



GOBIERNO DE
CHILE
MINISTERIO DEL
MEDIO AMBIENTE



**DIAGNÓSTICO PRODUCCIÓN, IMPORTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE
EQUIPOS DE INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES, APARATOS
ELÉCTRICOS Y ALUMBRADO Y EL MANEJO DE LOS PRODUCTOS
POST-CONSUMO**

INFORME FINAL

DICIEMBRE 2010

RESUMEN EJECUTIVO

En el marco de sus relaciones amistosas de cooperación técnica y económica, los Gobiernos de la República Federal de Alemania y de la República de Chile acordaron en el año 2007 crear el "Fondo de planificación estratégica e implementación de reformas autofinanciadas en Chile". En el mes de agosto de 2007, el Comité Coordinador del Fondo aprobó la solicitud de CONAMA para el financiamiento del Proyecto "Gestión Integral de Residuos Sólidos en Chile".

El Proyecto se encuadra en la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, cuyo objetivo es lograr que el manejo de residuos sólidos se realice con el mínimo riesgo para la salud de la población y para el medio ambiente, propiciando una visión integral de los residuos, que asegure un desarrollo sustentable y eficiente del sector. En este contexto, el Proyecto pretende introducir el concepto de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Este moderno concepto ha sido desarrollado en Europa en los años 90 y los resultados positivos de la REP ha significado una aplicación a cada vez más productos. La REP significa que un productor (o importador) se debe hacer cargo, o ser como mínimo co-responsable, de un producto una vez terminada su vida útil.

El Proyecto se inició en marzo de 2008 y pretende introducir la REP de manera paulatina en el país, con el fin de poder aprobar su factibilidad económica, social y ambiental. El proyecto consiste en dos elementos: la introducción de la REP en forma voluntaria en 4 sectores productivos (pilotos) y, en paralelo, la creación de una legislación referente a la REP que se incorpore en el marco jurídico respecto de la gestión de residuos.

En este contexto, en el año 2009 se realiza el Estudio de Diagnóstico producción, importación y distribución de productos electrónicos y manejo de los equipos fuera de uso. Dicho estudio se limitó a equipos de informática (computadores, impresoras y sus accesorios) y celulares, incluyendo sus baterías, lo cual corresponde a una parte de la categoría tres de las diez incluidas en la Directiva 2002/96/CE.

A fin de seguir completando la información de este sector se desarrolló este segundo diagnóstico, orientado a levantar información de 3 de las 10 categorías de la Directiva 2002/96/CE de residuos electrónicos de la Unión Europea, particularmente: equipos de informática y de comunicaciones no considerados en el estudio anterior, aparatos eléctricos de consumo y aparatos de alumbrado.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO

La gestión inadecuada de los residuos electrónicos (RE) se está convirtiendo en un problema ambiental de gran envergadura. Sólo en Chile se generaron en el 2009 sobre 7,5 millones de unidades de equipos de informática y comunicaciones y aparatos eléctricos de consumo, equivalentes a más de 18 mil toneladas. Para los residuos de aparatos de alumbrado con mercurio las cifras indican sobre 8 millones de unidades (y más de 1700 toneladas). A nivel mundial esta situación ha sido abordada mediante normativas y la creación de sistemas de gestión que promueven la existencia de empresas que recuperan, valorizan y comercializan los materiales obtenidos desde los residuos como nuevas materias primas.

En el país este tipo de residuos se clasifica como peligroso, debido a la presencia de componentes tóxicos. No obstante, dentro del diagnóstico se verificó que esta situación está revirtiéndose paulatinamente en distintos tipos de equipos electrónicos, debido a la reducción y eliminación gradual de estas sustancias por parte de las empresas fabricantes, debido a cambios en los diseños promovidos por normas ambientales internacionales.

Chile está en proceso de contar con una normativa específica para residuos electrónicos, y hoy en día, el mercado de la gestión de los RE aún es limitado, y se orienta básicamente a la recuperación de equipos para extender su uso, reciclaje basado fundamentalmente en desensamblaje y recuperación de algunos tipos de metales, además de la exportación de ciertos componentes para valorización en industrias fuera del país y la gestión de la fracción peligrosa en rellenos de seguridad existentes en el país. Los equipos recolectados en gran

parte provienen de industrias y empresas. En el caso particular de los aparatos de alumbrado, se observa un cierto grado de avance en la gestión adecuada de aquellos que contienen mercurio, principalmente desde las grandes empresas e industrias, incluyendo algunas cadenas de retail, con un destino orientado a su disposición segura.

Par todos los tipos de residuos evaluados, existe muy poca gestión de equipos y aparatos provenientes de hogares, comercio menor y pequeñas empresas, situación que se analiza en el presente estudio, entregándose algunas recomendaciones para potenciar la recuperación desde este grupo de consumidores, el cual a pesar de encontrarse más disperso y atomizado, es el que representa el mayor volumen de generación, lo cual explica porqué actualmente la mayor parte de estos residuos se disponen en rellenos sanitarios, vertederos u otros destinos no determinados.

Para la determinación de la condición actual de generación se tomó como base la cantidad de equipos y aparatos disponibles en el país a partir de información oficial de importaciones y exportaciones, además de una estimación de los actuales destinos de los residuos electrónicos obteniéndose los siguientes indicadores.

RE	Residuos generados 2009 (ton)	Residuos generados 2009 (unidades)
Equipos de informática y de comunicaciones		
Teléfonos	339	848.000
Fax	38	18.841
Calculadoras	237	2.367.698
Fotocopiadoras	2.799	279.859
Subtotal	3.413	3.514.398
Aparatos eléctricos de consumo		
Televisores	6.466	646.633
Radios y equipos audio	4.471	1.117.785
Videocámaras	322	322.022
Videos y otros reproductores imagen	3.567	1.783.610
Amplificadores sonido	353	176.747
Instrumentos musicales	72	24.106
Subtotal	15.253	4.070.903
Aparatos de alumbrado (contienen mercurio)		
Fluorescentes	1536	7.682.077
Vapor de mercurio	15	48.741
Otras de descarga	218	727.762
Subtotal	1.769	8.458.580
Aparatos de alumbrado (sin mercurio)		
Incandescentes y halógenas (promedio)	3.500	35.000.000
Subtotal	3.500	35.000.000

Categoría	Generación per-capita 2009	Cantidad generada (año 2009)
Equipos de informática y comunicaciones	0,2 kg/habitante - año.	3.413 ton.
Aparatos eléctricos de consumo	0,9 kg/habitante - año.	15.253 ton.
Aparatos de alumbrado (contienen mercurio)	0,1 kg/habitante - año 0,5 unidades/habitante - año	1769 ton (contenido de mercurio equivalente 51 kg.)
Aparatos de alumbrado (sin mercurio)	0,2 kg/habitante - año 2 unidades/habitante - año	3.500 ton.

ACRONIMOS Y ABREVIATURAS

CNE	Comisión Nacional de Energía
CRT	Cathode Ray Tube (Tubo de Rayos Catódicos)
EMPA	Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
LAC	Latinoamérica y el Caribe
LCD	Liquid Crystal Display (Pantalla de Cristal Líquido)
LED	Light Emitting Diode (Diodos Emisores de Luz)
MINSAL	Ministerio de Salud
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ONU	Organización de las Naciones Unidas
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RE	Residuos Electrónicos (equivale a WEEE o e-waste)
RELAC	Plataforma Regional de Residuos Electrónicos de PC en Latinoamérica y El Caribe
RCA	Resolución de calificación ambiental
REP	Responsabilidad extendida del productor
RESPEL	Residuo Peligroso
SEREMI	Secretaría Regional Ministerial
SIDREP	Sistema de Declaración de Residuos Peligrosos
SIG	Sistema Integrado de Gestión
SWICO	Asociación Suiza para la Información y la Comunicación Organizacional y la Tecnología
SUBTEL	Subsecretaría de Telecomunicaciones
TCI	Tarjeta de Circuito Impreso
UE	Unión Europea
VIRS	Vertedero ilegal residuos sólidos
WEEE	Waste Electric and Electronical Equipment (equivale a RAEE o e-waste)

CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	8
1.1	OBJETIVOS	9
1.2	METODOLOGÍA	10
2	DIAGNÓSTICO APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRÓNICOS: DATOS GENERALES DEL SECTOR.....	15
2.1	EVALUACIÓN GENERAL DEL SECTOR	15
2.2	NORMATIVAS RELACIONADAS AL MANEJO DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS.....	17
2.2.1	Normativas e Instrumentos Globales.....	20
2.2.2	Normativa de la Comunidad Europea.....	20
2.2.3	Otros Sistemas de Gestión.....	27
2.2.4	Situación en América Latina	32
2.2.5	Legislación en Chile.....	35
2.2.6	Avances en el Diseño de los Equipos Electrónicos.....	38
2.3	Políticas de Empresas Respecto de Recuperación de Productos Post-Consumo ...	40
3	DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS DE INFORMÁTICA, COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICOS DE CONSUMO.....	59
3.1	ANTECEDENTES GENERALES DEL SECTOR	59
3.1.1	Identificación de Empresas del Sector y Ubicación Geográfica.....	59
3.2	CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DEL SECTOR.....	64
3.2.1	Determinación del Tamaño del Sector e Importancia	64
3.2.2	Evaluación de Productos Comercializados en Chile	64
3.2.3	Evolución del Sector y Proyecciones para los Próximos 10 Años.....	67
3.2.4	Canales de Comercialización de Productos y Manejo de Residuos	68
3.2.5	Tipo, Características y Composición de Productos Comercializados	71
3.3	GESTIÓN DE LOS PRODUCTOS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL	76
3.3.1	Diagnostico de Generación de Residuos a Nivel Nacional.....	76
3.3.2	Diagnóstico de la Gestión Actual de los Residuos en Chile	80
3.3.3	Identificación de Prácticas Actuales	82
3.3.4	Evaluación del Sector a Nivel Internacional y Comparación con la Situación en Chile	83
3.3.5	Evaluación de los Riesgos e Impactos de los Residuos:.....	84
3.3.6	Diagnóstico de Alternativas de Eliminación Actualmente en Uso.....	87
3.3.7	Evaluación de Alternativas de Reciclaje y Eliminación a Nivel Mundial	91
3.3.8	Recomendaciones para la Recuperación y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Chile.....	103
4	DIAGNÓSTICO DE APARATOS DE ALUMBRADO	109
4.1	ANTECEDENTES GENERALES DEL SECTOR	109
4.1.1	Empresas Productoras.....	109
4.1.2	Puntos de Venta	109
4.1.3	Empresas de Gestión y Disposición Final.....	111
4.2	CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DEL SECTOR.....	111
4.2.1	Determinación del Tamaño del Sector e Importancia en Chile.....	111
4.2.2	Evaluación de Productos Disponibles en Chile	111
4.2.3	Evolución del Sector y Proyecciones para los Próximos 10 Años.....	114
4.2.4	Canales de Comercialización de Productos y Manejo de Residuos	115
4.2.5	Tipo, Características y Composición de Productos Comercializados	117
4.3	GESTIÓN DE LOS PRODUCTOS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL	128
4.3.1	Diagnostico de Generación de Residuos a Nivel Nacional.....	128
4.3.2	Diagnóstico de la Gestión Actual de los Residuos en Chile	131
4.3.3	Identificación de Prácticas Actuales	133
4.3.4	Evaluación del sector a nivel internacional y comparación con la situación en Chile	134
4.3.5	Evaluación de los riesgos e impactos de los residuos	137

4.3.6	Diagnóstico de alternativas de eliminación actualmente en uso.....	139
4.3.7	Diagnostico y evaluación de alternativas de eliminación a nivel mundial ...	142
4.3.8	Recomendaciones para la Recuperación y Manejo de Residuos de Aparatos de Alumbrado en Chile.	146
5	BIBLIOGRAFIA	151
6	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	153

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1	Clasificación de los residuos electrónicos y composición.....	16
Tabla 2-2	Clasificación de los Residuos Electrónicos según criterios de reciclaje	16
Tabla 2-3	Sistemas de gestión de residuos adoptados por diversos países.....	18
Tabla 2-4	Legislación vigente en distintos países.....	18
Tabla 2-5	Normativas y Responsabilidades en distintos países de la UE	18
Tabla 2-6	Residuos peligrosos resultantes del desarme de aparatos electrónicos.....	37
Tabla 3-1	Principales marcas por tipo de equipo de informática y comunicaciones	60
Tabla 3-2	Principales marcas por tipo de aparato eléctrico de consumo.....	60
Tabla 3-3	Puntos de venta por región para aparatos de informática y comunicaciones	61
Tabla 3-4	Puntos de venta por región para aparatos eléctricos de consumo.....	62
Tabla 3-5	Empresas formales relacionadas a reparación, reciclaje y disposición	63
Tabla 3-6	Datos de importación (unidades) equipos de informática y comunicaciones.....	65
Tabla 3-7	Importación (unidades) de aparatos eléctricos de consumo (2002-2009).....	65
Tabla 3-8	Principales países de origen de los productos (base año 2009)	66
Tabla 3-9	Equipos de informática y comunicaciones disponibles en el país.....	67
Tabla 3-10	Aparatos eléctricos de consumo disponibles en el país	67
Tabla 3-11	Proyección de crecimiento equipos de informática y comunicaciones (unidades) 67	
Tabla 3-12	Proyección de crecimiento aparatos eléctricos de consumo (unidades).....	68
Tabla 3-13	Composición promedio materiales en algunos equipos eléctricos y electrónicos. 72	
Tabla 3-14	Composición genérica de los RE.....	72
Tabla 3-15	Tipos de plásticos usados en equipos electrónicos	73
Tabla 3-16	Componentes electrónicos y características	76
Tabla 3-17	Factores de uso promedio	77
Tabla 3-18	Generación de residuos de equipos de informática y comunicaciones.....	77
Tabla 3-19	Generación de residuos de aparatos eléctricos de consumo	78
Tabla 3-20.	Estimación de destinos y cantidades de residuos gestionados (año 2009)	80
Tabla 3-21.	Empresas de recuperación y reciclaje de equipos electrónicos.....	81
Tabla 3-22.	Efectos de los metales en la salud y el medioambiente	86
Tabla 3-23	Eficiencia actual de recuperación y valores de mercado de materias primas	90
Tabla 3-24.	Ahorro energético en la producción de materiales secundarios.....	92
Tabla 3-25.	Alternativas de eliminación de condensadores	99
Tabla 3-26.	Alternativas de manejo de plásticos	100
Tabla 4-1	Principales marcas de aparatos de alumbrado	109
Tabla 4-2	Puntos de venta de luminarias.....	110
Tabla 4-3	Datos de importación (unidades) para luminarias	112
Tabla 4-4	Principales países de origen de los productos (base 2009)	112
Tabla 4-5	Datos de exportación (unidades) para luminarias.....	113
Tabla 4-6	Producto disponible en el país (unidades)	113
Tabla 4-7	Proyección de crecimiento luminarias (unidades).....	114
Tabla 4-8	Crecimiento y proyección de ventas luminarias (miles de unidades)	115
Tabla 4-9	Características de las lámparas mas representativas de cada tipo	117
Tabla 4-10	Composición típica de los polvos fluorescentes (fósforos).....	120
Tabla 4-11	Factores de uso promedio estimados	128
Tabla 4-12	Generación estimada de residuos de luminarias (unidades).....	129
Tabla 4-13	Generación estimada de residuos de luminarias (toneladas).....	129
Tabla 4-14	Generación estimada de mercurio desde residuos de luminarias	130
Tabla 4-15.	Estimación de destinos y cantidades de residuos gestionados	131
Tabla 4-16.	Empresas de gestión de aparatos de alumbrado	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Gestión de residuos electrónicos en España	25
Figura 2-2 Gestión de residuos electrónicos en Holanda	26
Figura 2-3 Gestión de residuos electrónicos en Suiza.....	29
Figura 2-4 Modelo de gestión de residuos electrónicos en Costa Rica	35
Figura 3-1 Distribución geográfica puntos de venta para equipos de informática y comunicación.	61
Figura 3-2 Distribución geográfica puntos de venta para aparatos eléctricos de consumo..	62
Figura 3-3 Distribución de empresas de telefonía fija.....	64
Figura 3-4 Importación equipos informática y comunicaciones.....	65
Figura 3-5 Importación aparatos eléctricos de consumo.....	66
Figura 3-6 Flujo de comercialización de productos y manejo de residuos.....	71
Figura 3-7 Componentes metálicos de un CRT	75
Figura 3-8 Generación de residuos de equipos de informática y comunicaciones	78
Figura 3-9 Generación de residuos de aparatos eléctricos de consumo.....	79
Figura 3-10 Esquema del proceso de fundición y refinación	95
Figura 3-11 Sistemas actuales de manejo de RE que coexisten en Chile.....	104
Figura 3-12 Modelo para un Sistema de Gestión de RE	104
Figura 3-13 Modelo preliminar para la gestión de RE en Chile	106
Figura 4-1 Distribución geográfica de puntos de venta de luminarias.....	110
Figura 4-2 Importación luminarias	112
Figura 4-3 Balance de luminarias disponibles.....	114
Figura 4-4 Flujo de comercialización de productos y manejo de residuos.....	116
Figura 4-5 Clasificación de las fuentes luminosas más importantes.....	117
Figura 4-6 Componentes de una lámpara incandescente.	118
Figura 4-7 Componentes de una lámpara fluorescente.....	119
Figura 4-8 Tipos de lámparas fluorescentes.....	120
Figura 4-9 Esquema de una lámpara de inducción.....	122
Figura 4-10 Esquema de una lámpara de sodio de baja presión	123
Figura 4-11 Lámparas de descarga de alta intensidad.....	123
Figura 4-12 Lámpara de vapor de mercurio de alta presión	124
Figura 4-13 Lámpara de halogenuro metálico	125
Figura 4-14 Lámpara de vapor de sodio de alta presión	127
Figura 4-15 Esquema de un LED	127
Figura 4-16 Esquema de logística de recogida ECOLUM.....	136
Figura 4-17 Esquema de logística de recogida AMBILAMP.....	136
Figura 4-18 Esquema del sistema de trituración de tubos y lámparas fluorescentes.....	140
Figura 4-19 Máquina de trituración de tubos y lámparas fluorescentes.....	141
Figura 4-20 Ejemplos de contenedores para lámparas	142
Figura 4-21 Ejemplo de información al usuario para recolección de lámparas.....	143
Figura 4-22 Esquema del un proceso de reciclaje de de tubos fluorescentes	144
Figura 4-23 Modelo preliminar para la gestión de residuos de aparatos de alumbrado.....	148

1 INTRODUCCIÓN

En el marco de sus relaciones amistosas de cooperación técnica y económica, los Gobiernos de la República Federal de Alemania y de la República de Chile acordaron en el año 2007 crear el "Fondo de planificación estratégica e implementación de reformas autofinanciadas en Chile". En el mes de agosto de 2007, el Comité Coordinador del Fondo aprobó la solicitud de CONAMA para el financiamiento del Proyecto "Gestión Integral de Residuos Sólidos en Chile".

El Proyecto se encuadra en la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, cuyo objetivo es lograr que el manejo de residuos sólidos se realice con el mínimo riesgo para la salud de la población y para el medio ambiente, propiciando una visión integral de los residuos, que asegure un desarrollo sustentable y eficiente del sector. En este contexto, el Proyecto pretende introducir el concepto de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Este moderno concepto ha sido desarrollado en Europa en los años 90 y los resultados positivos de la REP ha significado una aplicación a cada vez más productos.

La REP significa que un productor (o importador) se debe hacer cargo, o ser como mínimo co-responsable, de un producto una vez terminada su vida útil. El concepto es especialmente aplicable a los productos de consumo masivo, tales como envases, neumáticos, refrigeradores, baterías, pilas y vehículos. Una de las principales ventajas que se aprecian para establecer este concepto es la posibilidad de eliminar distorsiones en el mercado, ya que actualmente entre los costos de muchos productos no se considera el costo para financiar su manejo al momento de convertirse en residuo. Con la incorporación de los costos totales de todo el ciclo de vida del producto hasta su fin como residuo, se cumple con el principio de "quien contamina paga".

La REP comprende una estrategia central en el diseño de instrumentos para el manejo de distintos productos y está siendo fuertemente promovida por los gobiernos de los países miembros de la OCDE. El requerimiento de responsabilidad por parte de las empresas, en la recuperación y disposición de los productos fuera de uso, ha fomentado que los productores hagan esfuerzos por buscar innovaciones y reciclabilidad.

Las políticas gubernamentales sobre Responsabilidad Extendida del Productor hacen del medio ambiente una prioridad en las distintas fases del ciclo de vida de productos y servicios, obligando a las empresas a pensar en lo que ocurre fuera de sus instalaciones. Esto demanda al productor a hacer un análisis minucioso de lo que sus actividades implican hacia arriba y hacia abajo de la cadena productiva y a pensar en las acciones correctivas para mitigar los impactos perjudiciales.

Las políticas de REP son también fuentes de oportunidad para que las empresas replanteen sus negocios, pues abren las puertas para crear valor agregado a los clientes a través de la oferta de servicios postventa y de disposición de productos. Asimismo, el tratar de ofrecer una gama de servicios, brinda la oportunidad a la empresa de obtener un mejor conocimiento de las necesidades presentes y futuras de sus clientes.

La REP ha sido adoptada por algunos gobiernos para transferir el manejo de la gestión de los residuos sólidos domiciliarios (incluyendo sus costos) desde el consumidor a los productores, a manera de influir en las características de los productos que pueden ser o son nocivos en la etapa de post-consumo por su volumen, toxicidad y reciclabilidad (OCDE, 1996).

En el caso particular de la gestión de residuos, la incorporación de la REP, tiene el propósito final de promover la prevención y minimización de los residuos. La OCDE plantea que los acuerdos voluntarios (como una de las vías de implementación de la REP) en el área de gestión de residuos, "podrían" ser útiles para articular el mercado del reciclaje a través del aumento del consumo de materiales secundarios. Sin embargo, este planteamiento también debe incluir las oportunidades para la reutilización, o más atrás aún, de la prevención de la contaminación.

La OCDE expresa que existen dos formas básicas para implementar la REP. Una de ellas se relaciona con:

(a) la Regulación Directa, ante la ambigüedad de responsabilidad (rol) que pudiesen ocasionar los Instrumentos Económicos en el mercado. En este caso, se establece un mandato sobre el cumplimiento de metas y plazos específicos dirigidos hacia los involucrados, definiendo responsabilidades claras bajo el mismo cuerpo legal.

La misma institución señala, que muchos gobiernos utilizan instrumentos de comando y control que determinan distintos marcos de referencia para los productores, entre los que se encuentran:

(1) estrategias de prevención, reutilización y/o metas de reciclaje,
(2) asignación de responsabilidades individuales dentro de organizaciones industriales, y
(3) distintos requerimientos específicos de acuerdo a la naturaleza del problema. (Por ejemplo: asegurar la participación mínima de mercado para productos retornables).

(b) un Acuerdo de Producción Limpia (APL), que asegure que las soluciones sean alcanzadas equitativamente por toda la industria y en los plazos propuestos. En este caso, la negociación entre la autoridad y los actores es parte crucial para definir los objetivos, metas y plazos de cumplimiento, dado que la autoridad puede "traducir" la REP como sólo obligaciones para el productor.

El Proyecto se inició en marzo de 2008 y pretende introducir la REP de manera paulatina en el país, con el fin de poder aprobar su factibilidad económica, social y ambiental. El proyecto consiste en dos elementos: la introducción de la REP en forma voluntaria en 4 sectores productivos (pilotos) y, en paralelo, la creación de una legislación referente a la REP que se incorpore en el marco jurídico respecto de la gestión de residuos.

Según la OCDE, se considera residuo electrónico a "todo aparato que utiliza un suministro de energía eléctrica y que ha llegado al fin de su vida útil". La Directiva 2002/96/CE de residuos electrónicos de la Unión Europea distingue diez categorías de estos residuos.

En este contexto en el año 2009 se realizó el Estudio de Diagnóstico producción, importación y distribución de productos electrónicos y manejo de los equipos fuera de uso. Dicho estudio se limitó a los siguientes productos: computadores y equipos periféricos (PC, monitores, laptops, impresoras, data show, teclados, mouse, USB) y celulares, incluyendo sus baterías, lo cual corresponde a una parte de la categoría tres de las diez incluidas en la Directiva 2002/96/CE.

Para seguir completando la información de este sector se desarrolló este segundo diagnóstico que permita obtener al menos la totalidad de información de 3 de las 10 categorías de la Directiva 2002/96/CE de residuos electrónicos de la Unión Europea y estas son:

- Equipos de informática que no han sido considerados en el estudio anterior.
- Aparatos eléctricos de consumo.
- Aparatos de alumbrado

1.1 OBJETIVOS

Objetivo General

- Levantar información económica, social y ambiental vinculada a los equipos de informática, aparatos eléctricos de consumo y ampollitas.

Objetivos específicos

- Recopilar información general por categoría.
- Realizar una caracterización económica por categoría.
- Identificar la gestión actual de estos productos usados a nivel nacional y compararla con experiencias internacionales.
- Definir indicadores que permitan medir en forma eficiente los cambios en el rubro de productos eléctricos, electrónicos y ampolletas.
- Realizar una Evaluación de los riesgos e impactos de los residuos eléctricos y electrónicos

Productos esperados

Los resultados del estudio se focalizan en la obtención de:

- Información general sistematizada de las empresas productoras e importadoras del sector.
- Caracterización económica del sector.
- Diagnostico de la gestión de los productos fuera de uso en Chile.
- Comparación de la gestión de los productos fuera de uso en Chile con la gestión a nivel internacional.
- Indicadores ambientales, entre otros, de consumo (por ej.: consumo de las tipologías de productos eléctricos y electrónicos por habitante -año).

Definición de Actores

Los actores relevantes para el desarrollo de la propuesta son:

Contraparte del Estudio

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA)

Actores del sector Público:

Los servicios públicos considerados para obtención de datos, detectar políticas y programas, regulaciones y tendencias son, entre otras:

- Ministerio del Medio Ambiente.
- Ministerio de Salud.
- Servicio Nacional de Aduana
- Autoridad Sanitaria de la Región Metropolitana
- Municipalidades

Actores privados:

Las entidades del sector privado que serán fuente de información incluyen, entre otras:

- Empresas importadoras
- Empresas distribuidoras
- Empresas de reciclaje
- Empresas de disposición final

1.2 METODOLOGÍA

En base a los productos a desarrollar, se han propuesto los siguientes pasos metodológicos:

ETAPA 1 DATOS GENERALES DEL SECTOR

Dado que el estudio abarca una serie de productos que poseen aspectos en común, en cuanto a normativas, sistemas de gestión y empresa involucradas, en una primera etapa se analizan los aspectos comunes a todo ellos, considerando las siguientes actividades:

Actividad 1.1 Identificación de los productos bajo estudio

Inicialmente se identificarán claramente los productos bajo estudio y su clasificación de acuerdo a estándares internacionales.

Actividad 1.2 Identificación de normativas y sistemas de manejo y gestión relacionados a aparatos eléctricos y electrónicos

Se recopilarán y evaluarán antecedentes de legislación y normativas establecidas para los productos bajo estudio tanto a nivel nacional como internacional (principalmente de Europa y Estados Unidos), fundamentalmente en cuanto a su clasificación y aspectos de manejo y gestión de los equipos fuera de uso

Dentro de esta actividad se recopilará y analizará toda la información necesaria para evaluar los sistemas de gestión actualmente en uso, en países de la Comunidad Europea, y otros, en base a sus avances en el tema de la gestión de estos productos y en la aplicación del principio REP u otros. También se investigará sobre la existencia de sistemas de gestión en países de Latinoamérica. En la medida que se avance en el estudio, podrían incorporarse otros países donde se determine que existe un avance significativo en estos aspectos.

Esta actividad permitirá reconocer aspectos clave en la gestión establecida en países que se han caracterizado por sus avances, rescatando los aspectos más importantes para identificar posteriormente volúmenes de generación y factores de consumo de los productos fuera de uso a nivel internacional.

Actividad 1.3 Políticas de empresas respecto de recuperación de productos post-consumo

Se investigará acerca de la existencia y tipos de políticas de empresas individuales del sector eléctrico y electrónico aplicadas a nivel internacional y nacional, respecto de la gestión de los productos y sus residuos.

ETAPA 2 RECOPIACION DE INFORMACION A NIVEL NACIONAL

Actividad 2.1: Identificación del universo de empresas del rubro

Se realizará un levantamiento de información de las empresas a nivel nacional relacionadas a los aparatos eléctricos y electrónicos a evaluar, considerando (importadores, distribuidores y similares, gestores y destinatarios), determinando:

- Nombre
- Rut
- Representatividad sectorial
- Autorización para funcionamiento en el caso de los destinatarios y antigüedad.

Para ello se hará uso de información de tipo comercial, listados de importación y exportación del servicio de aduanas, cotejando dicha información con otros estudios previos realizados en el tema. Paralelamente, se gestionarán contactos con empresas del sector

Actividad 2.2 Ubicación geográfica de las empresas de los rubros considerados.

En paralelo con la actividad 1.1, se identificará y documentará la ubicación geográfica de las empresas e instalaciones relacionadas al rubro, a nivel de principales ciudades y regiones, a

fin de establecer su grado de concentración, y posteriormente, los principales puntos a nivel país donde se generaría la mayor cantidad de residuos.

ETAPA 3 CARACTERIZACION ECONOMICA DEL SECTOR

Dentro de esta etapa y siguientes se realizará un evaluación de cada segmento de productos bajo estudio, considerando en forma separada el grupo de los aparatos de telecomunicaciones y electrónicos de consumo y el grupo de aparatos de alumbrado.

Actividad 3.1 Determinación de la dimensión (tamaño) del sector e importancia relativa en Chile.

Se realizará una evaluación del tamaño del sector referido a cada producto considerado y su importancia relativa en Chile, en base a antecedentes e información disponible de

- factores de uso de cada producto, estableciendo tiempo de uso promedio por tipo en función de lo indicado por fabricantes y condiciones de uso.
- Producción nacional y volúmenes de venta, si hubiese información disponible.
- volúmenes de importación y exportación y origen de los productos.
- canales de comercialización.

Para la obtención de esta información se recurrirá principalmente a información de estadísticas del INE, Servicio Nacional de Aduanas y Banco Central, información de datos de estudios previos y datos a solicitar a las distintas empresas y asociaciones del rubro.

Actividad 3.2 Evolución del sector en los últimos 5 años y proyecciones para los próximos 10 años.

Sobre la base del levantamiento de información desarrollado en las etapas anteriores y en base a información a solicitar a empresas del rubro, y estudios relacionados al tema, se establecerá la condición de evolución del mismo en los últimos años, analizando si existen variables de estacionalidad u otras que hayan incidido en un mayor o menor crecimiento esperado. Dicha información permitirá validar una proyección de crecimiento de los próximos años. Esta proyección se establecerá, inicialmente, en base a la tasa de crecimiento esperada de ventas y tasa de uso a nivel nacional.

Actividad 3.3 Tipo, características y composición de los productos comercializados en Chile.

Se desarrollará una caracterización de los productos de manera específica, sobre la base de información entregada por las empresas y asociaciones del rubro, para determinar su composición y establecer los porcentajes de los materiales usados para su elaboración (plásticos, hierro, cobre, metales preciosos, sustancias químicas, etc.).

Dentro de este mismo aspecto se dará especial importancia a la determinación, en lo posible, de la cantidad de productos recuperados por municipios y sector industrial, sobre la base de información recabada desde las empresas y distintos municipios.

ETAPA 4 IDENTIFICAR LA GESTIÓN ACTUAL DE LOS PRODUCTOS USADOS A NIVEL NACIONAL Y COMPARAR CON EXPERIENCIAS A NIVEL INTERNACIONAL

Actividad 4.1 Diagnostico de generación de productos fuera de uso

Esta actividad se focalizará en determinar los tipos y cantidades de residuos generados a nivel nacional y por región, considerando Unidades/año y Ton/año, basándose en datos recabados previamente en el estudio y datos entregados por las empresas del rubro, en particular de aquellas que realizan ya actividades de recolección de parte de sus residuos, así como información de otros estudios realizados en forma previa a nivel nacional.

La comparación de los volúmenes de generación determinados en Chile con índices o factores de generación identificados a nivel internacional, permitirá establecer una **serie de**

indicadores para el rubro. Entre los indicadores factibles de establecer a este nivel de diagnóstico se tendrán, entre otros:

- consumo de productos per cápita total (Kg habitante/año).
- consumo de productos per cápita por tipología (Kg habitante/año).
- Cantidad de residuos generados por tipología (cantidad anual y per cápita).

Actividad 4.2 Diagnóstico de la gestión actual de los Residuos

Dentro de esta actividad se realizará un levantamiento de información respecto del grado de gestión actual de los productos fuera de uso o proyectos en curso, por parte de las mismas empresas o de los distintos generadores, como:

- Organismos del Estado: FFAA, Municipios, Ministerios, Servicios Públicos, empresas estatales, entre otros
- Empresas fabricantes o distribuidoras

Se incluirá información respecto a las responsabilidades de las empresas productoras, las municipalidades y las autoridades a nivel regional y nacional en la gestión de los productos usados.

A este nivel se analizan los sistemas existentes de almacenamiento recolección y/o disposición que realiza cada uno de ellos y si existen convenios de gestión, retiro y transporte con alguna empresa en particular.

Dentro del análisis se incluirá una evaluación de la responsabilidad de las empresas productoras, las municipalidades y las autoridades a nivel regional y nacional en la gestión de los productos post-consumo.

Actividad 4.3 Identificación de buenas prácticas actuales

Se realizará una descripción de las buenas prácticas implementadas actualmente en Chile por las empresas del sector para el acopio, transporte y disposición final de los productos fuera de uso sobre la base de información recabada desde las empresas, investigando si existen sectores de generadores que también las hayan incorporado. Se incluirá información de campañas de recolección de residuos realizadas (si las hubiera).

Asimismo se realizará un levantamiento de información y análisis de prácticas inadecuadas detectadas a la fecha.

Actividad 4.4 Evaluación de los riesgos e impactos de los residuos

Se realizará un análisis de los potenciales riesgos e impactos de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos principalmente en condiciones de almacenamiento y disposición no controlada, en función de su potencial riesgo de contaminación de diferentes elementos del medio (agua, aire, suelo) y efecto a la salud humana debido a la presencia de potenciales elementos tóxicos. Para ello se hará uso de información disponible a nivel nacional o, en su defecto, de información de estudios internacionales.

Actividad 4.5 Diagnóstico de alternativas de eliminación actualmente en uso

Esta actividad se orientará a levantar, evaluar y documentar información sobre las alternativas de eliminación de los residuos actualmente disponibles en Chile (considerando dentro de la eliminación las alternativas de reciclaje, reuso, valorización, entre otros), estimando el porcentaje de residuos que se destina a cada una de ellas, incluyendo una evaluación y estimación del mercado informal y de la disposición no autorizada de los

mismos. La actividad incluirá entrevistas con las actuales empresas gestoras y destinatarias, levantando datos de sus procesos, autorizaciones sanitarias y fiscalización de la autoridad. Esta información será chequeada a través de información a solicitar al MINSAL entre otros.

Para cada alternativa de eliminación analizada se incluirá, además, información de proyectos orientados a incorporar sistemas de gestión y eliminación adecuada..

Adicionalmente la investigación se orientará a establecer una estimación de la eliminación de productos fuera de uso en destino desconocidos; algunos de ellos podrían identificarse en forma preliminar pero normalmente son difícilmente cuantificables.

Actividad 4.6 Diagnostico y evaluación de alternativas de eliminación a nivel mundial

Se realizará un levantamiento de información y la respectiva evaluación de alternativas de eliminación de estos residuos a nivel mundial. Para cada alternativa se indicará, cuando corresponda, las características del producto recuperado, volúmenes mínimos, si corresponde, para que dicha opción sea técnica y económicamente viable, y nivel de tecnología necesaria.

Actividad 4.7 Recomendaciones para la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Chile.

En base a los resultados del diagnóstico desarrollado se generará una propuesta de recomendaciones para la recuperación y manejo adecuado de los residuos en Chile, considerando aspectos como canales de comercialización actuales, empresas recuperadoras existentes y potenciales, bajo un esquema de sistema de gestión basado en el concepto REP (Responsabilidad Extendida del Productor).

La situación actual de los residuos tanto en Chile como en la mayoría de los países, y que es la base para el establecimiento de necesarios sistemas de gestión, se resume en los siguientes puntos:

La propuesta para la gestión adecuada de residuos considerará los diferentes actores del ciclo de manejo de las mismas: proveedores (importadores y fabricantes) empresas distribuidores (puntos de venta), consumidores (personas naturales y empresas) y gestores (centros de reciclaje, tratamiento y/o disposición final), además del Estado como ente regulador y fiscalizador, el cual está en proceso de generar las respectivas leyes (Ley General de Residuos) y Reglamentos para el desarrollo de un sistema de gestión bajo el concepto REP.

En principio se evaluará, tal como ocurre a nivel internacional, el rol de los proveedores en promover la devolución del embalaje por parte del usuario (ya sea a través de algún tipo de incentivo o por concientización del cliente), mediante planes que garanticen su retornabilidad, así como también alternativas para la valorización. Por otro lado se analizará el rol de las autoridades competentes (Ministerios) y las autoridades aduaneras en el control de importación, de modo que sólo operen empresas debidamente autorizadas. También se analizará el rol del consumidor final en cuanto a su compromiso de entrega de dichos residuos.

Al término de esta etapa se realizará una síntesis de la información recopilada y los resultados obtenidos a fin de sistematizarla en el informe final del estudio.

2 DIAGNÓSTICO APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRÓNICOS: DATOS GENERALES DEL SECTOR

El presente Informe contiene el levantamiento de información de las primeras etapas del diagnóstico de aparatos eléctricos y electrónicos, y sus residuos, de 3 de las 10 categorías de la Directiva 2002/96/CE de residuos electrónicos de la Unión Europea:

- Equipos de informática que no han sido considerados en el estudio anterior.
- Aparatos eléctricos de consumo.
- Aparatos de alumbrado.

