, p. 24)

Por otro lado, los monitores, pantallas y aparatos con pantallas y los aparatos de informática y telecomunicaciones pequeños han tenido una disminución al considerar el porcentaje de variación desde el 2009 al 2019, pudiendo esto deberse a varios motivos. En primer lugar, los pesos promedio tanto de celulares, computadoras y televisores ha disminuido con el tiempo. Por otro lado, ciertas tecnologías se volvieron obsoletas como es el caso de los monitores y televisores CRT, que fueron reemplazados por monitores y pantallas planas. En algunos casos incluso, esos monitores CRT, con una única función, fueron reemplazados por dispositivos con varias funcionalidades como por ejemplo los celulares, laptop, computadoras “all in one” o tablets.

Asimismo, en 2017 se observa un pico en la introducción al mercado de paneles fotovoltaicos y esto se debe a que entre 2017 y 2018 se pusieron operativos 11 parques fotovoltaicos con una potencia total de 150 MW. Esto fue gracias al Decreto 133/13 en donde se realizó una convocatoria a empresas que estuvieran interesadas en generar energía eléctrica a partir de plantas fotovoltaicas a gran escala. Por este motivo es que fueron eliminados del gráfico para no incidir en la tendencia del consumo del resto de los AEE.

Respecto a las lámparas, tienen un comportamiento esperado de tendencia al alza hasta el 2015, año en el cual se firma un convenio entre el Gobierno Central y el Congreso de Intendentes, en el cual se promueve una partida económica hacia las Intendencias, para realizar el recambio del alumbrado público a la tecnología LED. Las lámparas LED, para igual eficiencia lumínica, pesan menos que las que contienen mercurio y/o sodio e incluso que las incandescentes. Esto se suma además a la Estrategia Nacional “Hacia una iluminación eficiente y sostenible” lanzada en Uruguay en 2013, la cual tiene como objetivo la “promoción de las nuevas tecnologías de iluminación eficiente en el mercado de forma segura y confiable”, entre otros.

Por último, para Uruguay en 2015 se observa una disminución del consumo de AEE debido a que existe una desaceleración de la economía uruguaya (aunque igualmente sigue siendo creciente). Las variaciones observadas en el Gráfico 1 del consumo de AEE se deben a que el mismo está íntimamente ligado con el PIB del país. Mientras el PIB aumenta, el AEE puesto en mercado también lo hace y cuando el PIB disminuye, también sufre una caída el AEE. En la bibliografía, en general es mencionado que el AEE puesto en mercado se relaciona con la

calidad de vida de la población y un indicador de ello puede ser el PIB del país. Esto a su vez, se puede comprobar en el Gráfico 2, en el cual se representa el AEE puesto en mercado frente PIB per cápita para Uruguay en el período 2009-2019.

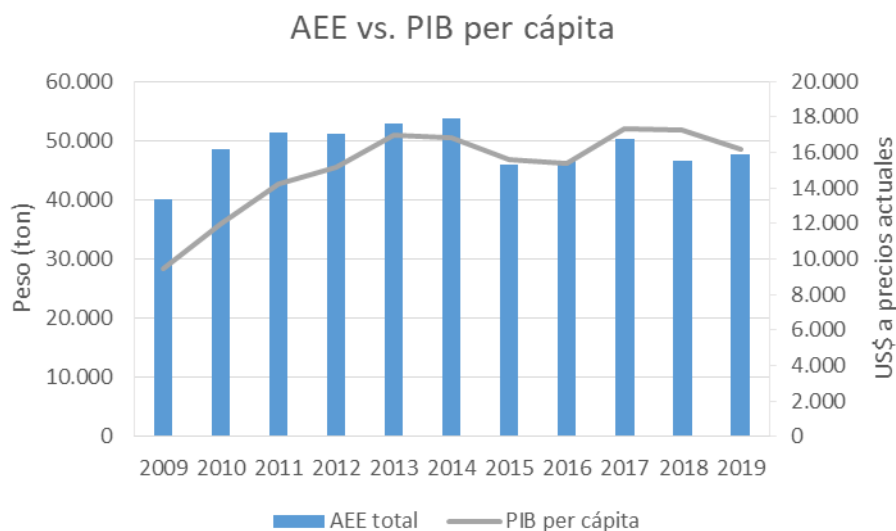


Gráfico 2 - AEE vs. PIB per cápita

En la siguiente Figura 1 se puede apreciar un resumen de los porcentajes que representa cada categoría para 2019 de los AEE POM, en peso.

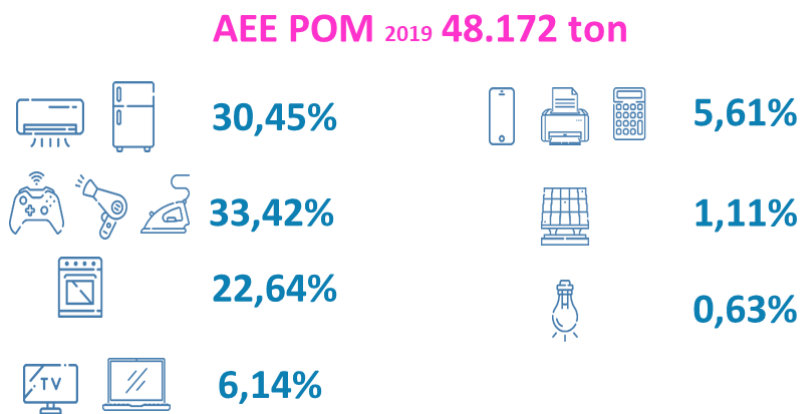


Figura 1: Porcentajes AEE



Estimación de RAEE generado en Uruguay

La metodología de la UNU, para calcular la cantidad total de RAEE generado por año se basa en la cantidad de AEE puesto en mercado y en la vida útil del producto correspondiente. Asimismo la herramienta utiliza una tasa de eliminación según la distribución de Weibull para determinar la vida útil de los productos. Una vez calculado el AEE puesto en mercado, y verificado de forma manual que no existen a grandes rasgos, datos fuera de lo esperado, la herramienta calcula los datos de RAEE generado. En la Gráfico 3 se muestra la generación estimada de RAEE por categoría para el período 2009-2019, la cual ha ido creciendo llegando al 2019 a un total de 37.634 ton.

Siguiendo el mismo comportamiento que el consumo, las categorías que generan mayor cantidad de RAEE son los pequeños aparatos y los aparatos de intercambio de temperatura, seguido de los grandes aparatos.