El detalle de los productos considerados es el siguiente:

Equipos de informática y comunicaciones¹

- Calculadoras de mesa o de bolsillo.
- Terminales de fax.
- Teléfonos fijos, teléfonos inalámbricos y contestadores automáticos.

Aparatos eléctricos de consumo:

- Radios y equipos de audio
- Televisores.
- Videocámaras.
- Vídeos.
- Amplificadores de sonido.
- Instrumentos musicales.

Aparatos de alumbrado

- Lámparas fluorescentes rectas.
- Lámparas fluorescentes compactas.
- Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos.
- Lámparas de sodio de baja presión.

2.1 EVALUACIÓN GENERAL DEL SECTOR

La Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo define como residuos electrónicos (RE) a todos los aparatos eléctricos o electrónicos que pasan a ser residuos; este término comprende todos aquellos componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte del producto en el momento en que se desecha". La Directiva 75/442/CE, Artículo 1(a), define "residuo" como "cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales vigentes"²

El desglose de los RE en diferentes categorías no tiene una sola definición a nivel internacional y a veces tampoco es unívoco, existiendo varias clasificaciones que se distinguen no sólo por el número de categorías sino también por los criterios que las originan.

De acuerdo con la definición de la Directiva 2002/96/CE) sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, éstos se clasifican en diez categorías, orientadas desde la perspectiva del productor de los equipos listadas en la Tabla 2.1.

¹ Como se indicó previamente, en un primer estudio se consideró el diagnóstico de computadores y sus accesorios, además de celulares, por lo que no se les considera en el presente diagnóstico.

² Fuente: <http://eur-lex.europa.eu>.

Tabla 2-1 Clasificación de los residuos electrónicos y composición

Nº	Categoría (1)	Composición (% en peso) (2)
1	Grandes electrodomésticos	42,1
2	Pequeños electrodomésticos	33,9
3	Equipos de informática y telecomunicaciones	13,7
4	Aparatos eléctricos de consumo	4,7
5	Aparatos de alumbrado	1,9
6	Herramientas eléctricas y electrónicas (con excepción de las herramientas industriales fijas de gran envergadura)	1,4
7	Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre	0,2
8	Aparatos médicos (con excepción de todos los productos implantados o infectados)	1,0
9	Instrumentos de vigilancia y control	1,0
10	Máquinas expendedoras	0,7

Fuente: (1) Directiva 2002/96/CE; (2) Asociación de Fabricantes de Plásticos en Europa: Plásticos – Imagen del Consumo y Recuperación en Europa Occidental 2000, citado en International Copper Study Group (2003).

De las diez categorías listadas en la Tabla 2.1, las categorías 1 a 4 dan cuenta de casi 95 por ciento de los residuos generados, según datos de Europa Occidental. Otra clasificación conocida subdivide los RE en 3 líneas nombradas por colores: línea blanca, línea marrón y línea gris. Los nombres de las 3 líneas resultaron de los colores corrientes de los aparatos que pertenecían a la línea correspondiente.

Las dos clasificaciones anteriores se basan en una perspectiva de producción o de consumo, pero no consideran aspectos de reciclaje. Teniendo en cuenta diferentes criterios para este último aspecto se está proponiendo en la UE una tercera clasificación en 5 categorías³, la que se presenta en la Tabla 2.2.

Tabla 2-2 Clasificación de los Residuos Electrónicos según criterios de reciclaje

Nº	Categorías	Ejemplos	Justificación
1	Aparatos que contienen refrigerantes.	Neveras, congeladores, otros que contienen refrigerantes.	Requieren un transporte seguro (sin roturas) y el consecuente tratamiento individual.
2	Electrodomésticos grandes y medianos (menos equipos de la categoría 1).	Todos lo demás electrodomésticos grandes y medianos.	Contienen en gran parte diferentes metales y plásticos que pueden ser manejados según los estándares actuales.
3	Aparatos de iluminación	Tubos fluorescentes, ampollitas	Requieren procesos especiales de reciclaje o valorización
4	Aparatos con monitores y pantallas individual	Televisores, monitores TRC, monitores LCD	Los tubos de rayos catódicos requieren un transporte seguro (sin roturas) y el consecuente tratamiento
5	Otros aparatos eléctricos y electrónicos	Equipos de informática, oficina, electrónicos de consumo, electrodomésticos de la línea marrón (excepto los mencionados en categorías anteriores)	Están compuestos en principio de los mismos materiales y componentes y por ende requieren un tratamiento de reciclaje o valorización muy semejante

Fuente: <http://www.relec.es>

³ Fuente: <http://raee.org.co>; <http://www.relec.es>

Respecto de la generación de estos residuos, se calcula que la cantidad de RE en la Unión Europea es actualmente de 8,3 a 9,1 millones de toneladas al año, y que aumentarían a unos 12,3 millones de toneladas para 2020 según estimaciones recientes⁴.

En los primeros quince países miembros de la Unión Europea, la cantidad de RE generados varió entre 3,3 y 3,6 kg per cápita para el período 1990-1999, y se proyectó un aumento entre 3,9 a 4,3 kg per cápita para el período 2000-2010. Esta cantidad cubre solo 25 por ciento de todo el flujo de RE de estos países siendo las cifras de estimación de cantidades totales de RE, de entre 14 a 20 kg per cápita. No obstante, la cantidad de RAEE generada constituye una de las fracciones de residuos de más veloz crecimiento, correspondiente al 8 por ciento de todos los residuos municipales⁵.

2.2 NORMATIVAS RELACIONADAS AL MANEJO DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS

Los residuos electrónicos se clasifican como un "Residuo Especial" a nivel internacional aunque algunas de sus partes, una vez desensamblados pasan a clasificarse como residuos peligrosos. Por tanto se han desarrollado normativas específicas para su manejo, ligadas a sistemas de gestión de residuos basados en los siguientes principios:

- Responsabilidad extendida del productor.
- Pago de impuestos específicos.
- Regulación libre del propio mercado.

En el sistema basado en la **responsabilidad del productor**, la ley de cada país define un marco regulatorio y asigna a los productores (fabricantes o importadores) la responsabilidad de establecer las medidas y condiciones de proceso de sus residuos. Normalmente ello lleva a la creación de una compañía o asociación donde los productores contribuyen a un fondo común que cubre los costos de recolección y disposición. Las tendencias actuales privilegian este sistema. La Directiva 75-442 de la Comunidad Económica Europea enfatiza que la implementación de este principio constituye un poderoso instrumento en la gestión de los residuos.

El concepto de la Responsabilidad Extendida del Productor, REP, es un Principio de política ambiental que 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 en la devolución, recuperación y disposición del producto (Thomas Lindhqvist).

En el sistema basado en pago de **impuestos**, los productores pagan al estado el impuesto específico, siendo este último el responsable de organizar los sistemas de recolección y disposición, el cual es implementado a través de empresas específicas que realizan este servicio y que son remuneradas con los fondos recaudados desde el impuesto.

En el sistema de **libre mercado**, la legislación establece metas a alcanzar pero no especifica quien es el responsable del proceso. Por ello, todos los actores involucrados en la cadena de valor son libres de actuar de acuerdo a las condiciones del mercado mientras cumplan con la legislación⁶.

Las Tablas 2.3 y 2.4 resumen algunos ejemplos de países que aplican uno u otro sistema. En tanto la tabla 2.5 detalla las normativas desarrolladas por algunos países de la UE.

⁴ COM(2009) 633 final Bruselas, 20.11.2009. INFORME DE LA COMISIÓN AL CONSEJO, AL PARLAMENTO EUROPEO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES.

⁵ SILVA U., 2009.

⁶ Fuente: UNEP/CHW.9/18, 2008.

Tabla 2-3 Sistemas de gestión de residuos adoptados por diversos países

Sistema Responsabilidad del productor	Sistema basado en impuestos	Sistema de libre mercado
Europa (Bélgica, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Holanda, Noruega Polonia, Portugal, Rumania, España, Suecia, República Checa) Brasil, México, Costa Rica	Europa (Dinamarca, República Eslovaca, Latvia)	Europa (Áustria, Alemania, Irlanda, Suiza, Reino Unido). Estados Unidos. Australia

Fuente: UNEP/CHW.9/18, 2008

Tabla 2-4 Legislación vigente en distintos países

País	Legislación
Alemania	Reglamento Aparatos Eléctricos y Electrónicos 1998 (REP) Fundación Registro Aparatos Eléctricos y Electrónicos 2005
España	Real Decreto 208/2005 (REP)
Australia	Acuerdos voluntarios de la industria
Portugal	Decretos 230/2004 y 174/2005 (REP)
Canadá	Regulación 449/2004 (REP mixta productor-consumidor, el consumidor paga)
EEUU, California	Ley sobre Reciclaje de Desechos Electrónicos, 2003, (el consumidor paga, NO REP)
Costa Rica	Ley GIR (REP)

Fuente: CONAMA, ECOING 2009

Tabla 2-5 Normativas y Responsabilidades en distintos países de la UE

País	Normativas	Categorías	Responsabilidades establecidas por la Normativa			Objetivos de reciclaje
			Fabricantes e importadores	Minoristas y distribuidores	Municipios	
Bélgica	Las tres normativas regionales para la gestión de RAEE entraron en vigor en todo el país en febrero de 2001 a través de tres Acuerdos de Política Medioambiental	7 categorías: Aparatos de refrigeración y congelación; ED grandes; ED pequeños; ED de línea marrón; aparatos domésticos pequeños; equipos de IC; herramientas de jardinería	Tienen la responsabilidad individual de aceptar sus propios productos o productos semejantes que les sean devueltos.	Deben recoger los RAEE de manera gratuita cuando vendan un producto semejante.		Índices de reciclaje: Electrodomésticos de línea blanca 90% Aparatos de refrigeración y congelación 70% Televisores y monitores 70% Otros 70%
Países Bajos	Decreto de 21 de abril de 1998, parcialmente en vigor desde el 1 de junio de 1998 y en plena vigencia desde el 1 de enero de 1999	Catorce categorías (incluidos productos con CFC), regulados en dos fases: los aparatos grandes desde el 1 de enero de 1999 y el resto de categorías un año después	Tienen que recuperar y reciclar: -RAEE de su propia marca en los puntos de recogida de las Autoridades Locales. -RAEE de su propia marca que les haga llegar a una empresa de reparaciones. -RAEE que les haga llegar un minorista tras la venta de un producto "similar"	Desde julio de 1999 las autoridades locales deben proporcionar medios para la recogida selectiva de RAEEs de hogares particulares, además de crear y mantener las instalaciones municipales de recolección Deben responsabilizarse de los productos huérfanos y de clasificar los RAEE por marca	(Se prohíbe conservar con fines comerciales las neveras o congeladores que hayan sido desechados tras su uso.)	Neveras y congeladores 75% Electrodomésticos pequeños 53%

País	Normativas	Categorías	Responsabilidades establecidas por la Normativa			Objetivos de reciclaje
			Fabricantes e importadores	Minoristas y distribuidores	Municipios	
Suecia	La ordenanza sobre la Responsabilidad del Productor en los Productos Eléctricos y Electrónicos (2000:208) entró en vigor el 1 de julio de 2001.	Diez categorías, de las que se excluyen los frigoríficos y congeladores, puesto que sobre estos electrodomésticos existe una responsabilidad municipal.	<p>Fabricantes, importadores y minoristas poseen una responsabilidad conjunta. Con la compra de un producto nuevo, están obligados a llevar al proveedor a otro lugar designado al efecto, un producto semejante que les hayan entregado con la venta y sirva, básicamente, para lo mismo que el producto vendido. Dicha obligación pretende recuperar tantos productos como los vendidos.</p> <p>Los productores pueden designar puntos de recogida adecuados previa consulta a las autoridades municipales.</p>			No hay
Dinamarca	Reglamento del Ministerio de Medio Ambiente y Energía, nº 1067 del 22 de diciembre de 1998, sobre la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.	La normativa abarca, esencialmente, los electrodomésticos de línea blanca, las radios y televisores, los equipos informáticos, los equipos de oficina y aparatos de vigilancia y control			Los ayuntamientos tuvieron hasta el 1 de julio de 1999 para dictar ordenanzas en las que se detallasen las normas y tareas de recogida y manipulación de los RAEE.	La normativa debería conseguir desviar a plantas de reciclaje 25.000 toneladas de RAEE para incinerar y depositar en vertederos, de manera que se recupere, por ejemplo, un 40% del cobre
Suiza	Reglamento sobre la devolución recogida y eliminación de aparatos eléctricos y electrónicos (ORDEA) en vigor desde el 1 de julio de 1998.	El reglamento se aplica a los aparatos que necesitan suministro eléctrico, nombrando específicamente: los aparatos electrónicos de consumo, los equipos de oficina, información y telecomunicaciones y los electrodomésticos	Tiene que recoger los aparatos de su marca o de las marcas que comercialicen.	Deben retomar al cliente final sin ningún costo los aparatos usados semejantes a los que venden.	No tienen la obligación legal de recoger los RAEE, por lo que no están obligados a facilitar puntos de recogida ni otras instalaciones. Si así lo desean, las autoridades locales pueden hacerlo voluntariamente	No hay
Noruega	La normativa referente a Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos promulgada el 16 de Marzo de 1998 entró en vigor el 1 de Julio de 1999.	No se han establecido categorías	Deberán garantizar que todo AEE que entre en el mercado noruego será recogido al final de su vida útil y se reciclará o, en su defecto, será manipulado correctamente	Solo tienen que aceptar RAEE de los productos que comercialicen en el momento de la entrega. La práctica del "nuevo por el viejo" solo funciona para los residuos generados por empresas Todos los distribuidores deben recoger los RAEE de los consumidores gratuitamente.	Están obligados a recibir todos los RAEE a través de instalaciones accesibles. Pueden exigir una tasa por generación de residuos, aunque los residuos generados por hogares particulares tiene que ser sufragados con impuestos municipales.	En 1998 el Ministerio de Medio Ambiente firmó un acuerdo con el sector mediante el cual se establecía un objetivo de recogida de RAEEs del 80% para el 1 de Julio de 2004.
			Son los responsables de la correcta manipulación de los RAEE que se encuentren en su poder. Eso significa que deben clasificar y tratar las sustancias peligrosas, sin reducir las posibilidades de reciclaje.			

Fuente CNPML. 2008.

2.2.1 Normativas e Instrumentos Globales

a) Convenio de Basilea

El Convenio de Basilea es un tratado ambiental internacional vigente desde 1992, que regula estrictamente el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y estipula obligaciones a las Partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente en lo referente a su disposición.

El convenio impone reglas para la importación y exportación de desechos peligrosos, lo que implica el establecimiento de protocolos para manejar su movimiento y disposición final. Además reconoce que la forma más efectiva para proteger la salud humana y el ambiente de los daños producidos por los desechos se basa en la máxima reducción de su generación en cantidad y/o peligrosidad. Los principios básicos del Convenio de Basilea son:

- El tránsito transfronterizo de desechos peligrosos debe ser reducido al mínimo consistente con su manejo ambientalmente apropiado.
- Los desechos peligrosos deben ser tratados y dispuestos lo más cerca posible de la fuente de su generación.
- Los desechos peligrosos deben ser reducidos y minimizados en su fuente.

La Unión Europea ha aprobado el Convenio de Basilea y la enmienda que lo modifica. Desde 1993, en su Reglamento 259, establece un sistema de seguimiento y control de los movimientos de residuos, dentro de sus fronteras, y a la entrada y salida de la Unión Europea.

El artículo 1 de la Convención establece que serán considerados como desechos peligrosos aquellos que, siendo objeto de movimiento transfronterizo, pertenezcan a cualquiera de las categorías enumeradas en el Anexo 1, el cual incluye una serie de sustancias que se encuentran presentes en los residuos electrónicos. A su vez, el Anexo I hace referencia al Anexo VII (Lista A de Residuos Peligrosos) y al Anexo IX (Lista B de Residuos No Peligrosos), donde en ambas se mencionan los residuos electrónicos⁷.

2.2.2 Normativa de la Comunidad Europea

El año 2003 entraron en vigencia dos directivas europeas, la 2002/95/CE y la 2002/96/CE, encaminadas respectivamente a restringir el uso de sustancias peligrosas en los equipos electrónicos y a establecer normas para la correcta gestión de sus residuos⁸.

La **Directiva 2002/96/CE** sobre desechos de equipos eléctricos y electrónicos de 27 de enero de 2003 (identificada por sus siglas en inglés **WEEE**), modificada por la Directiva 2003/108/CE del 8 de diciembre de 2003 **se apoya en la responsabilidad del productor sobre los equipos que pone en el mercado, lo que incentiva la búsqueda de diseños más ecológicos**, ya que la prevención de la contaminación, en la fase de diseño, es crucial para el costo final de gestión del residuo. Estas regulaciones además establecen que los productores son los principales responsables de establecer y financiar canales de recogida y reciclado para sus productos, en los que los consumidores puedan entregar los equipos obsoletos.



La directiva WEEE establece como objetivos para el tratamiento de residuos de aparatos electrónicos un 65%: reutilización y/o reciclaje, sea químico o mecánico y un 75%: recuperación, incluyendo el reciclaje y la incineración con recuperación de energía. Además establece que las autoridades locales y regionales desempeñan un papel muy importante en la aplicación de la normativa, pues ellas son las responsables de proporcionar puntos de

⁷ Fuente: SILVA , 2009.

⁸ Fuente: <http://eur-lex.europa.eu>.

recolección, asegurar que la gestión sea la adecuada, fomentar la reutilización y el reciclaje y controlar el cumplimiento de las obligaciones del productor en cuanto a tratamiento.

Los principales socios comerciales de la UE han seguido el ejemplo europeo y han adoptado una legislación similar (por ejemplo China, Corea, Japón y algunos Estados de los Estados Unidos).

Entre los aspectos relevantes de la Directiva se puede señalar:

- **Diseño del producto**

Los Estados miembros fomentarán un diseño y una producción de aparatos eléctricos y electrónicos que tenga en cuenta y facilite su desarmado y valorización, y en particular la reutilización y el reciclado de sus residuos.

- **Recogida selectiva**

Los Estados miembros reducirán al mínimo la eliminación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos con los residuos urbanos no seleccionados y establecerán una recogida selectiva de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, debiendo velar para que:

- los poseedores finales y los distribuidores puedan devolver gratuitamente estos residuos;
- los distribuidores de un producto nuevo garanticen que tales residuos puedan serles devueltos de forma gratuita y uno por uno;
- los fabricantes puedan crear y explotar sistemas de recogida individual o colectiva;
- Los fabricantes deben encargarse de recoger los residuos no procedentes de hogares particulares.

- **Tratamiento**

Los fabricantes deberán aplicar las mejores técnicas de tratamiento, valorización y reciclado disponibles. El tratamiento incluye eliminación de todos los fluidos y tratamiento selectivo. El tratamiento podrá realizarse fuera del Estado (Reglamento (CEE) nº 259/93); el exportador debe demostrar que el tratamiento se realizó en condiciones equivalentes a los requisitos impuestos por la directiva.

- **Valorización**

Los fabricantes deben organizar sistemas para la valorización de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos recogidos de forma selectiva.

- **Metas: Índice de recogida al 31 de diciembre de 2006:** promedio de 4 kg/hab./año de residuos procedentes de hogares particulares, por medios selectivos. Las metas de recogida son del 100%.

Porcentaje de valorización en peso medio por aparato al 31 de diciembre de 2006:

- 80% en el caso de los grandes electrodomésticos y las máquinas expendedoras,
- 70% en el caso de los pequeños electrodomésticos, los aparatos de alumbrado, las herramientas eléctricas y electrónicas, los juguetes y equipos deportivos y de tiempo libre, así como en el caso de los instrumentos de mando y control,
- 75% en el caso de los equipos informáticos y de telecomunicaciones y los aparatos electrónicos de consumo.

Porcentaje de reutilización y reciclado de componentes, materiales y sustancias al 31 de diciembre de 2006:

- 80% en peso medio por aparato en el caso de las lámparas,
- 75% en el caso de los grandes electrodomésticos y de las máquinas expendedoras,

- 50% en el caso de los pequeños electrodomésticos, los aparatos de alumbrado, las herramientas eléctricas y electrónicas, los juguetes, los equipos deportivos y de tiempo libre y los instrumentos de mando y control,
- **65% en el caso de los pequeños electrodomésticos, los equipos informáticos y de telecomunicaciones y los aparatos electrónicos de consumo.**

La normativa establece que, a más tardar el 13 de agosto de 2005, los fabricantes deben financiar, al menos, la recogida, tratamiento, valorización y eliminación no contaminante de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Al comercializar un producto, deberán dar garantías sobre la financiación de la gestión de sus residuos. La garantía podrá consistir en la participación del productor en sistemas adecuados de gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, un seguro de reciclado o una cuenta bancaria bloqueada. El financiamiento de los costos de gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos procedentes de productos comercializados antes del 13 de agosto de 2005 ("residuos históricos") corresponderá a los productores, que contribuirán de manera proporcional, por ejemplo, de acuerdo con su cuota de mercado.

Según información del año 2009⁹ y pese a la existencia de la Directiva, sólo un tercio de los residuos eléctricos y electrónicos de la Comunidad se trata adecuadamente. Los otros dos tercios van a parar a vertederos y potencialmente a centros de tratamiento que incumplen las normas dentro o fuera de la UE. El comercio ilegal de residuos eléctricos y electrónicos a países no miembros de la UE sigue siendo generalizado. Los productos que no han recibido el tratamiento adecuado plantean riesgos graves para el medio ambiente y la salud.

En diciembre de 2008, la Comisión Europea propuso efectuar una refundición de la Directiva sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a fin de subsanar algunas de las deficiencias de aplicación observadas, hacer frente al rápido crecimiento del flujo de residuos de estos productos y reforzar el cumplimiento de esta legislación.

La segunda directiva de la Unión Europea relacionada es la **2002/95/CE**, (identificada como **RoHS**) y sus complementos. En ella se imponen restricciones al uso de ciertas sustancias peligrosas en los nuevos equipos eléctricos y electrónicos con el fin de proteger la salud y establecer sistemas de disposición ambientalmente amigables.

Aunque hay algunas excepciones para ciertos usos, desde el 1 de julio de 2006 los nuevos aparatos puestos en el mercado de la Unión Europea no pueden contener más de un 0,1 % de plomo, mercurio, cromo hexavalente, polibromobifenilos (PBB) o polibromodifeniléteres (PBDE), y un 0,01 % de cadmio. Inicialmente la directiva planteó la eliminación completa de estas sustancias, aunque posteriormente, dado que para algunas de ellas es imposible conseguir actualmente la supresión total, se imponen reducciones drásticas que cumplan con los valores máximos de concentración permitidos.

Adicionalmente, la Regulación EC1907/2006, denominada **REACH** (Registro, evaluación, autorización y restricción del uso de sustancias químicas), hace responsables a los productores e importadores de sustancias químicas de obtener información sobre sus productos y registrarla en una base de datos central. Será implementada en fases durante un período de 11 años.

Finalmente, la UE fijó con la Directiva 2005/32/CE el marco para establecer los requisitos en el ecosistema (diseño ecológico) de los productos que utilizan energía (PUE). Esta Directiva se sustituyó en noviembre de 2009 por la normativa 2009/125/EG sobre el diseño ecológico de productos relacionados con la energía (ERP). En las medidas ya emitidas este cambio no tendrá efecto. En concreto, deberán ahorrarse en el campo de la iluminación profesional unos 20 millones de toneladas de CO₂ y otros 24 millones de toneladas en la iluminación doméstica. En abril de 2009, basado en el artículo 15 de la Directiva EUP, la Comisión Europea emitió dos reglamentos conocidos como "medidas de ejecución", que establecen requisitos específicos para una parte de la iluminación eléctrica.

⁹ Fuente: COM(2009) 633 final Bruselas, 20.11.2009. INFORME DE LA COMISIÓN AL CONSEJO, AL PARLAMENTO EUROPEO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES.

El Reglamento CE 244/2009 sobre la iluminación doméstica (modificado por el Reglamento CE 859/2009) establece los requisitos para el cambio con diseño ecológico de las lámparas domésticas. Incluye las tecnologías que se utilizan generalmente en los hogares particulares como son las lámparas incandescentes, halógenas, fluorescentes compactas con balasto integrado y LED. Por otra parte, el Reglamento CE 245/2009 para la iluminación profesional establece requisitos para el diseño ecológico de productos que se utilizan principalmente en las carreteras, iluminación industrial y de oficinas como son las lámparas fluorescentes, lámparas fluorescentes compactas sin balasto integrado, lámparas de descarga de alta presión con casquillos E27, 40 y PGZ12 y balastos y luminarias para lámparas fluorescentes y lámparas de descarga de alta presión¹⁰. Lo anterior determina requisitos de eficacia energética que llevarán hasta el 2020 a un ahorro energético estimado de 38 TWh (aproximadamente el consumo de electricidad de 11 millones de hogares europeos), así como a una reducción de las emisiones de CO₂ de más de 15 millones de toneladas anuales.

A través de tres etapas de aplicación (2010, 2012 y 2017), los fabricantes tienen la posibilidad de modificar su producción mediante alternativas eficaces. En lo referente a las lámparas no admisibles en el futuro, por ejemplo las lámparas de vapor de mercurio, las compañías deberán contar con productos alternativos.

Bajo el contexto anterior es importante mencionar que una gran parte de los países desarrollados introdujo, en los dos últimos años, regulaciones sobre estándares mínimos de eficiencia energética, **los que sacarán a las ampolletas incandescentes gradualmente del mercado, entre el 2009 y el 2014.**

Por ejemplo, en febrero del 2007, Australia aprobó un plan trienal para la erradicación de las ampolletas incandescentes, que parte el 2010 con la prohibición de vender las de 100 watts. Estas regulaciones se harán progresivamente más estrictas, reduciendo cada año la potencia máxima de las ampolletas que se pueden vender, hasta culminar desde el 2012 con la prohibición total de la venta de ampolletas de filamento.

Los 27 países miembros de la Unión Europea aprobaron en octubre del 2008 la prohibición gradual de venta de ampolletas incandescentes en sus territorios a partir del 2010, medida que han imitado Canadá y Nueva Zelanda. Estados Unidos promulgó en diciembre del 2007 la Ley de Seguridad e Independencia Energética (Energy Independence and Security Act), que promueve el uso eficiente de la energía en todas las áreas e introduce requerimientos mínimos en el campo de la iluminación que sacarán gradualmente del mercado las ampolletas de filamento¹¹. Sin embargo, atendiendo a la petición de la Asociación Internacional de Diseñadores de Iluminación (International Association of Lighting Designers, IALD), EE.UU. optó por un mayor período de gracia para las ampolletas tradicionales, iniciando su erradicación en el 2012 (partiendo por las ampolletas de 100 watts) para completar el proceso en el año 2014.

Normativas IEEE: (*Institute of Electric and Electronics Engineers, Inc.*)

El IEEE es una asociación sin fines de lucro radicada en Estados Unidos, aunque de ámbito internacional. Como una entidad separada, dentro del propio IEEE, se encuentra la *Computer Society*, dedicada específicamente a todo lo relativo al desarrollo de los ordenadores o computadores, encargándose de definir estándares para las comunicaciones, la industria eléctrica, las aplicaciones biomédicas o la electrónica profesional y de consumo. Creado en 1963, en la actualidad tiene alrededor de 380.000 asociados, de diversa índole, pertenecientes a más de 150 países. El Instituto se organiza en 10 regiones (seis en Estados Unidos, Canadá, Asia, América latina y Europa, África y Oriente Próximo), 37 sociedades, que abarcan todas sus actividades por temas específicos, y más de 300 secciones profesionales. Dentro de las Normas relevantes al tema de los equipos electrónicos se encuentra el **estándar IEEE 1680, Environmental Performance Criteria.**

Los criterios definidos por este estándar abarcan aspectos de todo el ciclo de vida de un equipo electrónico, considerando desde mejoras en el diseño para reducir los elementos

¹⁰ Fuente: www.osram.es

¹¹ Fuente: Electroindustria Abril 2009

contaminantes (en el producto y sus embalajes) y extensión del ciclo de vida, hasta condiciones de fabricación que faciliten el reciclaje al término de la vida útil de un equipo, considerando también la inclusión de estándares de gestión corporativa. Es importante recalcar que las condiciones de reducción de elementos contaminantes se basan en las directivas de la Unión Europea.

A continuación se detallan ejemplos de regulaciones y sistemas de gestión en algunos países de Europa, bajo el concepto REP.

a) España¹²

En España se producen anualmente unas 200.000 toneladas de residuos electrónicos y las Directivas de la UE se han incorporado al ordenamiento interno por medio del **Real Decreto 208/2005**, el cual establece la **obligación REP** de que todos los productores de aparatos eléctricos y electrónicos se inscriban en la Sección Especial del Registro de Establecimientos Industriales (REI). El Registro Nacional de Productores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos tiene carácter único y estatal y responde a los requerimientos de la Directiva 2003/92/CE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, en la que se prevé la creación de un registro estatal en cada uno de los Estados miembros. Según se indica debe realizarse:

- La inscripción en el Registro de Productores.
- La declaración trimestral de aparatos eléctricos y electrónicos puestos en el mercado.
- La asignación de la cuota de mercado para cada productor o Sistema Integrado de Gestión (SIG) para el establecimiento de las responsabilidades sobre los residuos históricos.
- Acceso público a información relevante.

Algunos elementos básicos del Real Decreto son los siguientes:

- El productor de los aparatos eléctricos y electrónicos, bien sea el fabricante, distribuidor o importador de los mismos, es el responsable de la gestión de los residuos a que den lugar al final de su vida útil, y debe disponer de un sistema de recogida selectiva de los residuos de los aparatos que pone en el mercado, bien sea de forma individual o acogiéndose a un sistema integrado de gestión, en colaboración con otros agentes económicos (Figura 2.1).
- El usuario doméstico puede entregar los aparatos desechados al distribuidor cuando adquiera uno nuevo equivalente, con el coste a cargo del productor.
- Antes de final de 2006 se deben recoger de media como mínimo 4 kg de residuos de aparatos eléctricos domésticos por habitante y año.
- Para los equipos informáticos y de telecomunicación se debe llegar a porcentajes de valorización de hasta un 75%.

Entre las obligaciones impuestas a los productores se cuentan:

- Diseñar los aparatos de forma que no contengan plomo, mercurio, cadmio, cromo hexavalente, polibromobifenilos, o polibromodifeniléteres, salvo excepciones del anexo I.
- Diseñar y producir los aparatos de forma que se facilite su desmontaje, reparación y su reutilización y reciclaje.
- Proporcionar información a los gestores de RE, respecto al desmontaje, que permita la identificación de los componentes susceptibles de reutilización y reciclado, así como la localización de las sustancias peligrosas.
- Informar a los usuarios sobre los criterios para una correcta gestión ambiental de los Residuos procedentes de hogares particulares, los sistemas de devolución y su gratuidad y su recogida selectiva.
- Informar sobre el significado del símbolo del anexo I en las instrucciones de uso, garantía o documentación que acompañe al aparato, así como de los posibles efectos sobre el medio ambiente o la salud humana de las sustancias peligrosas que puede contener.

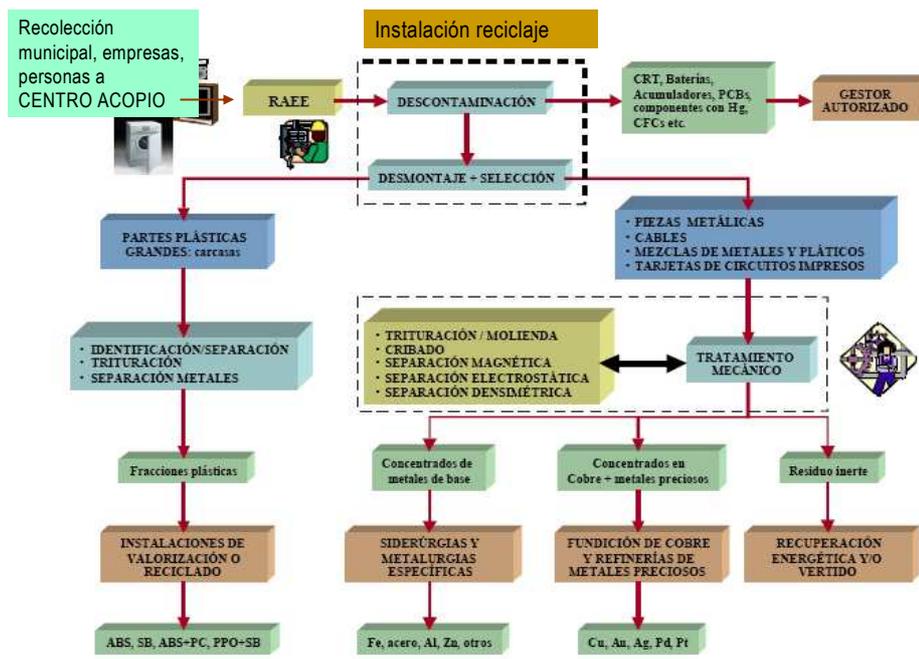
¹² ESPAÑA. 2005. Real Decreto 208 sobre Residuos Electrónicos

- Marcar los aparatos para identificar al productor y para dejar constancia de que han sido puestos en el mercado después del 13 de agosto de 2005. *Excepcionalmente si el aparato no puede etiquetarse por su dimensión o por la función que debe desarrollar, el símbolo se estampará en el envase, en las instrucciones de uso y en la garantía del aparato.*

El RD 208/2005 define al Distribuidor o vendedor como cualquier persona que suministre aparatos eléctricos y electrónicos, en condiciones comerciales, a otra persona o entidad que sea usuario final de dicho producto.

El papel principal que se les atribuye a los usuarios es en relación a la entrega de RE para que sean gestionados correctamente. La entrega será, al menos, sin costo para el último poseedor. Cuando el usuario adquiera un nuevo producto, que sea del tipo equivalente o realice las mismas funciones que el aparato que se desecha, podrá entregarlo al distribuidor, el que deberá recepcionarlo temporalmente, siempre que contenga los elementos esenciales y no incluya otros residuos no pertenecientes al aparato.

Producto de lo anterior, se han desarrollado varias iniciativas para la adecuada gestión de los residuos electrónicos entre las que cuenta ECOASIMELEC, para residuos de equipos de informática y otros, que agrupa a más de 500 empresas actualmente. Estas asociaciones españolas trabajan con organizaciones particulares en el ámbito del reciclaje, las cuales a la vez prestan servicios, incluso a empresas de otros países que envían sus residuos electrónicos a España.



FUENTE Gaiker España 2007

Figura 2-1 Gestión de residuos electrónicos en España

b) Holanda

En Holanda se mantiene la recolección continua de desechos especiales por separado. Los residuos electrónicos son enviados a un procesador que separa los materiales en forma bastante automatizada y luego los redirige a los diferentes empresas para la respectiva recuperación de materiales, principalmente metales tanto pesados como preciosos.

El sistema es financiado por una cuota invisible al consumidor y asume los costos del residuo electrónico histórico (equipo vendido en fecha anterior a que se estableciera el sistema y que, por lo tanto, no ha pagado ninguna cuota por costo de proceso, ya sea un equipo huérfano (equipo proveniente de un fabricante que ha desaparecido del mercado) un equipo proveniente de productores que no se han asociado al sistema (productores independientes o free riders)¹³. Sin embargo, la entidad de productores/importadores hace esfuerzos por aumentar el número de asociados o disminuir los productores/importadores independientes (Figura 2.2).

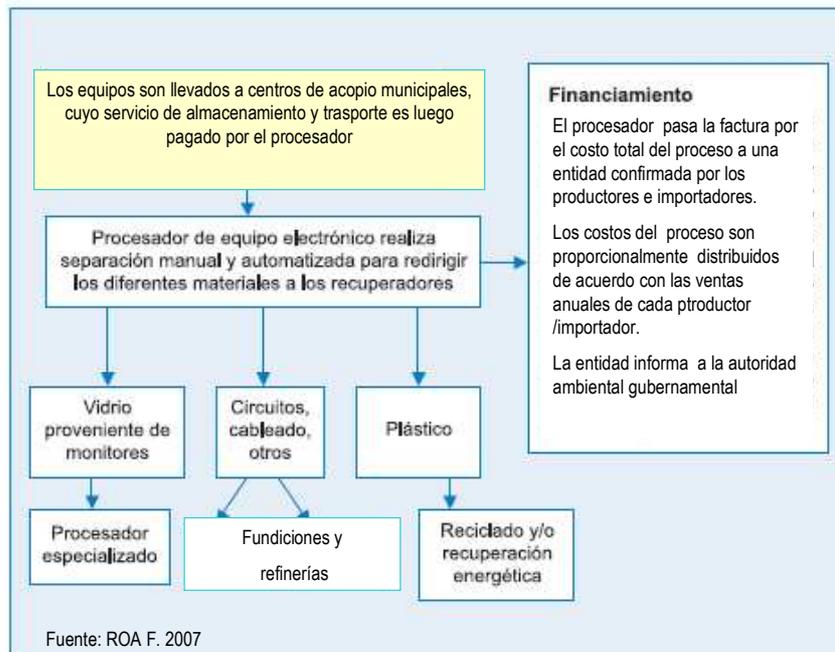


Figura 2-2 Gestión de residuos electrónicos en Holanda
 Fuente Roa, 2007

c) Alemania¹⁴

En julio de 1998 entró en vigencia el Reglamento sobre Disposición de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Asimismo, en el año 2005 se promulga una nueva Ley sobre Aparatos Eléctricos y Electrónicos, donde prevalece la responsabilidad extendida del productor.