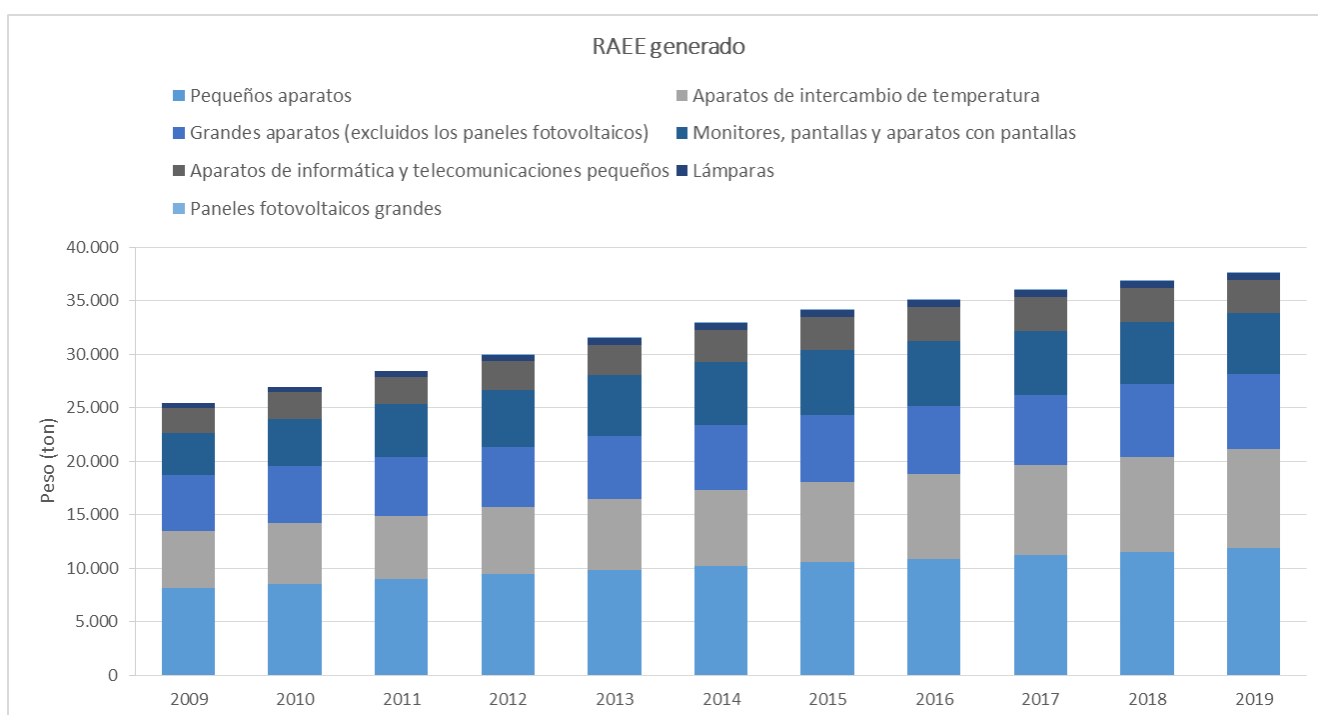


Gráfico 3 - RAEE generado

De forma de poder contar con los datos individualizados se detallan en la Tabla 2 los mismos.

Categoría	RAEE - Peso (ton)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Aparatos de intercambio de temperatura	5.374	5.623	5.926	6.259	6.644	7.073	7.505	7.946	8.407	8.864	9.313
Monitores, pantallas y aparatos con pantallas	3.906	4.428	4.916	5.342	5.687	5.934	6.069	6.086	6.001	5.837	5.613
Lámparas	453	482	512	545	585	620	649	668	684	688	677
Grandes aparatos (excluidos los paneles fotovoltaicos)	5.241	5.350	5.490	5.651	5.826	6.012	6.199	6.387	6.588	6.795	7.016
Pequeños aparatos	8.114	8.563	8.981	9.407	9.851	10.244	10.564	10.833	11.208	11.537	11.855
Aparatos de informática y telecomunicaciones pequeños	2.368	2.470	2.585	2.731	2.884	3.018	3.091	3.122	3.143	3.146	3.132
Paneles fotovoltaicos grandes	0	0	0	0	0	0	1	2	6	14	28
RAEE Total	25.457	26.917	28.409	29.935	31.477	32.902	34.077	35.044	36.035	36.881	37.634

Tabla 2 - RAEE generado
Fuente: generación propia

En la siguiente Figura 2 se puede apreciar un resumen de los porcentajes que representa cada categoría para 2019 de los RAEE generados, en peso.

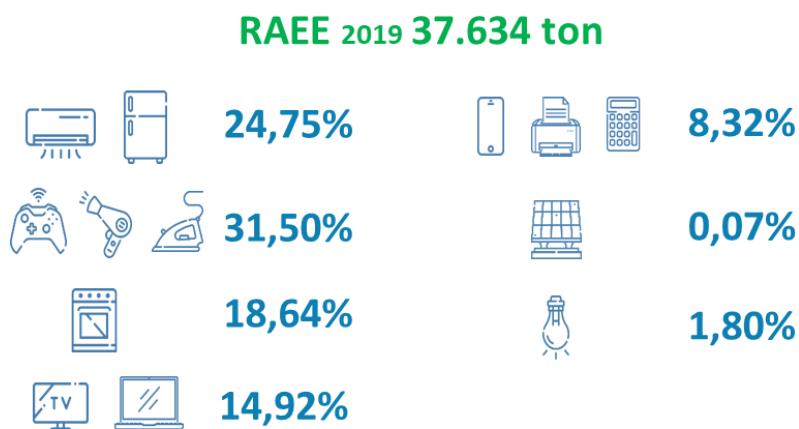


Figura 2: Porcentajes de RAEE



Generación per cápita de RAEE

Según el último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), en el año 2011, la población total de país asciende a 3.286.314 habitantes. En función de estos datos, se calcula la generación per cápita a partir del 2011, la cual asciende para el 2019 a 11,5 kg_{RAEE}/hab.

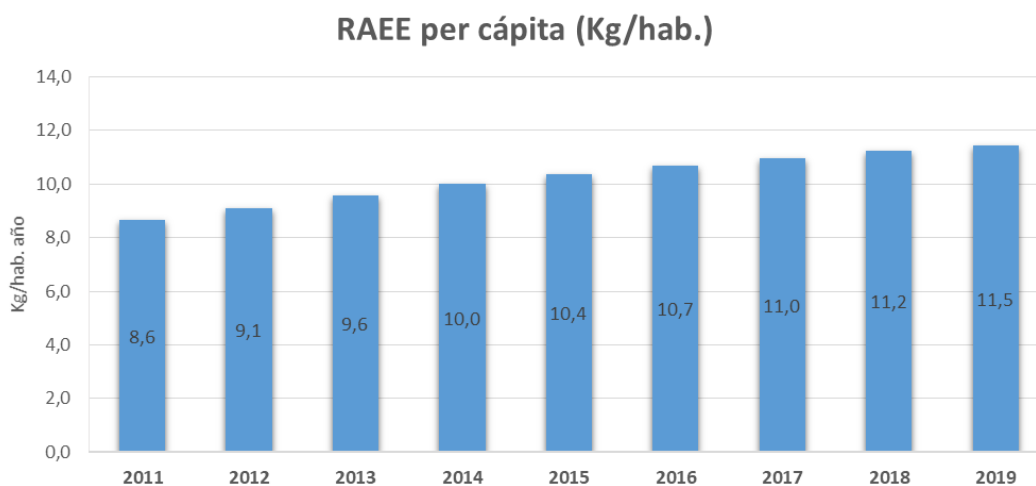


Gráfico 4 - RAEE per cápita

Por otro lado, si se comparan los valores de generación de RAEE por habitante en Uruguay calculado a partir de la herramienta, con los valores presentados por el “Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2020” (Forti, Balde, Kuehr, & Bel, 2020), se puede ver que Uruguay se encuentra en un valor notoriamente superior al promedio de América del Sur (9,1 Kg/hab.), sin embargo, se encuentra por debajo de la Unión Europea (16,2 Kg/hab.), EE.UU. y Canadá (20,9 Kg/hab.) y Oceanía (16,1 Kg/hab.). Como se mencionó en el Capítulo 2, esto se encuentra relacionado con el PIB per cápita de los países, pudiendo apreciarse en el Gráfico 5. Por otro lado, cabe aclarar que el valor presentado por el mismo estudio para Uruguay fue de 10,5 Kg/hab.