En Julio del 2005 surge por acuerdo de la Agencia Federal del Ambiente la Fundación Registro para Aparatos Eléctricos¹⁵ y se convierte en el punto de unión a nivel de la Ley de Aparatos Eléctricos y electrónicos. La Fundación lleva un registro de todos los fabricantes del sector y coordina la instalación de los contenedores de recolección y ejecuta la recolección en toda la República Federal. Así, las firmas Loewe, Philips y Sharp fundan en 2005 ProReturn, entidad conjunta que se encarga de transportar y reciclar los equipos desechados en Alemania¹⁶.

¹³ Roa 2007

¹⁴ Fuente: IFEU 2008

¹⁵ Denominada en alemán: Stiftung Elektro-Altgeräte Register (Stiftung EAR), <http://www.stiftung-ear.de>

¹⁶ Según Recycling Magazin 09, 2005.

A partir de marzo 2006 los usuarios pueden entregar sin costo este tipo de desechos en puntos de recolección comunales. Los productores se encuentran obligados a recogerlos y disponer de ellos con la mejor tecnología disponible.

Tanto el comercio del ramo como los puestos oficiales de recolección se encuentran obligados a recibir los aparatos sin costo alguno para su disposición segura o reciclaje por parte del fabricante. Éste debe aplicar la tecnología actual disponible y desechar en forma segura las piezas no reciclables.

Desde julio del 2006 se prohíbe a los fabricantes de equipo eléctrico y electrónico la utilización de plomo, cadmio, mercurio, algunas aleaciones de cromo y materiales que contengan bromo.

d) Portugal

En Portugal, los decretos 230/2004 y 174/2005 incorporaron las Directivas de la CE, estableciendo la **responsabilidad del productor** en la gestión de desechos de equipos eléctricos y electrónicos, creándose un ente regulador, ANREEE (Asociación Nacional para el Registro de Equipos Eléctricos y Electrónicos), que lleva un registro estricto de productores y monitorea la venta de equipos, estableciéndose además el pago de licencias para la gestión global de los desechos respectivos.

En dicho país opera la European Recycling Platform (ERP) fundada por Electrolux, Gillette Portugal Group, Hewlett Packard Portugal y Sony Portugal. Su misión consiste en disponer de desechos de equipo eléctrico y electrónico bajo un esquema costo efectivo.

Adicionalmente, el Ministerio del Ambiente, Ordenamiento del Territorio y Desarrollo Regional establece en el 2006 una serie de principios rectores, un marco legal de referencia y un instrumento económico de índole voluntaria que pretende facilitar y promover el comercio de residuos, potenciando su reutilización y valoración siendo reintroducidos en el ciclo económico. Asimismo busca organizar y centralizar el mercado, facilitando la localización de residuos, su negociación y la disminución de los costos de transacción.

e) Otros países

Japón ha introducido también legislación en esta materia. La normativa japonesa incorpora el principio de responsabilidad del productor y establece su obligación de recoger sus productos al final de su vida útil. También China y Tailandia están poniendo en marcha normativas sobre residuos electrónicos, para cumplir con los requisitos de los mercados internacionales.

En marzo de 2006, Corea del Sur presentó a la Organización Mundial del Comercio su propuesta de legislación para regular los equipos electrónicos y sus partes y los automóviles. Esta norma tiene puntos en común con las directivas europeas, que establecen restricciones al uso de ciertas sustancias peligrosas y las que regulan la gestión de los residuos eléctricos y electrónicos. Está previsto que sea obligatoria a partir de julio de 2007.

En marzo de 2007 entró en vigor la normativa china encaminada a prevenir la contaminación de los productos de la electrónica del sector de la información. Esta normativa servirá de base para prohibir el uso de sustancias peligrosas en los equipos. Se incluyen las mismas sustancias que se regulan en la normativa europea.

2.2.3 Otros Sistemas de Gestión

Adicionalmente al sistema REP descrito previamente, existen países que utilizan esquemas alternativos como los que se describen a continuación.

a) Suiza¹⁷.

En Suiza se producen alrededor de 5 millones de toneladas de desechos municipales anuales, gran parte de los cuales se incineran ya que no existe disposición en rellenos sanitarios. Más del 50% se recicla y de ello un 4% corresponde a desechos electrónicos (100.000 toneladas/año).

Hasta el año 1988 los desechos electrónicos fueron incinerados o triturados, lo que implicaba costos bastante altos. Entre el año 1989 y 1993, las empresas individualmente establecieron sus propios sistemas.

Luego, algunas empresas consumidoras presionaron por el establecimiento de un sistema unitario, que es lo que hoy existe en Suiza. SWICO, la asociación de empresarios de tecnologías de la información con más de 500 miembros, estableció 4 ejes centrales de trabajo al iniciar el sistema:

- El productor debe ser responsable.
- Cada persona que consume un producto, tiene el derecho de llevarlo de regreso al sistema, asegurando una aceptación nacional del artefacto.
- Si hay costos hay que asumirlos.
- Debe existir un sistema de reciclaje controlado.

Antes de 1994 sólo existía una ley de medio ambiente general. Cuatro años después, en 1998, el gobierno estableció una base legal denominada "Ordinance on the return, the taking back and the disposal of electrical and electronic equipment", ley que en términos simples establece que el consumidor final es responsable de entregar de vuelta el producto, el vendedor está obligado a recibir el producto de vuelta sin costo (take back) y es el encargado de enviar a gestores de reciclaje autorizados. Por último, señala que no se puede exportar desechos electrónicos por regla general, salvo permiso especial (Figura 2.3). En este sistema los free riders, los ensambladores de clones y los distribuidores de piezas también pueden participar.

Dentro de la ley de Suiza, los equipos fuera de uso (enteros, sin desmontaje) no se consideran como residuos peligrosos, las fracciones con riesgo y su manejo si caen dentro de esta categoría¹⁸.

Existen 3 sistemas para abordar las denominadas 10 categorías de RREE: SWICO, que es responsable por los equipos médicos, equipos electrónicos y telecomunicaciones. SENCE para equipos del hogar, electrodomésticos y juguetes; y SRS, que es responsable de equipos de iluminación.

El sistema suizo no separa el sistema en empresa-empresa y empresa-consumidor, lo que difiere del mecanismo de la UE. La relación *Bussiness to Bussiness* ocupa el 43%, mientras la *Bussiness to Consumer*, un 57%. El usuario particular puede llevar sus aparatos en desuso a más de 400 puntos de recolección que existen, o bien, devolverlo donde lo compró.

El sistema se financia mediante el pago de una tasa anticipada de reciclaje visible (el consumidor sabe que está pagando por el sistema de reciclaje). El productor/fabricante cobra a la empresa que vende, y la empresa que vende, cobra al consumidor. Es un sistema totalmente abierto, y para el consumidor final, la tasa está incluida en el precio del artefacto. Se ideó llegar a un punto de equilibrio de financiamiento, de modo que, si hay excedente, se debe bajar la tasa, mientras por el contrario, si hay déficit, se debe subir. El 60% del valor de la tasa se destina al reciclaje, mientras que para la logística, recolección y el sistema todo en uno, se destina un 40%.¹⁹

¹⁷ Fuente: Bornand P, 2007

¹⁸ Fuente: Bornard P. Presentación SWICO 17 Abril 2009. RELAC SUR

¹⁹ Mayor información: <http://www.swico.ch/en/recycling.asp>

Del total de residuos, un 30% va a tratamiento mecánico directo, mientras un 70% se desarma por instituciones sociales que generan 1.200 empleos en Suiza. El último paso es el tratamiento mecánico de todos los productos. En teoría se puede manejar todo el equipo en forma mecánica, pero se optó por una solución intermedia, ambiental y socialmente adecuada, como es el combinar el desensamblaje manual y mecánico como técnicas complementarias. Además, esta técnica presenta beneficios económicos adicionales, ya que evitando la trituración total, se reduce la tasa de pérdida de metales preciosos a través del material particulado.

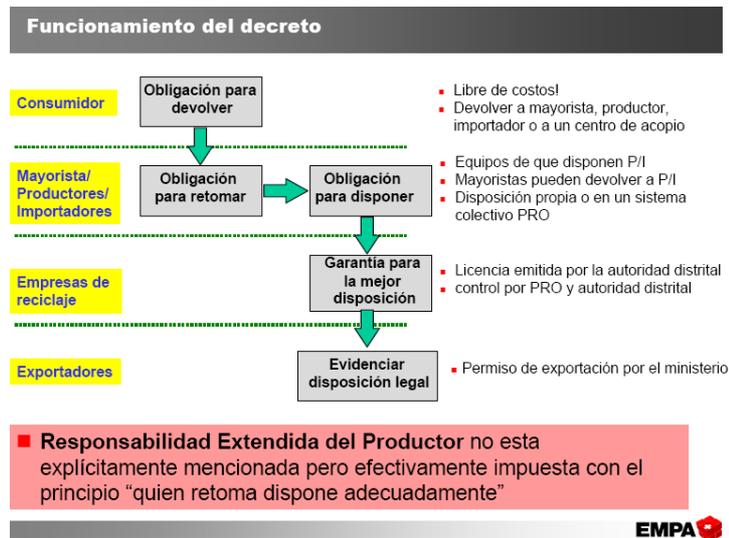


Figura 2-3 Gestión de residuos electrónicos en Suiza

Fuente Boeni. 2007

El sistema establece responsabilidades compartidas y se ha determinado que la modalidad take-back permite lograr el retorno del 60 al 70% de los productos. Opera desde el consumidor hacia el productor, a diferencia del sistema general establecido en Europa que opera desde el productor. Dentro de la gestión, el reuso se considera como un paso previo y separado del proceso de reciclaje, apareciendo éste sólo al fin de la vida del aparato. Típicamente el producto tiene 7 u 8 años de antigüedad cuando entra a la etapa de reciclaje.

b) Estados Unidos

En Estados Unidos no hay normativas federales para la gestión de residuos electrónicos, aunque sí se promueven programas voluntarios y se incentiva a la industria a tomar sus propias iniciativas para reducir los impactos de sus productos y mejorar la gestión de los residuos que éstos producen. Tampoco existe actualmente infraestructura a nivel nacional para la recogida y el reciclado de equipos electrónicos.

La campaña "Plug-In a eCycling", que comenzó en 2003, liderada por la Environmental Protection Agency, EPA, está encaminada a aumentar el número de dispositivos electrónicos reciclados adecuadamente en EEUU. Se centra en proveer información pública sobre las oportunidades de reciclaje, facilitar las iniciativas conjuntas entre fabricantes, minoristas y comunidades para promover la responsabilidad compartida, y establecer proyectos pilotos. Además, en EEUU se han puesto en marcha o están en fase de propuesta leyes locales, provinciales y estatales encaminadas a mejorar la gestión de los residuos electrónicos.

Por ejemplo, California (Electronic Waste Recycling Act) ha establecido un sistema de recogida y reciclado de equipos electrónicos peligrosos y dispone también de una normativa, similar a la europea, que restringe el uso de sustancias peligrosas en los equipos

electrónicos. Existen iniciativas similares en Maine (Electronic Waste Recycling Act) o Maryland (Statewide Computer Recycling Law) y recientemente en 2006 también en Washington. Las normativas de Reciclaje de Desechos Electrónicos establecen el cobro al consumidor de una tasa por desechar sus equipos. No se trata de REP, pues el consumidor financia directamente el programa de reciclaje.

Uno de los programas voluntarios en desarrollo es **EPEAT** (Electronic Product Environmental Assessment Tool). Este es un programa del Green Electronic Council de Estados Unidos, que promueve la compra de productos electrónicos "verdes", en el cual los productores de equipos electrónicos adscritos declaran la conformidad de sus equipos respecto a una serie de criterios ambientales dentro de 8 categorías. La operación de EPEAT y los criterios ambientales se encuentran definidos dentro del estándar IEEE 1680. Para mantener la validez de las declaraciones, EPEAT selecciona periódicamente algunos productos para verificar si los mismos mantienen los criterios que han declarado.²⁰

Las 8 categorías y los 51 criterios ambientales definidos por EPEAT (basados en el estándar IEEE 1680) son los siguientes:

Reducción/ eliminación de materiales ambientalmente sensibles

- R 4.1.1.1 Cumplimiento de Directiva Europea RoHS
- O 4.1.2.1 Eliminación de cadmio (niveles menores al 5% del valor umbral definido en RoHS)
- R 4.1.3.1 Reporte de cantidad de mercurio usado en fuentes de luz (mg)
- O4.1.3.2 Bajos niveles de mercurio usado en Fuentes de luz
- O 4.1.3.3 Eliminación del mercurio usado en fuentes de luz
- O 4.1.4.1 Eliminación del plomo utilizado en ciertas aplicaciones (niveles menores al 5% del valor umbral definido en RoHS)
- O 4.1.5.1 eliminación del cromo hexavalente (niveles menores a la mitad del valor umbral definido en RoHS)
- R 4.1.6.1 Eliminación de retardantes de llama y plastificantes con SCCP (Short Chain Chlorinated Paraffins) en ciertas aplicaciones
- O 4.1.6.2 Piezas de plástico de más de 25 gramos libres de retardantes de llama clasificados bajo la Directiva 67/548/EEC (directiva de clasificación de sustancias peligrosas)
- O 4.1.7.1 Baterías libres de plomo, cadmio y mercurio
- O 4.1.8.1 Piezas de plástico de más de 25 gramos libres de PVC

Selección de Materiales

- R 4.2.1.1 Declaración de contenido de plástico reciclado postconsumo (% , si es mayor al 5%)
- O 4.2.1.2 Contenido mínimo de plástico reciclado postconsumo (10%)
- O 4.2.1.3 Altos contenido de plástico reciclado post consumo (al menos 25%)
- R 4.2.2.1 Declaración del contenido de material bioplásticos renovables (sobre 5%)
- O 4.2.2.2 Contenido mínimo de bioplástico renovable (AL menos 10%)
- R 4.2.3.1 Declaración del peso del producto (lb)

Diseño para el término de la vida útil

- R 4.3.1.1 Identificación de materiales con necesidades especiales de manejo
- R 4.3.1.2 Eliminación de pinturas o recubrimientos que no son compatibles con reuso o reciclaje
- R 4.3.1.3 Fácil desensamblaje de cubiertas externas
- R 4.3.1.4 Identificación de las resinas que componen las piezas de plástico
- R 4.3.1.5 Identificación clara y facilidad de remoción de componentes que contengan materiales peligrosos
- O 4.3.1.6 Reducir los diferentes tipos de materiales plásticos utilizados
- O 4.3.1.7 Eliminar los insertos de metal moldeados o pegados en piezas plásticas a menos que sean fácilmente removibles
- R 4.3.1.8 Contenido mínimo de materiales reusables o reciclables 65%
- O 4.3.1.9 Contenido mínimo de materiales reusables o reciclables 90%
- O 4.3.2.1 Las partes plásticas deben ser fácilmente separables en forma manual
- O 4.3.2.2 Todas las piezas plásticas, excepto las muy pequeñas deben tener indicada la resina plástica constituyente

Longevidad del producto / extensión del ciclo de vida

²⁰ Fuente: <http://www.epeat.net>

- R 4.4.1.1 Disponibilidad de tres años de garantía o servicio técnico
- R 4.4.2.1 Posibilidad de actualización (Upgrade) con herramientas comunes disponibles
- O 4.4.2.2 Diseño modular
- O 4.4.3.1 Disponibilidad de piezas de reemplazo

Eficiencia energética

- R 4.5.1.1 Certificación ENERGY STAR®
- O 4.5.1.2 Adopción temprana de especificaciones ENERGY STAR®
- O 4.5.2.1 Disponibilidad de accesorios de poder basados en energías renovables
- O 4.5.2.2 Inclusión de componentes estándar basados en energías renovables

Gestión al final del ciclo de vida

- R 4.6.1.1 Proporcionar servicio de retorno (take back) y reciclaje del producto de acuerdo a estándar EPA
- O 4.6.1.2 Auditoría anual de empresas de reciclaje y sus instalaciones
- R 4.6.2.1 Disponibilidad de un servicio de retorno de baterías recargables ión litio

Manejo corporativo

- R 4.7.1.1 Demostración de existencia de política ambiental corporativa consistente con la ISO 14.000
- R 4.7.2.1 Demostrar la implementación de un sistema de manejo ambiental para el diseño y la organización bajo estándares ISO 14.000, EMAS o US EPA Performance
- O 4.7.2.2 contar con certificación externa de un sistema de manejo ambiental para el diseño y la organización bajo estándares ISO 14.000, EMAS o US EPA Performance
- R 4.7.3.1 Entregar un reporte anual consistente a US EPA Performance
- O 4.7.3.2 Entregar un reporte anual público consistente a US EPA Performance

Embalaje

- R 4.8.1.1 Reducción/eliminación de sustancias tóxicas en envases (por ejemplo, metales pesados)
- R 4.8.2.1 Los materiales de empaque deben ser fácilmente separables, sin uso de herramientas adicionales
- O 4.8.2.2 Un 90% del material de embalaje deben ser fácilmente reciclaje y estar identificado
- R 4.8.3.1 Se debe incluir una declaración del contenido de material reciclado en el embalaje
- O 4.8.3.2 Los embalajes deben poseer un mínimo de contenido material reciclado postconsumo de acuerdo a estándar US EPA
- O 4.8.4.1 Proporcionar servicio de retorno (take back) para envases y embalajes
- O 4.8.5.1 Documentar el reuso de envases/embalajes reusables (para el mismo producto, por un mínimo de 5 veces)

(R: Requerido O: Opcional)

Si un producto cumple con el total de 23 de los criterios Requeridos se le asigna un sello de **bronce**, si cumple los Requeridos más la mitad de los Opcionales se le asigna un sello de **plata** y si cumple los Requeridos más un 75% de los Opcionales se le asigna un sello de oro, Actualmente, dentro de los productos registrados se encuentran componentes de las principales marcas de computadores a nivel mundial²¹.

Otro programa voluntario es **ENERGY STAR**, el cual es un programa conjunto entre la Environmental Protection Agency (EPA) y el Departamento de Energía de Estados Unidos. El sello ENERGY STAR se encuentra actualmente en más de 50 tipos de productos, incluyendo electrodomésticos mayores, iluminación, equipos electrónicos para el hogar, y productos para la oficina.²².

El consumo de energía durante su uso es un aspecto muy importante en el desempeño ambiental total de los equipos. Por esta razón, el estándar IEEE 1680 también incluye como criterio que cada producto registrado en EPEAT considere la versión actualizada del estándar ENERGY STAR. Asimismo, todos los productos registrados en EPEAT deben también tener una calificación ENERGY STAR.

²¹ Dentro del link de EPEAT es posible revisar los listados de todos los productos registrados y el sello asignado, diferenciados por categorías.

²² Fuente: www.energystar.gov

c) Australia

En Australia el proceso del reciclaje no se fundamenta en REP, sino más bien en un problema generación de desechos sólidos excesiva. Los esfuerzos se iniciaron en base a una toma de conciencia sobre este problema y no debido a regulaciones impuestas.

Según informa el Grupo Nacional de Acción por la recolección "puerta a puerta" de Melbourne, los Australianos producían en los años 80 una cantidad de desechos sólidos per cápita, que se ubicaba entre los más altos del mundo. En 1991 el Consejo para el Medio Ambiente y Conservación Australiano y Neozelandés (ANZECC), formado por ministros del ambiente y representantes de todos los estados y las principales localidades, adopta un Plan Nacional para la Minimización y el Reciclaje de Residuos. Su objetivo principal fue reducir a la mitad el nivel de residuos per cápita depositados en vertedero al año 2000. La recolección selectiva se convierte en piedra angular del Programa.

El país no cuenta con legislación específica para residuos electrónicos, pero existen organizaciones como Product Stewardship Australia Limited (PSA), dirigida por la industria electrónica, la cual trabaja en soluciones para recuperar y reciclar la electrónica de consumo en forma ambientalmente amigable. PSA se basa en membresías y se encuentra desarrollando soluciones nacionales para equipos desechados y equipos obsoletos. Inicialmente centra su atención en televisores (CRT, LCD, plasma) y su recuperación y reciclado, sin embargo los planes futuros podrían incluir otros productos electrónicos de consumo.

2.2.4 Situación en América Latina

En América Latina, el Acuerdo de Gestión Ambiental de Residuos Especiales y Responsabilidad Post Consumo²³, firmado durante la "IV Reunión Extraordinaria de Ministros de Medio Ambiente del MERCOSUR" establece el compromiso de *"incorporar patrones de producción y consumo sustentables con el fin de minimizar la cantidad y peligrosidad de los residuos generados"*. Este Acuerdo fue un primer avance en el tema.

Dicho acuerdo define en el ARTICULO N 4º a los *"Residuos Especiales de Generación Universal a "todo aquel que se encuentre incluido en el ANEXO I, siempre que su generación se efectuó de manera masiva o universal y que por sus consecuencias ambientales, características de peligrosidad, riesgo o potencial efecto nocivo para el ambiente, requieran de una gestión ambientalmente adecuada y diferenciada de otros residuos"*. Así, cada país deberá:

- *Desarrollar criterios comunes respecto de la gestión ambiental de dichos residuos.*
- *Desarrollar normativas y guías técnicas sobre la constitución de determinados productos respecto a requisitos ambientales mínimos.*
- *Elaborar guías técnicas que incorporen criterios de gestión integrada que contemplen especialmente la minimización en la generación de residuos y su aprovechamiento dentro de un ciclo productivo, considerando para esto último las mejores técnicas disponibles, tecnologías limpias y las mejores prácticas ambientales.*

Entre sus objetivos busca adoptar políticas y estrategias que garanticen la gestión adecuada de residuos a fin de proteger la salud de la población y el ambiente. Dicho Acuerdo es un paso adelante en pos de definir el problema y plantear una estrategia conjunta sudamericana para armonizar criterios y fortalecer la capacidad de gestión de los Residuos o la responsabilidad postconsumo. El circuito se genera cuando un poseedor de un residuo tiene la intención u obligación de deshacerse de él sea por:

- a) Obsolescencia (de funciones, prestaciones, escala, moda, entorno tecnológico, etc.).
- b) Recambio tecnológico del conjunto o parte del mismo (upgrade, cambio de sistemas, requerimientos de software o actualizaciones).
- c) Rotura, daño o pérdida de funciones.

²³ Fuente: MERCOSUR IV Reunión de Ministros de Medio Ambiente del MERCOSUR ANEXO III MERCOSUR/IV CMC/ P.DEC Nº 02/05.

La Organización de Estados Americanos (OEA) expresó en su conferencia de Santo Domingo en 2006 su voluntad de cooperar y establecer medidas adecuadas para prevenir y mitigar el impacto ambiental negativo de los productos relacionados con las TIC durante su ciclo de vida, en particular en lo concerniente al reciclaje inadecuado.

Un estudio de RELAC indica que la situación actual en América Latina se puede resumir en lo siguiente²⁴:

- ... *Actualmente prácticamente no hay legislación específicamente referida a RAEE.*
- ... *El Convenio de Basilea es el marco internacional de transferencia de los residuos electrónicos que se aplica en la Región.*
- ... *Las Leyes de residuos peligrosos y de residuos sólidos son las reglamentaciones con que se están gestionando los RAEE.*
- ... *Tanto las normativas nacionales como las internacionales en LAC se aplican a las empresas de reciclaje, y no establecen obligaciones ni para los productores ni consumidores de RAEE.*
- ... *La tendencia en LAC es la promoción de normativas RAEE, contemplando la Responsabilidad Extendida del Productor como principio rector.*
- ... *La OCDE, ha recomendado la profundización del principio del que "contamina paga" y el de "responsabilidad ampliada del Productor".*

En general, el reciclaje formal de residuos electrónicos en América latina, está en su mayor parte limitado a un desensamblaje profesional, siendo una actividad emergente. En algunos países, como Chile, Argentina, Perú, Colombia y Brasil, las empresas tradicionales de reciclaje de metales han descubierto el mercado de reciclaje de estos residuos. Las cantidades procesadas todavía son a un bajo nivel, dado que ni el marco político ni la infraestructura logística permiten volúmenes mayores.

En 2005, *Argentina* inició un plan nacional de gestión integrada de residuos electrónicos, y en 2006 un proyecto de legislación específica que se supone cubrirá las diez categorías definidas por la Directiva Europea. En 2007 se propuso un tercer proyecto para establecer principios guía, destinados a las empresas que trabajan en el manejo de residuos electrónicos. A la fecha esta iniciativa está aún en discusión.

En *Brasil*, existe una situación algo contradictoria entre los niveles estatales y federal. Se han establecido algunas leyes marco sobre residuos basadas en la REP, pero parece haber una fuerte oposición de parte de los productores a incluir la REP para la gestión de RE como un principio guía.

En *Perú*, la gestión y el manejo de los residuos sólidos están regulados por una Ley General del Ambiente, la Ley General de Residuos Sólidos y por Ordenanzas Municipales. Los residuos electrónicos son un tipo de residuo que debe manejarse dentro de lo que recomiendan la Ley y su Reglamento; en el último tiempo, ha estado en discusión la inclusión explícita del principio de REP durante la revisión de la legislación nacional sobre residuos.

En *Colombia* se presentó en Abril de 2009 un proyecto de ley mediante el cual se establecen los lineamientos para una política pública nacional de residuos eléctricos y electrónicos.

Costa Rica es el país que lleva el mayor avance, la Ley de Gestión Integral de Residuos, publicada el 13 de julio del 2010, tiene por objeto regular la gestión integral de residuos y el uso eficiente de los recursos, mediante la planificación y ejecución de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, ambientales y saludables de monitoreo y evaluación.

²⁴ Fuente: Uca Silva – Plataforma RELAC SUR/IDRC. Iniciativas Regionales para la gestión de Residuos Electrónicos de PC en Latinoamérica y el Caribe V Seminario de Minimización: Gestión de Residuos Electrónicos, 19 de diciembre 2008-Viña del Mar – Chile.

Por su parte, el Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos, publicado el 5 de mayo de 2010, tiene los siguientes objetivos:

- Reducir la contaminación al ambiente y afectaciones a la salud de la población que provoca la gestión no integral de residuos electrónicos;
- Establecer la responsabilidad del manejo de estos residuos a sus productores y demás actores de la cadena, incluyendo a los consumidores finales;
- Promover el establecimiento de unidades de cumplimiento como instrumentos de la gestión de residuos electrónicos;
- Minimizar la cantidad de residuos electrónicos generados, tanto en peso como en volumen, así como en relación a su potencial contaminante, mediante la recolección selectiva, recuperación, el reuso y reciclaje de materiales residuales; y,
- Informar a la población sobre la gestión integral de los residuos electrónicos a fin de crear una cultura de protección ambiental y consumo sostenible.

Por último, el Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables, publicado también el 5 de mayo de 2010, tiene por objeto establecer los requisitos y condiciones físico sanitarias que deben cumplir los centros de recuperación de residuos valorizables para su funcionamiento, en armonía con la salud y el ambiente en el territorio nacional

En Costa Rica²⁵ se propuso un modelo de gestión que establece cuotas de recuperación para el tratamiento de desechos de equipo electrónico que deberán cumplir las personas involucradas con la producción, la importación y la distribución. Para ello tendrán que organizarse y definir los mecanismos de recuperación y pago del sistema. Será responsabilidad del Ministerio del Ambiente, supervisar el cumplimiento de la cuota establecida.

Se plantea una figura privada, la Unidad Ejecutora, que articula a quienes importan, distribuyen y producen artefactos y componentes eléctricos y electrónicos. Su función principal es coordinar y monitorear el funcionamiento del sistema, fijar los montos a pagar por el costo del tratamiento de los equipos, administrar los fondos, acreditar los puntos de acopio y transporte, controlar el proceso de desensamblaje, asegurar el cumplimiento de las metas establecidas por el gobierno central y reportar a las partes interesadas. Las empresas no asociadas a la Unidad Ejecutora, tendrán la responsabilidad directa por el cumplimiento de las metas ambientales y la legislación vigente en materia de sus desechos electrónicos.

Para la sostenibilidad del sistema, se ha identificado tres alternativas de pago:

- Opción 1: La persona usuaria paga al momento de entregar el equipo desechado para su tratamiento.
- Opción 2: La persona usuaria paga al momento de comprar un nuevo equipo.
- Opción 3: Una combinación de ambas. Así por ejemplo, los desechos de equipos históricos se pagan al entregarse y los que se adquieran cuando el sistema esté funcionando, pagan el costo de tratamiento del desecho al adquirirse.

Una característica del proceso actual de manejo de los equipos electrónicos es la tendencia a la reparación y actualización del equipo para alargar su vida útil. De igual manera, existe una infraestructura básica para el reciclaje de algunos materiales presentes en los desechos. Con el fin de fortalecer estas tendencias se planteó la creación de un **centro de pre-proceso o desensamblaje** de los desechos de artefactos electrónicos, que permita:

- Recuperar los componentes en buen estado para crear un centro de repuestos para la reparación de equipos. La divulgación de la información acerca de los repuestos disponibles, una vez recuperados en el centro de desensamblaje, se efectuará mediante la creación de una bolsa de repuestos. Este instrumento será responsabilidad del Centro de Desensamblaje.

²⁵ Fuente: ACEPESA 2004, ACEPESA 2007.

- Recuperar materiales para el reciclaje, algunos de los cuales podrían ser exportados o procesados en el país. En la medida en que sea factible se tratará de procesar localmente los materiales, con el propósito de que haya un aprovechamiento nacional de estos recursos.

La información acerca del ingreso de equipos electrónicos, su registro y el seguimiento de su destino una vez que se convierte en desecho es un instrumento de la Unidad Ejecutora, que le permitirá verificar el cumplimiento de las metas de tratamiento de los desechos generados. El sistema de registro y monitoreo de los equipos electrónicos, garantizará la información que respalde las consideraciones financieras del sistema de manejo de desechos de artefactos eléctricos y electrónicos. Los datos para el sistema serán suministrados a la Unidad Ejecutora por Aduana y los empresarios productores, importadores y distribuidores de equipo eléctrico y electrónico que se encuentren afiliados al sistema.

Para el manejo responsable de los desechos de los equipos se requiere poner en marcha un Plan de educación que permita crear nuevos hábitos en quienes consumen y generan desechos electrónicos. Es fundamental proveerles de la información específica de qué hacer con su equipo. También se deben realizar campañas de sensibilización y educación acerca del impacto en la salud y el ambiente de la disposición inadecuada de este tipo de desechos. Esta es una labor permanente en la que participarán actores tanto gubernamentales como privados.

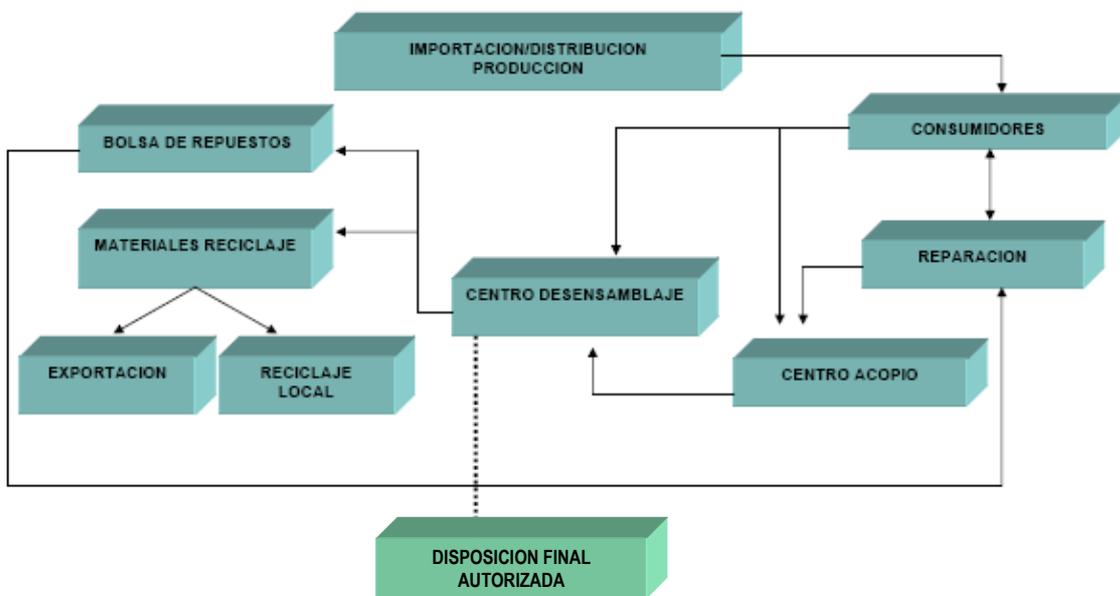


Figura 2-4 Modelo de gestión de residuos electrónicos en Costa Rica
Fuente ACEPESA 2007

2.2.5 Legislación en Chile

En el año 2005 se promulga la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, cuyo objetivo es “lograr que el manejo de residuos sólidos se realice con el mínimo de riesgo para la salud de la población y para el medio ambiente, propiciando una visión integral de los residuos, que asegure un desarrollo sustentable y eficiente del sector.” Una de las acciones que contempla la Política es armonizar la normativa, completarla y evaluar la necesidad de crear la Ley General de Residuos, cuyo anteproyecto se encuentra actualmente en avance.

En Chile se han realizado diversos esfuerzos por normar la gestión de los residuos. Sin embargo, hasta hoy no existe una reglamentación específica para los residuos electrónicos, aunque se esperan avances durante el año 2009. Por lo mismo no existe una definición de éstos como residuos especiales, tal como ocurre en otros países.

Dentro de la Normativa sanitaria existente, y que se aplica está el Reglamento de Manejo de Residuos Peligrosos, D.S. 148/03, el que define como residuos peligrosos:....."los residuos o mezcla de residuos que representan un riesgo para la salud pública y/o efectos adversos para el medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto" (Art.10). Las características de peligrosidad incluyen (Art.11): Toxicidad aguda, crónica o extrínseca (por lixiviación). Inflamabilidad. Corrosividad y Reactividad

El Reglamento en el *artículo 18, lista I*, definen como residuos peligrosos a "*sustancias y artículos de desecho que contengan, o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB)*".

El artículo 18, lista II, establece que los desechos que contengan metales pesados o sus compuestos son considerados peligrosos:

El artículo 19 establece que los residuos listados en el artículo 90, lista A, "son peligrosos a no ser que se demuestre lo contrario ante la Autoridad Sanitaria, entre ellos se encuentran:

- *A1180. Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o chatarras de éstos que contengan componentes como baterías incluidas en la presente Lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitores de PCB, o contaminados con constituyentes de la Lista II del artículo 18 (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en concentraciones tales que hagan que el residuo presente alguna característica de peligrosidad.*
- *A2010. Residuos de vidrio de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados*

De acuerdo a lo anterior, algunos componentes de los residuos electrónicos podrían ser considerados peligrosos ya que:

- Pueden mostrar características como las señaladas en el artículo 11 (esto es, toxicidad crónica), las cuales pueden significar un riesgo para la salud pública o medioambiental en condiciones de manejo inadecuado.
- Los residuos electrónicos contienen materiales como los mencionados en el artículo 18, listas I y II, y contienen componentes que son mencionados en el artículo 19.

No obstante La lista B del Reglamento (Residuos no Peligrosos) incluye dentro de la categoría B1110:

- *Montajes electrónicos que consistan sólo en metales o aleaciones*
- *Residuos o chatarra de montajes eléctricos o electrónicos (incluidos los circuitos impresos) que no contengan componentes tales como baterías incluidas en la Lista A del presente Artículo, interruptores de mercurio, vidrio procedente de tubos de rayos catódicos u otros vidrios activados ni condensadores de PCB, o no estén contaminados con sustancias de la Lista II del artículo 18 (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) o de los que esos componentes se hayan extraído hasta el punto de que no muestren ninguna característica de peligrosidad*
- *Montajes eléctricos o electrónicos (incluidos los circuitos impresos, componentes electrónicos y cables) destinados a una reutilización directa, y no al reciclado o a la eliminación final.*

Un tema que requiere ser clarificado en la legislación futura corresponde a la definición de **en qué momento un producto electrónico en desuso pasa a convertirse en residuo y en que momento se le considera un residuo peligroso**, pues esto afecta y complica la logística de las operaciones de acopio y/o recuperación y, además, en qué condición aplica

efectivamente la definición de residuo peligroso, considerando, como que en los países europeos dicha condición se establece para **ciertos elementos una vez que el equipo es desensamblado ("descontaminación") y los residuos electrónicos están clasificados como residuos especiales, no requiriéndose permisos especiales para las etapas de acopio y transporte a centros de reciclaje.**

Adicionalmente se debe considerar que Chile ha ingresado a la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), ciñéndose a sus lineamientos y exigencias en cuanto al manejo de residuos.

Actualmente, se pueden determinar las siguientes categorías de residuos y su clasificación como peligrosos, considerando una separación previa de elementos desde los equipos electrónicos.

Tabla 2-6 Residuos peligrosos resultantes del desarme de aparatos electrónicos

Residuo	Clasificación según DS 148/03	Componentes peligrosos	Tratamiento
CONECTORES	A 1030 A 3180 A 1010 II.2 II.4 II.1.1	Fraciones de metales pesados como la soldadura de plomo-estaño.	Clasificación Almacenamiento temporal
CIRCUITOS INTEGRADOS	A 1180 A 1120 II.9 II.13 II.2 II.4	Sólo si traen integradas pilas tipo botón y pequeños condensadores y estos no se retiran	Clasificación Almacenamiento temporal
PANTALLAS Y TUBOS RAYOS CATÓDICOS	A 1010 A 1180 A 2010 II.11 II.13	crystal impregnado con compuestos de plomo o luces con mercurio	Clasificación Almacenamiento temporal, desarme y recuperación elementos no peligrosos
PILAS Y BATERIAS	A 1030 A 1170 II.11 II.13	níquel-cadmio, plomo, óxido de mercurio, entre otros	Clasificación Almacenamiento temporal. No se realiza desarme
CONDENSADORES	A 3180 I.10	Posiblemente PCBs	Clasificación almacenamiento temporal

Fuente DIA DEGRAF.