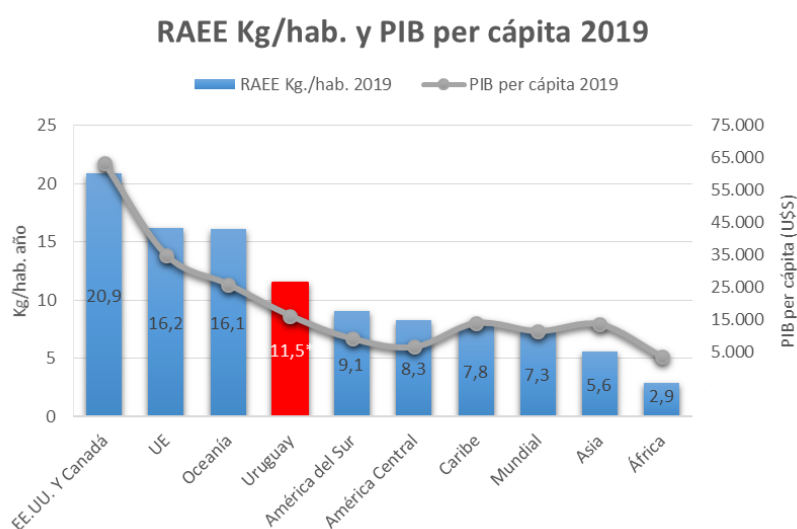
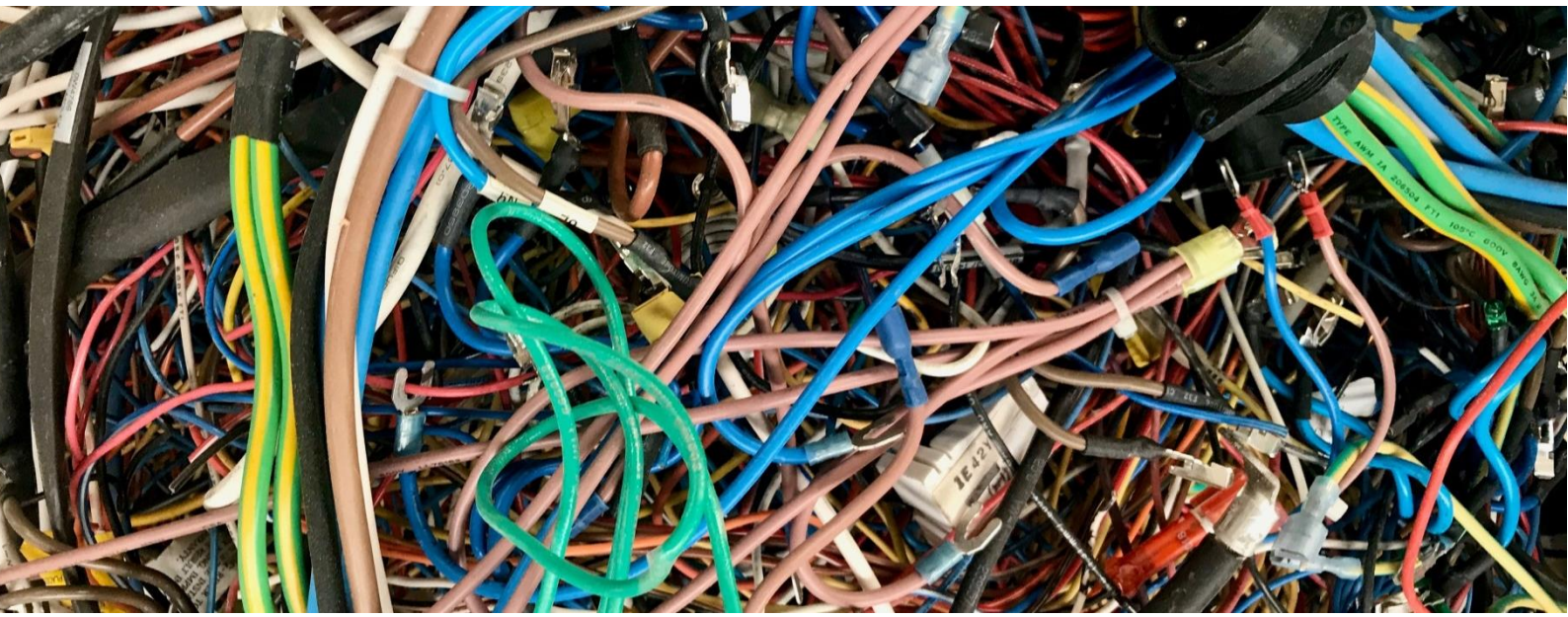


Gráfico 5: RAEE Kg/hab. 2019 mundial

*Valor calculado a partir de la herramienta



3. Proyección de generación de RAEE





Proyección de generación de RAEE

Tal como se mencionó en el capítulo 2, el consumo de AEE está fuertemente ligado al PIB del país. Es por este motivo, que para poder realizar las proyecciones de RAEE, se analizarán las perspectivas que el Banco Mundial realizó para el PIB del mundo y en particular de Uruguay. Para proyectar, se utilizará la herramienta de la UNU, para lo cual se toma el AEE que se encuentra en funcionamiento en el país hasta 2019 y se le adiciona el nuevo AEE que se adquiera en el periodo 2020 - 2023, dependiendo de las proyecciones antes mencionadas. La utilidad de proyectar la generación de RAEE es poder alimentar el dimensionamiento de las capacidades de gestión a lo largo del tiempo. En particular se toma hasta el año 2023, en el cual se supone que los sistemas de gestión ya deberían estar operativos.

Según el informe emitido por el Banco Mundial en junio de 2020, se prevé para Uruguay que en el año 2020 haya una caída del PIB del 3,7%. Esto equivaldría a un PIB similar al del 2015, por lo tanto, para la proyección se considera un nivel de consumo de AEE similar al de dicho año. Por otro lado, para 2021 se proyecta un crecimiento del 4,6%, alcanzando un nivel de PIB similar al del 2019, por lo cual se supondrá un nivel de consumo de AEE similar al de 2019. Para 2022 y 2023, si bien no existen aún proyecciones del Banco Mundial, se supondrá un crecimiento del 3% como mínimo. Esto se debe a que según el Centro de Estudios para el Desarrollo, debido a la concreción de la construcción de la segunda planta de UPM, se generará un aumento en el PIB del 2,5% distribuido en 4 años.

Por último, hay ciertos supuestos que es necesario realizar para el AEE POM. Los valores para las categorías 0308, 0407 y 0502 de la UNU-Key (Monitores de tubos de rayos catódicos, televisores de tubos de rayos catódicos y lámparas fluorescentes compactas) serán tomados como 0. Los dos primeros debido a la obsolescencia de dicha tecnología y la tercera debido a que el Decreto N° 15/019 establece la prohibición de la “importación, fabricación, armado o ensamblado de todos los artículos alcanzados por el presente reglamento”. Dentro de dichos artículos se encuentran entre otros las lámparas fluorescentes. Para la categoría 0002 (paneles fotovoltaicos) serán tomados los valores del 2019.