Actualmente la autoridad sanitaria exige el manejo de los residuos electrónicos como peligrosos y establece que los generadores deben cumplir con el DS 148, enviando sus residuos a sitios de eliminación autorizados y declarando los mismos a través del sistema de información de residuos peligrosos (SIDREP).

Por lo anterior, las instalaciones de eliminación (empresas de reciclaje y disposición final) deben contar con las siguientes autorizaciones:

- Calificación ambiental para el proceso de reciclaje (aprobación de DIA en el sistema de Evaluación de impacto ambiental).
- Autorización sanitaria del proceso: almacenamiento tratamiento y condición de destinatario de residuos electrónicos.
- Autorización sanitaria transporte y destino (residuos peligrosos, no peligrosos).

Bajo dicho criterio se requieren también de los siguientes permisos para instalaciones de acopio temporal²⁶:

²⁶ Información SEREMI de Salud

- Empresas que reciben y almacenan equipos propios fuera de uso: deben solicitar autorización como bodega de residuos.
- Empresas de acopio que reciben equipos de diferente origen: son equivalentes a un destinatario de residuos, por lo que deben solicitar una autorización de almacenamiento y destino (aún cuando sea transitorio).

En relación a normativas o requisitos para la importación o exportación de equipos electrónicos en el país, no existen actualmente requisitos específicos tanto para equipos nuevos como usados de cualquier tipo. Por otra parte, los usuarios particulares pueden ingresar equipos para uso particular sin mayores restricciones

Lo anterior permite pensar que actualmente pueden ingresar al país productos que eventualmente no cumplirían estándares de calidad mínimos, ya que no existen en el país mecanismos de homologación o normativos. Adicionalmente, existe poca claridad en el uso de algunas de la glosas de importación y exportación de los productos y actualmente no es posible diferenciar, en algunos casos, si se trata de productos nuevos o usados, o eventualmente material residual.

Sólo para los equipos computacionales existe una liberación de derechos de internación, ya que el Anexo C-07 del TLC Chile Canadá (1997) ATI (Acuerdo sobre la tecnología de la Información) libera de Derechos de Aduana a las importaciones de Computadores y sus unidades, los cuales sólo pagan el IVA. Si son usados (procedentes de USA o Corea) no pagan recargo por uso.

2.2.6 Avances en el Diseño de los Equipos Electrónicos

De acuerdo a la estrategia jerarquizada de gestión de residuos, se da prioridad a las acciones orientadas a la prevención y la minimización (reducir, reutilizar, reciclar), lo que ha implicado establecer acciones para incrementar la vida útil de los productos, ante lo cual los fabricantes de equipos han comenzado a desarrollar mejoras en los diseños, guías de buenas prácticas y procedimientos de mantenimiento, así como programas de recolección y reciclaje, entre otros, abarcando el ciclo de vida completo de los productos desde la etapa de diseño, pasando por las etapas de fabricación, compra y uso, hasta los aspectos de recuperación, reciclaje y disposición final.



Se han conseguido grandes progresos en el diseño de los equipos electrónicos en los últimos decenios por lo que el impacto ambiental general de los equipos más recientes es mucho menor que en los primeros modelos, en lo que se refiere al uso de recursos materiales, energía y los impactos al final de la vida útil.

Las mejoras en el diseño también se han orientado a facilitar la recogida, reutilización, reconstrucción y reciclado de equipos usados al final de su vida útil. Por ello, entre las mejoras se ha planteado la introducción de información sobre la reutilización y reciclado de los productos y una mayor reducción en el uso de sustancias peligrosas.

El mandato más directo que actualmente afecta al diseño de los equipos electrónicos es la Directiva RoHS de la Unión Europea que prohíbe la utilización de seis sustancias (plomo, cadmio, mercurio, cromo hexavalente, polibromobifenilos y polibromodifeniléter) en los aparatos eléctricos y electrónicos, que entran al mercado europeo a partir del 2006. De las seis sustancias prohibidas por la directiva, cuatro de ellas –cadmio, mercurio, cromo hexavalente y polibromobifenil– no desempeñan ninguna función esencial en los equipos y/o no se usan normalmente o pueden sustituirse con facilidad. En cambio, existen problemas para sustituir el plomo, que todavía se utiliza ampliamente, por ser el producto más eficaz para soldar.

Algunas de estas sustancias son también motivo de preocupación en las operaciones de recuperación de materiales y reciclado ya que pueden verterse en el medio ambiente durante algunos procesos de reciclado y, por lo tanto, deben manejarse en forma ambientalmente racional.

Los fabricantes de equipos están patrocinando investigaciones y actividades de cooperación con sus proveedores para desarrollar alternativas sin plomo, y sin ignífugos bromados, que al mismo tiempo permitan mantener la calidad y fiabilidad necesarias en los aparatos electrónicos. Esta actividad ha permitido que algunos fabricantes produzcan equipos que ya no utilizan estas sustancias, estando disponibles en el mercado europeo y fuera de él.

Además, se ha tendido al desarrollo de equipos con bajo consumo de energía que ya se encuentran en el mercado, lo cual permite una mayor variedad de opciones tecnológicas para las baterías así como de fuentes de energía renovable para cargarlas, además que un equipo con un consumo muy bajo de energía puede reducir o eliminar la necesidad de piroretardantes.

Aún se requieren nuevas mejoras en las fases de diseño y en la reducción del uso de sustancias peligrosas para el manejo ambientalmente racional de los equipos electrónicos usados al final de su vida útil. Sobre la base de la experiencia con productos anteriores, el conocimiento de las restricciones vigentes sobre materiales, como la directiva RoHS, y las directrices generales del diseño para el medio ambiente, los fabricantes fijan metas para mejorar su desempeño ambiental, evaluando la repercusión que tendrá el nuevo producto en el consumo de energía, el agotamiento de los recursos, producción de gases de efecto invernadero, la contaminación atmosférica, la toxicidad, etc.

Cabe señalar también que las actuales tasas de reutilización, recuperación de materiales y reciclado son todavía bajas. En tales condiciones, las mejoras de diseño como las mencionadas previamente deberían ampliar las opciones de recuperación y reciclado. Por ejemplo, el reciclado de plásticos para la producción de nueva materia prima tropieza en la actualidad con varios obstáculos. Un plástico tecnológico como el acrilonitrilo butadieno estireno/policarbonado (ABS-PC), que se utiliza en las carcasas de los equipos, debería tener valor económico positivo como material reciclable. No obstante, ello sólo ocurre si se recoge en cantidades razonablemente grandes y si no contiene otras sustancias que dificulten los procesos de recuperación como los piroretardantes bromados.

A nivel internacional, los productores de diversas marcas han desarrollado avances en el diseño con nuevos modelos libres de algunos metales pesados, libres de PVC y de retardantes de llama con bromo o trióxido de amonio; se han incorporado sistemas de ahorro de energía y se ha limitado la cantidad de envases; además de ello, cada día los equipos son mas livianos. Asimismo, y avanzando en la jerarquía de gestión de residuos, la mayoría de las empresas internacionales plantea políticas de recolección o canje de equipos usados.

En resumen, al momento de diseñar un nuevo producto electrónico se han establecido las siguientes consideraciones de eco diseño para los fabricantes:

- Reducción del consumo de energía.
- Reducción del peso.
- Reducción en el uso de embalaje o en el impacto que este tiene.
- Etiquetado claro de los materiales, especialmente de los peligrosos. Identificación del tipo de plástico utilizado.
- Reducción en la variedad de materiales.
- Productos fáciles de desmantelar, lo que se consigue evitando piezas pequeñas o usando un solo tipo de tornillo.
- Eliminación de tratamientos que no son compatibles con el reciclaje, como pinturas y/o etiquetas.
- Aumentar el contenido de material reciclable o de piezas reusables, para que el reciclaje sea rentable.

- Aumentar la vida útil del producto, a través de diseño modular o haciendo productos más resistentes.

Al aplicar el concepto de ciclo de vida en el diseño de los productos, existe una gama de oportunidades que deberían contribuir a la recuperación de materiales y reciclado al final de su vida útil²⁷:

a) Diseños que faciliten el desmontaje y separación

- Reducir el número de pasos necesarios para el desmontaje.
- Reducir el uso de soldaduras y adhesivos.
- Reducir la variedad y número de conectores, como remaches y tornillos.
- Reducir al mínimo el número de instrumentos necesarios para el desmontaje.
- Sujetar las piezas de plásticos con cierres automáticos que puedan abrirse y cerrarse repetidamente.
- Utilizar diseños que faciliten la extracción de módulos para su reutilización.
- Utilizar materiales avanzados para el desmontaje activo.

b) Para facilitar el reciclaje de plásticos:

- Limitar los tipos de plástico utilizados.
- Cuando deban utilizarse plásticos diferentes, utilizar combinaciones que sean compatibles para la recuperación del material y el reciclado.
- Marcar los plásticos con etiquetas en que se indique el tipo de plástico.
- Evitar los compuestos y revestimientos no reciclables.
- Evitar los revestimientos incompatibles.
- Utilizar colores y acabados moldeados en los plásticos, en vez de pinturas.
- Evitar exceso de etiquetas y espumas aplicadas .
- Utilizar etiquetas y marcas hechas con el mismo material del resto del producto o compatible con él.
- Evitar la inserción de metales en las piezas de plástico.
- Eliminar el uso de piretardantes bromados.

c) Para facilitar la recuperación de los metales:

- Eliminar o reducir el uso de sustancias peligrosas.

2.3 Políticas de Empresas Respecto de Recuperación de Productos Post-Consumo

A continuación, se presenta un resumen de información relacionada a políticas o declaraciones ambientales tanto en avances en el diseño de productos como en gestión de equipos fuera de uso (recolección, almacenamiento, destinos de valorización y eliminación) para las principales empresas del sector de aparatos eléctricos y electrónicos bajo estudio, incluyendo avances en la implementación de políticas y programas a nivel nacional.

Varias de las empresas (marcas) se asocian a más de un tipo de producto (como se muestra en el capítulo 3, sección 3.1.1, por lo cual se trató de asociarlas en forma general a una de las clasificaciones del estudio.

En general, se observa que todas las marcas asociadas a grandes empresas a nivel internacional cuentan con políticas o declaraciones orientadas al desarrollo del ecodiseño y a la gestión apropiada de los residuos fuera de uso, pero no todas han aplicado aún dichos estándares a nivel nacional.

Equipos de informática y comunicaciones y aparatos eléctricos de consumo

- **XEROX²⁸**

²⁷ Fuente: UNEP 2003

²⁸ Fuente: www.xerox.cl.

La empresa declara que la sostenibilidad es su manera de hacer negocios, alineando sus metas relacionadas con el medio ambiente, así como de salud y seguridad en cinco áreas clave para crear un impacto en la cadena de valores alrededor del mundo. Junto a sus proveedores, clientes y personas que tienen un interés en la empresa, se esfuerza por mantener los estándares más altos para preservar nuestro medio ambiente, y para proteger y mejorar la salud y seguridad de sus empleados y comunidades.

Para ello desarrolla acciones en los siguientes ámbitos:

Reducción de emisiones de carbono al disminuir el uso de energía en las instalaciones de Xerox y ofrecer productos y soluciones eficientes en el uso de la energía para sus clientes.

Xerox trabaja con sus socios para avanzar en un ciclo sostenible del papel por medio de ofertas de papel ambientalmente beneficiosas, avances en los estándares del plan de ordenación forestal y productos y servicios que reducen la dependencia del papel en las oficinas.

Existe un compromiso con la eliminación del uso de materiales tóxicos y metales pesados en la cadena de suministros para los productos.

Los productos de Xerox están diseñados para utilizar los recursos de manera eficiente: minimizando los desechos y volviendo a utilizar o reciclando los materiales.

En el país, Xerox se dedica a la venta y arriendo de equipos producidos en el exterior. La conducta medioambiental que desarrolla Xerox, está definida por un Sistema de Seguridad, Salud Ocupacional y de Medio Ambiente que la oficina local desarrolló en virtud de las políticas globales de la compañía, teniendo como referencia las normas OSHA 18001 (Occupational Health and Safety Management Systems) e ISO 14.000.

Al respecto Xerox Chile tiene la permanente misión de mejorar su gestión para alcanzar las metas propuestas, sin que esto signifique un perjuicio para las personas y recursos que permiten obtener estos resultados. Lo anterior es aplicado a las prácticas que se relacionan con el tema medioambiental, de tal forma que ninguna de las actividades desarrolladas por la empresa genere contaminación al entorno en el cual opera, incluyendo aire, agua, suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos y su interrelación.

Cabe destacar que el Sistema de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de Xerox Chile, es aplicado también al trabajo que sus empresas colaboradoras desarrollan para la compañía.

Las metas definidas por Xerox consideran:

- Implementar mecanismos internos de autorregulación, que incorporen la seguridad y la protección del medio ambiente en todas las operaciones de la compañía, bajo un concepto de mejoramiento continuo.
- Cumplir todas las disposiciones legales relacionadas directa o indirectamente con la materia.
- Cumplir con los requerimientos de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de las empresas con las que se desarrollan negocios.
- Desarrollar las operaciones dentro de los estándares más exigentes en seguridad de los sistemas, de tal forma que estén libres de riesgos.

Las responsabilidades por la Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente recaen en todo el personal de Xerox Chile, principalmente, en la línea de mando. Por ello, el Sistema no requiere de una organización especial para el cumplimiento de sus metas y objetivos.

Cada Área de Xerox Chile, sobre la base de su catálogo de riesgos, define este Programa de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente. Al comenzar este trabajo, se precisa identificar los riesgos por prevenir o las deficiencias. En el caso de las instalaciones que la empresa posee, uno de los temas importantes en este contexto es el tratamiento de residuos y desechos, como el tóner y los desechos comunes de las operaciones.

Actualmente Xerox tiene como política retirar a sus clientes todos los elementos que puedan ser reciclados y/o que por sus características físico-químicas deben ser eliminados de acuerdo a las disposiciones legales que rigen estas materias

- **RICOH (incluye LANIER)²⁹**

Se indica que por más de 20 años, **RICOH Americas Corporation**, ha creado productos y procesos amigables con el medioambiente. Esta forma de hacer negocios parte de su filosofía, "Nuestra Tierra, Nuestro Mañana". En el marco de este compromiso la subsidiaria **Ricoh Chile S.A.** declara como política ambiental lo siguiente:

Ricoh Chile S.A., integrante del grupo de compañías de la familia **RICOH**, dedicados a la venta, arriendo, prestación de servicios de mantenimiento y entrega de soporte técnico para productos y soluciones **RICOH**, comercializados en Chile. Entre estos se cuentan equipos fotocopiadores digitales, impresoras láser, equipos multifunción, faxes, duplicadores digitales, equipos de impresión de formato ancho y otros que se definan en el futuro.

Reconocemos y creemos que la conservación y el respeto del medioambiente debe ser una de nuestras prioridades corporativas, por ello, enfocaremos los aspectos relevantes de nuestro negocio a respetar y conservar el medioambiente.

Integraremos los principios y prácticas necesarias a nuestro alcance, a fin de conservar los recursos naturales y reducir la contaminación generada por nuestro quehacer, como elementos esenciales de nuestra administración, cultura corporativa, y relaciones con la comunidad.

Por lo tanto, asumiremos la responsabilidad para proteger el medioambiente, cumpliendo con las regulaciones y leyes aplicables, y comprometiéndonos nosotros mismos a una mejora continua principalmente en las siguientes áreas:

- Reciclaje de recursos.
- Uso eficiente de la energía.
- Prevención y disminución de la contaminación derivada de nuestro quehacer.
- Fomento de la preservación del medioambiente en nuestros clientes y empleados

- **SHARP³⁰**

La Política Ambiental de la empresa a nivel internacional desarrolla sus principios fundamentales en los siguientes puntos:

1. Fabricar y comercializar productos con el mínimo impacto ambiental posible. SHARP desarrollará una tecnología apropiada, para asegurar que todos sus productos incorporen desde el diseño y en su concepción inicial la minimización de los aspectos ambientales.
2. Cumplir con la legislación vigente, así como cualquier otro requisito reglamentario en materia ambiental.
3. Impulsar una mejora continua en la actuación ambiental de la empresa mediante el establecimiento periódico de objetivos y metas ambientales.
4. Crear y desarrollar un Sistema de Gestión Ambiental eficaz dirigido a la prevención y minimización de los aspectos ambientales, que asegure el control de cualquier emisión

²⁹ Fuente: www.ricoh.cl.

³⁰ Fuente: www.sharp.es.

atmosférica, vertido y residuo generado, así como de cualquier otro aspecto derivado de la actividad de SHARP.

5. Formar y sensibilizar al personal de la empresa para que sea respetuosos con el medio ambiente.
6. Comunicar a los proveedores y clientes nuestra política ambiental para fomentar un comportamiento respetuoso también por parte ellos.
7. Promover la protección ambiental de acuerdo a las directrices marcadas por SHARP CORPORATION.
8. Revisar periódicamente estas directrices para mejorar el objetivo Ambiental de forma continua.

En Chile, no se encuentra información explícita respecto de la implementación de programas de gestión para los equipos considerados en este estudio.

- **HP³¹**

La empresa HP reconoce la existencia de problemas ambientales como los residuos de aparatos electrónicos y el cumplimiento de las exigencias del Protocolo de Kyoto en la industria de la informática, y por ello trabaja en la búsqueda de soluciones innovadoras.

Para garantizar la minimización de residuos y de energía, y la optimización del reciclaje, ha puesto en marcha diversos procesos de auditoria que certifican el cumplimiento de su sistema ambiental integral de gestión.

La empresa está comprometida con la reducción del impacto ambiental en todos los ámbitos de su negocio. Para llegar a esta meta, desarrolla un programa de diseño para el medio ambiente, el que se centra en reducir la energía utilizada para fabricar y utilizar sus productos, disminuir la cantidad de materiales utilizados y crear equipos que sean fáciles de actualizar y/o reciclar. Ofrece una gama de soluciones de reciclaje y reutilización de productos en muchos países, que ayudan a sus clientes a disminuir el impacto en el medio ambiente. Establece altos estándares ambientales en sus operaciones y las de aquellos que forman parte de la cadena de suministro mediante rigurosas políticas ambientales, de salud y seguridad, estricta administración ambiental, y programas y servicios ambientales a nivel mundial.

En 1981, HP estuvo entre las primeras empresas de tecnología en comenzar un programa de recolocación de hardware en el mercado y seis años más tarde lanzó un programa global de reciclaje de productos. En 1992 formalizó una estrategia de Diseño para el medio ambiente para reducir la cantidad de energía utilizada por sus productos, disminuir el impacto de los materiales utilizados en la fabricación y facilitar el reciclaje de los mismos.

Actualmente, más de 1.000 productos con tecnología HP cumplen con los estándares de las etiquetas ecológicas globales, incluyendo ENERGY STAR, Green Mark de Taiwán y Blue Angel de Alemania.

HP ofrece opciones de reutilización y reciclado en más de 50 países y territorios, haciendo conveniente para los clientes en estos países reciclar con responsabilidad todo, desde cartuchos de impresión hasta sistemas de computación.

Los desarrollos de investigación y desarrollo incluyen la creación de sistemas que consumen menos energía cuando están apagados o inactivos, se inician más rápidamente cuando se los enciende y optimizan los niveles de utilización de la energía.

En el 2006, HP y World Wildlife Fund, WWF, lanzaron una iniciativa conjunta para avanzar en el estudio del cambio climático, elevar la conciencia global e incrementar la adopción de

³¹ Fuente: www.hp.cl

las mejores prácticas para los consumidores y las empresas. A través de esta asociación, HP está trabajando para reducir sus emisiones de gases que contribuyen con el efecto invernadero y para aumentar la eficiencia de energía de nuestros productos.

• **LEXMARK³²**

El compromiso de Lexmark con la mejora continua de los programas de salud, seguridad y medio ambiente se centra en estas tres áreas:

- Lexmark hace todo lo posible por minimizar el impacto medioambiental de sus productos y servicios. Esto incluye idear un diseño de los productos que tenga en cuenta las posibles repercusiones medioambientales, así como crear embalajes pensados para reducir los materiales y aplicar los distintos programas de reutilización y reciclaje que ofrece la empresa.
- Lexmark es una buena administradora medioambiental de los recursos naturales, gracias a sus prácticas de conservación de energía, de prevención de contaminación y de minimización de residuos. Ofrece programas de reciclaje en sus oficinas y reciclaje de productos, así como reacondicionamiento y reciclaje de cartuchos.
- En Lexmark se actúa con responsabilidad en favor de las comunidades con las que se trabaja. Como buen ciudadano corporativo, cuenta con sistemas de gestión de seguridad, salud y medio ambiente, cumpliendo estrictamente la normativa aplicable y estableciendo relaciones de colaboración con otras entidades de la comunidad.

El objetivo de Lexmark es ofrecer actividades, productos y servicios de máxima calidad. Mediante sus esfuerzos de mejora continua de los programas de salud, seguridad y medio ambiente, según ello la empresa pretende:

- Convertirse en un proveedor de productos y servicios de calidad respetuoso con el medio ambiente
- Convertirse en una empresa responsable que cumple las normativas de salud, seguridad y medio ambiente, la legislación y otros criterios a los que se adhiere.
- La dirección ejecutiva de Lexmark se responsabiliza de esta política y de su alcance, al tiempo que garantiza su difusión e implementación. Los directivos de Lexmark son responsables de la integración de estos principios y objetivos en sus procesos de toma de decisiones y prácticas laborales.
- Asimismo, se espera que todos los empleados actúen de acuerdo con esta política

Lexmark ha desarrollado una serie de programas destinados a la gestión adecuada de sus productos fuera de uso, según se detalla a continuación.

Estructura del programa para el medio ambiente de lexmark

PROGRAMAS	Diseño medioambiental (DfE)	Conservación de la energía	Sistema de gestión medioambiental
Iniciativas de reducción del embalaje	Minimización de los desechos	Conservación de los recursos	Mejores prácticas operacionales
Productos con etiquetas ecológicas	Reacondicionamiento y reciclado de cartuchos	Reacondicionamiento y reciclado de cartuchos	Estricto cumplimiento de la normativa aplicable
Restricciones de materiales	Selección de materiales y procesos	Selección de materiales y procesos	Reacondicionamiento y reciclado de cartuchos
Programas de devolución de	Reciclaje de productos	Reciclaje de productos	Selección de materiales y procesos
	Programas de reciclaje para la oficina	Programas de reciclaje para la oficina	

³² Fuente: www.lexmark.com

cartuchos
Programas de
devolución de
productos

Colaboraciones
medioambientales
con la comunidad

Lexmark cuenta con programas de devolución de cartuchos de tinta con y sin licencia, disponibles para varios tipos de impresoras en una gran cantidad de países. En Chile se ha puesto el marcha el programa Lexmark Cartridge Collection, que ofrece un fácil reciclaje de suministros.

En Chile, no se encuentra información explícita respecto de la implementación de programas de recuperación para los equipos considerados en este estudio.

- **EPSON³³**

El año 2008 EPSON planteó su "Visión ambiental 2050", dentro de la cual se encuentra el lograr una reducción drástica de las emisiones de CO2 que genera la compañía partiendo de los procesos de producción de sus fábricas, siguiendo por todo el ciclo de vida de los productos que fabrica así como de los servicios que proporciona, lo cual incluye reforzar los procesos que se han establecido para asegurar que todos los productos y consumibles van a ser reutilizados o reciclados una vez agotado su ciclo de vida.

Epson ha establecido cuatro metas fundamentales en su labor hacia la consecución de una "Visión Medioambiental 2050":

- Reducción de las emisiones de CO2 en un 90% a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos que fabrica.
-
- Inclusión de todos los productos en el ciclo* de reutilización y reciclado.
- Reducción en un 90% de las emisiones directas de CO2 y reducción a cero de otras emisiones de gas que contribuyen al efecto invernadero.
- Recuperación y preservación de la biodiversidad actuando como miembro activo en la protección de los ecosistemas, colaborando y participando en iniciativas organizadas por comunidades locales.

Las líneas de acción encaminadas a la consecución de los objetivos son

Reducción de las emisiones de CO2 en la fabricación de componentes (a través de diseños que ahorran energía y materias primas).

Desarrollo de un modelo de negocio en el que los productos dirigidos al usuario final dispongan de un periodo de servicios más prolongado y que, al final de su ciclo de vida, sean devueltos a Epson. Además de alargar el ciclo de vida del servicio a sus productos, Epson trabajará en la búsqueda de un modelo de negocio que proporcione un programa de reciclado eficiente con el entorno, y que incida en la reutilización de los productos.

Ayudar a la reforestación llevada a cabo a través de sus empleados y colaborar en actividades medioambientales. Epson publicará una lista que recogerá a aquellos gobiernos, así como ONGs y ONPs locales que cooperen en la creación de programas de reforestación, en los que los empleados de Epson podrán participar voluntariamente en línea con las necesidades de las comunidades en las que Epson opera.

La innovación técnica de Epson es un factor clave que contribuye al ahorro energético, un aspecto que la compañía ha logrado reduciendo hasta en un 73 por ciento el consumo de energía de sus impresoras de inyección de tinta en los últimos 4 años, y hasta un 90% en el caso de los proyectores, los cuales consumen un 90% menos energía eléctrica con respecto

³³ Fuente: www.epson.cl

a sus predecesores 10 años atrás. Por su parte, la tecnología Micro Piezo, desarrollada por Epson para sus cabezales de impresión de larga duración, reducen el consumo requerido en voltaje y corriente eléctrica, lo que repercute significativamente en la reducción del consumo de energía.

Epson emplea la misma tecnología para reducir el volumen de materias primas en la fabricación de, por ejemplo, chips o de cualquier otro componente electrónico. Este es un primer paso hacia la puesta en marcha de iniciativas que han de combatir el agotamiento de los recursos naturales; un problema que el mundo comienza a afrontar con el imparable y desorbitado encarecimiento de los precios de las materias primas en los últimos años.

El efecto que tiene un producto sobre el medio ambiente durante su utilización (también conocido como la carga ambiental durante el ciclo vital de un producto) se determina principalmente durante las etapas de planeación y diseño. Por lo tanto, la concientización ecológica y las iniciativas ambientales durante estas etapas son muy importantes para la fabricación de productos ecológicos. En Epson, las actividades de diseño y planeación están regidas por tres normas básicas:

- diseño que ahorre energía
- diseño que ahorre recursos
- eliminación de sustancias perjudiciales.

La empresa está implementando un sistema de recolección y reciclaje para sus productos al final de su vida útil así como monitoreando las necesidades de los usuarios y las tendencias legislativas en todo el mundo

En Chile, EPSON es la primera marca que incorpora el sello verde en todas las líneas de productos que comercializa. Este sello entregado a través de la empresa RECYCLA certifica a aquellas marcas (empresas) y a sus productos, garantizando que serán reciclados al final de su vida útil.

• **BROTHER³⁴**

La Política ambiental definida por Brother International Corporation (BIC) indica que la empresa "se compromete a mantener su reputación con el Grupo Brother, empleados, clientes, vendedores y la comunidad como un ciudadano corporativo ambientalmente responsable. BIC busca coexistir responsablemente con el medio ambiente y proveer un espacio de trabajo seguro para nuestros empleados. La preocupación por el medio ambiente y la seguridad de nuestros empleados es fundamental para nuestras actividades". Con este fin, Brother se compromete a los siguientes principios:

- Establecer objetivos y metas medioambientales para nuestra empresa. Buscaremos continuamente mejorar el impacto ambiental de nuestra empresa midiendo nuestro desempeño contra los objetivos establecidos. Por consiguiente, los objetivos ambientales formarán parte integral en el proceso de toma de decisiones de nuestra empresa.
- Cumplir con todas las leyes y regulaciones medioambientales aplicables en todas las jurisdicciones donde hagamos negocios. Donde las leyes y regulaciones no existan, aplicaremos estándares responsables.
- Promover la prevención a la contaminación al siempre considerar el uso eficiente de los recursos;
- Evaluar las oportunidades de reciclar, reutilizar, reducir, rehusar y reformar los recursos a través de la vida útil de los productos.
- Mejorar la comprensión y conciencia medioambiental de nuestros empleados y clientes a través de actividades tales como la educación medioambiental y relaciones públicas. Activamente informaremos acerca de nuestros esfuerzos ambientales a nuestros clientes, comunidades locales y otros para generar mayor comprensión.

³⁴ Fuente: www.brother.com

- Periódicamente revisaremos esta política para asegurar su implementación y proveer recursos apropiados

Los equipos de Brother certificados por ENERGY STAR reducen en un 60% el consumo de energía. Actualmente la empresa ofrece una gama de productos como multifuncionales, y fax con este valor agregado y tienen además la capacidad de ahorrar energía a través de un administrador, incluyen un modo de reposo, no se calientan y presentan mayor durabilidad.

En Chile, no se encuentra información explícita respecto de la implementación de programas específicos de recepción de equipos o reciclaje de insumos.

- **CANON³⁵**

La filosofía de la empresa Canon se denomina Kyosei. Una definición breve de esta palabra sería "vivir y trabajar juntos por el bien común", mientras que nuestra versión es más amplia: "**Toda las personas, independiente de su raza, religión o cultura, viviendo armoniosamente y trabajando juntos en pos del futuro**". Sin embargo, en el mundo existen muchos desequilibrios en ámbitos como el comercio, los niveles de ingresos y el medio ambiente que dificultan el logro del Kyosei.

El Grupo Canon ha procurado siempre la máxima productividad de los recursos, poniendo en práctica Bases Ambientales y empeñándose en resolver problemas ecológicos para ayudar a crear una sociedad donde el desarrollo tecnológico sea sustentable. Por ello indica: "En todas nuestras líneas de productos estamos desarrollando tecnologías que respeten integralmente el medio ambiente. Al examinar el ciclo de vida completo de cada producto, desde su elaboración hasta su eliminación, procuramos reducir en lo posible el costo ecológico. Algunas de las áreas en que concentramos este esfuerzo son, ahorro de electricidad y energía y minimización de desechos para contrarrestar la contaminación en nuestros procesos de producción, así como la adopción de materiales reutilizables y reciclaje o reutilización de productos para reducir el consumo de recursos"

En Chile, no se encuentra información explícita respecto de la implementación de programas de recuperación para los equipos considerados en este estudio.

- **KODAK³⁶**

Kodak tiene entre sus objetivos de sostenibilidad que todos sus nuevos productos obtengan el certificado Energy Star de la Agencia de Protección Ambiental de EEUU, que reconoce la eficiencia energética y con el que ya cuentan numerosos de sus modelos.

Ha creado el logotipo de **Kodak cares**, que aparecerá en los empaques y material de marketing de dichos artículos.

Kodak asegura que los productos que califiquen para el logotipo Kodak cares deben entregar atributos ambientales que ayuden a los clientes a disminuir su huella ecológica. Kodak cares también aparecerá en su Programa EnviroServices para impresoras, que incluye opciones para el reciclaje y la reutilización; un programa diseñado para ayudar a empresas del sector de la impresión a gestionar su huella ecológica, y que consiguió una reducción de residuos de aproximadamente 9.071 toneladas en 2009.

Asimismo, la compañía ha creado una nueva página web de sostenibilidad, con el fin de promover su postura e iniciativas en este ámbito.

³⁵ Fuente: www.canon.com

³⁶ Fuente: www.kodak.com

En Chile, no se encuentra información explícita respecto de la implementación de programas de recuperación para los equipos considerados en este estudio.

- **CASIO³⁷**

La empresa indica que desde su fundación ha desarrollado productos innovadores y desde los años 90 se ha esforzado por cumplir las regulaciones ambientales y reducir sus riesgos de contaminación, lo que ha logrado a través de un sistema de gestión ambiental orientado tanto a la conservación del ambiente como de la salud de las personas.

Dentro de sus operaciones comerciales, la empresa planifica e implementa nuevas medidas para un uso eficiente de energía y recursos a fin de llegar a ser una compañía líder para lograr un ambiente global saludable.

En Chile, no se encuentra información explícita respecto de la implementación de programas de recuperación para los equipos considerados en este estudio.

- **OLIVETTI**

A nivel internacional, Olivetti, dedica sus esfuerzos a la protección del medio ambiente, incluyendo este objetivo en su misión de empresa. La protección del medio ambiente y, por consiguiente, de todo el planeta, pasa a través de la armonización del desarrollo tecnológico y del impacto que representa éste Olivetti ha asimilado este concepto y colabora en el esfuerzo de por trabajar para lograr el objetivo de un equilibrio justo entre innovación tecnológica y cuidado del medio ambiente. Un ejemplo concreto de esta acción está representado por el establecimiento donde se producen los cabezales de inyección de tinta, que ha obtenido la certificación ISO14001, el estándar internacional para la gestión medioambiental.

Olivetti participa activamente como socio promotor de un Consorcio de empresas en el sector de Tecnología de la Información (www.ecorit.it), que durante el año 2006 ha realizado un proyecto piloto gracias al que se definieron todos los elementos necesarios para un sistema de recogida de conformidad con las normas de la directiva europea. Este sistema facilitará la gestión de todas las actividades de recogida, tratamiento y eliminación de los aparatos.

En Chile, no se encuentra información explícita respecto de la implementación de programas de recuperación para los equipos considerados en este estudio.

- **TOSHIBA³⁸**

Indica que promueve una gestión medioambiental apropiada, que cubre todos los productos y procesos empresariales en todas las fases de la producción y el uso, a través del reciclaje de los productos al final de su vida útil. Aumentando las actividades medioambientales, pretende duplicar la ecoeficiencia general de sus empresas para el 2010 en comparación con del 2000.

Con un enfoque de tecnología e innovación, el diseño de los equipos actualmente acata las disposiciones de la Unión Europea, que prohíben el uso de ciertas sustancias peligrosas en equipos eléctricos y electrónicos (RoHS), incluyendo alternativas totalmente amigables con el ambiente así como una intensificación de sus proyectos de reciclaje a nivel mundial.

La empresa se comprometió a dejar de utilizar PVC y retardantes de llama bromados en todos sus productos antes del 2009; ofrecer productos certificados por EcoMark como libres de PVC y otros componentes y piezas que tampoco contienen estas sustancias.

³⁷ Fuente: www.casio.com

³⁸ Fuente: www.toshiba.com

En Chile, no se encuentra información explícita respecto de la implementación de programas de recuperación para los equipos considerados en este estudio.

• **SAMSUNG³⁹**

Samsung Electronics se cerciora de que sus productos cumplan los requisitos legales energéticos respectivos de cada país y mantengan los grados más altos del rendimiento energético. También proporciona productos que satisfacen los criterios de ENERGY STAR y la certificación china del ahorro de energía. Se mantienen certificaciones ambientales en variados países incluyendo la UE, Alemania, Suecia, Estados Unidos y Corea.

La política de sostenibilidad en SAMSUNG se centra en las siguientes áreas:



Desde el año 2007 se ha trabajado para adquirir certificaciones ambientales en mercados globales importantes tales como Estado Unidos, Europa y China. A fines del 2008, se lograron certificaciones ambientales en Corea (informática), China, Estados Unidos(EPEAT), Alemania (Ángel Azul), Suecia (TCO) y de la UE (Eco-Energía) en 1.900 modelos en siete grupos de productos incluyendo impresoras, PC, monitores, TV, DVDs, entre otros. Adicionalmente se han introducido modelos de pantallas LCD con diodos de luz libres de mercurio

En el tema de prevención de la contaminación ambiental y recuperación de recursos, recibe y recicla productos electrónicos desechados. Entre los avances en el reciclaje se indica la recuperación y reutilización de plásticos del tipo PP y ABS.

En Chile, la empresa, ha tomado la responsabilidad de hacerse cargo de los equipos fuera de uso que quedan en sus servicios técnicos autorizados, gestionándolos para su reciclaje o disposición final en instalaciones autorizadas. No se ha desarrollado a la fecha un programa de recepción desde los consumidores.

³⁹ Fuente: www.samsung.com

- **SONY⁴⁰**

En 1990, Sony presentó su política en materia de conservación del medio ambiente y estableció un Comité de Conservación Ambiental. En 1993, promulgó su Política Ambiental y su Plan de Acción Ambiental. Estos dieron lugar a la formulación de la Visión Ambiental del Grupo Sony en el año 2000. La visión establece que "Sony reconoce la importancia de preservar el medio ambiente natural que sostiene la vida sobre la tierra para las generaciones futuras y ayuda a la humanidad para alcanzar el sueño de una vida sana y feliz".

En el 2001 introdujo objetivos medioambientales a cumplir a un plazo de 5 años. Posteriormente el programa Green Management al 2010 consideró indicadores ambientales y objetivos individuales en conjunto, como un medio de hacer frente a cuestiones ambientales como el calentamiento global, la conservación de los recursos y la gestión de sustancias químicas Y se ha comprometido a aplicar los siguientes **enfoques estratégicos**:

- Calentamiento Global

Reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero generados por actividades empresariales en todo el ciclo de vida de los productos y servicios.

- Recursos Naturales

Mejorar la productividad de los recursos en procesos de fabricación, focalizados en la reducción del volumen de agua consumida, los materiales y en el reciclado y la reutilización de estos recursos, siempre que sea posible.

- Gestión de Sustancias Químicas

Mantener un control estricto sobre las sustancias químicas que utiliza, y adoptar medidas, siempre que sea posible, para reducir, sustituir y eliminar el uso de sustancias que son potencialmente peligrosos para el medio ambiente.

- Medio Ambiente

Se reconoce la importancia de mantener la biodiversidad a través de la protección de los ecosistemas, tomando medidas, siempre que sea posible, para contribuir a la preservación del medio ambiente natural.

- Enfoque a las actividades comerciales

Compromiso en un programa de mejora continua de los sistemas de gestión del medio ambiente mundial a lo largo de todo el ciclo económico. El ciclo comienza con la planificación inicial de nuevas actividades empresariales, y continúa a través del desarrollo de productos y servicios, comercialización, uso de los productos, servicios postventa, la eliminación y reciclaje de las fases.

- Cumplimiento con los Reglamentos

Cumplir con las regulaciones ambientales en todos los aspectos de sus actividades comerciales, fijando objetivos más ambiciosos, incluso con carácter voluntario, según proceda.

- Educación

Aumentar la conciencia de los trabajadores en cuestiones ambientales tanto en la empresa como en la comunidad a través de un programa de educación ambiental.

- Investigación y Desarrollo

Desarrollar tecnologías que contribuyan a la preservación del medio ambiente, al tiempo que se introducen nuevas e innovadoras tecnologías que efectivamente mejoran la eficiencia ecológica en sus actividades comerciales, productos y servicios.

- Planificación y Diseño de Productos y Servicios

⁴⁰ Fuente: www.sony.net/SonyInfo/Environment/activities/index.html

En consonancia con el concepto "de la cuna a la cuna" como principio de diseño, se compromete a la planificación y el diseño de productos y servicios que ofrecen extender la vida del producto y hacerlos más fáciles de reciclar.

- **Piezas y materiales de Adquisiciones**

Se ha establecido un programa "verde" en cooperación con socios comerciales y proveedores a fin de ayudar a reducir el impacto medioambiental de productos y servicios.

- **Gestión de sitios de manufactura de productos**

Se aplica un sistema de gestión ambiental y de tecnología destinado a reducir el impacto ambiental generado por las instalaciones y un sistema de gestión de riesgos, destinados a prevenir la contaminación ambiental y reducir los accidentes a cero.

- **Distribución, Ventas, Marketing y Servicio al cliente**

Se está trabajando para minimizar el impacto ambiental generado por la distribución, venta y post-venta en las actividades relacionadas con productos y servicios.

- **Uso posterior a la gestión de los recursos**

Participa activamente en la construcción de sistemas de recolección, reciclaje y reutilización de post-consumo de los productos, orientados a las necesidades locales, en cooperación con socios de negocios y las comunidades regionales.

En el 2006, Sony se unió a Climate Savers Program, liderado por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), fijando como objetivo el lograr una reducción absoluta de emisiones de gases de invernadero de todos los sitios de manufactura, de un 7% al 2010 en comparación con el nivel del año 2000. En el año 2007, las emisiones de gases de efecto invernadero lograron un 6,6% de reducción con respecto al 2000.

Las mejoras en la eficiencia energética son fundamentales para lograr los objetivos antes mencionados, introduciendo constantemente la optimización de sistemas de ahorro de energía.

Se ha optimizado el transporte de carga y la eficiencia energética, utilizando métodos de transporte con menor impacto ambiental. Concretamente se está promoviendo un cambio a una mayor utilización del transporte ferroviario y marítimo, con menos emisiones de CO₂ en comparación con el transporte por carretera.

En Chile, la empresa se encuentra en etapa de evaluación para la implementación de la política de responsabilidad del productor. A la fecha ha incorporado un programa interno de recuperación y reciclaje de plásticos de embalaje de los equipos (poliestireno) y ha realizado campañas de recuperación de televisores fuera de uso.

- **PANASONIC⁴¹ (incluye SANYO)**

Panasonic ha establecido un compromiso social tanto con el medio ambiente como con las personas, a través de la gestión ambiental responsable de sus productos en todas las etapas del proceso de producción, distribución, y reciclaje. Desde junio de 1991, la compañía elaboró una declaración ambiental para preservar los recursos terrestres y para proteger el entorno natural. De acuerdo con esa carta, se comenzaron a promover iniciativas ambientales que reconocían la obligación de mantener y de consolidar la ecología del planeta. En 2001 se definió una nueva filosofía de compañía en materia medioambiental: Environmental Vision. Junto con el "Green Plan 2010" son los pilares de la eco-política de la compañía japonesa que sustentan sus acciones en cada una de las regiones y empresas que la componen. El objetivo de esta filosofía es favorecer la construcción de una sociedad orientada al reciclaje y respetuosa con el medio ambiente.

⁴¹ Fuente: www.panasonic.cl

Panasonic es una compañía que quiere contribuir a un mejor entorno social a través de sus actividades empresariales y aportando beneficios a los ciudadanos con sus servicios y soluciones. El objetivo es enriquecer la vida de las personas ayudando a la consecución de una sociedad interconectada, global y con los mismos recursos, minimizando los impactos negativos contra el medio ambiente y el entorno.

La visión medioambiental recoge estos valores y objetivos de actuación respecto al entorno ambiental por parte de la compañía. En su origen estableció siete ámbitos o campos de desarrollo dentro de esta nueva filosofía:

- Productos Verdes
- Fábricas "Limpias"
- Reciclaje de productos electrónicos
- Gestión de productos y recursos energéticos
- Distribución y marketing "verde"
- Comunicaciones medioambientales
- Educación y política

Basado en la Visión medioambiental, Panasonic implantó como método de acción práctica el denominado Plan Verde 2010, que recoge diferentes objetivos específicos a aplicar en cada uno de los siete campos de desarrollo antes mencionados. Estas acciones e iniciativas deben ser alcanzadas en un periodo de diez años hasta el 2010.

Panasonic ha eliminado el uso del plomo de sus procesos de soldaduras desde fines del 2003. Esto ha sido posible gracias al desarrollo de una nueva tecnología de soldadura que no incluye la utilización de este elemento.

Todas las piezas y materiales que son adquiridos deben, cumplir con una declaración "verde" que obliga a que las fábricas productoras de Panasonic compren piezas y materiales a proveedores que cumplan con la norma medioambiental ISO 14001 y no hagan uso de sustancias químicas contaminantes.

Panasonic está intensificando sus esfuerzos para aumentar el desarrollo, fabricación y comercialización de productos respetuosos con el medio ambiente, a los que la compañía denomina "productos verdes". A finales de 2003, el porcentaje de venta de productos verdes fue del 41%, superando con creces el objetivo inicial del 28%.

Se ha avanzado en Europa y en el resto del mundo para construir y equipar sus fábricas con el mínimo daño medioambiental, y ha establecido cuatro compromisos en su iniciativa de establecer fábricas limpias: Reducción de emisiones de CO₂; reducción de sustancias químicas; reducción del gasto y consumo, elevando el porcentaje de reciclaje y uso eficiente de recursos acuíferos.

En línea con el concepto de cuidado medioambiental básico ha agregado como valores ambientales: el "ahorro de la energía", "limpio" y las tres R (reduzca, reutilice, y recicle).

La Directiva Europea sobre Equipos Eléctricos y Electrónicos obliga, a partir de agosto de 2005, a todas las empresas fabricantes a tener un Sistema Integrado de Gestión que garantice la correcta eliminación de los equipos eléctricos y electrónicos usados, a través del reciclaje o la reutilización de sus materiales. Panasonic indica ser la única compañía que ha constituido un Comité Europeo para el estudio y aplicación de toda la normativa que se derive de la aplicación de la Directiva Europea, y la primera que ha designado ya un comité de expertos dedicados al estudio de las diferentes plantas candidatas a acoger el reciclado de sus productos.

En Chile, no se encuentra información explícita respecto de la implementación de programas específicos de recuperación de equipos fuera de uso.

- **LG ELECTRONICS⁴²**

De acuerdo a la información declarada, LG Electronics practica cuatro estrategias clave de diseño ecológico:

- Mejorar la eficiencia de uso de recursos al utilizar materiales naturales y/o reciclables.
- Reducir el uso de materiales peligrosos; prohíbe el uso de seis sustancias peligrosas (plomo, mercurio, cadmio, cromo hexavalente y PBB/PBDE), emplea retardantes a la llama libres de halógenos y se abstiene de usar cualquier otra sustancia que pudiera ser perjudicial para el cuerpo humano.
- Mejorar el ahorro de energía minimizando el consumo de energía y el uso de electricidad en modo de espera.
- Mejorar la capacidad de reciclaje eligiendo materiales que puedan reciclarse fácilmente. Durante las etapas de producción y planificación, se busca asegurar que un producto determinado pueda desmontarse fácilmente. Luego, se mejora la capacidad de reciclaje en general al reducir la cantidad de piezas individuales.

LG Electronics adoptó el sistema Análisis del ciclo de vida [LCA] para el desarrollo de sus productos y continúa con el desarrollo de sus productos ecológicos por etapas.

Aunque el desarrollo de numerosos esquemas de reciclaje para cumplir con las normas de devolución ha alcanzado beneficios ambientales considerables a bajo costo, LG indica que no proporcionan incentivos directos de diseño ecológico para los fabricantes individuales y que se estima que los sistemas de devolución basados en la responsabilidad de los productores individuales podría proporcionar tales incentivos. También creemos que una posible solución de identificación técnicamente y económicamente viable estará disponible en un futuro cercano.

Se promueve el uso de plásticos reciclados como un medio para reducir la cantidad de desperdicio generado durante el desarrollo del producto y su fabricación, y para minimizar en general el desperdicio de recursos. Como resultado, el uso de plásticos reciclados (plásticos postindustriales) en los productos LGE representa aproximadamente un 11 por ciento. Se espera aumentar el uso de plásticos reciclados al 25%.

Junto con otras compañías asociadas, se lleva a cabo el Green Program de LG Electronics, un programa de certificación que promueve la conciencia ambiental, en un intento para lograr la reducción del uso de sustancias peligrosas en los productos de consumo y para reducir los daños al medio ambiente causados por estas sustancias. Este programa fue diseñado para cumplir con las normas internacionales sobre sustancias peligrosas, eliminando su uso durante la etapa de producción de materias primas y piezas, así como para minimizar el impacto negativo en el medio ambiente. El programa está, por lo tanto, destinado a todas las compañías asociadas con LG Electronics que suministran piezas y otros materiales. Desde 2005, los productos LG no contienen ninguna de las seis sustancias peligrosas especificadas por la Unión Europea.

LG Electronics Chile se ha comprometido a diseñar un sistema logístico de entrega de residuos a instituciones autorizadas por el Gobierno y entregar información detallada sobre los productos electrónicos presentes en el mercado nacional.

- **PHILIPS⁴³**

Hace más de tres décadas que la empresa viene incorporando la **responsabilidad ambiental** en su estrategia de desarrollo de productos y procesos, de modo cada vez más determinante. La preocupación con la preservación del medio ambiente está directamente

⁴² Fuente: www.lg.com

⁴³ Fuente: www.philips.com

relacionada al planeamiento estratégico, donde productos, procesos y servicios son revisados, planeados y producidos con ese objetivo. Desarrollar productos que causen el menor impacto posible al medio ambiente es la base del principio del negocio sustentable, sea por la disminución de su peso, menor uso de sustancias tóxicas, reducción de consumo de energía, reciclaje y desecho de embalajes, o por creer que la prevención es aún la mejor solución.

La empresa anunció recientemente sus planes para ayudar a los consumidores a reciclar los productos electrónicos por medio de las siguientes iniciativas:

Proyectos-piloto de reciclaje voluntario de productos en India, en el año 2008, y luego en Brasil y Argentina, en 2009, mercados donde aún no hay leyes sobre la descarga de productos electrónicos o donde las leyes todavía se discuten y no han sido implementadas. Dichos proyectos posibilitarán una experiencia importante para la creación de la infraestructura necesaria para los sistemas de reciclaje de productos electrónicos en estos países. Ello representará el punto de partida para proyectos potenciales en otros países.

- En América del Norte, Japón y en los 27 países miembros de la Unión Europea - donde la legislación define la infraestructura de reciclaje -, trabajará en conjunto con varios stakeholders, como gobiernos nacionales y locales, representantes de la industria, minoristas y empresas de reciclaje para maximizar los resultados y mejorar el desempeño de la mencionada infraestructura.
- Philips complementará la información disponible en su página web, a fin de ayudar a los consumidores para que depositen en estaciones de recolección los productos que ya no utilizan.

La empresa integra una iniciativa global llamada Solving the E-Waste Problem (StEP), que se lanzó oficialmente en marzo de 2007 e incluye miembros como las Naciones Unidas, gobiernos, ONGs, empresas como Hewlett-Packard, Microsoft, Dell, Ericsson, Cisco Systems y compañías de reciclaje. Uno de sus principales objetivos es estandarizar los procesos de reciclaje en el ámbito mundial y, con ello, facilitar la separación de componentes valiosos, ampliar el ciclo de vida de los productos y armonizar el marco legal y las políticas mundiales acerca del tema. Otra de las grandes metas de la iniciativa es elaborar una guía mundial sobre cómo manejar la basura electrónica, a fin de apurar al máximo la recuperación de los materiales. StEP pretende asimismo aplicar su especialidad en beneficio de la capacitación en los países en vías de desarrollo.

- **Daewoo Electronics⁴⁴**

La empresa declara: "Nuestra visión es transformarnos en una empresa de Alta Tecnología a nivel mundial que ofrezca la más amplia gama de insumos de gran calidad con tecnología de punta al alcance de nuestros consumidores. Daewoo Electronics abraza el ambiente digital de hoy, con innovadoras y nuevas tecnologías del mañana, diseñadas para el beneficio de toda la familia, mejorando la salud de nuestros clientes y protegiendo el medioambiente. De esta manera, los productos Daewoo Electronics son diseñados pensando en la familia de hoy, con énfasis en mejorar un estilo de vida saludable a través de tecnologías de avanzada y amigables al medioambiente".

- **JVC⁴⁵**

No se indica explícitamente una política ambiental. Sin embargo en Europa ha operativizado un sistema de contacto para la recogida equipos a través del link <http://jvp.jvc-europe.com>.

⁴⁴ Fuente: www.daewoo.com

⁴⁵ Fuente: <http://jvp.jvc-europe.com>.

- **Telefónica Movistar⁴⁶**

El Grupo Telefónica, a nivel global, decidió crear en 2007 una Dirección Corporativa de Medio Ambiente. En Chile funciona el Comité de Medio Ambiente País para introducir las mejoras más oportunas, producir sinergias entre las operadoras y ser preactivos en esta materia.

Dentro del programa de gestión global para los próximos años, se abordará y desarrollará un Plan de Acción Medioambiental que incluye cinco ejes fundamentales: Cambio Climático, Gestión Ambiental, Gestión de Residuos, Despliegue de Red Responsable, y Telecomunicaciones y Desarrollo Sostenible, cuyos objetivos fundamentales son:

- Cambio Climático: Mejorar la eficiencia energética de los procesos en nuestras operaciones y potenciar los servicios de telecomunicaciones con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂.
- Gestión Ambiental: Homogeneizar e integrar la Gestión Ambiental en todas nuestras operaciones y en la cadena de suministro.
- Gestión de Residuos: Formar convenios y acuerdos internacionales con organismos acreditados.
- Despliegue de Red Responsable: Asegurando los criterios ambientales y teniendo en cuenta las percepciones sociales en el despliegue de las instalaciones fijas y móviles.
- TIC y Desarrollo Sostenible: Potenciar los servicios que contribuyan al ahorro energético de la población, al control atmosférico y acústico, o a la prevención de catástrofes naturales.

- **VTR⁴⁷**

La empresa VTR indica que se preocupa firmemente de minimizar el impacto de su desempeño en el entorno natural, y generar conciencia al interior de la compañía sobre la importancia del cuidado del medioambiente en todas las actividades. Por ello, establece los siguientes enfoques en tres ejes temáticos:

Reciclaje de Residuos Implementamos medidas de reciclaje en conformidad con las regulaciones ambientales, y reciclamos nuestros residuos generando valor social para las comunidades en las cuales estamos insertos.

Eficiencia Energética Invertimos esfuerzos para sensibilizar a los hogares chilenos y colaboradores VTR respecto a las ventajas que conlleva realizar un manejo eficiente de la energía.

Cambio Climático Nos comprometemos con el cambio climático a través de la medición de nuestras emisiones de CO₂ (dióxido de carbono), una campaña de sensibilización dirigida a nuestros colaboradores la implementación de medidas enfocadas a reducir el consumo de energía en el mediano plazo.

Compromiso:

- Mejorar nuestro desempeño ambiental, cuidando los recursos naturales.
- Implementar un plan de manejo ambiental corporativo orientado a la mitigación de los impactos ambientales adversos.
- Reciclar nuestros residuos (cables, baterías, excedentes electrónicos, papeles, tintas, etc.) adecuadamente, respetando los procesos y normas vigentes en el país.
- Asegurar el almacenamiento, transporte y disposición final de nuestros residuos (cables, baterías, excedentes electrónicos y activos estratégicos), cumpliendo con todas las disposiciones legales vigentes.
- Fomentar el manejo eficiente del agua y la energía.

⁴⁶ Fuente: www.movistar.cl

⁴⁷ Fuente: www.vtr.cl

- Medición y reducción de las emisiones CO2 (dióxido de carbono) en nuestras operaciones.
- Fomentar la formación de nuestros colaboradores en temas ambientales.
- Informar periódicamente de los indicadores y prácticas ambientales implementadas en VTR.

ENTELPHONE⁴⁸

Se indica que para las empresas ENTEL, el cuidado del medio ambiente constituye un compromiso ineludible que se inicia demostrando con acciones el cumplimiento de la legislación y otras disposiciones relativas a la normativa vigente, pero se amplía más allá hasta incorporarlo como un valor para la institución y sus empleados, el que busca respetar el equilibrio medioambiental y velar por la salud, seguridad e higiene de las instalaciones y espacios aledaños.

Las compañías de telecomunicaciones no generan importantes cantidades de residuos peligrosos. Sin embargo, producen residuos electrónicos tales como baterías de antenas, baterías de celulares y teléfonos móviles. Durante el 2008 ENTEL envió a reciclaje equipos de oficina equivalentes a 1.500 Kilos de monitores en desuso

Dentro de los focos estratégicos de ENTEL PCS, se considera la orientación a equipos más eficientes y con un menor impacto ambiental. Con este objetivo, durante el 2008 la compañía se preocupó de escoger proveedores que ofrezcan soluciones energéticamente eficientes, logrando proyectar un ahorro de 19% en el consumo eléctrico para el 2009.

• MOTOROLA⁴⁹

La empresa Motorola busca ofrecer a sus clientes mayor valor con el menor impacto ambiental posible. A través de su programa de administración del producto, identificamos procesos que pueden ser optimizados para minimizar los impactos en materia ambiental, de salud y seguridad a lo largo del ciclo de vida de un producto, incluyendo diseño, administración de proveedores, fabricación, distribución, venta, utilización del producto y administración del ciclo de vida útil.

Desde la concepción hasta el final de su vida útil, la empresa ha establecido los siguientes objetivos para el diseño de nuevos productos teniendo en cuenta el cuidado del medio ambiente:

- Diseñar nuestros productos para que sean reciclables
- Reducir, eliminar o reemplazar el uso de sustancias peligrosas
- Reducir el consumo de energía de nuestros productos
- Incrementar el uso de materiales reciclables en nuestros productos
- Minimizar la proporción de material de empaque respecto del volumen del producto
- Etiquetar todas las partes plásticas que pesen más de 4 gramos para facilitar el reciclaje futuro

Desde hace más de una década que Motorola realiza desarrollo e investigación ambiental. A través del programa ECOMOTO, los científicos exploran formas innovadoras de medir y mejorar las características ambientales de nuestros productos. La investigación de Motorola evalúa la factibilidad de materiales derivados de recursos renovables.

Motorola está comprometida a suministrar cargadores que ahorren energía y, en el año 2000 adhirió voluntariamente al Código de Conducta de la Unión Europea en materia de fuentes de alimentación para teléfonos celulares (cargadores). Motorola cumple con los requisitos del Código de Conducta de la UE para dichos productos a nivel mundial y, desde que se adhirió a

⁴⁸ Fuente: www.entelphone.cl

⁴⁹ Fuente: www.motorola.com/mot/doc/1/1501_MotDoc.pdf

este compromiso, ha reducido el consumo medio en espera promedio de sus cargadores en al menos un 70%. El nuevo objetivo de 0,25 watt del Código de Conducta de la UE para el consumo en espera de cargadores de teléfonos celulares entró en vigencia el 1 de enero de 2009 y, a partir de entonces, todos los cargadores recientemente diseñados y lanzados al mercado cumplen con dicho objetivo. De hecho, todos los cargadores recientemente diseñados presentan tasas de consumo en espera de 0,1 watt y algunos incluso menores.

Los nuevos requisitos de las especificaciones Energy Star v2 de la Agencia de Protección Ambiental de EEUU para los cargadores de teléfonos celulares entraron en vigencia el 1 de noviembre de 2008 y, a partir de entonces, el 100% de los cargadores recientemente diseñados a nivel global cumplen con estos requisitos y exceden en un 67% los requisitos para los modos en espera / sin carga.

Además, Motorola participa en el comité de energía de la Política Integrada de Producto (IPP, por sus siglas en inglés) de la Comisión Europea para teléfonos celulares.

Como parte de la estrategia preventiva adoptada, Motorola ha recopilado una lista de 61 sustancias seleccionadas para su exclusión, reducción o declaración durante el diseño y la fabricación de nuestros productos. La lista se divide en tres categorías. No se permite el uso de sustancias prohibidas en ningún producto de Motorola en ningún nivel.

Las sustancias controladas se limitan a su uso en procesos de fabricación o determinadas aplicaciones de productos. Por lo general, las limitaciones de uso están definidas por las normativas ambientales nacionales o internacionales. Las sustancias a declarar actualmente no están prohibidas o controladas en su uso, pero es probable su prohibición o eliminación gradual voluntaria o tienen impacto en la administración del ciclo de vida útil del producto terminado.

Motorola está comenzando a diseñar nuevos teléfonos y accesorios libres de ftalato, PVC y BFR y espera tener disponibles dichos productos en 2010. Estimando eliminar dichas sustancias en todos los nuevos diseños lanzados luego del 2010.

En los Estados Unidos, algunas normas estatales estipulan la forma en que se deben manejar los dispositivos al final de su vida útil. Algunos *carriers* ofrecen programas y otros no. Para aquellos que lo hacen, se ofrece el programa de "bolsa en caja", que provee un sobre de franqueo prepagado con el nuevo teléfono, lo que permite a los consumidores devolver sus teléfonos viejos por correo, sin importar su marca.

En Europa, la recolección y el reciclaje se rigen por la Directiva de Residuos de Equipos Eléctricos y Electrónicos (WEEE), y Motorola cumple con dicha directiva. Se han establecido alianzas para recolectar, transportar y reciclar a lo largo de la región en todos los países miembros según lo requerido. Asimismo, se ofrecen programas de recolección y reciclaje que apoyan causas benéficas.

En América Latina, durante años se ha ofrecido el programa de recolección de baterías. Los programas de recolección de equipos no son de gran demanda ya que varios clientes prefieren encontrar usos alternativos para sus dispositivos usados. No obstante, Motorola actualmente está expandiendo sus programas de baterías, incluyendo dispositivos para así promover mayor retorno.

En Chile, la empresa cuenta con un sistema de buzones para que los usuarios depositen sus equipos y accesorios usados.

- **GENERAL ELECTRIC⁵⁰**

GENERAL ELECTRIC DE CHILE S.A., representa a Consumer & Industrial de GE en Chile.

GE se ha comprometido a lograr un nivel de excelencia en términos de medio ambiente, salud y seguridad (EHS en sus siglas en inglés). Esta responsabilidad se extiende a

⁵⁰ Fuente: www.generalelectric.com

directivos y empleados de todos los sectores por igual. A nivel internacional mantiene el programa Ecoimagination.

Ecomagination, es una iniciativa de negocio, a través de la cual, GE viene desarrollando soluciones amigables con el medio ambiente que permiten poner al alcance de los consumidores y clientes productos con eficiente consumo de energía e impacto ambiental.

El programa ha hecho posible que GE no sólo ajuste sus unidades de negocios para lanzar más de 80 productos amigables con el medio ambiente en 2009,, sino que internamente, la compañía ha modificado sus operaciones para reducir sus impactos ambientales. Entre 2006 y 2008, GE redujo sus emisiones de carbono de 10.8 millones de toneladas a 6.5 millones. Así mismo, para 2012, GE se comprometió públicamente a reducir su consumo de energía en un 20%.

Aparatos de alumbrado

- **OSRAM⁵¹**

La empresa mantiene actualmente un programa denominado Global Care, e indica que la protección del medio ambiente ha sido durante mucho tiempo el centro de sus esfuerzos. Desde el uso económico de los recursos, prescindir de los residuos y materiales dañinos hasta el desarrollo de lámparas de bajo consumo y sistemas - desde el desarrollo y fabricación comercial hasta su eliminación y reciclaje.

En su política indica que: "La Sostenibilidad representa un compromiso de responsabilidad medioambiental a nivel mundial. Como líder en soluciones innovadores de luz, estamos plenamente volcados en que nuestros productos y procesos contribuyan a solventar situaciones de peligro medioambiental, abordando necesidades económicas y protegiendo el medio ambiente tanto para el presente como para el futuro".

Uno de los aspectos clave que evidencia la empresa es el constante desarrollo de productos de ahorro energético, que contribuyen de una forma importante a reducir el cambio climático.

Para otras empresas relacionadas a los equipos bajo estudio no se encontró información disponible de políticas de sus casas matrices o aplicación a nivel nacional, sin embargo, se puede mencionar que algunas, a pesar de no declararlo explícitamente, están desarrollando acciones de gestión de sus residuos; entre ellas se pueden mencionar a Telmex.

⁵¹ Fuente:www.osram.cl

3 DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS DE INFORMÁTICA, COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICOS DE CONSUMO

3.1 ANTECEDENTES GENERALES DEL SECTOR

Dentro de este capítulo se ha considerado el análisis en conjunto de los siguientes productos⁵²:

Grupo 1: Equipos de Informática y comunicaciones

- Calculadoras
- Terminales de fax.
- Teléfonos fijos, inalámbricos y contestadores automáticos.
- Fotocopiadoras.

Grupo 2: Aparatos eléctricos de consumo

- Radios y equipos de audio
- Televisores.
- Videocámaras
- Vídeos.
- Amplificadores de sonido.
- Instrumentos musicales.

El mercado actual de estos productos se encuentra conformado básicamente por empresas proveedoras (importadoras) y locales de distribución, operadores (en el caso de telefonía), así como servicios técnicos de reparación.

3.1.1 Identificación de Empresas del Sector y Ubicación Geográfica

a) Empresas productoras

Los productores del sector corresponden a empresas que importan los distintos equipos, ubicadas preferentemente en la Región Metropolitana, ya que en el país no existen empresas fabricantes de los mismos, existiendo sí algunas empresas que elaboran componentes menores (suministros eléctricos).

Existe además un cierto nivel de importación directa de equipos por parte de usuarios finales para uso personal (con niveles de compra de 1 a 4 equipos). No obstante, de la revisión de datos de estudios previos⁵³, se puede estimar que el ingreso de equipos al país por dicha vía no supera el 0,1%, siendo poco relevante.

Dentro del mercado existe hoy en día una amplia variedad de marcas, aunque se destacan algunas como las que se presentan en la siguiente tabla, en función de los equipos que cada una de ellas comercializa. En el segmento de equipos de informática y comunicación se identificaron 42 diferentes marcas en el mercado, en tanto que para el segmento de aparatos eléctricos de consumo se identificaron 48 marcas. En el Anexo 1 se entrega el detalle de las mismas.

⁵² La razón de tratar en conjunto estos equipos radica en que tienen características comunes en cuanto a canales de comercialización y también composición.

⁵³ Fuente: Diagnóstico equipos electrónicos 2009. C y V Medioambiente.

Tabla 3-1 Principales marcas por tipo de equipo de informática y comunicaciones

MARCA	FOTOCOPIADORAS	CALCULADORAS	FAX	TELEFONOS FIJOS	TELEFONOS INALAMBRICOS
PANASONIC	X		X	X	X
SHARP	X	X	X		
BROTHER	X		X		
SAMSUNG	X		X	X	
XEROX	X		X		
TOSHIBA	X		X	X	X
LEXMARK	X		X		
HP	X	X	X		
LANIER	X		X		
CANNON	X		X		
EPSON	X		X		
TELEFONICA			X	X	X
MOTOROLA					X
GENERAL ELECTRIC				X	X
PHILIPS					X
KODAK	X				
OLIVETTI	X	X	X		
CASIO		X			
LG				X	X

Tabla 3-2 Principales marcas por tipo de aparatos eléctricos de consumo

MARCA	TELEVISORES	RADIOS Y EQUIPOS AUDIO	VIDEOCAMARAS	REPROD. DE IMAGEN	INSTR MUSICALES
LG	X	X		X	
PHILIPS	X	X		X	
SANYO	X		X	X	
TOSHIBA	X		X	X	
SHARP	X	X		X	
SAMSUNG	X	X		X	
SONY	X	X	X	X	
DAEWOO	X	X		X	
PANASONIC	X	X	X	X	
JVC	X	X	X	X	
CASIO					X

b) Puntos de venta

La información recabada desde bases de datos, páginas web y directorios comerciales de empresas identificó más de 700 puntos de venta para todos estos equipos a nivel nacional. Dentro del universo se consideraron como representativos tanto las empresas dedicadas a la venta específica de los productos bajo estudio⁵⁴ así como las cadenas de retail que también los comercializan (grandes tiendas y grandes supermercados que venden equipos eléctricos y electrónicos⁵⁵), destacándose el hecho de que la mayoría de los locales de venta son multimarcas.

⁵⁴ Incluye locales de la zona franca de Iquique, Arica y Punta Arenas.

⁵⁵ Se consideran sólo 342 grandes supermercados que venden electrónica, ya que el total de supermercados de las grandes cadenas (Cencosud, Walmart, Unimarc y Supermercados del Sur, además de Tottus) bordea los 930 locales, el cual fue el universo considerado.

El mayor número de puntos de venta corresponde a tiendas de retail a nivel de todo el país⁵⁶ (718 puntos en total considerando 342 grandes supermercados y 376 tiendas que comercializan aparatos electrónicos), las cuales realizan muchas veces a importación directa de equipos. Esta información se detalla en la Tabla 3.3 y Figura 3.1 para equipos de informática y comunicaciones, y en la Tabla 3.4 y Figura 3.2 para aparatos eléctricos de consumo. En ambos casos, la distribución geográfica observada sigue la tendencia de la población a nivel país. El detalle de las empresas identificadas por producto y su ubicación se entrega en el Anexo 1.

Tabla 3-3 Puntos de venta por región para aparatos de informática y comunicaciones

Región	Calculadoras	Fax	Teléfonos Fijos e inalámbricos	Fotocopiadoras
XV Región	7	7	7	8
I Región	36	31	31	32
II Región	42	42	42	42
III Región	26	26	26	30
IV Región	44	45	43	52
V Región	75	77	83	81
RM	256	261	293	283
VI Región	31	31	31	35
VII Región	58	58	58	60
VIII Región	64	65	66	73
IX Región	37	36	37	43
XIV Región	18	18	18	20
X Región	29	29	29	31
XI Región	6	6	6	7
XII Región	18	18	18	21
Total general	747	750	788	818

Fuente: Elaboración propia en base a datos comerciales

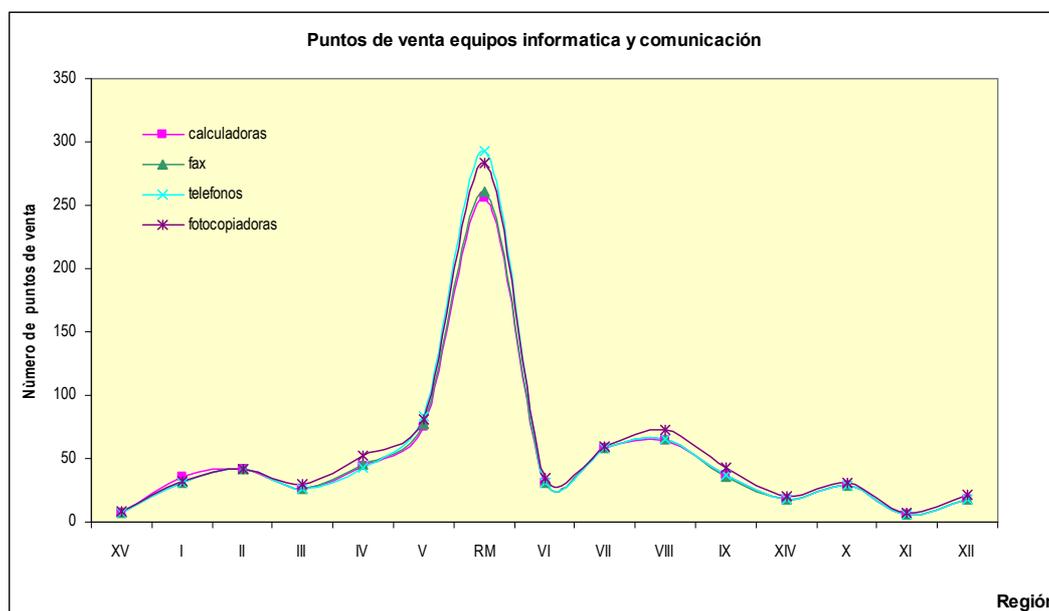


Figura 3-1 Distribución geográfica puntos de venta para equipos de informática y comunicación.

Fuente: Elaboración propia

⁵⁶ Información obtenida de páginas web de grandes cadenas de tiendas, actualizada con datos entregados por representantes de empresas del sector.

Tabla 3-4 Puntos de venta por región para aparatos eléctricos de consumo

Región	Radios y equipos de audio	Televisores y Reproductores de imagen	Videocámaras	Amplificadores de Sonido	Instrumentos Musicales
XV Región	8	8	8	7	7
I Región	37	26	26	22	22
II Región	45	44	44	45	45
III Región	26	26	26	27	27
IV Región	44	44	44	44	47
V Región	76	75	75	80	80
RM	273	258	256	273	279
VI Región	35	35	33	33	33
VII Región	66	64	64	58	60
VIII Región	69	68	68	70	69
IX Región	37	37	37	39	41
XIV Región	19	19	19	18	20
X Región	34	32	30	31	32
XI Región	6	6	6	6	6
XII Región	20	19	19	20	20
Total general	795	761	755	773	788

Fuente: Elaboración propia en base a datos comerciales

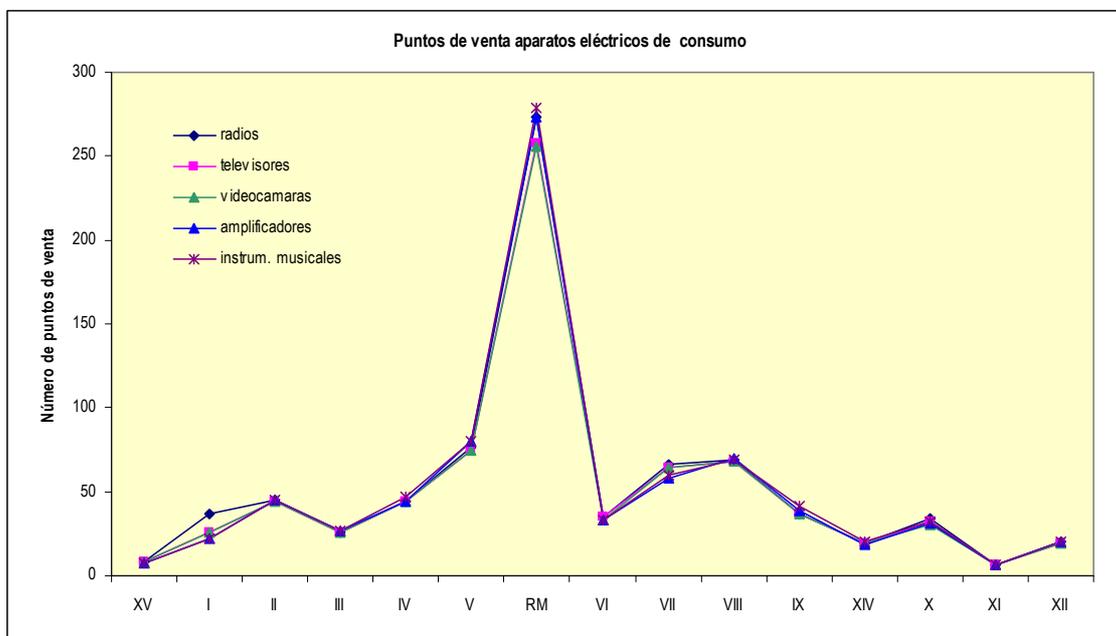


Figura 3-2 Distribución geográfica puntos de venta para aparatos eléctricos de consumo.

Fuente: Elaboración propia

c) Servicios técnicos

Se identificó un total de 125 servicios técnicos para equipos electrónicos de informática y comunicación y 271 para aparatos eléctricos de consumo a nivel de todo el país, un 37% de ellos ubicados en la Región Metropolitana, seguidos de las regiones V y VIII con un 11 y 10% respectivamente (ver Tabla 3.5). El detalle de los mismos se entrega en el Anexo 2A.

Adicionalmente, se levantó información de 60 casas de remate existentes a nivel nacional, considerando que existe un flujo no determinado de equipos fuera de uso desde empresas o retail que estaría siendo entregado a estos intermediarios para venta, considerando eventualmente una reparación y segundo uso (ver Anexo 2B). Para más detalles ver sección 3.2.4.

d) Empresas de recuperación, acopio, reciclaje y disposición

Dentro del estudio se identificó un total de 11 empresas autorizadas relacionadas al transporte, acopio, recuperación, reciclaje o disposición de equipos electrónicos, 8 de ellas en la Región Metropolitana y 3 en la VIII región (ver detalles en Anexo 3) Adicionalmente se detectaron avisos por Internet que publicitan el retiro de estos equipos, pero solo informan números telefónicos⁵⁷,

Las empresas que incluyen el reciclaje de los residuos específicos bajo estudio son: Degraf, Recycla, Comec, Chilerecicla, Midas y Vigan, además de IQElectronics (actualmente sólo recuperación y acopio) y Manuel Llanos Bastías (sólo acopio). Entre las empresas que reciben la fracción peligrosa de estos residuos se encuentra Hidronor en la RM (con centros de acopio transitorio en la II y VIII Región) y Copiulemu y Hera Ecobio en la VIII Región.