A continuación, se presenta en la Tabla 3 los resultados obtenidos. Como se aprecia, se espera que el RAEE generado mantenga una tendencia al alza al igual que la presentó en el período 2009-2019.

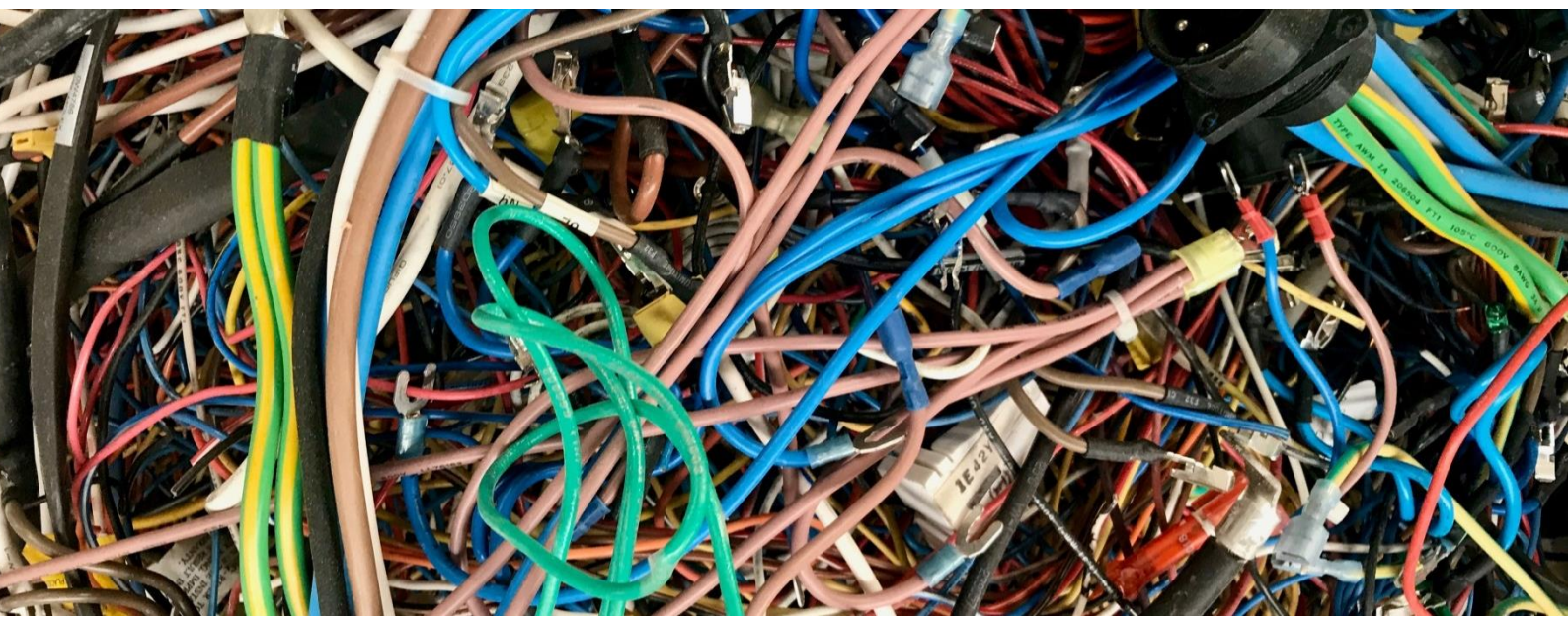
	2019	2020	2021	2022	2023
	Estimación del RAEE generado (ton)				
Aparatos de intercambio de temperatura	9.313	9.740	10.158	10.564	10.957
Monitores, pantallas y aparatos con pantallas	5.613	5.355	5.080	4.801	4.534
Lámparas	677	661	636	608	578
Grandes aparatos (excluidos los paneles fotovoltaicos)	7.016	7.233	7.450	7.680	7.922
Pequeños aparatos	11.855	12.138	12.448	12.769	13.108
Aparatos de informática y telecomunicaciones pequeños	3.132	3.106	3.071	3.035	3.004
Paneles fotovoltaicos grandes	28	49	79	119	170
Total	37.634	38.282	38.922	39.576	40.273

Tabla 3 - Proyección RAEE generado
Fuente: generación propia



4. Materiales recuperables a partir de RAEE

Datos globales





Generación de materiales a partir de RAEE

Una vez estimada la generación de RAEE, utilizando las composiciones promedio obtenidas de bibliografía, para cada una de las 7 categorías (mostradas en la Tabla 4), se pueden obtener las fracciones de materiales generados por categoría y por año. Se excluye de este análisis, la categoría 3 correspondiente a lámparas, ya que las que contienen mercurio son contempladas en el Decreto N°15/019. Esto se suma a que algunos tipos de lámparas no son tenidas en cuenta en la herramienta. Igualmente, el peso que representarían los materiales de ésta categoría es despreciable frente al resto.

Material	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 7
Metal ferroso	57,7%	25,8%	0,00%	53,6%	46,0%	3,9%	0,0%
Plástico	24,7%	24,5%	10,9%	10,4%	26,3%	35,8%	0,0%
Cobre	5,2%	3,0%	0,00%	2,0%	8,8%	45,4%	2,1%
Aluminio	2,7%	2,8%	12,5%	7,8%	4,3%	0,0%	18,0%
Vidrio		29,6%	66,70%	1,5%	0,0%	12,9%	70,0%
Plata	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Oro	0,000002%	0,002150%	0,0%	0,000003%	0,000368%	0,002539%	0,000000%
Paladio	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Otros	9,7%	14,3%	9,90%	24,7%	14,6%	2,0%	9,9%

Tabla 4 - Composición promedio de categoría de AEE

Fuentes: (Study on WEEE recovery targets, preparation for re-use targets and on the method for calculation of the recovery targets, 2015)

(Latanussa, Mancini, Blengini, Ardente, & Pennington, 2016)

Cabe aclarar que la categoría “otros” puede incluir según la categoría, refrigerantes, aceites contaminados, capacitores con PBC, metales pesados, baterías o adhesivos, entre otros.

En la Tabla 5, se muestra el total en toneladas por año de cada una de dichas fracciones y para el 2019, se presenta la composición para cada categoría (Tabla 6) y el origen para cada fracción, enmarcados en alguna de las categorías de AEE, representados en porcentaje (Gráfico 7).