Tabla 3-5 Empresas formales relacionadas a reparación, reciclaje y disposición

Región	Servicios Técnicos Equipos Informática y Comunicación	Servicios Técnicos Aparatos Eléctricos de Consumo	Reciclaje y Disposición de Residuos Electrónicos
XV Región	1	6	0
I Región	4	9	0
II Región	3	12	0
III Región	4	4	0
IV Región	7	14	0
V Región	11	32	0
RM	52	96	8
VI Región	6	12	0
VII Región	4	17	0
VIII Región	11	27	3
IX Región	7	23	0
XIV Región	5	7	0
X Región	5	1	0
XI Región	1	2	0
XII Región	4	9	0
Total general	125	271	11

Fuente: Elaboración propia basada en bases de datos comerciales

Del análisis anterior se determina que la mayor proporción de empresas relacionadas a los productos en estudio se concentran en la zona centro del país, con predominio entre la Región Metropolitana (cerca del 50%) y la V región, siguiendo en importancia la VIII Región por el sur. Dicha proporción es directamente dependiente de las zonas de mayor concentración de población. (RM, V y VIII región)⁵⁸.

⁵⁷ Dentro de este diagnóstico, las instancias no autorizadas no se consideran empresas de gestión de RAEE, sino más bien asociaciones informales.

⁵⁸ Datos Censo 2002 y encuesta CASEN 2006

3.2 CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DEL SECTOR

3.2.1 Determinación del Tamaño del Sector e Importancia

La determinación del tamaño actual del sector se determinó en base a la información de los flujos de importación y exportación para los equipos considerados, ya que si bien no corresponden directamente a las ventas anuales, sí permiten establecer el flujo de equipos que queda disponible en el país y, a futuro, el flujo de residuos anual y acumulado. Adicionalmente se obtuvieron datos de tasas actuales de uso para algunos de estos equipos, en particular televisores y teléfonos fijos.

De acuerdo a datos de actualización del último censo del INE, se estima un promedio de 2,3 televisores por hogar a nivel nacional⁵⁹. Esto daría al año 2010 un total de 11.798.911 televisores en uso. Para el caso de radios y equipos de audio no se encontró una estadística actualizada pero se estima una tasa similar en la actualidad. Al 2006 se estimaba que un 50% de los hogares contaba con equipos de reproducción del tipo DVD.⁶⁰

Para los teléfonos fijos existen actualmente cerca de 21 líneas en servicio por cada 100 habitantes, lo que implica un total de 3.564.351 líneas en todo el país, donde la participación de líneas residenciales, llegó, en el 2009, al 65,5%, en tanto las líneas comerciales bordean el 33,5%⁶¹. Considerando un promedio de 1,5 aparatos telefónicos por línea se llega a un total de 5.346.527 aparatos en uso.

En el segmento de Telefonía Fija participan 16 empresas (Figura 3.3): CMET, Telsur, Telefónica, CTR, Netline, Entelphone, RTC, GTD Manquehue, Telcoy, GTD Telesat, VTR, WILL, Telmex, Fullcom, Quantax y Chile.Com. Telefónica Chile posee el mayor porcentaje y siguen en orden de importancia VTR, Telsur y Entelphone.

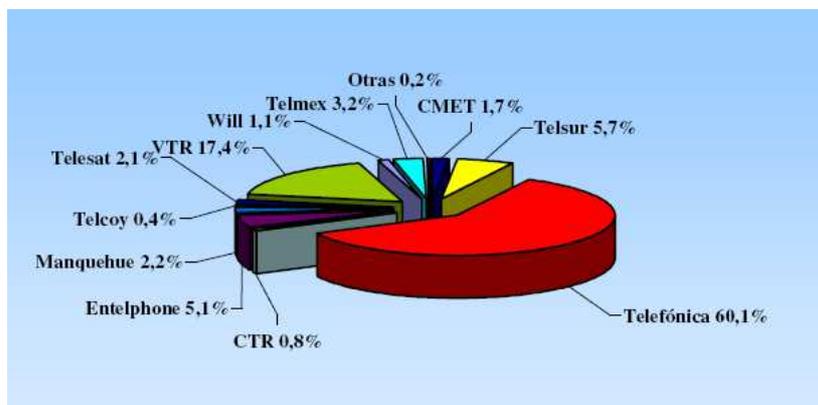


Figura 3-3 Distribución de empresas de telefonía fija
Fuente Subtel 2009

3.2.2 Evaluación de Productos Comercializados en Chile

a) Importación y origen de los productos

La evolución histórica de las importaciones de los productos bajo estudio se recabó desde registros del Servicio de Aduanas (Estacomex) y Banco Central, la cual se detalla en las siguientes tablas. Un mayor detalle de dicha información se presenta en el Anexo 4, por código de producto y principales países de origen para las glosas de productos más relevantes.

⁵⁹ La estimación de personas por hogar ha disminuido de un promedio de 3,6 personas en el 2002 a 3,3 en el 2005. La población proyectada al 2009 es de 16.928.873 habitantes. Fuente: INE.

⁶⁰ Fuente: datos estadísticos INE.

⁶¹ Fuente: www.subtel.cl.

Tabla 3-6 Datos de importación (unidades) equipos de informática y comunicaciones (2002-2009)

Año	Teléfonos	Equipos de Fax	Calculadoras	Fotocopiadoras
2002	443.863	27.661	1.782.670	35.736
2003	446.940	24.720	1.767.582	26.253
2004	627.000	26.894	2.406.669	89.033
2005	630.000	21.038	2.329.834	217.541
2006	848.000	19.058	2.374.825	282.652
2007	3.588.000	20.964	2.194.714	310.917
2008	3.336.000	18.867	4.430.638	279.825
2009	3.618.000	16.981	1.424.882	251.843

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas, Indicadores Comercio Exterior Banco Central

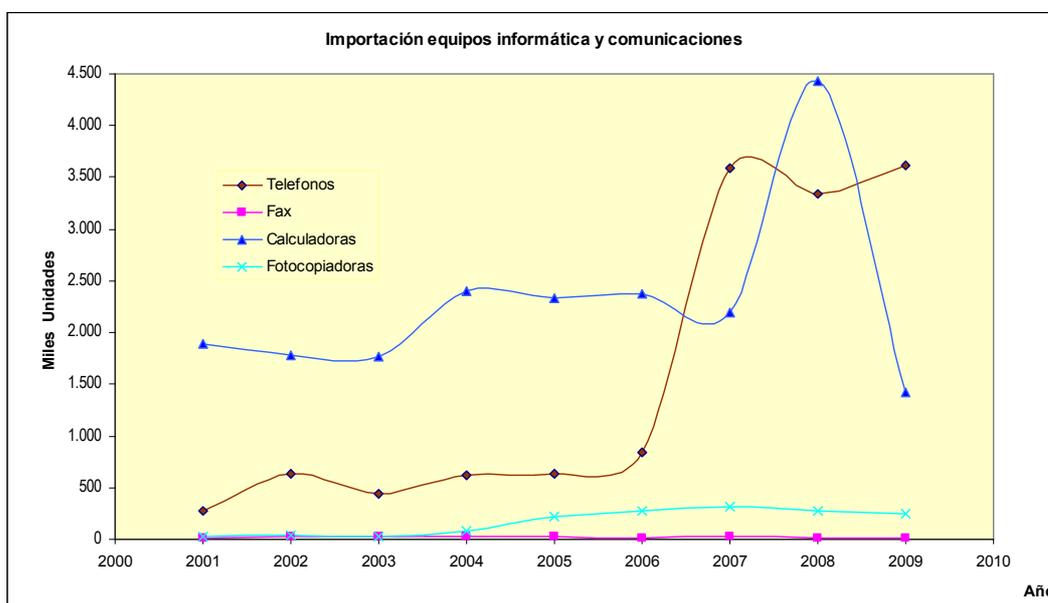


Figura 3-4 Importación equipos informática y comunicaciones

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas, Indicadores Comercio Exterior Banco Central

Tabla 3-7 Importación (unidades) de aparatos eléctricos de consumo (2002-2009)

Año	Televisores	Radios y equipos audio	Videocámaras	Videos y otros reproductores imagen	Amplificadores de Sonido	Instrumentos Musicales
2002	518.982	1.014.428	54.084	254.054	138.550	12.454
2003	649.463	1.117.785	98.618	374.388	220.882	24.112
2004	670.209	1.444.203	152.784	645.798	225.068	30.022
2005	950.531	3.442.000	332.871	1.337.671	201.466	20.345
2006	1.383.000	4.111.070	322.022	1.783.610	180.219	63.915
2007	2.437.000	4.598.000	1.165.504	1.196.247	179.722	32.866
2008	2.693.000	3.275.000	850.785	1.254.490	210.136	29.904
2009	1.958.000	2.317.000	852.216	791.148	130.447	22.792

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas, Indicadores Comercio Exterior Banco Central

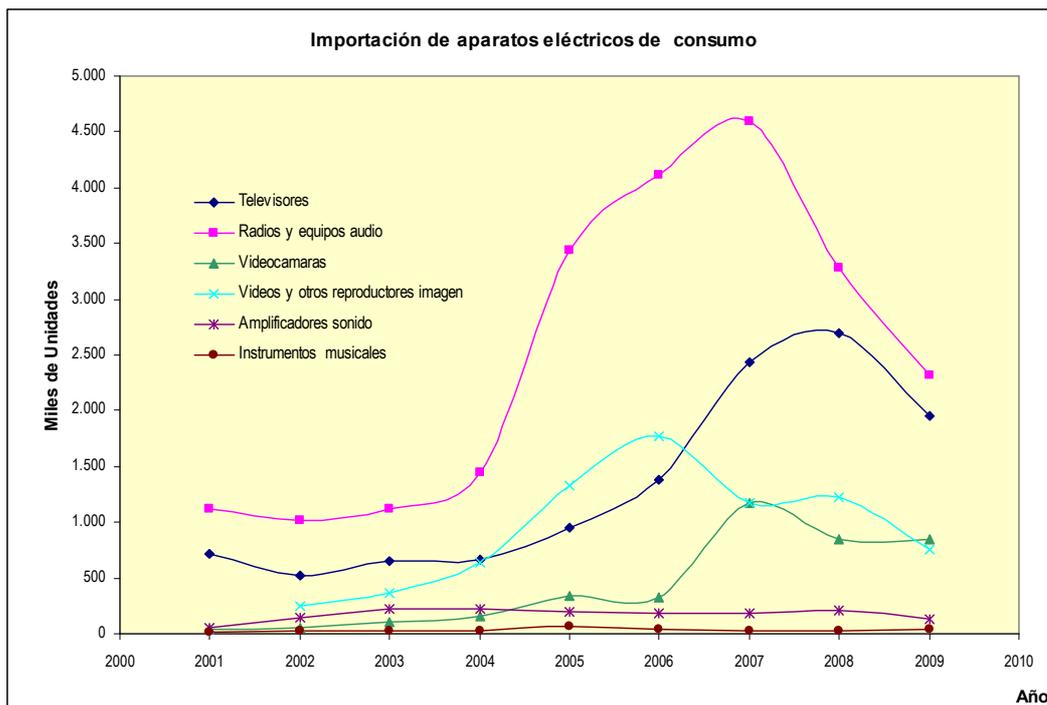


Figura 3-5 Importación aparatos eléctricos de consumo

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas, Indicadores Comercio Exterior Banco Central

La siguiente tabla indica los principales países de origen por tipo de producto.

Tabla 3-8 Principales países de origen de los productos (base año 2009)

Equipo	Principales países de origen
Teléfonos	China
Fax	China, Malasia
Calculadoras	China, Japón
Fotocopiadoras	Japón, China, Estados Unidos
Amplificadores sonido	China
Videocámaras y videos	China, Estados Unidos, Japón
Equipos audio y sonido	China, Estado Unidos
Televisores	México, China, Corea del Sur
Instrumentos musicales	China

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas

b) Exportaciones

En el análisis de información disponible del Servicio de Aduanas se determinó un nivel muy bajo de exportación para estos equipos (en los casos que existe menos de 3000 unidades anuales). El porcentaje promedio de la exportación frente a la importación no supera del 0,5 al 1% por lo que el efecto en el flujo de productos disponibles en el país es mínimo como se observa a continuación.

c) Balance de equipos disponibles en el país

La cantidad de equipos disponibles en el país se estimó en base al balance entre la importación y exportación, según el detalle que se muestra en la Tabla 3.9 y 3.10.

Tabla 3-9 Equipos de informática y comunicaciones disponibles en el país
(Unidades, período 2002-2009)

Año	Teléfonos	Equipos de Fax	Calculadoras	Fotocopiadoras
2002	443.863	27.506	1.781.243	35.248
2003	446.940	24.712	1.766.841	25.789
2004	627.000	26.695	2.406.176	88.552
2005	630.000	20.929	2.328.177	214.469
2006	848.000	18.841	2.367.698	279.859
2007	3.588.000	20.854	2.193.604	308.312
2008	3.336.000	18.778	4.429.952	277.514
2009	3.618.000	16.851	1.422.689	249.703

Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de importación y exportación

Tabla 3-10 Aparatos eléctricos de consumo disponibles en el país
(Unidades, período 2002-2009)

Año	Televisores	Radios y equipos audio	Videocámaras	Videos y reproductores imagen	Amplificadores de Sonido	Instrumentos Musicales
2002	518.520	1.014.428	54.084	254.054	138.381	12.452
2003	646.633	1.117.785	98.618	374.388	218.913	24.106
2004	666.699	1.444.203	152.784	645.798	219.067	30.022
2005	949.414	3.442.000	332.871	1.337.671	197.521	20.345
2006	1.381.424	4.111.070	322.022	1.783.610	176.747	63.772
2007	2.435.790	4.598.000	1.165.504	1.196.247	178.641	32.866
2008	2.691.870	3.275.000	850.785	1.254.490	208.292	29.904
2009	1.956.920	2.317.000	852.216	791.148	129.011	22.753

Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de importación y exportación

3.2.3 Evolución del Sector y Proyecciones para los Próximos 10 Años.

La tasa de crecimiento del sector hasta el 2008 fue superior al 10 % para todos los equipos, verificándose una baja importante entre el 2008 y 2009 para la mayoría de ellos dada la condición de la economía mundial, por ello se asume que el crecimiento de los próximos años no superará el 5% en forma conservadora. Los datos de esta proyección se entregan en las tablas siguientes.

Tabla 3-11 Proyección de crecimiento equipos de informática y comunicaciones (unidades)

Año	Teléfonos	Equipos de Fax	Calculadoras	Fotocopiadoras
2010	3.798.900	17.694	1.493.823	262.188
2011	3.988.845	18.578	1.568.515	275.298
2012	4.188.287	19.507	1.646.940	289.062
2013	4.397.702	20.482	1.729.287	303.516
2014	4.617.587	21.507	1.815.752	318.691
2015	4.848.466	22.582	1.906.539	334.626
2016	5.090.889	23.711	2.001.866	351.357
2017	5.345.434	24.897	2.101.960	368.925
2018	5.612.705	26.141	2.207.058	387.371
2019	5.893.341	27.449	2.317.410	406.740
2020	6.188.008	28.821	2.433.281	427.077

Tabla 3-12 Proyección de crecimiento aparatos eléctricos de consumo (unidades)

Año	Televisores	Radios y equipos audio	Videocámaras	Videos y otros reproductores imagen	Amplificadores de Sonido	Instrumentos Musicales
2010	2.054.766	2.432.850	894.827	830.705	135.462	23.891
2011	2.157.504	2.554.493	939.568	872.241	142.235	25.085
2012	2.265.380	2.682.217	986.547	915.853	149.346	26.339
2013	2.378.648	2.816.328	1.035.874	961.645	156.814	27.656
2014	2.497.581	2.957.144	1.087.668	1.009.728	164.654	29.039
2015	2.622.460	3.105.002	1.142.051	1.060.214	172.887	30.491
2016	2.753.583	3.260.252	1.199.153	1.113.225	181.531	32.016
2017	2.891.262	3.423.264	1.259.111	1.168.886	190.608	33.617
2018	3.035.825	3.594.427	1.322.067	1.227.330	200.138	35.297
2019	3.187.616	3.774.149	1.388.170	1.288.697	210.145	37.062
2020	3.346.997	3.962.856	1.457.579	1.353.132	220.653	38.915

3.2.4 Canales de Comercialización de Productos y Manejo de Residuos

- **Productores y distribuidores**

A nivel nacional el flujo de comercialización de equipos nuevos se inicia con el importador, el cual puede comercializar directamente o entregar el producto a locales de distribución. Se incluye aquí también a las empresas de retail, que suelen actuar como importadores y como distribuidores, por lo cual la principal característica de este mercado es una gran cantidad de distribuidores a lo que se suma una amplia variedad de marcas.

Por lo anterior, la comercialización de artículos electrónicos distingue tres áreas bien definidas: tiendas de retail (grandes tiendas y supermercados), comercio general (tiendas específicas de marca, tiendas regionales o negocios pequeños), y zona franca o libre de impuestos.

En la actualidad el predominio lo tiene el retail a través de sus locales establecidos a lo largo de todo el país. Estas grandes tiendas ofrecen todas las marcas establecidas en el país e incluso algunas importan sus propios artículos bajo una determinada marca creada por ellos mismos. En todos los casos existen las garantías respectivas y servicios técnicos oficiales, los que en ocasiones operan recepcionando los artículos en la misma tienda.

El comercio general también ofrece marcas establecidas en Chile con sus respectivas garantías y servicio técnico oficial.

Las importadoras ubicadas en las zonas libres de impuestos presentan los dos extremos, tanto artículos de marca establecida como artículos de marcas de bajo costo sin representación en el país. En este último caso no existen garantías, lo cual puede constituir un problema para el usuario que visita esas zonas y compra un artículo que luego lleva a otra región, o también para el manejo posterior de los equipos fuera de uso de los consumidores finales en dichas regiones (y también las mermas de las mismas empresas que los comercializan), pues actualmente no sería posible sacarlos de dichas regiones para poder gestionarlos en otros lugares del país, pues no existen a la fecha alternativas de manejo en las zonas referidas.

Es importante recalcar que prácticamente todos los equipos disponibles en el país son importados, detectándose sólo un caso en productos de telefonía inalámbrica donde la empresa importa los componentes y arma los equipos en el país. No obstante, se debe

precisar que en Chile existen empresas productoras de equipos electrónicos pero que se orientan fundamentalmente a equipos e instrumentos de control automático, equipos médicos e infraestructura de comunicaciones para sectores industriales específicos, no para productos de consumo masivo.

- **Consumidores (primer uso)**

Respecto al destino de la mayoría de los productos bajo estudio el grupo más importante de consumidores correspondería en general a hogares particulares, comercio y pequeñas empresas que los adquieren normalmente en tiendas de retail, tanto para los aparatos eléctricos de consumo, como para los aparatos telefónicos y calculadoras. Sólo en el caso de fotocopiadoras y fax podría pesarse en un mayor predominio de empresas e instituciones. Un caso particular corresponde en general a los equipos de comunicaciones, los cuales hoy en día se entregan en comodato, es decir, al dar término al servicio se debe devolver el equipo a la empresa; lo mismo ocurre si existe un cambio de equipo por falla o cambio a una nueva tecnología. Una situación similar se observa frecuentemente en los grandes equipos de fotocopiado.

Las grandes empresas y las instituciones de gobierno normalmente compran equipos a empresas importadoras o grandes retail y al término de la vida promedio de los mismos, éstos se rematan (sin conocer destino posterior) o algunos son enviados a instalaciones de reciclaje.

Las casas de remate de tipo general desarrollan subastas como también venta directa por consignación de productos electrónicos provenientes de distintas empresas, que se los entregan. Adicionalmente algunas efectúan remates o venta directa de equipos provenientes directamente del retail, muchos de ellos sin uso o con pequeñas imperfecciones (carentes de garantía), producto de malas manipulaciones en su transporte, o en muchos casos por cambios de modelos (más recientes) en dichos artículos.

- **Servicios Técnicos y reacondicionadores (segundo uso)**

Los Servicios Técnicos recuperan equipos, partes o componentes para extender el ciclo de vida de los aparatos electrónicos. Pueden ser empresas que brindan soporte técnico para marcas establecidas en distintas regiones o ciudades (servicios técnicos oficiales), los que normalmente están claramente identificados en la información que entregan los proveedores (paginas web), o bien empresas particulares que reparan equipos por cuenta propia (y en algunos casos también venden equipos reparados), a los que se recurre comúnmente por su menor costo pues operan para artículos de diferentes marcas cuya garantía ya ha expirado. Quienes hacen un mayor uso de estos servicios son los consumidores particulares y las pequeñas empresas.

Dentro de los denominados servicios técnicos oficiales se suele dar la representación de más de una marca, sobretodo en regiones. En algunos casos éstos remiten los artículos en reparación directamente a los servicios matrices de la marca ubicados en Santiago.

La existencia de los servicios técnicos "no oficiales" obedece a varios factores: marcas sin representación, o desaparecidas, técnicos desligados de servicios oficiales, o que simplemente se han dedicado por años a esta actividad, sobretodo en aquellos lugares donde no existe un servicio oficial).

Para los equipos en estudio no se ha identificado un canal de reacondicionamiento y reuso social. para donaciones, como ocurre con los computadores. Pero existe otro canal de reacondicionamiento, ya que producto de la gran cantidad de proveedores en el mercado se ha generado un flujo importante de equipos que son recuperados por las propias empresas, sobretodo en el sector de comunicaciones, para su retorno al mercado. Hoy en día la mayoría de las empresas de telefonía y televisión digital entrega equipos en comodato y, al termino del contrato o bien cuando ocurren fallas, la empresa se hace cargo de retirar el equipo

antiguo, el cual envía a instalaciones de reacondicionamiento para su potencial recuperación y retorno al mercado para un nuevo uso o bien, si no es posible, destinarlos a reciclaje⁶²

No obstante se reconoce que existe una comercialización importante de partes, accesorios o equipos completos de segundo uso o reacondicionados en ferias persas, donde coexisten pequeñas y grandes tiendas o en algunas zonas comerciales como San Diego. El origen de los equipos es principalmente desde empresas que venden sus equipos en remates pero también se compran equipos a personas naturales que colocan avisos en prensa o Internet.

- **Almacenamiento temporal**

Un elemento adicional en el ciclo de vida a nivel nacional (y otros países de Latinoamérica) es la costumbre de almacenar un equipo electrónico que ha llegado al final de su vida útil o está obsoleto, lo cual parece obedecer a una práctica cultural⁶³, ya que los usuarios no lo consideran un desecho y más bien piensan en venderlo o regalarlo.

Otro punto de eventual almacenamiento ocurre para los equipos enviados a reparar en servicios técnicos (oficiales y no oficiales) y que son abandonados por sus dueños, ya sea porque son irreparables o porque se considera que el costo de reparación es muy alto.

Lo anterior podría representar una ventaja temporal para poder desarrollar una estrategia de manejo ambiental, pero actualmente los destinos, luego del almacenamiento temporal pueden ser muy variados: desde la reventa a terceros, la entrega a recicladores informales, la disposición junto a residuos domiciliarios en rellenos sanitarios o vertederos, o la disposición en sitios no autorizados.

- **Recuperadores, recicladores y empresas de disposición final**

Como ya se ha mencionado, actualmente se encuentran en operación 8 empresas autorizadas en la RM que recuperan y acopian o separan componentes de algunos residuos electrónicos y una en la VIII Región, así como 3 destinatarios autorizados para residuos peligrosos (uno en la RM y 2 en la VIII región). Las empresas de reciclaje separan componentes útiles antes de enviar a disposición final la fracción no reciclable.

Existe además un **mercado informal importante**, que usa el residuo como fuente de recursos, dentro del cual se puede distinguir al recolector primario y al reciclador informal.

Se estima que el recolector primario puede tener un rol importante en la gestión de estos residuos, dado que funciona como un intermediario. Cuando es posible, comercializa el equipo para su reparación o rearmado como repuesto pero normalmente en ferias libres o mercados persas. Aunque no cuantificable, este mercado provoca un reuso del producto, o a lo menos parte de él, minimizando en parte la generación de residuos, pero requiere un mayor control y obviamente la formalización de su actividad, pues cuando un equipo ya no tiene ningún valor en el mercado informal, existe el riesgo que termine en vertederos ilegales o microbasurales, lo que constituye un daño perjudicial para el medio ambiente y la salud⁶⁴.

El mercado de reciclaje informal (e ilegal) utiliza mano de obra no calificada y tiene su mercado en el negocio de la chatarra metálica, compradores de plásticos u otros materiales. En este mercado participa una diversa gama de actores individuales o cooperativizados que tienen en común la compra/venta de rezagos como posibilidad de subsistencia⁶⁵. Algunos de ellos se publicitan actualmente a través de direcciones de Internet o sólo números telefónicos, sin indicar dirección física y no existe control de la actividad que realizan ni de la disposición final de los desechos que generan.

⁶² La tasa de recuperación es aproximadamente de un 80%. Fuente: empresas del sector.

⁶³ Fuente: Roa F., 2007

⁶⁴ Fuente: ECOING, 2010

⁶⁵ Fuente: Fernández, 2007

La figura siguiente resume el sistema de comercialización que actualmente opera en el país y la situación de manejo de los residuos generados.

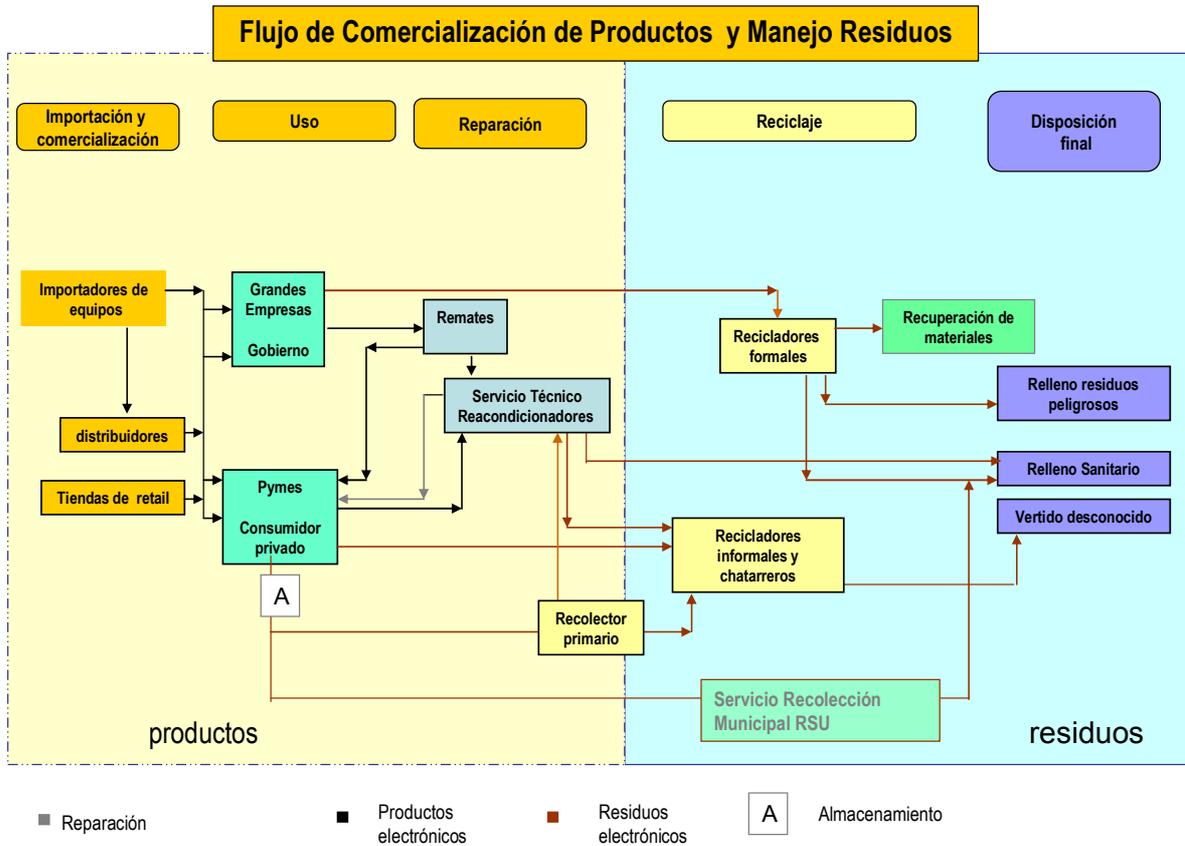


Figura 3-6 Flujo de comercialización de productos y manejo de residuos

3.2.5 Tipo, Características y Composición de Productos Comercializados

Las características y composición de los equipos electrónicos bajo estudio han cambiado paulatinamente con los años. En la actualidad la mayoría de los fabricantes está tendiendo a reducir el peso de los mismos, hacerlos energéticamente más eficientes, y reduciendo el uso de sustancias peligrosas al término de su vida útil, en función de las nuevas normativas en el tema (ver capítulo 2). Por tanto son los equipos más antiguos los que presentan una mayor proporción de componentes potencialmente peligrosos, tal como se detalla a continuación.

A pesar de que algunas de las sustancias presentes en un equipo electrónico pueden presentar riesgos en su reciclado o eliminación al final de su vida útil, es importante señalar que ellas se han utilizado con el fin de reducir riesgos a la salud humana durante el uso del producto. Esto incluyó el uso de plomo en pantallas CRT, para proteger a los usuarios de los efectos de los rayos X y el uso de retardantes de llama en plásticos para reducir el riesgo de sobrecalentamiento y potencial fuego. Actualmente no hay sustituto técnico para el plomo en las CRT, pero este tipo de pantallas rápidamente se está sustituyendo por sistemas LCD y similares.

Los equipos electrónicos poseen una baja proporción de compuestos clasificados como peligrosos (menor al 1% en promedio), los cuales se encuentran en forma sólida y no dispersable, no existiendo riesgo de exposición humana o emisiones al ambiente por su uso

en contacto normal directo, incluyendo el desmontaje manual (que normalmente ocurre en operaciones de reparación)⁶⁶.

La producción y liberación de sustancias tóxicas se podría transformar en un problema para la salud y el ambiente **en operaciones de reciclaje o disposición inadecuada** (por ejemplo uso de quema sin control para separar componentes o disposición en rellenos sanitarios junto a residuos urbanos o en vertederos ilegales).

Los metales constituyen el núcleo principal de los residuos eléctricos y electrónicos, y su reciclaje es técnicamente factible. Para recuperarlos se necesita menos energía (10 a 15 % de la requerida en un proceso tradicional de extracción⁶⁷ y se generan menos desechos (potencialmente, un 98% menos), que para extraerlos de la naturaleza. Además de su valor monetario, los metales reciclados poseen también un valor ambiental único: pueden durar para siempre, lo que los convierte en un recurso fundamental. El segundo componente fundamental son los plásticos y, en algunos casos el vidrio.

El contenido promedio de diversos materiales para algunos de los productos bajo evaluación se indica en las siguientes tablas.

Tabla 3-13 Composición promedio materiales en algunos equipos eléctricos y electrónicos

Material	Televisores CRT	Televisores LCD	Grandes equipos (fotocopiadoras)	Aparatos eléctricos de consumo (Mezcla)
Metales	8.0%	43.8%	68.6%	56.8%
Plásticos	36.4%	21.3%	13.1%	21.1%
Mezcla Metal y Plásticos	2.2%		6.2%	7.9%
Cable	0.1%		2.6%	2.8%
Vidrio	53.2%	28.2%	1.9%	0.2%
Tarjetas circuitos impresos	-	6.7%	4.6%	1.2%
Fracción peligrosa	0.1%	-	0.1%	1.6%
Otros (embalajes)			3.1%	8.4%

Fuente SWICO 2008

Tabla 3-14 Composición genérica de los RE

MATERIALES	COMPOSICIÓN (%)
Hierro y acero	47,9
Plásticos de combustión no retardada	15,3
Cobre	7,0
Vidrio	5,4
Plásticos de combustión retardada	5,3
Aluminio	4,7
Otros	4,6
Tarjetas de circuitos impresos	3,1
Madera y madera contrachapada	2,6
Cerámica	2,0
Otros materiales no ferrosos	1,0
Goma	0,9

Fuente: European Centre on Resource and Waste Management (2009)

⁶⁶ Fuente: CNPML. 2008. Manual técnico para el Manejo de Residuos eléctricos y electrónicos. Colombia

⁶⁷ Fuente: BIRD. 2008. Report on the environmental benefits of recycling. Imperial College. London

Los plásticos son uno de los principales componentes en los equipos electrónicos y se utiliza una amplia variedad, la que se detalla en la Tabla 3.15. La mayoría son termoplásticos, con excepción de las resinas epoxi, que son termoestables.⁶⁸

Tabla 3-15 Tipos de plásticos usados en equipos electrónicos

Nombre	Descripción	Aplicación
ABS Acrilonitrilo Butadien Estireno	Los polímeros ABS son el copolimero de acrilonitrilo y estireno endurecido por el polibutadieno. Resistente a altos impactos.	TCI (Carcasa y partes interiores), la mayoría de las carcasas de los equipos
PVC Cloruro de polivinilo	En forma pura: blanco, duro y quebradizo. Buena resistencia eléctrica y a la llama. Propiedades totalmente variables según los aditivos aplicables: Si es incinerado genera dioxinas y furanos clorados de alta toxicidad	Conducto y envoltura de cables
HIPS Poliestireno de alto impacto	Copolímero con poliestireno y polibutadieno. Duro y rígido resistente a altos impactos.	Carcasas de aparatos electrónicos
PP Polipropileno	En forma pura blanco e incoloro, ligero, semi-rígido, buena dureza, buena resistencia al calor, buenas propiedades eléctricas superficie dura y lustrosa. Aspecto y propiedades variables según los aditivos	Línea marrón TIC
PPO Poli(fenileno óxido)	Quebradizo, se utiliza a menudo en mezcla con HIPS	Carcasas
EP Resina Epoxi o poliepóxido	Aislados, rígidos, resistente a químicos	Capas aislantes de las TCI, transistores, circuitos integrados (chip)
PC Policarbonato	Transparente, resistente a altos impactos, buenas propiedades eléctricas. Aspecto y propiedades variables según aditivos	Carcasas de aparatos
HDPE (PEAD) Polietileno de Alta densidad	Duro, opaco. Más rígido que los PE de baja densidad. Muy buena resistencia a alto impacto.	
PC/ABS	Combina las propiedades de PC y ABS: resistente a altos impactos superficie resistente al rayado	

Fuente: CNPML, 2008.

Los plásticos no representan en sí un riesgo de toxicidad. Pero algunos aditivos incorporados para cambiar sus propiedades pueden causar riesgo ambiental y/o a la salud humana, como es el caso de la aplicación de pigmentos con metales, como plomo, cromo y cadmio, o el uso de retardantes de llama.

Los retardantes de llama Bromados por lo general se encuentran en componentes de HIPS (poliestireno de alto impacto). Otros plásticos, como ABS/PC o PPO/PS, no contienen retardantes y en el PVC casi no se utilizan. Se ha eliminado su uso completamente en muchos nuevos equipos en el mercado, al igual que los pigmentos con metales desde el año 2006 con el fin de cumplir las directrices de la Directiva RoHS de la Unión Europea.

a) Componentes específicos presentes en diferentes equipos

- **Tarjetas de circuito impreso (TCI)**

Las TCI se utilizan en una amplia gama de aparatos, pues son un medio para conectar eléctricamente componentes eléctricos, a través de rutas de material conductor, grabados desde hojas de cobre laminadas sobre un sustrato no conductor.

⁶⁸ En general, un termoplástico se funde si es calentado y endurece si se enfría. Un plástico termoestable no se funde fácilmente. Fuente: CNPML, 2008.

Las TCI contienen hierro y otros metales no ferrosos como aluminio y cobre. En las TCI de alta calidad se encuentran metales nobles como oro, plata, platino y paladio. Según datos referenciales una TCI up-grade puede contener cerca de 200 ppm de oro y una low-grade cerca de 50 ppm⁶⁹. No obstante, pueden contener elementos peligrosos como pilas o condensadores, que pueden y deben ser retirados en forma previa.

- **Condensadores⁷⁰**

Los condensadores se encuentran en los aparatos de casi todas las categorías, desde los electrodomésticos hasta las tecnologías de informática y comunicación. Se han utilizado principalmente condensadores electrolíticos y condensadores de papel con posibles contenidos de bifenilos policlorados (PCB). Por lo tanto se recomienda clasificar los condensadores como residuos peligrosos y separar todos los condensadores electrolíticos mayores a 25mm de diámetro o largo, y los que contienen PCBs.

Los condensadores electrolíticos contienen compuestos inorgánicos, ácidos orgánicos con diversos disolventes y aditivos de la corrosión (tales como lactosa y amidas) y por lo tanto sustancias de riesgo para el componente agua.

Los condensadores de papel se denominaban como "condensadores de clophen" porque frecuentemente se utilizó PCB como electrolito. El potencial de peligro de los condensadores surge de la toxicidad de los PCBs mismos, de su baja biodegradabilidad y de la alta acumulación de los PCB en el ecosistema. Adicionalmente, debido a su producción, posiblemente contienen dibenzodioxinas y dibenzofuranos policlorinados respectivamente y además son la causa para que se produzcan los mismos en caso de un tratamiento térmico.

En los condensadores con cerraduras de metal existe una mayor probabilidad de encontrar PCB que en los con cerraduras de resina plástica. Por otra parte, en los condensadores con carcasas de plástico no pueden contener PCB.

Los condensadores con posible contenidos de PCB se encuentran por lo general en antiguas fotocopiadoras y dispositivos de teléfono.

- **Pantallas planas**

Las pantallas LCD de diferentes tamaños se pueden encontrar en una gama creciente de aplicaciones y dispositivos (teléfonos, fax, fotocopiadoras, entre otros). Éstas pueden incluir diodos de luz que contienen mercurio.

Además, la parte principal de una gran cantidad de televisores actuales es la **Pantalla LCD** como tal. Los principales materiales valiosos de este tipo de aparatos son los metales preciosos contenidos en las diferentes tarjetas de circuito impreso. Algunas veces también se pueden encontrar componentes con alto contenido de cobre, partes de aluminio y de metales ferrosos. Los televisores de pantalla plana por lo general contienen un alto porcentaje de plástico.

Las pantallas de plasma usan fósforo alterado con gases nobles que muestra los píxeles en la pantalla y los dota de color. Si bien este tipo de tecnología se inventó en 1964, sólo recientemente se comenzó a utilizar de forma masiva en el mercado de televisores.

Otra alternativa existente son las pantallas LED (de diodo emisor de luz). Las ventajas de este tipo de pantallas radican en un consumo de energía 30 a 40% menor que el de las pantallas LCD y no contienen mercurio.

b) Sistemas en desaparición: televisores con pantalla CRT⁷¹

Actualmente, los televisores con pantalla de tubos de rayos catódicos (CRT) están desapareciendo del mercado de los equipos nuevos. Sin embargo, por el mayor promedio de

⁶⁹ Fuente: EMPA 2008

⁷⁰ Fuente: CNPML, 2008.

⁷¹ Fuente: CNPML, 2008

uso de estos equipos probablemente seguirán apareciendo en el flujo de residuos por algunos años más. Los Componentes de un monitor CRT que contienen sustancias peligrosas, en general, son:

- Tubo de rayos catódicos (CRT).
- Pilas y condensadores en tarjetas de circuito impreso TCI.
- Condensadores grandes.
- Pequeñas pantallas LCD y LED.
- Pilas y baterías.
- "Getterpills" detrás del cañón de electrones o en el cono.

En los monitores, normalmente varias TCI conjuntas están instaladas en el "chasis de las TCI", que corresponde a un bastidor de metal. Los condensadores grandes por lo general se ubican cerca de la fuente de poder o en el "chasis de TCI". Las baterías de compensación se encuentran cerca del receptor (en caso de aparatos con control remoto) o en las TCI (por ejemplo aparatos con función "modo en espera"). En la parte delantera del aparato en ciertos casos se pueden encontrar pequeñas pantallas de LED o LCD.

Las pantallas CRT contienen plásticos, los cuales han sido tratados con retardantes de llama bromados y por ende necesitan un manejo posterior adecuado. También se pueden encontrar mezclas metal-plástico que no se pueden separar fácilmente.

Los getterpills son elementos constituidos por aleaciones de algunos metales (principalmente Bario) con capacidad para quimiosorber gases residuales presentes en equipos como los CRT manteniendo el vacío necesario dentro del mismo, captando y eliminando las impurezas que quedan retenidas en su superficie.

Las pantallas contienen una serie de óxidos metálicos en diferentes concentraciones dependiendo si se trata del vidrio frontal (con menor contenido de plomo), tubo o parte central, o cuello de los CRT, según se muestra en la siguiente figura.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	PbO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂		SrO	ZnO	As ₂ O ₅	Sb ₂ O ₅
PANTALLA COLOR TV	61.00	2.70	0.07	1.50	0.75	0.05	8.30	7.25	0.40		5.00	0.85	0.02	0.25
TUBO TV	55.50	3.50	0.06	2.60	1.40	18.70	6.55	8.75	0.05		0.33	0.08	0.01	0.05
PANTALLA COLOR PC	59.00	2.10	0.20	1.20	0.40	0.10	6.60	7.30	0.60		8.70	0.95	0.02	0.50
TUBO PC	53.00	3.60	-	3.50	1.50	20.25	5.45	8.05	0.07		0.50	0.10	-	-
VIDRIO PLANO	66.17	1.15	0.28	8.75	2.92	0.02	11.69	2.19	0.07		-	-	-	-

Tabla 1. Composición vidrios en peso (%)

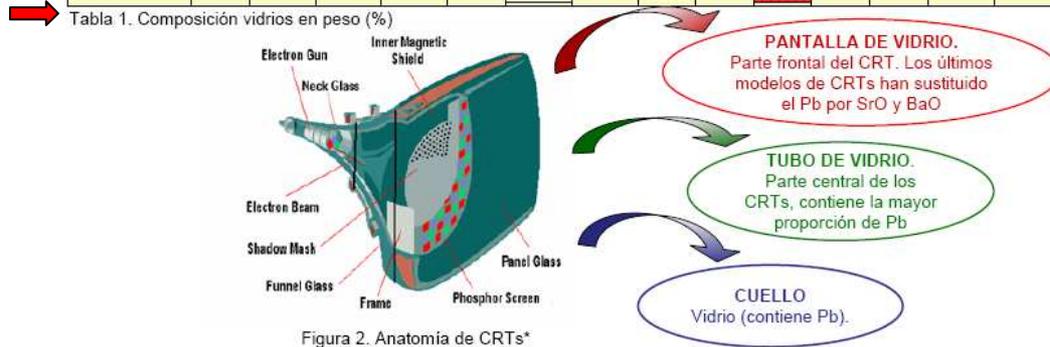


Figura 2. Anatomía de CRTs*

*Characterization of Lead Leachability from Cathode Ray Tubes Using the Toxicity Characteristic Leaching Procedure. Timothy G. Townsend. University of Florida, 1999.

Figura 3-7 Componentes metálicos de un CRT
Fuente Eco TV 2007

Los componentes específicos descritos previamente y sus principales características se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3-16 Componentes electrónicos y características

Componente	
Tarjetas de circuito impreso	No presenta problema. Contiene metales preciosos
Condensadores	Presencia potencial de PCBs
Pantallas planas	Presencia de diodos de luz con mercurio
Pantallas CRT	Presencia de plomo

3.3 GESTIÓN DE LOS PRODUCTOS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

3.3.1 Diagnostico de Generación de Residuos a Nivel Nacional

La estimación de la generación de residuos se desarrolló en base a los datos de importación de equipos detallada previamente, considerando el tiempo de uso promedio estimado.

La vida útil de un equipo electrónico es altamente dependiente de la calidad del equipo, patrón de uso y condiciones de mantención, ya que las condiciones pueden diferir sustancialmente, en función del uso que da un usuario particular, frente a una empresa por ejemplo.

Para los aparatos eléctricos y electrónicos se deben distinguir claramente dos conceptos distintos: **vida útil** y el **tiempo promedio de uso**. Este último normalmente es más corto. Según datos de la EPA⁷², actualmente el promedio de uso de un equipo de audio es de 3 a 6 años, el de un televisor 12 años (pero se está reduciendo) y el de una pantalla es de 6 años, a pesar que la vida útil efectiva de todos esos equipos es mayor.

Por otra parte, un estudio de Open Research (2004) determinó la vida útil de algunos componentes electrónicos frente a sus posibilidades de falla en no más de tres a cinco años, ya que es en éste donde existe la mayor probabilidad de fallas en piezas y componentes. Por otra parte, al ser estas piezas y componentes "antiguos" se van descontinuando y es más difícil encontrar uno que se adapte adecuadamente.

El tiempo promedio de uso de estos equipos se acorta en la medida que la tecnología avanza, ya que muchos quedan fuera de uso, no porque ya no funcionan, sino para sustituirlos por un modelo diferente, de menor peso, diferente color o con nueva tecnología. La tendencia hacia una constante disminución del peso y tamaño también ha acelerado cada vez más el ritmo de recambio. La actual cultura de consumo asume como normal que algunos equipos electrónicos han sido diseñados para un período de uso limitado.

La tabla siguiente recopila información de datos promedio de peso y tiempos de uso estimados para los equipos, considerando tanto el recambio por avance tecnológico como por posibilidades de falla⁷³.

⁷² Fuente: EPA 530-R-08-009. 2008 ELECTRONICS WASTE MANAGEMENT IN THE UNITED STATES. Electronic Product Recovery and Recycling Baseline Report. US National Safety Council United Nations University (UNU), 2008; 2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment

⁷³ El peso promedio se estimó para equipos comercializados después del año 2001, los que ya han sufrido una reducción del mismo, según información de empresas del sector, siguiendo las mismas pautas consideradas en el primer diagnóstico de electrónicos realizado el año 2009.

Tabla 3-17 Factores de uso promedio

Equipo	Tiempo de uso promedio (años)	Peso promedio considerado (Kg)
Radios y equipos audio	6	4
Amplificadores sonido	3	2
Videos y otros reproductores de imagen	3	2
Televisor	6	10
Calculadora	3	0,1
Teléfono	3	0,4
Fax	3	2
Fotocopiadora	3	10
Videocámaras	3	1
Instrumentos musicales	6	2

Fuente: Estimaciones basadas en estudios EPA 2008, United Nations University 2008 y datos Open Research. 2004.

Utilizando como base la estimación de los equipos disponibles en el país y su proyección, descrita previamente, se realizó una aproximación a la cantidad de residuos generados en los últimos años y su proyección, obteniéndose los resultados que indican las tablas 3.18 y 3.19, considerando el tiempo de uso (mínimo 3 años según tabla 3.17), y peso promedio, lo que explica el desfase entre la entrada del equipo al país y su aparición como residuo.

Tabla 3-18 Generación de residuos de equipos de informática y comunicaciones

Año	Teléfonos (ton)	Fax (ton)	Calculadoras (ton)	Fotocopiadoras (ton)	Total (ton)
2004	111	30	190	250	580
2005	256	55	178	352	842
2006	179	49	177	258	663
2007	251	54	241	886	1.431
2008	252	42	233	2.145	2.672
2009	339	38	237	2.799	3.413
2010	1.435	42	219	3.083	4.780
2011	1.334	38	443	2.775	4.590
2012	1.447	34	142	2.497	4.121
2013	1.520	35	149	2.622	4.326
2014	1.596	37	157	2.753	4.543
2015	1.675	39	165	2.891	4.770
2016	1.759	41	173	3.035	5.008
2017	1.847	43	182	3.187	5.259
2018	1.939	45	191	3.346	5.521
2019	2.036	47	200	3.514	5.798
2020	2.138	50	210	3.689	6.087

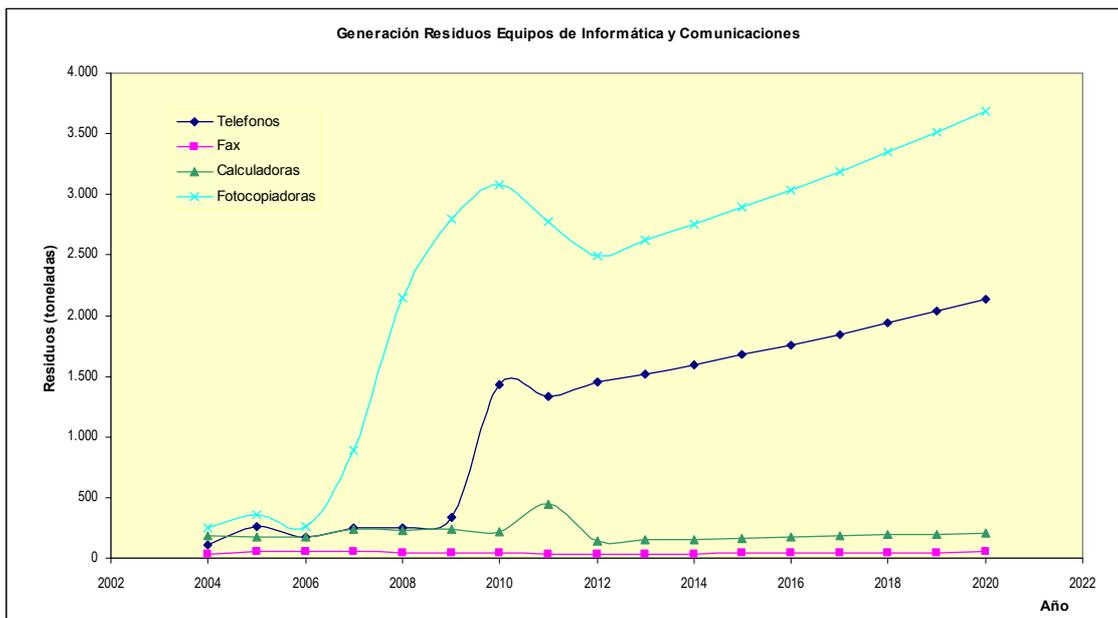


Figura 3-8 Generación de residuos de equipos de informática y comunicaciones

Tabla 3-19 Generación de residuos de aparatos eléctricos de consumo

Año	Televisores (ton)	Radios y equipos audio (ton)	Videocámaras (ton)	Videos y otros reproductores (ton)	Amplificadores sonido (ton)	Instrumentos musicales (ton)	Total (ton)
2004	7.555	3.980	41	290	94	69	12.030
2005	6.644	4.210	54	508	277	69	11.761
2006	7.475	4.360	99	749	438	68	13.188
2007	7.116	4.498	153	1.292	438	59	13.555
2008	5.185	4.058	333	2.675	395	37	12.684
2009	6.466	4.471	322	3.567	353	72	15.253
2010	6.667	5.777	1.166	2.392	357	90	16.449
2011	9.494	13.768	851	2.509	417	61	27.100
2012	13.814	16.444	852	1.582	258	191	33.142
2013	24.358	18.392	895	1.661	271	99	45.676
2014	26.919	13.100	940	1.744	284	90	43.077
2015	19.569	9.268	987	1.832	299	68	32.022
2016	20.548	9.731	1.036	1.923	314	72	33.624
2017	21.575	10.218	1.088	2.019	329	75	35.305
2018	22.654	10.729	1.142	2.120	346	79	37.070
2019	23.786	11.265	1.199	2.226	363	83	38.923
2020	24.976	11.829	1.259	2.338	381	87	40.870

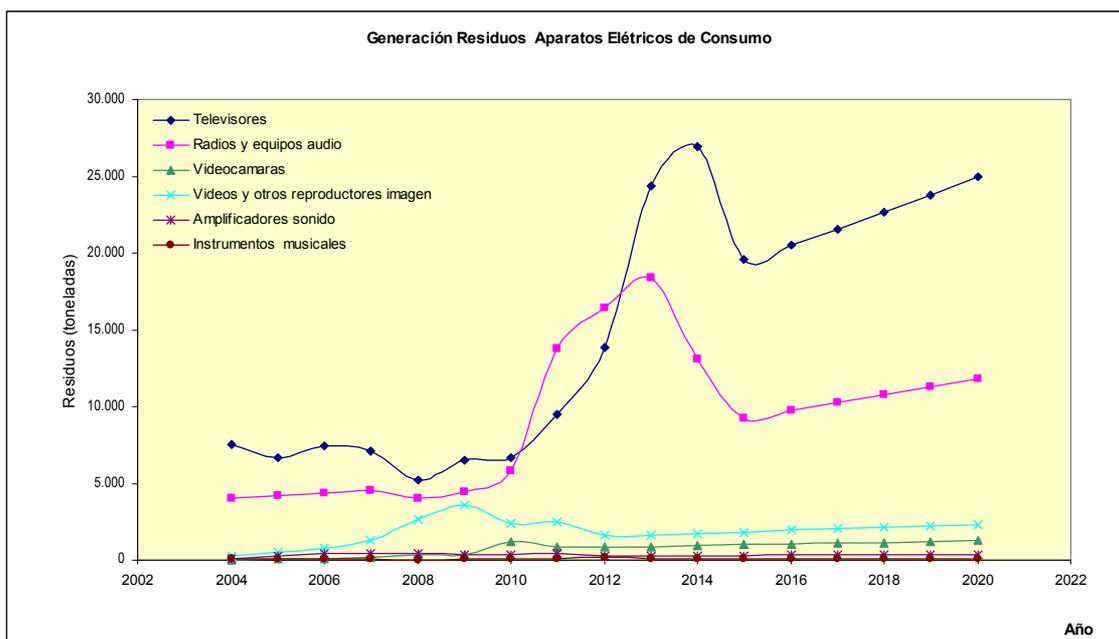


Figura 3-9 Generación de residuos de aparatos eléctricos de consumo

Se observa que los mayores flujos, en toneladas al año 2009, corresponden a aparatos de telefonía y fotocopiadoras dentro de equipos de informática y telecomunicaciones (cerca de 340 y 2800 toneladas respectivamente). En el caso de aparatos eléctricos de consumo, los principales flujos corresponderían a dos grupos: televisores, y radios y equipos de audio (sobre 6.500 y 4.500 toneladas respectivamente).

• **Indicadores de generación de residuos**

De acuerdo a la evaluación realizada, las tasas de generación per capita (kg/hab. año) de los diferentes residuos electrónicos considerados, al año 2009 serían las siguientes:

Equipos de informática y comunicaciones: 0,2 kg/habitante – año.

Teléfonos	0,02 kg/habitante – año.
Fax	0,002 kg/habitante – año
Calculadoras	0,014 kg/habitante – año
Fotocopiadoras	0,165 kg/habitante – año

Aparatos eléctricos de consumo: 0,9 kg/habitante – año.

Televisores	0,382 kg/habitante – año
Radios y equipos audio	0,264 kg/habitante – año
Videocámaras	0,019 kg/habitante – año
Videos y otros reproductores imagen	0,211 kg/habitante – año
Amplificadores sonido	0,021 kg/habitante – año
Instrumentos musicales	0,004 kg/habitante – año

En cuanto al volumen total generado, el valor resultante al año 2009 es:

Equipos de informática y comunicaciones: 3.413 ton

Aparatos eléctricos de consumo: 15.253 ton

• **Estimación del destino de los residuos**

De acuerdo a datos entregados por algunas empresas de reciclaje se han estimado los siguientes destinos y cantidades manejadas actualmente.

Tabla 3-20. Estimación de destinos y cantidades de residuos gestionados (año 2009)

RE	Residuos generados 2009 (ton)	Reciclaje en instalaciones autorizadas (1)	Disposición relleno de seguridad (2)	Disposición desconocida
Equipos de informática y comunicaciones				
Teléfonos	339	170	17	3.226
Fax	38			
Calculadoras	237			
Fotocopiadoras	2.799			
Subtotal	3.413	170	17	3.226
Aparatos eléctricos de consumo				
Televisores	6.466	760	76	14.447
Rádios y equipos audio	4.471			
Videocámaras	322			
Videos y otros reproductores imagen	3.567			
Amplificadores sonido	353			
Instrumentos musicales	72			
Subtotal	15.253	760	76	14.447
Total General	18.666	930	93	17.673 (94,7%)

(1) Estimado como un 5% del total generado. (2) Estimado como un 10 % del total recuperado
Fuente: Información de empresas recicladoras, datos históricos SIDREP y estimaciones del estudio

Es importante hacer notar que los datos entregados son estimaciones globales y no permiten determinar claramente la cantidad de equipos o aparatos por tipología que actualmente se recuperan y reciclan.

Sobre la base de la cantidad estimada de residuos generados y la composición media de los mismos, teóricamente se podría recuperar cerca de un 60 % en peso en metales y más del 20% de plásticos, además de más de un 2% en tarjetas de circuito impreso (equivalentes a más de 370 toneladas al 2009), recurso que hoy en día no se está aprovechando.

3.3.2 Diagnóstico de la Gestión Actual de los Residuos en Chile

De acuerdo a las evaluaciones indicadas previamente se puede visualizar que el grado de gestión actual de este tipo de residuos en el país se puede considerar aún incipiente, pero en aumento.

Un número importante de empresas productoras (importadoras) del sector han iniciado o están en proceso de iniciar programas voluntarios de recolección y almacenamiento de equipos electrónicos fuera de uso (de la tipología bajo estudio), tanto en servicios técnicos asociados como en las mismas empresas, para su posterior reciclaje o disposición final en empresas autorizadas. Es el caso de empresas como Epson, Samsung, LG, HP, Motorola, Panasonic y Sony, por mencionar algunas.

Esta situación ya implica un avance substancial, pues actualmente un porcentaje de equipos no es retirado de los servicios técnicos por los usuarios, por distintas razones, quedando en abandonados en bodegas y otras dependencias, de acuerdo a lo informado por las empresas del rubro, lo que ha llevado a algunos productores a hacerse cargo de estos residuos para su disposición final. En otros casos, las empresas han desarrollado campañas donde ofrecen la oportunidad de devolver los equipos usados, y pueden aportarlos para el cambio por uno nuevo (por ejemplo Sony durante el año 2009).

Los programas que cada empresa establece se basan en las políticas de sus casas matrices a nivel internacional. Varias de ellas recién están comenzando a implementar estos programas debido a que, según indican, previamente no existían condiciones para la entrega de equipos

a empresas recicladoras que cumplieran sus estándares en cuanto a permisos necesarios o infraestructura, entre otros aspectos⁷⁴ y, en otros casos, porque no existía en Chile la normativa que exigiera incorporar dichos programas, situación que cambiaría con la futura Ley de Residuos.

Otro avance del sector es el trabajo que se ha comenzado a desarrollar en forma conjunta entre el Ministerio del Medio Ambiente y los principales productores (importadores) de electrónicos, con el fin de establecer las bases de un sistema de gestión basado en el concepto de la responsabilidad extendida del productor (REP). Es así como varias empresas del sector suscribieron con CONAMA en febrero del 2010 un convenio voluntario que compromete acciones de recolección, refacción y reciclaje de aparatos electrónicos que se comercialicen en Chile, entre las que se cuentan LG Electronics, HP, Epson, Olidata y Dell.

Cabe hacer notar que, a diferencia del resto de los equipos, en el segmento de las empresas de comunicaciones desde hace un par de años está operando un sistema de logística inversa, en el cual las empresas están retirando los equipos y componentes dados de baja por los usuarios, para luego enviarlos a empresas autorizadas.

En relación con desarrollos realizados por instituciones del sector público, no se ha encontrado mayor información sobre programas de gestión (recuperación o reciclaje) de residuos electrónicos del tipo bajo evaluación realizados por parte de organismos del estado o municipios, salvo el caso de un punto limpio en la municipalidad de Vitacura que recibe estos residuos sin costo desde los hogares de la comuna (y también de otras). Adicionalmente, los municipios de Providencia y Lo Barnechea han indicado que están planificando establecer un punto de recolección específicos para este tipo de residuos. En el caso de otros municipios, como Ñuñoa, que realiza campañas anuales de recolección, el destino de estos residuos es generalmente un relleno sanitario. Este último aspecto es crítico pues indica claramente que los residuos provenientes del usuario final de hogares o comercio tienen muy pocas alternativas de gestión apropiada en la actualidad.

Las empresas gestoras de residuos actualmente autorizadas son las siguientes:

Tabla 3-21. Empresas de recuperación y reciclaje de equipos electrónicos⁷⁵

EMPRESA	ESTADO	UBICACIÓN PROYECTO	TECNOLOGÍA	TIPO DE PRODUCTO A GESTIONAR	CAPACIDAD
DEGRAF	Operando con permisos sanitarios para Res. Peligrosos y no Peligrosos	RM	Separación y reciclaje componentes de equipos electrónicos	Residuos no peligrosos, residuos peligrosos se envían a disposición final	2400 ton/año
COMEC	Operando con permisos sanitarios Residuos no peligrosos	RM	Separación metales componentes electrónicos	Residuos no peligrosos	1.150 ton/año
RECYCLA	Operando con permisos sanitarios para Res. Peligrosos y no Peligrosos	RM	Separación y reciclaje componentes de equipos electrónicos	Residuos no peligrosos, disposición final residuos peligrosos. Exportación no peligrosos	4.000 ton/año

⁷⁴ Las políticas de las empresas en general incluyen una auditoría previa a las instalaciones de reciclaje a fin de verificar el cumplimiento de estándares predefinidos para el manejo de los residuos, así como auditorías periódicas de seguimiento

⁷⁵ No se incluyen empresas que realizan solo acopio, ni de disposición final. Para mayores detalle ver Anexo 3.

EMPRESA	ESTADO	UBICACIÓN PROYECTO	TECNOLOGÍA	TIPO DE PRODUCTO A GESTIONAR	CAPACIDAD
CHILE RECICLA	Operando con permisos sanitarios para Res. Peligrosos y no Peligrosos	VIII Región	Separación y reciclaje componentes de equipos electrónicos	Residuos no peligrosos, disposición final residuos peligrosos	145 ton/año. Proyecta ampliar capacidad el 2011
VIGAN	Operando con permisos sanitarios Residuos no peligrosos	RM	almacenamiento y selección cables de fibra óptica, teléfonos y accesorios de teléfonos, carcasas de plástico, plantas telefónica	Residuos no peligrosos	120 ton/año
IQ ELECTRONICS	Operando con permisos para recuperación de equipos	RM	Recuperación de equipos electrónicos de comunicación e informática.	Residuos no peligrosos	Proyecta ampliación a reciclaje
MIDAS	Operando con permisos sanitarios para Res. no Peligrosos	RM	Reciclaje de cables eléctricos y recuperación de metales provenientes de desarme	Residuos no peligrosos	Proyecta ampliar capacidad 4.800 ton/año

Fuente: Basado en Diagnóstico Electrónicos 2009 (C y V Medioambiente) e información actualizada de empresas destinatarias

De acuerdo a los datos anteriores, la capacidad máxima de reciclaje de RE de las empresas gestoras bordea las 8.000 ton/año, con proyecciones de ampliarse estimadas sobre las 13.000 ton/año, lo cual permitiría gestionar una cantidad mucho mayor de residuos electrónicos que la actual.

3.3.3 Identificación de Prácticas Actuales

Dentro de las buenas prácticas implementadas por las empresas productoras en conjunto con gestores se puede mencionar:

Campañas de recepción de televisores usados en parte de pago por uno nuevo, realizadas en conjunto por Sony y Degraf junto a 39 supermercados Hiper Lider en ciudades entre la IV y VIII Región, en abril y diciembre del 2009.

Actualmente el punto limpio de Vitacura actúa como centro de acopio de residuos domiciliarios, incluyendo electrónicos (capacidad total aproximadamente 5 ton/año). Es un punto de recolección de forma diferenciada y separada de vidrio y metal, y entre otros, electrodomésticos y equipos electrónicos. Existe un contenedor separado para electrodomésticos y accesorios computacionales, y uno para monitores de tubos de rayos catódicos y pantallas planas. Los electrodomésticos y los accesorios computacionales se envían a las empresas de reciclaje. Los monitores, pilas, y las pantallas planas se entregan directamente a la empresa Hidronor para su disposición en relleno de seguridad como residuos peligrosos⁷⁶.

⁷⁶ Fuente: Wolfensberger M. 2009

Por otra parte, el Municipio de Ñuñoa anualmente realiza una campaña de recolección de todo tipo de residuos ("día del reciclaje"), entre los que se cuentan aparatos electrónicos, pero éstos finalmente son enviados a relleno sanitario.

Dentro de las buenas prácticas implementadas por las empresas productoras se puede mencionar la gestión de mermas internas. Asimismo, la industria y grandes empresas privadas y públicas, tanto productivas como de servicios (por ejemplo bancos) están considerando actualmente la gestión de este tipo de desechos, incluyendo el informarlo a través del Sistema de Declaración de Residuos Peligrosos (SIDREP). También las Fuerzas Armadas actualmente cuentan con sistemas similares para la gestión de este tipo de residuos, los que se entregan a empresas de reciclaje autorizadas.

No obstante, persisten algunas prácticas inadecuadas en la gestión de estos residuos las que corresponden principalmente a disposición sin control en sitios eriazos, orillas de caminos y cursos de agua, conformando microbasurales, tanto en zonas urbanas como rurales. Otras prácticas inadecuadas similares son las realizadas por recicladores informales que recuperan algunas piezas y materiales, disponiendo de igual manera los restos no utilizables.

3.3.4 Evaluación del Sector a Nivel Internacional y Comparación con la Situación en Chile

La Comisión Europea ha estimado que la generación per cápita total de desechos eléctricos y electrónicos representa aproximadamente 14 a 20 kg. /persona-año en la Unión Europea. Para el 2007 se habían producido en Europa cerca de nueve millones de toneladas al año de estos residuos y se prevé que sigan creciendo a un ritmo entre el 3 y el 5% anual.

Se estima que en el mundo se generan anualmente entre 20 y 50 millones de toneladas de residuos eléctricos y electrónicos⁷⁷ debido a la reducción en el costo de reemplazo y la velocidad con la cual la tecnología se vuelve obsoleta, lo que implica que cada vez hay más desechos para eliminar. En el 2003, la Comisión Europea estimaba que más del 90 % de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos se depositaban en vertederos, se incineraban o se valorizaban sin ningún tratamiento previo. Al 2009, se estima que sólo un tercio de estos residuos se gestiona adecuadamente, como se indicó en el capítulo 2.

La expansión en los procesos de reutilización y la reparación de los materiales electrónicos, así como la falta de normas ambientales y de condiciones básicas de trabajo, han llevado a que los mercados de la electrónica se hayan expandido en países como China, India, Kenya, y en otros lugares similares. Por otra parte, y a pesar de las regulaciones europeas para evitar que los desechos electrónicos sean llevados a África y Asia, un gran flujo de aparatos electrónicos al final de su vida útil es enviado a dichos destinos.

A pesar de la Enmienda de Prohibición en el marco del Convenio de Basilea, que prohíbe la exportación de desechos electrónicos a los países en desarrollo, sólo el 25 por ciento de estos residuos son reciclados en el país de origen. Aproximadamente unos 6,6 millones de toneladas tiene un paradero desconocido, probablemente exportados. Se indica que gran parte de estos residuos llegan a estos países con el pretexto de donar equipos usados de manera legítima, por lo que no están afectos a la prohibición de Basilea.

Tal como se indicó en detalle en el capítulo 2, donde se evalúan los avances del sector a nivel internacional, existen una serie de sistemas de gestión operando en el ámbito de los distintos tipos de residuos electrónicos, los cuales consideran su entrega en puntos limpios, para posteriormente ser derivados a centros de acopio intermedios, desde donde se destinan a las empresas de reciclaje para la recuperación de materiales y la disposición adecuada de la fracción no reciclable.

⁷⁷Fuente: Telefónica España 2007. Residuos Electrónicos.. (Disponible en www.telefonica.com).

En Chile aun no existe aún un sistema de gestión integral, pero las empresas productoras están estableciendo esquemas voluntarios que tienden a tomar algunos elementos de los sistemas en operación a nivel internacional.

Por otra parte, para los equipos y aparatos bajo estudio no se verifica información de ingreso en la forma de donaciones (parte de la cual eventualmente podría convertirse en un residuo rápidamente) y las empresas de reciclaje autorizadas están comenzando a realizar exportaciones de materiales valiosos a instalaciones reconocidas en Europa y Estados Unidos, lo que se detalla en las siguientes secciones de este informe.

3.3.5 Evaluación de los Riesgos e Impactos de los Residuos⁷⁸:

Los desechos electrónicos ha sido motivo de preocupación por su contenido de materiales tóxicos, como plomo, mercurio, cadmio y bifenilos policlorados (PCB), entre otros, principalmente los equipos más antiguos, pues, como ya se ha mencionado, en los equipos se han eliminado estas sustancias en gran medida.

Aunque las sustancias tóxicas son de bajo riesgo durante la fase de uso, pueden ser muy peligrosas en su fase final. El plomo de los CRT, el cadmio y los retardantes de fuego bromados en los plásticos y el mercurio en los dispositivos de iluminación de las pantallas planas son algunos ejemplos de sustancias tóxicas con potencial de poner en peligro la salud de las personas y del medio ambiente, si no se las maneja adecuadamente.

Algunos elementos específicos que se encuentran en variados equipos incluyen:

- Antimonio: componente de la soldadura de plomo. Las pantallas CRT puede contener antimonio en la pantalla y/o en el cono de vidrio.
- Arsénico: Encontrado en diodos luminosos.
- Óxido de bario: componente en la placa del cañón de electrones de los CRT que protege de la radiación; parte de esta sustancia puede depositarse en la superficie interior de la pantalla y el cono de vidrio.
- Cadmio: Existe una pequeña cantidad de cadmio en los contactos y switches, resistencias de chips, sensores infrarrojos, algunas baterías y semiconductores y en los CRT antiguos (de más de 20 años). Una pequeña cantidad de cadmio se utiliza como estabilizador en aislaciones de PVC para alambres. Los compuestos de cadmio están clasificados como tóxicos y presentan efectos irreversibles en humanos ya que se bioacumulan.
- Cloro y/o bromo: los retardantes de llama halogenados y los retardantes de llama inorgánicos (por ejemplo, cloruro de antimonio) pueden estar presentes en el plástico de la carcasa del equipo y en placas de circuitos impresos. Existe cloro en algunos aislantes de PVC para cables y alambres.
- Plomo: Existe una gran cantidad de plomo en las pantallas CRT como protector de radiación, (2 a 3 kg en los modelos más antiguos, y 1 kg en los nuevos modelos), encapsulado en el cristal. Existe además una cantidad mucho menor en las soldaduras de placas de circuitos impresos. El plomo se acumula en el ambiente y tiene efectos agudos y crónicos en plantas, animales y microorganismos. La principal preocupación es la contaminación de los mantos acuíferos por parte de lixiviados si estos residuos se depositan en rellenos sanitarios o vertederos.

⁷⁸ OECD. 2003. Technical Guidance For The Environmentally Sound Management Of Specific Waste Streams: Used And Scrap Personal Computers (ENV/EPOC/WGWPR(2001)3/FINAL)
ACEPESA. 2004. Estrategia Nacional para el Manejo Integrado y Sostenible de Desechos de Artefactos Eléctricos y Electrónicos

- Mercurio: Se ha usado en interruptores (switches) y tarjetas impresas. En las pantallas planas, puede existir una pequeña cantidad de mercurio en los dispositivos de iluminación. El mercurio inorgánico se incorpora al agua y se convierte en metilmercurio el cual es fácilmente acumulado en organismos vivos en los tejidos grasos y se concentra a través de la cadena alimenticia.
- Fósforo: Se encuentra en el interior de las pantallas CRT como recubrimiento de fósforo. Sin embargo, el sulfuro de cadmio también se ha utilizado también con el mismo fin en CRT más antiguos.

Otro elemento común es el plástico del tipo PVC principalmente en cubiertas, cables, conectores y placas de circuito impresas. El PVC es un plástico difícil de reciclar que además contamina otros plásticos en el proceso de reciclado. Pero el aspecto más negativo es que su producción e incineración genera dioxinas y furanos. Actualmente su uso en carcasas se ha limitado bastante, sustituyéndose por otros plásticos como el ABS.

Debido a que los plásticos son materiales altamente inflamables, el calentamiento de los equipos electrónicos propició el uso de aditivos para reducir la inflamabilidad. en TCI, conectores, cubiertas plásticas (estructuras externas) y en cables⁷⁹. Los equipos electrónicos más antiguos pueden contener hasta un 30 por ciento de compuestos ignífugos a base de bromo en el plástico utilizado (BFR, "brominated flame retardants").

Los BFR más comunes son los difenil éteres polibromados (PBDE), con efectos neurotóxicos en animales incluyendo humanos, especialmente en las etapas de desarrollo, por lo que se ha concluido que su toxicidad es similar a algunos pesticidas policlorados que se encuentran en las listas de contaminantes orgánicos persistentes (COPs). Otros retardantes son los bifenilos polibromados (PBB), clasificados como carcinogénicos. Según el Convenio de Basilea, los PBB se clasifican como peligrosos en el anexo VIII sin más especificaciones.

La Directiva 2002/96/CE de la CE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos exige que se extraigan los retardantes de llama bromados de todos los residuos electrónicos recogidos por medios selectivos antes de su tratamiento. La Directiva 2002/95/CE del CE sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos establece en su artículo 4 que los aparatos eléctricos y electrónicos **no pueden contener bifenilos polibromados a partir de julio de 2006** y se tolerará sólo una concentración máxima de 0,1% en peso del material.

Los compuestos polibromados son insolubles en agua, pero sus solubilidad aumenta 200 veces en lixiviados de rellenos sanitarios, por lo que ambientalmente constituyen un peligro de contaminación de mantos acuíferos y océanos. Aunque no son absorbidos, ni degradados por plantas, se concentran mediante la cadena alimenticia en los animales⁸⁰.

Debido a la variedad de sustancias que contienen los residuos electrónicos, el vertido de estos residuos conlleva efectos negativos para el medio ambiente, pues pueden lixiviarse por efecto de la lluvia y de los diversos procesos físicos y químicos que tienen lugar en los rellenos sanitarios o vertederos; los efectos para el medio ambiente son notablemente más graves cuando se depositan en vertederos ilegales, práctica que sigue siendo común.

El vertido de plásticos que contienen cadmio o que incorporan difeniléteres polibromados (PBDE) como agente ignífugo puede dar lugar a la lixiviación de estos materiales al suelo y las aguas subterráneas. También se sabe que las aguas subterráneas ácidas que suelen hallarse en rellenos y vertederos disuelven grandes cantidades de iones de plomo que contienen determinados vidrios, como los procedentes de los conos de los tubos de rayos catódicos. Por lo tanto, cabe señalar que el vidrio de estos conos es probablemente el vehículo de contaminación en los vertederos. El mercurio no sólo plantea problemas por

⁷⁹ Fuente: ACEPESA. 2003. Diagnóstico del manejo integrado y sostenible de los desechos de componentes electrónicos en Costa Rica.