Material	Peso (ton)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Metal ferroso	10.891	11.290	11.862	12.453	13.067	13.664	14.198	14.683	15.208	15.692	16.158
Plástico	5.811	6.167	6.526	6.894	7.263	7.601	7.870	8.085	8.304	8.486	8.644
Cobre	2.291	2.407	2.529	2.666	2.809	2.938	3.029	3.094	3.162	3.216	3.259
Vidrio	1.540	1.709	1.871	2.018	2.143	2.236	2.288	2.301	2.284	2.245	2.190
Aluminio	1.012	1.061	1.112	1.164	1.217	1.267	1.310	1.349	1.392	1.431	1.471
Plata	0,864	0,915	0,966	1,018	1,068	1,110	1,141	1,161	1,178	1,192	1,205
Oro	0,174	0,190	0,205	0,219	0,232	0,242	0,248	0,250	0,250	0,248	0,244
Paladio	0,062	0,068	0,074	0,080	0,085	0,088	0,090	0,091	0,091	0,090	0,088
Otros	3.651	3.847	4.047	4.249	4.451	4.637	4.795	4.929	5.068	5.189	5.302

Tabla 5 - Materiales de RAEE

Fuente: generación propia

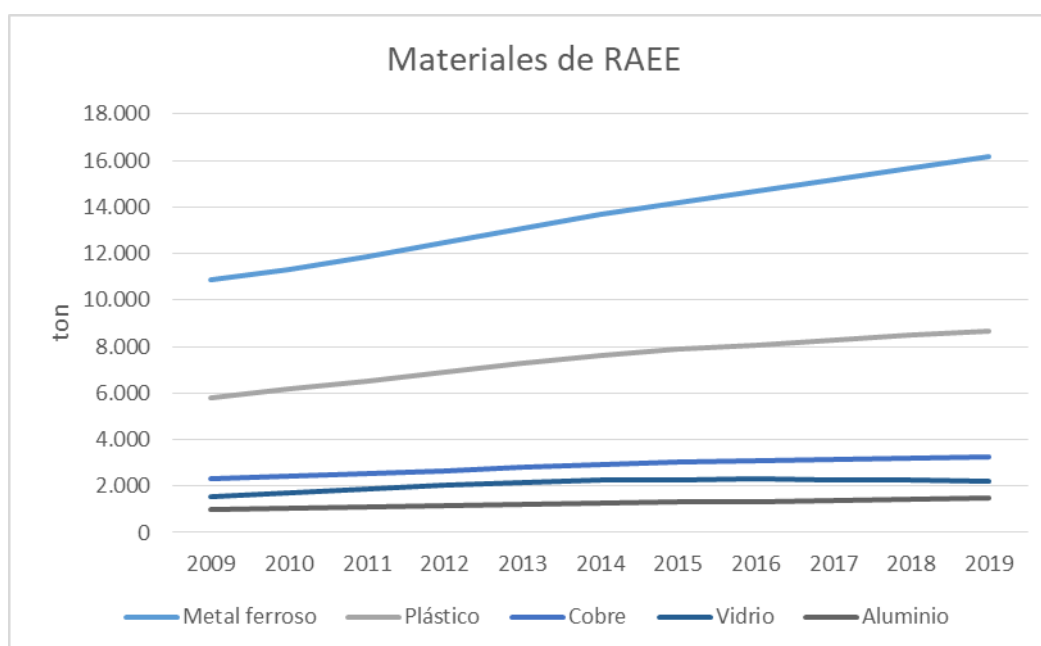


Gráfico 6 - Materiales de RAEE

Ton materiales – Año 2019										
Categoría	Aluminio	Cobre	Metal ferroso	Oro	Otros	Paladio	Plástico	Plata	Vidrio	Total general
Aparatos de informática y telecomunicaciones pequeños	-	1.421,79	122,14	0,08	62,63	0,02	1.121,15	0,28	403,68	3.131,77
Aparatos de intercambio de temperatura	251,46	484,30	5.373,85	-	903,40	-	2.300,42	-	-	9.313,44
Grandes aparatos (excluidos los paneles fotovoltaicos)	547,26	140,32	3.760,63	-	1.732,98	-	729,68	0,42	105,24	7.016,53
Lámparas	84,59	-	-	-	67,00	-	73,76	-	451,37	676,72
Monitores, pantallas y aparatos con pantallas	157,14	168,37	1.447,95	0,12	802,54	0,05	1.374,99	0,29	1.661,21	5.612,67
Paneles fotovoltaicos grandes	4,95	0,58	-	-	2,72	-	-	0,01	19,25	27,52
Pequeños aparatos	509,79	1.043,28	5.453,52	0,04	1.730,90	0,01	3.117,99	0,19	-	11.855,73
Total general	1.555,19	3.258,64	16.158,09	0,24	5.302,18	0,09	8.717,99	1,20	2.640,75	37.634,37

Tabla 6 - Materiales por categoría 2019
Fuente: generación propia

En la Tabla 5 y su correspondiente Gráfico 6, se observan la mayoría de los materiales presentes en los RAEE que podrían ser recuperados o valorizados (presentados en toneladas). Como se aprecia, el material mayoritario que se puede obtener es la chatarra ferrosa seguida por el plástico¹. Conocer estos valores y poder establecer a partir de qué categorías se obtienen las mayores corrientes (como se muestra en la Tabla 6), es primordial para poder decidir a futuro en dónde se deberán enfocar los esfuerzos a nivel nacional para la recuperación de materiales. A modo de ejemplo, las fuentes principales de generación de chatarra ferrosa y plástico son los pequeños aparatos y los aparatos de intercambio de temperatura.

¹Es importante aclarar que dentro de los tipos de plástico que componen los RAEE se encuentran principalmente los siguientes: Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), poliestireno de alto impacto (HIPS), polipropileno (PP), poliestireno (PS), policarbonato (PC) + ABS, policloruro de vinilo (PVC) y polietileno (PE).

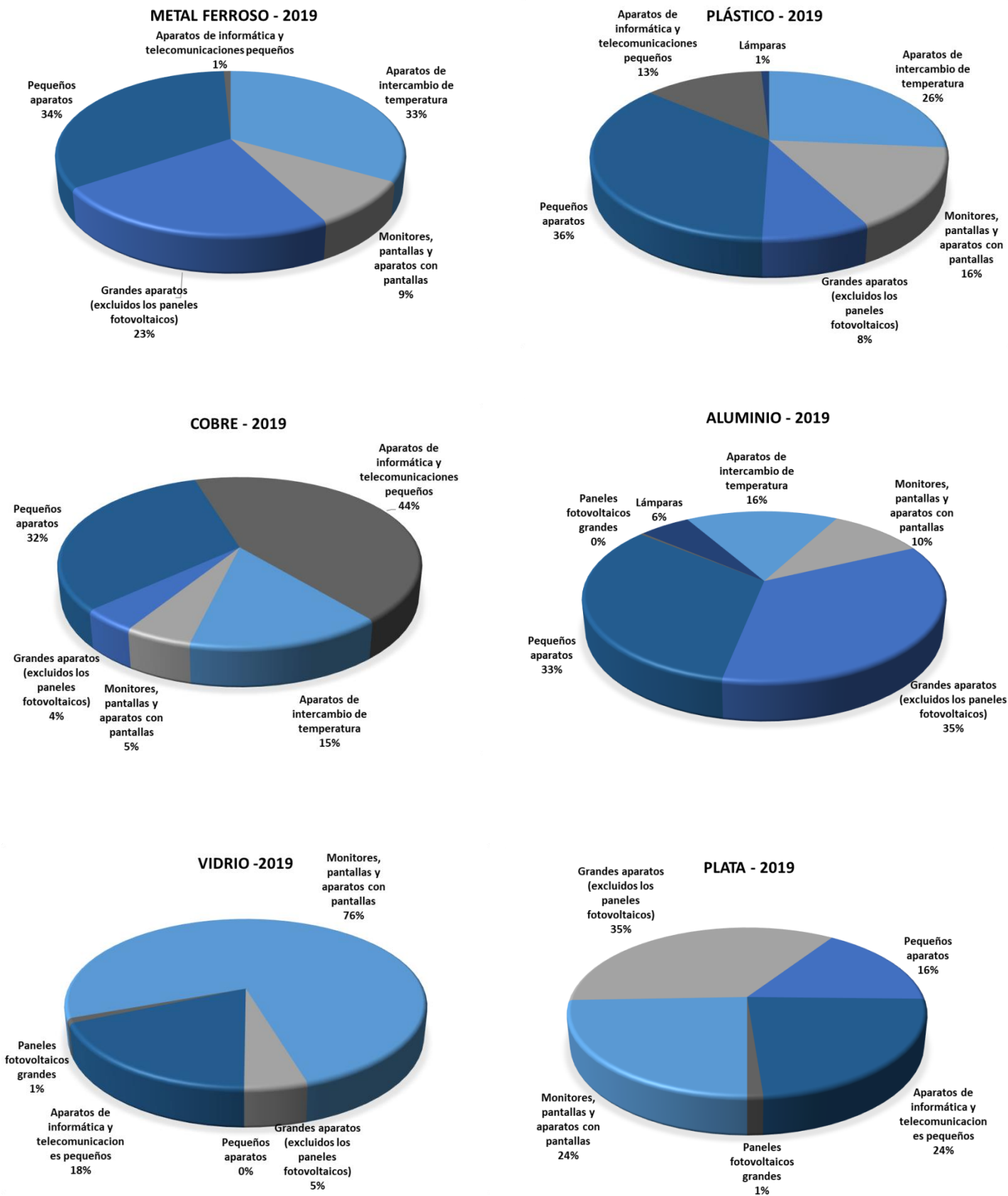
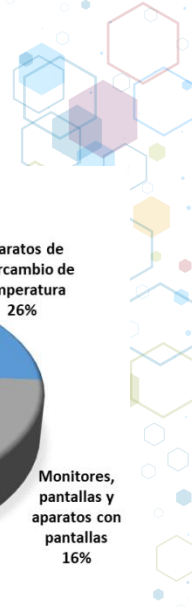
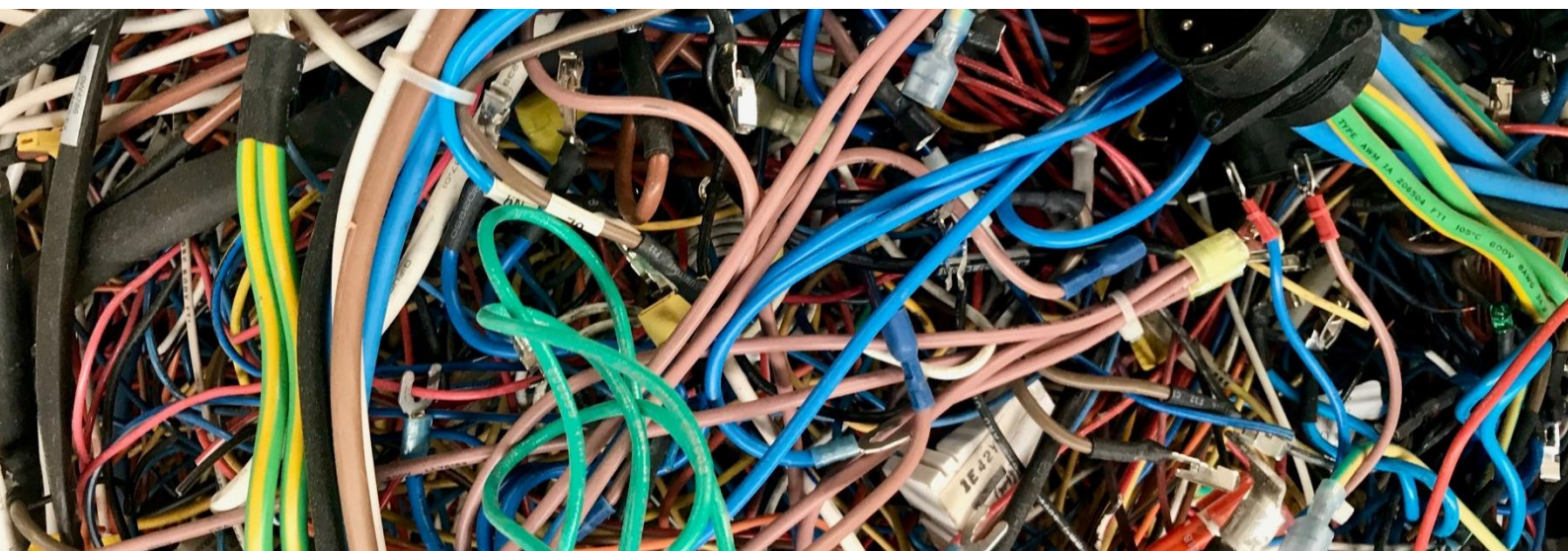


Gráfico 7 - Materiales según categoría de AEE



5. Anexo I

Códigos HS herramienta UNU





Códigos HS herramienta UNU

A continuación se presenta la tabla con los códigos utilizados en la herramienta UNU, los mismos son a 6 dígitos (subpartida S.A – OMA), se aclara que la subpartida nacional es a 12 dígitos.

Tabla 14 – códigos HS
Fuente: herramienta UNU

HS	HS code Description
630110	Electric blankets of textile material
840310	Central heating boilers nes
841451	Table, window, ceiling fans, electric motor <125 watt
841460	Ventilating hoods having a maximum width < 120 cm
841510	Air conditioners window/wall types, self-contained
841581	Air conditioners nes with reverse cycle refrigeration
841582	Air conditioners nes, with refrigerating unit
841583	Air conditioners nes, without refrigerating unit
841810	Combined refrigerator-freezers, two door
841821	Refrigerators, household compression type
841829	Refrigerators, household type, including non-electric
841830	Freezers of the chest type, < 800 litre capacity
841840	Freezers of the upright type, < 900 litre capacity
841850	Refrigerator/freezer chests/cabinets/showcases
841861	Compression refrigeration equipment with heat exchange
841869	Refrigerating or freezing equipment nes
842112	Clothes-dryers, centrifugal
842211	Dish washing machines (domestic)
842219	---
842310	Personal weighing machines, baby & household scales
843311	Mowers, powered, lawn, with horizontal cutting device
843319	Mowers, powered, lawn, nes
844312	Sheet fed, office offset printers, sheet < 22x36 cm
844315	---
844319	---
844331	Machines which perform two/more of the functions of printing, copying/facsimile transmission, capable of connecting to an automatic data processing machine/to a network
844332	Other printers, copying machines & facsimile machines, whether/not combined, excl. the ones which perform two/more of the functions of printing, copying/facsimile transmission; capable of connecting to an automatic data processing machine/to a network
844339	Other printers, copying machines & facsimile machines, whether/not combined, excl. 8443.31 & 8443.32
845011	Automatic washing machines, of a dry capacity < 10 kg
845012	Washing machines nes, capacity <10 kg, built-in drier
845019	Household/laundry-type washing machines <10 kg, nes
845020	Household or laundry-type washing machines, cap >10kg
845110	Dry-cleaning machines
845121	Drying machines, capacity <10 kg, except washer-drier
845129	Drying machines, nes
845130	Ironing machines and presses including fusing presses
845210	Household type sewing machines
846721	Drills of all kinds, for working in the hand, with self-contained elec. mot ...
846722	Saws for working in the hand, with self-contained elec. motor