⁸⁰ Fuente: UNEP, 2007. Evaluación de la gestión de riesgos del hexabromobifenilo. UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.3

lixiviación, también preocupa la evaporación del mercurio metálico y del mercurio de dimetileno, sustancias que se hallan en los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Tabla 3-22. Efectos de los metales en la salud y el medioambiente

Material	Daños Potenciales Salud Humana	Daños Potenciales Medio Ambiente
Bario (Ba)	Edema cerebral, debilidad muscular, aumento de la presión sanguínea y daño hepático.	El Bario permanece en la superficie del suelo o en los sedimentos de agua. Si organismos acuáticos lo absorben, éste puede acumularse en sus cuerpos.
Berilio (Be)	Las sales del Berilio son tóxicas y la exposición prolongada podría generar cáncer. La beriliosis ataca a los pulmones.	Algunos compuestos del Berilio se disuelven en el agua, pero la mayoría se adhiere al suelo.
Cadmio (Ca)	Daños irreversibles en los riñones y en los huesos.	Bioacumulativo, persistente y tóxico para el medio ambiente
Cromo (VI)	Reacciones, bronquitis, asmáticas y alteraciones en el ADN.	Las células lo absorben muy fácilmente. Tiene efectos tóxicos
Materiales ignífugos bromados (o retardantes)	Cancerígenos y neurotóxicos. También pueden interferir con la función reproductora.	En los vertebrados son solubles, en cierta medida volátiles, bioacumulativos y persistentes. Al incinerarlos se generan dioxinas y furanos.
Mercurio (Hg)	Posibles daños cerebrales y tiene impactos acumulativos.	Disuelto en el agua, se va acumulando en los organismos vivos.
Niquel (Ni)	Puede afectar a los sistemas endocrinos, inmunológicos y respiratorios.	Puede dañar los microorganismos si éstos exceden la cantidad tolerable.
Plomo (Pb)	Posibles daños en el sistema nervioso, endocrino y cardiovascular, también en los riñones.	Acumulación en el ecosistema. Efectos tóxicos en la flora, la fauna y los microorganismos.

Fuente: Recycla – Casa de la Paz 2007

En síntesis, las sustancias peligrosas se encuentran en su mayoría concentradas en un número reducido de componentes⁸¹:

- Plomo en pequeñas cantidades en soldaduras.
- Óxido de plomo en los tubos de rayos catódicos.
- Mercurio en sensores, relés y dispositivos de iluminación de pantallas planas.
- Compuestos policromados en plásticos.

Estos componentes peligrosos pueden producir los siguientes efectos perjudiciales en el medio ambiente:

- Contaminación de suelos y aguas subterráneas a través de lixiviados.
- Contaminación de las aguas superficiales a través de escorrentía.

⁸¹ Existe, adicionalmente, una importante cantidad de sustancias peligrosas relacionadas con pilas y baterías de equipos, pero éstas fueron analizadas en el primer diagnóstico de RE (2009).

- Contaminación del aire por arrastre por el viento.
- Envenenamiento por contacto directo, o a través de la cadena alimenticia.

3.3.6 Diagnóstico de Alternativas de Eliminación Actualmente en Uso

a) Recuperación de equipos

Antes de evaluar las alternativas de eliminación, es importante mencionar el desarrollo de algunas actividades de recuperación de equipos que actualmente desarrollan empresas en el país, como parte del ciclo de extensión del tiempo de uso de algunos equipos electrónicos de comunicación., tal como se ha mencionado en las secciones anteriores.

La extensión del uso de un equipo es una opción mucho más beneficiosa que el reciclaje pues evita el ingreso de uno nuevo al mercado, además de limitar la extracción de nuevos recursos naturales para la fabricación de ese nuevo equipo que entrega las mismas prestaciones.

b) Reciclaje

El reciclaje formal⁸² a nivel nacional considera operaciones de desensamblaje o separación de partes y piezas, recuperación de componentes metálicos (fierro, aluminio, entre otros) para su comercialización en el mercado nacional, y la exportación de piezas (circuitos impresos fundamentalmente) a empresas de refinación en Europa y Estados Unidos.

Las actividades formales de reciclaje de residuos electrónicos se encuentran hoy en aumento; la mayoría de las empresas se encuentra en la RM y sólo una se ubica en la VIII Región. Los precios del servicio oscilan entre 450 a 850 US\$/ton.

Este valor es cobrado por la mayoría de las empresas autorizadas por la recepción de estos residuos, aún cuando se ha detectado que algunos recicladores dedicados al rubro, pero sin los permisos requeridos, reciben sin costo productos fuera de uso.

Las empresas recicladoras actualmente operan según un modelo empresa a empresa (*business to business*), dado que la industria y grandes empresas tiene los medios para pagar por un reciclaje adecuado. Así, la mayoría de los clientes son grandes compañías, motivadas por aspectos de responsabilidad ambiental, cumplimiento normativo y por temas de imagen. Es así que la mayor parte de los residuos hoy gestionados provienen de este sector.

Los equipos de origen doméstico aún no entran fuertemente en la industria formal del reciclaje de residuos electrónicos, salvo una baja proporción recuperada en puntos de acopio municipales, como es el caso del punto Limpio de Vitacura, o aquellos que son captados a través de campañas especiales que han desarrollado algunas empresas productoras en alianza con alguna empresa recicladora.

En Chile, la gran mayoría de las actividades de reciclaje son de tipo manual, aunque se han comenzado a incorporar equipos de desarme neumático para hacer más rápida y eficiente la operación. El proceso se inicia con la recolección en origen, seguido de recepción en planta clasificación y separación de los distintos materiales, para luego ser vendidos o exportados por partes, recuperándose finalmente una cantidad no despreciable de metales, así como también plásticos, hierro, y elementos eléctricos que se encuentren en buen estado (condensadores, resistencias, etc.).

El proceso considera las siguientes etapas:

Recolección y transporte: mediante retiro de los residuos electrónicos desde el lugar donde son generados.

⁸² La definición de formalidad se refiere al grado de legalidad de las actividades de una empresa, basada en los permisos ambientales y sanitarios con que cuenta

Desensamblaje y clasificación: al ingresar a la planta de reciclaje, los equipos son clasificados por tipo y almacenados temporalmente para luego ser desensamblados, separando y recuperando partes y piezas que luego son clasificadas básicamente en reciclables, residuos peligrosos y residuos no peligrosos. Los materiales que se recuperan actualmente son plásticos (ABS), metales (sustancias ferrosas, zinc, aluminio, cobre) y tarjetas de circuito impresas (por su contenido de metales preciosos). Los materiales separados se almacenan por un corto periodo para su posterior destinación.

Comercialización de materiales: Los materiales aptos para reutilización (por ejemplo, metales) se comercializan directamente con empresas que los utilizan o a través de intermediarios. Se reciclan principalmente plásticos y metales, aunque algunos materiales también se comercializan internacionalmente, como las tarjetas de circuito impresas (TCI) que se comercializan fundamentalmente en Europa. Los materiales más importantes desde el punto de vista económico son los metales enviados a fundición y las TCI.

Tratamiento final de materiales peligrosos: Los materiales que no son reciclados se clasifican en residuos peligrosos y no peligrosos. Los residuos peligrosos, como los tubos de rayos catódicos de monitores CRT, baterías y condensadores, se envían a empresas de disposición final (rellenos de seguridad), los no peligrosos se envían a relleno sanitario.

Las empresas que realizan todas las operaciones de clasificación, desmantelamiento de equipos y almacenamiento, típicas de una planta de reciclaje, y que cuentan con autorizaciones específicas como destinatarios se han detallado en la Tabla 3.21.

c) Disposición en relleno de seguridad

A la fecha existen tres instalaciones que cuentan con autorización para recibir componentes peligrosos de los residuos electrónicos (descritos en tabla 2.6). El costo de recepción y tratamiento de estos residuos peligrosos en rellenos de seguridad puede superar los US\$ 400 a 600/ton.

Actualmente no existen en el país ciertos procesos de reciclaje descritos en la sección siguiente, por ejemplo para monitores CRT, por lo que su destino actual sigue siendo la disposición en rellenos de seguridad.

En los rellenos de seguridad el residuo se somete a procesos de estabilización, agregando aditivos para reducir la naturaleza peligrosa del desecho, evitando la migración de un contaminante en el ambiente o reduciendo su nivel de toxicidad. Por lo anterior, la estabilización es un método de confinamiento total o parcial a través de la adición de un medio de soporte, ligante u otro agente que altera la naturaleza física del desecho, por ejemplo su compresibilidad o permeabilidad⁸³.

La estabilización se efectúa por el agregado de reactivos de modo tal que⁸⁴:

- Se mejore la manipulación y las características físicas de los desechos.
- Se disminuya el área superficial a través de la cual puede ocurrir la transferencia o pérdida del contaminante.
- Se limite la solubilidad de cualquiera de los contaminantes presentes en el desecho.
- Se reduzca la toxicidad de los contaminantes.

Dentro de los procesos que involucran a la estabilización se tienen:

Solidificación de residuos:

Para la solidificación de residuos industriales o electrónicos, se agrega una cantidad suficiente de material (por ejemplo cemento) para obtener una masa de material solidificado,

⁸³ Fuente: Fernández, 2007

⁸⁴ Fuente: Lagrega et al, 1996

lo que logra incrementar la resistencia, disminuir la compresibilidad y la permeabilidad del desecho.

Adsorción:

Por medio de la adsorción se logra que los contaminantes se unan a agentes estabilizadores dentro de una matriz, disminuyendo su compresibilidad y permeabilidad. El tratamiento se considera más permanente ya que se necesita una fuerza físico-química adicional para desorber el material de la superficie adsorbente.

Precipitación:

Ciertos procesos de estabilización permiten precipitan algún contaminante presente en el residuo para obtener una forma más estable. Este fenómeno es aplicable a la estabilización de desechos inorgánicos, los que quedan retenidos dentro de la masa estabilizada como parte de la estructura del material. En la forma de hidróxidos sulfuros silicatos, carbonatos o fosfatos.

Los materiales más utilizados en los procesos de estabilización y solidificación son los siguientes:

Cemento: Se emplea frecuentemente como reactivo principal para la estabilización de residuos especiales que contengan metales pesados, pues el elevado PH del cemento permite retener los metales bajo la forma de hidróxidos insolubles o carbonatos dentro de la misma estructura endurecida. En el caso de existir contaminantes orgánicos se agregan arcillas con el objeto de evitar que los mismos interfieran en el mecanismo de hidratación.

Materiales puzolánicos: Estas sustancias reaccionan con cal en presencia de agua para producir un material de características similares al cemento. Dentro de éstos se encuentran las cenizas, escorias de altos hornos y polvo de hornos de cemento, los que pueden utilizarse tanto para materiales inorgánicos como orgánicos.

d) Disposición en relleno sanitario

Dada la falta de sistemas de gestión apropiados principalmente a nivel de los usuarios de hogares o comerciales, un porcentaje importante de residuos electrónicos se estaría disponiendo en forma inadecuada y sin separación previa en rellenos sanitarios o vertederos autorizados en el país, a través de los sistemas de recolección municipal, situación que debe comenzar a revertirse.

e) Disposición en vertederos ilegales de residuos sólidos, VIRS y microbasurales

Corresponde a una disposición bastante frecuente, ya que se tiene referencia de presencia de una gran variedad de estos residuos en vertederos ilegales y microbasurales a lo largo de todo el país. No obstante se debe precisar que los volúmenes podrían ser muy variables, pues normalmente se encuentran junto a otros residuos de tipo doméstico, industrial y escombros de construcción. Solo en la RM se encuentran identificados actualmente alrededor de 60 VIRS, incluyendo además un sitio específico de disposición ilegal de electrónicos en Lampa.

f) Nuevas alternativas de reciclaje

En la actualidad existen algunos proyectos relacionados con la instalación de sistemas de recuperación de metales valiosos a nivel nacional, mediante procesos de lixiviación y electroobtención, lo que reduciría la dependencia de la exportación.

Entre ellos se puede mencionar el proyecto de Metalminerals Ltda. En la II Región, el cual cuenta con una RCA aprobada en enero del 2010. Este proyecto considera la recuperación de TCI desde residuos electrónicos, las cuales serán trituradas para recuperar metales como cobre, oro y plata a través de un proceso con ácido y posterior electro-obtención.

También existe otro proyecto de la empresa MIDAS para la obtención de metales valiosos desde TCI mediante refinación, el que se espera concretar en el mediano plazo en la RM.

La recuperación de metales preciosos es una alternativa económicamente atractiva, de acuerdo a los valores de mercado de los mismos, según se indica en la tabla 3.23.

Tabla 3-23 Eficiencia actual de recuperación y valores de mercado de materias primas

Material	Eficiencia actual reciclado	valor mercado internacional US\$/ton(*)
Cobre	0,9	9.600
Aluminio	0,8	2.500
Plomo	0,9	2650'
Acero, metal ferroso	0,8	600
Plata	0,98	1020
Oro	0,99	48.700
Paladio	0,95	29.000
Platino	0,95	63.500

(*) En el caso de oro, plata, platino y paladio el valor es en US\$/Kg
Fuente London Metal Exchange

Actualmente, las condiciones de envío a instalaciones de refinación son de un mínimo de 10 toneladas. Aunque se paga fundamentalmente por los contenidos de oro plata, platino y paladio como elementos principales, desde los residuos se puede recuperar rodio, indio, rutenio, entre otros. En el metal base se recupera níquel, cobre, plomo, además de selenio y telurio, por mencionar algunos metales. Adicionalmente el contenido de plástico puede reemplazar parte del combustible del proceso, actuando como un combustible secundario.

Según datos de EMPA, una tonelada de tarjetas contiene aproximadamente 200 gr de oro La eficiencia del proceso de recuperación varía desde un 25% para procesos manuales, hasta 99% en procesos de refinería, lo que da cuenta de que el proceso de recuperación debe ser desarrollado básicamente en estas últimas instalaciones.

Los datos indicados en la tabla previa corresponden a precios internacionales. A nivel nacional, los precios son bastante menores, pues el fierro se compra como chatarra a no mas de \$ 45/Kg, (cerca de 90 US\$/ton), el aluminio a \$ 400-500/Kg (900 US\$/ton) y el cobre sobre \$ 2200/Kg (aproximadamente 4.400 US\$/ton y en aumento). Esto puede explicar el porque las empresas de reciclaje ven más conveniente la exportación de materiales frente a la venta a nivel nacional. Los valores por tonelada exportada varían según el contenido de metales como cobre, oro, plata y platino y son dependientes de las condiciones de la economía mundial.

De acuerdo a lo indicado previamente, existe interés en fomentar la recuperación de materiales por la vía de la refinación en el país o en países cercanos. De acuerdo a la tecnología requerida, la posibilidad de instalación de plantas de recuperación por parte de empresas nacionales se vislumbra como una alternativa factible; algunas empresas en Chile están evaluando la alternativa de operar una refinería, aprovechando infraestructura existente de fundiciones, o desarrollando nuevos procesos, lo que permitiría avanzar en la recuperación de materiales y recursos a nivel nacional, con un impacto económico positivo, además del potenciamiento del sector recuperador. Adicionalmente, se observa una alta probabilidad de aumento del número de empresas de reciclaje autorizada, básicamente orientada al desmantelamiento, a partir de las iniciativas existentes.

Adicionalmente se ha señalado que para que la alternativa de refinación de metales sea una alternativa viable en el país, se requiere contar con un volumen de residuos suficiente como para sostener la actividad. Sin embargo, también se indica que la generación de residuos en Chile no sería capaz de cubrir dichas capacidades, por lo que las empresas han comenzado a

analizar la posibilidad de la importación de residuos del tipo tarjetas de circuitos impresos desde países vecinos.

No obstante, la importación de residuos es un tema que aún no aclarado, sobretodo por la posición actual del Ministerio de Salud y de sus SEREMIS pues mientras no haya una flexibilización del DS148 todo equipo electrónico fuera de uso se cataloga como peligroso, por lo cual se hace necesario avanzar más en aclarar este tema.

3.3.7 Evaluación de Alternativas de Reciclaje y Eliminación a Nivel Mundial

En los países que cuentan con sistemas de gestión de RE se considera que el sistema más favorable y económico de recogida es el realizado en centros locales de acopio. Estos se usan como espacios de clasificación y consolidación de volúmenes antes de su transporte final al reciclador.

Una vez realizada la clasificación de los equipos fuera de uso en los puntos de recogida, se procede a su traslado hacia gestores autorizados, los que se encargan de realizar la **descontaminación o eliminación de componentes potencialmente peligrosos**, o que la Directiva 2002/96/CE en su Anexo II obliga a su separación, tales como⁸⁵:

- Baterías y acumuladores potencialmente peligrosos: De acuerdo con la Directiva 2000/532/CE y sus modificaciones, las baterías de plomo, los acumuladores de níquel cadmio y las pilas que contienen mercurio se consideran residuos peligrosos. Este tipo de componentes pueden encontrarse en aparatos portátiles u otros. Por otro lado, las pilas alcalinas con menos de 0,0005% de Hg, así como otros tipos de pilas y acumuladores diferentes de los Pb/ácido y Ni/Cd se clasifican como residuos no peligrosos.
- Componentes que contengan mercurio: incluye los interruptores (relés de mercurio) y las lámparas para iluminación, estas lámparas son lámparas de descarga similares a las lámparas fluorescentes pero de tamaño más reducido. Generalmente, se encuentran asociadas a ciertas pantallas LCD y es necesario un desmontaje previo para extraerlas con garantía.
- Cartuchos de tóner y tinta: aquellos que contienen restos de tóner con disolventes. Algunos tóner de color, en polvo, pueden contener metales pesados o sustancias potencialmente peligrosas. Los cartuchos de tóner negro en polvo no son peligrosos.
- Condensadores con PCB.
- Tubos de rayos catódicos (CRT): contienen plomo en el vidrio y sustancias fluorescentes (fósforo) que deberían ser retiradas convenientemente para evitar su transmisión al medio.
- Tarjetas de circuitos impresos: solamente aquéllas que contienen componentes y sustancias peligrosas (relés de Hg o baterías peligrosas).
- Pantallas de cristal líquido (LCD) mayores de 100 cm²: parece demostrado que la composición del cristal líquido no presenta problemas ni para la salud, ni para el medio ambiente de forma destacable. Sin embargo, el problema puede estar en las lámparas fluorescentes que suelen acompañar a los LCD para lograr la iluminación necesaria.
- Cables eléctricos exteriores.
- Condensadores electrolíticos que contengan sustancias peligrosas.

⁸⁵ Fuente: Anexo II Directiva 2002/96/CE

- Componentes de óxido de berilio: aunque no se encuentra en la lista del Anexo II de la Directiva RAEE, deben ser retirados antes de cualquier proceso de molienda para evitar riesgos para la salud del personal que trabaja en la instalación de reciclado.

Las operaciones de descontaminación son realizadas antes o durante los procesos de separación y concentración, de forma que cada sustancia o componente tenga un tratamiento selectivo específico posterior, y así, evitar que se produzca una dilución de la sustancia problemática en cuestión y/o eventual contaminación en el resto de materiales que la acompañan. En líneas generales, el tratamiento de los residuos electrónicos puede realizarse según el siguiente criterio:

- En el caso de los equipos eléctricos y electrónicos medianos y grandes, el desmantelado selectivo, mediante el uso de herramientas neumáticas o manuales, seguido de una molienda para reducir tamaño y liberar materiales, es la opción más indicada desde el punto de vista medioambiental y económico. En el caso de los equipos pequeños, si no contienen componentes peligrosos o una vez retirados, la molienda directa es la alternativa más adecuada⁸⁶.
- El desensamblado y el triturado de los residuos electrónicos genera nuevas fracciones que deben ser sometidas posteriormente a diversas operaciones de separación y concentración para lograr concentrados de materiales (plásticos, metales, vidrio) con una calidad apta para su comercialización.

La tendencia actual en la gestión de los residuos electrónicos es el aprovechamiento y valorización de la mayor parte de sus materiales constituyentes, considerando con ello la transformación y recuperación de los recursos contenidos en los residuos, o el valor energético (poder calorífico) de los materiales que los componen. No obstante existe siempre una fracción que va a disposición final por no tener aún un destino de recuperación.

En general, después de que se han separado los elementos con sustancias potencialmente contaminantes presentes en un aparato electrónico, los demás componentes se pueden destinar a procesos de reciclaje y recuperación, de donde se obtienen tres grandes grupos de materiales: vidrio, plástico y metales.

Según los datos del Bureau of International Recycling⁸⁷ (BIR), el uso de materiales secundarios supone un importante ahorro de energía cuando se compara con la producción primaria. También la producción de materiales secundarios es menos contaminante que la de materiales primarios. Por ejemplo, producir acero reciclado representa un 86% menos de emisiones al aire.

Tabla 3-24. Ahorro energético en la producción de materiales secundarios

Material	Ahorro energético relativo	Ahorro de Energía (GJ/ton)	Reducción Emisiones CO ₂ (kg/ton)
Aluminio reciclado	95%	44,6	3540
Plomo reciclado	65%	9,87	1610
Plásticos reciclados	80%	20,8	s.i
Acero reciclado	74%	18	2150
Cobre reciclado	85%	10,6	810

Fuente: BIRD, 2008.

a) Recuperación de Metales

El objetivo es la recuperación de metales que se presentan en mayor cantidad (cobre, aluminio, acero) y metales de mayor valor (oro, paladio, platino y plata). El procesamiento

⁸⁶ Fuente: GAIKER, 2007. Reciclado de Materiales: Tecnologías, perspectivas y oportunidades. Departamento de Innovación y Promoción Económica, Biskaia, España.

⁸⁷ Fuente: www.bir.org

comienza con el triturado de los residuos electrónicos a piezas de unos 2 cm que pueden introducirse más fácilmente en un horno.

El aprovechamiento y valorización de materiales y subproductos procedentes del reciclaje de estos residuos se logra a través de procesos de fundición y refinación térmica o química o mediante incineración controlada:

- Fundición: se refiere a la fundición y el reciclaje común de metales ferrosos.
- Refinación térmica y química: se refiere a la recuperación de los metales nobles, no ferrosos, contenidos en las tarjetas de circuito impreso y en otros componentes eléctricos, a través de procesos térmicos o químicos.
- Incineración: los materiales sin valor, no aprovechables o sin contenido peligroso, pueden ser incinerados en procesos que permiten la recuperación del valor energético, con sistemas de control apropiados para evitar contaminación atmosférica.

Las etapas del reciclaje son las siguientes:

Triturado y molienda⁸⁸

La base de esta operación consiste en una reducción de tamaño mediante la aplicación de diversos tipos de fuerzas. Existen numerosas unidades de trituración, teniendo cada equipo características idóneas para aplicaciones específicas. En el mercado existe una amplia variedad de sistemas de trituración y molienda, según el tipo de material a tratar y las necesidades de reducción de tamaño:

- Trituradora de rodillos: Consiste en una tolva con una placa de rompimiento removible opuesta a uno o más rodillos de trituración. El tamaño del producto depende de la distancia entre rodillos.
- Molino de cuchillas: El equipo consta de un rotor con cuchillas uniformemente espaciadas sobre la periferia. El producto se hace pasar por cribas y el tamaño máximo se controla mediante la abertura de las mismas.
- Molino de martillos: El material que entra en el molino es golpeado por un conjunto de martillos girando a baja velocidad. Estos martillos lanzan el material al interior del molino, donde se encuentran una serie de placas de impacto, contra las cuales el material se rompe por segunda vez.

Luego de la reducción de tamaño es necesario separar los distintos componentes, para ello se utilizan los siguientes sistemas de separación:

- Tamizado: Separa una mezcla de materiales en dos o más fracciones con diferentes tamaños de partícula por medio de una superficie de tamizado.
- Mesas densimétricas: Separan mezclas de materiales mediante la aplicación de una corriente de aire ascendente sobre una parrilla porosa vibratoria.
- Separadores por densidad o flotación: Son normalmente utilizados para separar materiales metálicos de los no metálicos (por ejemplo plásticos), debido a su diferencia de densidad, utilizando para ello un flujo de agua.
- Separadores magnéticos: Son muy utilizados en la industria recicladora; su función es separar metales magnéticos desde mezclas de materiales que se transportan sobre bandas. Una configuración muy usada es el overband, diseñado para extraer y recuperar las piezas ferromagnéticas que se encuentran entre el material que circula por una cinta transportadora.
- Separadores de corrientes de foucault o "eddy currents": El elemento separador es un rotor magnético provisto de imanes permanentes de neodimio de alta remanencia. Se crea un campo magnético de alta frecuencia, que induce las

⁸⁸ Fuente: UNEP 2006.

corrientes de Foucault en las piezas metálicas conductoras. Éstas, por su parte, crean un campo magnético opuesto al del rotor. El resultado es una fuerza de repulsión de algunos elementos metálicos, mientras que los elementos féreos son atraídos por el campo magnético y el resto de los elementos prosigue su trayectoria natural. Se utiliza para separar aluminio.

- Separadores electrostáticos de corona: Esta tecnología posibilita la separación de materiales que no puede lograrse utilizando clasificación manual u otros métodos automáticos, y que está encontrando cada vez más aplicación en las operaciones de reciclado. Los materiales pueden ser separados si poseen una conductividad eléctrica distinta. El campo de aplicación preferente es la separación de materiales metálicos (conductores) de los no metálicos (no conductores).
- Otras técnicas de separación incluyen UV, IR, rayos X, o sistemas láser en combinación con sistemas mecánicos o neumáticos.
- También existen algunos métodos de separación por frío (nitrógeno líquido), en los cuales se aplica el principio de que el acero, al igual que los polímeros se rompe al enfriar a -70°C o menos, mientras que el cobre y el aluminio aumentan su dureza.

Fundición

Esta operación está orientada al reprocesamiento de metales ferrosos y no ferrosos, por ejemplo tarjetas de circuitos, las cuales pueden ser recicladas eficientemente en una fundición, donde los metales preciosos y otros pueden ser recuperados. La fundición puede realizarse en una amplia variedad de hornos (arco eléctrico, rotatorios o de reverbero, entre otros). La forma más común es dentro de procesos de fundición de cobre pero también se usa la fundición de plomo.

Algunas empresas integran fundición de cobre y refinación en flujos que utilizan varios hornos de fundición y procesos de refinación para cobre, plomo, metales preciosos y otros metales, mientras hacen uso del valor calorífico de las fracciones plásticas contenidas en el residuo.

En el proceso, los metales se funden a alta temperatura y mientras se mantienen líquidos, se separan a través de oxidación y/o reducción. El metal base, típicamente cobre, o plomo, disuelve los metales preciosos (oro, plata y paladio) mientras que otros metales como cadmio y berilio son oxidados en el proceso. Los óxidos metálicos tienen una solubilidad limitada en el metal líquido y son menos densos por lo que flotan en la superficie, formando la escoria primaria o, si poseen una alta presión de vapor a las temperaturas de fundición, son emitidos con los humos o partículas. En ambos casos, la escoria o material particulado es capturado y reprocesado en el mismo horno de fundición o en otro horno para una posterior recuperación.

El metal base fundido es colocado en moldes y enfriado para formar lingotes delgados, usados posteriormente como ánodos en el siguiente paso de recuperación que es la electrorefinación. Alternativamente, el metal puede ser granulado, para posteriormente ser lixiviado con ácido sulfúrico en una planta de electrowinning.

En la electrorefinación los ánodos son disueltos en ácido sulfúrico (proceso hidrometalúrgico) y el metal base es simultáneamente electrodepositado en un cátodo. El cátodo resultante, de un nivel de pureza del 99,5% o mayor es equivalente a un metal producido desde fuentes primarias. Esta alta tasa de recuperación contrasta con el valor alcanzado en procesos manuales, muchas veces informales y sin mayor control, donde no supera un 50%⁸⁹.

El baño de ácido sulfúrico debe ser reemplazado eventualmente, pero puede ser reutilizado en otras operaciones metalúrgicas o bien se neutraliza y limpia a través de precipitación y sedimentación o filtración. Los metales preciosos que fueron disueltos en el ánodo permanecen en la celda electrolítica como precipitado insoluble (barro), el cual es

⁸⁹ Fuente: UNEP 2006, CNPML 2008.

Metal Corp⁹⁰), Xstrata (Canadá), Umicore (Bélgica), Ronnskar Boliden (norte de Suecia), Scan Arc Technologies AB (Suecia, en alianza con Arc Metal), Colt Refining Inc. (Estados Unidos), WC Heraeus GMBH (Alemania) y Aurubis (antigua Noddeutsche Affinerie, Alemania).

En Latinoamérica a la fecha no existen refineries con tecnología de punta que puedan extraer varios metales preciosos de los componentes electrónicos. Sólo se realiza desmantelamiento de forma manual, para posteriormente proceder a la clasificación, valorización y venta de los materiales ya sea como materias primas en los mercados locales o transportados a plantas de refinaria en Europa o Norteamérica, para una recuperación más completa y de mayor eficiencia.

En los procesos de fundición debe controlarse la emisión de gases de combustión y partículas de metal, por medio de su captura y conducción a sistemas de control como lavadores de gases ácidos, ciclones, precipitadores electrostáticos o filtros de manga.

La fundición de residuos electrónicos requiere un mayor control de emisiones, debido a la presencia de plásticos y halógenos (cloro y bromo) y por la potencial generación de dioxinas y furanos, compuestos neurotóxicos y cancerígenos. Para prevenir la generación de estos últimos, la oxidación de los hidrocarburos presentes debe ser a temperaturas de 850°C o superiores con un tiempo de residencia de 2 segundos en presencia de exceso de oxígeno. Dichas condiciones aseguran la destrucción térmica de los hidrocarburos y pueden reducir sustancialmente la posibilidad de emisión de furanos y dioxinas. Los halógenos pueden ser convertidos en ácidos y recuperados en un lavador de gases. Adicionalmente la temperatura del gas de salida debe ser rápidamente reducida a 200°C o menos en la entrada del sistema de remoción de polvos para una máxima eficiencia de retención (filtros manga o precipitador electrostático)⁹¹.

Para los residuos que contengan mas de un 1% desustancias orgánicas halogenadas, expresadas como cloruros, la Directiva de Incineración de la Unión Europea especifica una temperatura mínima de 1100°C.

La fundición va seguida de una serie de procesos de electrorrefinado, disolución y precipitación de metales (procesos hidrometalúrgicos) en que se recuperan y refinan los distintos metales. Estas operaciones pueden generar aguas residuales que quizás contengan elevadas concentraciones de metales tóxicos; si no se reutilizan completamente esta aguas en la instalación de refinado, deberán ser objeto de tratamiento y manejo adecuado.

La escoria del proceso de fundición contiene también sustancias potencialmente nocivas. Si presentan concentraciones relativamente elevadas de metales de interés económico, deberán reincorporarse al horno o al proceso de fundición para recuperar esos metales. Esta fundición continua implica la posibilidad de emisiones de humos y partículas pero permite una mayor recuperación de metales y evita su eliminación. Las escorias pueden también reducirse a polvo, para una ulterior recuperación de metales mediante lixiviación y precipitación selectiva de los metales deseados. Estos pasos puedan generar peligro de exposición de los trabajadores a polvo que contenga metales y aguas residuales con gran concentración de metales tóxicos, por lo que deberán ser controlados mediante procesos debidamente diseñados.

Las escorias suelen contener altas proporciones de silicato, y cuando se han estabilizado y vuelto insolubles mediante su procesamiento a temperaturas elevadas (vitrificación) no se generan lixiviados, por lo que podrían utilizarse sin peligro como agregado para la construcción de edificios o carreteras. Si no se ha conseguido que las escorias sean estables e insolubles, su utilización o su eliminación final en vertederos o rellenos tiene el mismo potencial de liberación de sustancias potencialmente nocivas que se ha descrito anteriormente.

⁹⁰ SIPI - Belmont cuenta con plantas de recepción y desensamblaje previo en Manaos, Bogota y Guadalajara

⁹¹ Fuente: UNEP 2006 (b), GAIKER, 2007, OECD, 2001

b) Alternativas de Reciclaje para algunos componentes

• Monitores CRT

El principal problema de los monitores CRT es el manejo de la pantalla una vez que se han retirado algunos componentes de interés como el cobre y el cañón de electrones del CRT, el que incluye una pequeña placa, denominada getter (o getterpill), de 1 a 2 gramos de peso, incluyendo su sistema de sujeción, la cual contiene compuestos de bario, por lo que debe ser retirada y almacenada separadamente y se debe evitar su contacto con agua o aire húmedo (el bario reacciona con el agua y es altamente soluble). Actualmente las alternativas de manejo de los getters es su disposición en rellenos de seguridad previo tratamiento o su incineración en instalaciones autorizadas con sistemas apropiados de control y limpieza de gases.

Para la gestión de los tubos de rayos catódicos, se han desarrollado algunos procesos, entre los que se encuentran⁹²:

- Reciclado en otros vidrios o cerámicas, esta alternativa muestra resultados prometedores en la fabricación de cerámicas y materiales industriales.
- El reciclaje de CRT completos en fundiciones de plomo no es recomendable, a menos que se cuente con sistemas de control adecuados como ocurre en las grandes refinerías (ya que genera emisiones de plomo al aire, estimadas en un 0.06% del plomo procesado). El vidrio actúa como fuente adicional de silicato para el proceso.
- Otra alternativa es el uso del vidrio en ladrillos, hormigón y cerámicos u otros productos estructurales.
- Sólo si el vidrio está libre de plomo, se puede mezclar con materiales de construcción, como asfalto o cemento, principalmente para uso en construcción de caminos.

Se debe considerar que los CRT mas antiguos pueden contener de 2 a 3 Kg de plomo encapsulado en el vidrio, en tanto los equipos más modernos no contienen más de 1 Kg.

Actualmente una importante cantidad de empresas están realizando procesos de reciclaje de vidrio desde CRT, entre las cuales se pueden mencionar, como ejemplo:

- CRT Finland Oy Proventia (Finlandia)
- IMMARK (Suiza)
- CRT Heaven Ltd. (Reino Unido)
- Nulifeglass (Reino Unido)⁹³
- CRT Recycling (Australia)
- HMR (Estados Unidos)

Las variantes se encuentran fundamentalmente en el proceso de corte del tubo de rayos catódicos, una vez que se han removido todas las piezas de metal y otros elementos de la pantalla. El proceso tradicional tritura el tubo completo en un sistema cerrado y luego se envía el material a instalaciones de fundición.

La empresa Proventia utiliza un sistema de láser con dióxido de carbono para cortar el sello entre el vidrio del panel frontal del resto del tubo (embudo y cuello) permitiendo separar las partes de vidrio de acuerdo a su concentración de plomo.

El panel frontal está libre de plomo por lo que se debe cuidar de no contaminarlo al momento de separar las partes. Este panel posee una cubierta de fósforo, la cual es removida por succión a vacío y enviada a una unidad de filtración. Esta cubierta puede presentar riesgos de inhalación si se maneja en estado seco, por lo que se utilizan procesos en húmedo para

⁹² ACEPESA, 2003

⁹³ <http://www.nulifeglass.com/uk-crt-tv-television-computer-screen-recycling-process>

su remoción. El fósforo generalmente no se recupera y requiere de tratamientos térmicos para su destrucción o estabilización, antes de su disposición segura; los residuos generados durante este proceso (restos finos de vidrio y filtros) pueden ser también enviados a una fundición de plomo.

Una vez separadas las partes, cada una es triturada, obteniéndose dos materiales para reuso: vidrio del panel frontal libre de plomo que puede ser reutilizado directamente y vidrio con plomo, el cual es enviado a convertidores electrolíticos donde es posible obtener vidrio y plomo por separado para un reuso posterior.

En España, durante el año 2007 se comenzó a desarrollar un proyecto denominado Eco-TV⁹⁴, orientado a definir estrategias para reciclar tubos de rayos catódicos, entre las cuales se consideran: uso como aditivo en productos cerámicos, fabricación de materiales aislantes (Foam-glass) de tipo térmico, acústico y con resistencia al fuego, aditivo en materiales poliméricos en base a resinas (piedra artificial), árido o filler para hormigón.

- **Tarjetas de circuito impreso (TCI)**

Las TCI contienen chips que pueden ser removidos y vendidos para reuso. Contienen metales valiosos que pueden ser recuperados mediante procesos de fundición y refinación, (cobre, oro plata y paladio), además de otros metales como plomo y cadmio.

- **Pantallas planas**

Contienen displays de cristal líquido, los que pueden ser derivados a operaciones de recuperación de vidrio, previo proceso de destrucción catalítica de las sustancias del cristal líquido o bien enviados a tratamiento térmico en instalaciones de incineración autorizadas.

En algunos países de Europa se requiere que las pantallas de área mayor a 100 cm² sean manejadas separadamente, cuando éstas contengan sistemas de iluminación con lámparas de descarga de gas mercurio.

Dichas lámparas debe enviarse a instalaciones de recuperación de mercurio o a incineradores de residuos peligrosos autorizados, con sistemas apropiados de limpieza de gases, incluyendo filtros de carbón activado yodado o medidores garantizados de separación e inmovilización del mercurio.

- **Cables de aislación**

Los cables pueden ser de PVC, elastómero plástico u otros. El principal problema es la presencia de PVC debido a su contenido de cloruros.

Los cables deben ser retirados durante el desmantelado si son accesibles, ser cortados o triturados a un pequeño tamaño (de 1 a 10 centímetros), y granulados para recuperar el cobre desde la aislación plástica mediante agua o aire. El residuo plástico puede ser recuperado o bien incinerado en instalaciones apropiadas.

- **Condensadores⁹⁵**

Los condensadores deben ser almacenados en contenedores acidorresistentes (plástico resistente o metal). Existen aun en uso pequeños condensadores con electrolito que pueden contener líquidos corrosivos. Se ha demostrado que los electrolitos (con o sin PCBs), generados por condensadores averiados permean los envases de plástico común. Ya que es

⁹⁴ Fuente: www.aidico.es/cms/site_0044/descargas/Presentacion_ECOFira_Proyecto_CRTs.pdf

⁹⁵ Fuente: CNPML 2008.

difícil hacer una distinción según el contenido de PCB de los condensadores, los condensadores electrolíticos también deberán ser recolectados y almacenados en contenedores acidorresistentes.

Si no es factible reciclar los condensadores electrolíticos, éstos deben ser destruidos térmicamente en una planta adecuada que cuenta con un control de emisiones. En el caso de una recuperación mecánica se debe de considerar que aumenta la probabilidad que las sustancias contaminantes se liberen y acumulen en los respectivos residuos.

Para destruir completamente los PCBs mediante procesos térmicos (incineración) se debe garantizar una permanencia de a lo menos 2 segundos a una temperatura de 1200 °C. Si no se cumplen estas condiciones existe un alto potencial de generación de dibenzofuranos policlorados (dioxinas). Por