846729	Tools for working in the hand, with self-contained elec. motor (excl. drill ...
847010	Electronic calculators operable with internal power
847021	Electronic calculators, printing, external power
847029	Electronic calculators, non-printing, external power
847030	Calculating machines, non-electric
847050	Cash registers
847090	Postage franking, ticket-issuing machines, etc
847130	Portable digital data pr
847141	Dig auto data proc w/cpu
847149	Dig auto data proc units
847150	Digital process units wh
847160	I/O units w/n storage u
847170	Storage units
847180	Units of auto data proce
847190	Automatic data processin
847210	Office duplicating machines
847230	Machinery for processing mail of all kinds
847290	Office machines, nes
847621	Aut bev-vend m heat/refr
847629	Autom bev-vendng mach ne
847681	Autom vendng mach h/refr
847689	Automatic vending mach n
850811	Vacuum cleaners, with self-contained electric motor, Of a power not > 1,500 W & having a dust bag/other receptacle capacity not > 20 l
850819	Vacuum cleaners, with self-contained electric motor, other than of 8508.11
850860	Other vacuum cleaners,not with self-contained electric motor
850940	Domestic food grinders, mixers, juice extractors
850980	Domestic appliances, with electric motor, nes
851010	Shavers, with self-contained electric motor
851020	Hair clippers, with self-contained electric motor
851030	Hair-removing appl w/sel
851210	Lighting/signalling equipment as used on bicycles
851310	Portable battery and magneto-electric lamps
851511	Electric soldering irons and guns
851519	Electric brazing, soldering machines and apparatus ne
851521	Electric resistance welding equipment, automatic
851529	Electric resistance welding equipment, non-automatic
851531	Automatic electric plasma, other arc welding equipmen
851610	Electric instant, storage and immersion water heaters
851621	Electric storage heating radiators
851629	Electric space heating nes and soil heating apparatus
851631	Electric hair dryers
851632	Electro-thermic hairdressing apparatus, nes
851633	Electro-thermic hand drying apparatus
851640	Electric smoothing irons
851650	Microwave ovens
851660	Electric cooking, grilling & roasting equipment nes
851671	Electric coffee or tea makers, domestic
851672	Electric toasters, domestic

851679	Electro-thermic appliances, domestic, nes
851711	Line telephone sets, cord
851712	Telephones for cellular networks/for other wireless networks, other than Line telephone sets with cordless handsets
851718	Other telephone sets, incl. telephones for cellular networks/for other wireless networks, other than 8517.11 & 8517.12
851761	Base stations for transmission/reception of voice, images/other data, incl. apparatus for communication in a wired/wireless network (such as a local/wide area network)
851762	Machines for the reception, conversion & transmission/regeneration of voice, images/other data, incl. switching & routing apparatus
851769	Other apparatus for transmission/reception of voice, images/other data, incl. apparatus for communication in a wired/wireless network (such as a local/wide area network) , other than 8517.61 & 8517.62
851810	Microphones and stands thereof
851821	Single loudspeakers, mounted in enclosure
851822	Multiple loudspeakers, mounted in single enclosure
851830	Headphones, earphones, combinations
851840	Audio-frequency electric amplifiers
851850	Electric sound amplifier sets
851920	Apparatus operated by coins, banknotes, bank cards, tokens/by other means of payment
851930	Turntables (record-decks)
851950	Telephone answering machines
851981	Other sound recording/reproducing apparatus, using magnetic, optical/semiconductor media, other than 8519.20, 8519.30, 8519.50
851989	Other sound recording/reproducing apparatus, other n.e.s. in Ch. 85.19
852110	Video recording/reproducing apparatus, magnetic tape
852190	Video record/reproduction apparatus not magnetic tape
852560	Transmission apparatus for radio-broadcasting/television incorporating reception apparatus
852580	Television cameras, digital cameras & video camera recorders
852712	Pocket-size radio-casset
852713	Radio apparatus w/sound
852719	Radio receivers, portable, non-recording
852721	Radio receivers, external power, sound reproduce/recor
852729	Radio receivers, external power, not sound reproducer
852791	Other reception apparatus for radio-broadcasting, combined with sound recording/reproducing apparatus.
852792	Other reception apparatus for radio-broadcasting, not combined with sound recording/reproducing apparatus but combined with a clock.
852799	Other reception apparatus for radio-broadcasting, excl. 8527.91 & 8527.92
852849	Other cathode-ray tube monitors , not of a kind solely/principally used in an automatic data processing system of heading 84.71
852859	Other monitors, not of a kind solely/principally used in an automatic data processing system of heading 84.71
852869	Projectors, not of a kind solely/principally used in an automatic data processing system of heading 84.71
852871	Reception apparatus for television, Not designed to incorporate a video display/screen
852872	Other colour reception apparatus for television, whether/not incorporating radio-broadcast receivers/sound/video recording/reproducing apparatus,
852873	Other reception apparatus for television, whether/not incorporating radio-broadcast receivers/sound/video recording/reproducing apparatus, black & white/other monochrome.
853110	Burglar or fire alarms and similar apparatus
853120	Indicator panels incorporating electronic displays
853180	Electric sound or visual signalling apparatus, nes
853921	Filament lamps, tungsten halogen
853931	Fluorescent lamps, hot cathode
853932	Mercury or sodium vapour
853939	Discharge lamps, other than ultra-violet lamps, nes
853941	Arc-lamps
853949	Ultra-violet or infra-re

854140	Photosensitive/photovoltaic/LED semiconductor devices
854370	Other machines & apparatus for electrical machines & apparatus, other than machines & apparatus for electroplating/ electrolysis/electrophoresis/signal generators/particle accelerators.
871190	---
900661	Photographic discharge lamp flashlight apparatus
900669	Photographic flashlight apparatus, nes
900710	---
900720	Cinematographic projecto
900850	---
901010	Equipment for automatic development of photo film
901050	App & equip for ph labor
901060	Projection screens
901510	Rangefinders
901520	Theodolites and tacheometers
901530	Surveying levels
901540	Photogrammetrical surveying instruments, appliances
901580	Surveying, etc instruments nes
901730	Micrometers, callipers and gauges
901811	Electro-cardiographs
901812	Ultrasonic scanning appr
901813	Magnetic resonance imagi
901814	Scintigraphic apparatus
901819	Electro-diagnostic apparatus, nes
901841	Dental drill engines
901910	---
902140	Hearing aids, except parts and accessories
902410	Machines for testing mechanical properties of metals
902480	Machines for testing mechanical properties nes
902519	Thermometers, except liquid filled
902580	Hydrometer, pyrometer, hygrometer, alone or combined
902610	Equipment to measure or check liquid flow or level
902620	Equipment to measure or check pressure
902680	Equipment to measure, check gas/liquid properties nes
902710	Gas/smoke analysis apparatus
902780	Equipment for physical or chemical analysis, nes
902830	---
903020	Cathode-ray oscilloscopes, oscillographs
903033	Other instruments & apparatus, for measuring/checking voltage, current, resistance/power, without a recording device, other than 9030.31 & 9030.32,
903039	Ammeters, voltmeters, ohm meters, etc, non-recording
903040	Gain, /distortion and crosstalk meters, etc
903089	Electrical measurement instruments nes
903149	Optical instruments and
903180	Measuring or checking equipment, nes
903210	Thermostats
910111	Wrist-watch, precious metal, battery, with hands
910119	Wrist-watch, precious metal, battery, other
910191	Pocket-watch, precious-metal case, battery
910211	Wrist-watch, base-metal case, battery, with hands

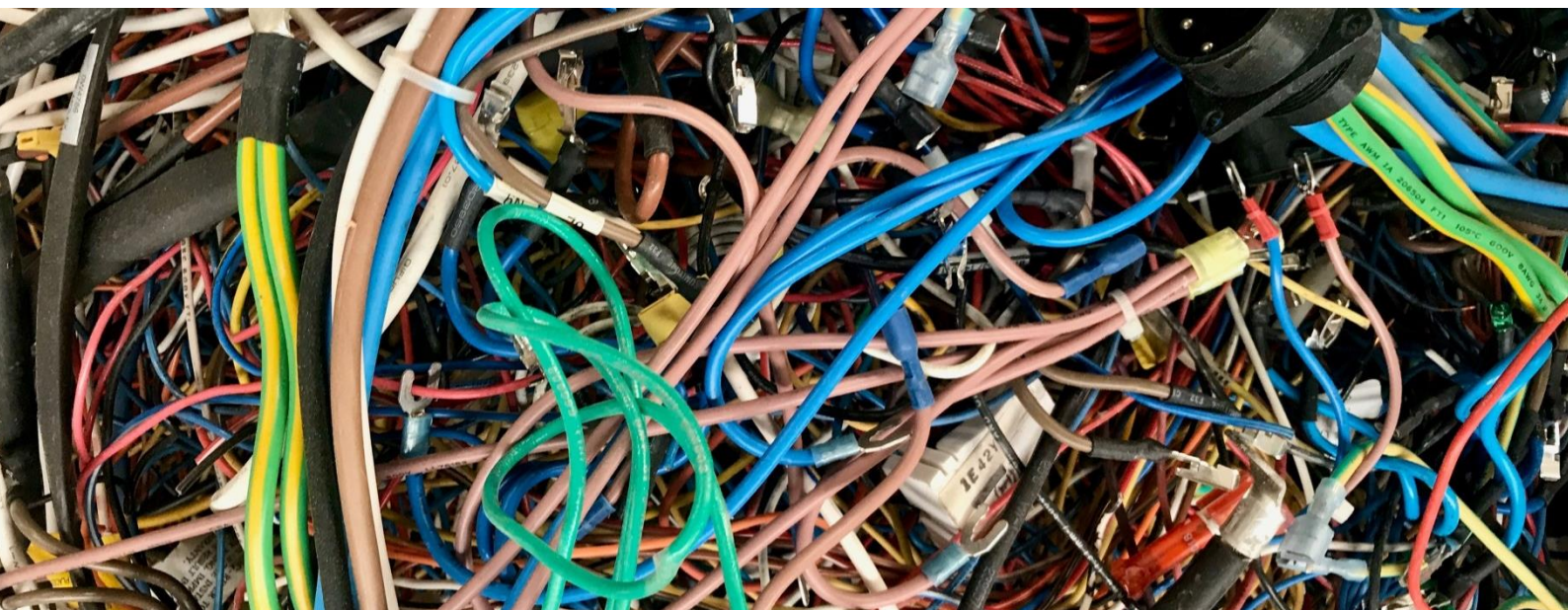




910212	Wrist-watch, base-metal case, battery, opto/electric
910219	Wrist-watch, base-metal case, battery, other
910221	Wrist-watch, base-metal case, automatic wound
910291	Pocket-watch, base-metal case, battery
910299	Pocket-watch, base-metal case, non-battery
910310	Clocks with watch movements, battery (except vehicle)
910390	Clocks with watch movements, nes (except vehicle)
910511	Alarm clocks, battery or mains powered
910519	Alarm clocks, non-electric
910521	Wall clocks, battery or mains powered
910529	Wall clocks, non-electric
910591	Clocks, nes, battery or mains powered
910599	Clocks, nes, non-electric
910700	Time switches
910811	Assembled battery watch movement, mechanical display
910812	Assembled battery watch movement, opto-electric displa
910819	Assembled battery watch movement, nes
910890	Watch movements, complete & assembled (excl. electrically operated), other ...
910910	---
910990	Clock movements, complete & assembled, non-battery ne
920590	---
920710	Keyboard instruments electrical/requiring amplifier
920790	Musical instruments nes, electric/requiring amplifier
940510	Chandeliers, other electric ceiling or wall lights
940520	Electric table, desk, bedside and floor lamps
940530	Lighting sets of a kind used for Christmas trees
940540	Electric lamps, lighting fittings, nes
950300	Tricycles, scooters, pedal cars & similar wheeled toys; dolls' carriages; dolls; other toys; reduced-size ("scale") models & similar recreational models, working/not; puzzles of all kinds.
950450	---
950490	Articles for funfair, table and parlour games, nes
950490	Articles for funfair, table and parlour games, nes



6. Referencias Bibliográficas





Referencias bibliográficas

1. Baldé, C.P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P. : The Global E-waste Monitor – 2017, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna.
1. Forti V., Balde C.P., Kuehr R., Bel G. The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) - co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam
2. Baldé C.P., Forti V., Kuehr R. (2018). E-waste Statistics: Guidelines on Classifications, Reporting and Indicators, second edition. United Nations University, VIE – SCYCLE, Bonn, Germany.
3. Brune Drisse, M.N., Canela De Souza Godoi, G., Cueva, A., Devia, L., Guzmán, S., Herbeck, E., Kern, M., Kitsara, I., Kuehr, R., Laborde, A., Magalini, F., Pascale, A., Rivero Basiniani, I., Rovira, S., Soares da Silva, A., Soares da Silva, A., Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina. (2015), UIT, Convenio de Basilea, CRBAS- Centro Regional Basilea para América del Sur, UNESCO, OMS, ONUDI, OMPI, CEPAL. Recuperado de https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/0b/11/T0B110000273301PDFS.pdf
4. DIRECTIVA 2012/19/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 4 de julio, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) (refundición), *Diario Oficial de la Unión Europea*, DO L 197 de 24.7.2012, pp. 38-71. Recuperado de https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=LEGISSUM:200403_1
5. Hestin, M., Kling, M., Kuehr, R., Lecerf, L., Magalini, F., Seyring, N., Weißenbacher, J. (2015). Study on WEEE recovery targets, preparation for re-use targets and on the method for calculation of the recovery targets. Recuperado de https://ec.europa.eu/environment/waste/weee/pdf/16.%20Final%20report_approved.pdf
6. Instituto Nacional de Estadística. (s.f.). Cuentas Nacionales. Recuperado de <http://www.ine.gub.uy/cuentas-nacionales>
7. Instituto Nacional de Estadística. (s.f.). Censos 2011. Recuperado de <http://www.ine.gub.uy/censos-2011>
8. Silva, U. (Setiembre 2013). Introducción a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Recuperado de <http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/Uca%20Silva%20-%20Relac.pdf>
9. World Bank. 2020. Global Economic Prospects, June 2020. Washington, DC: World Bank. DOI: 10.1596/978-1-4648-1553-9. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO

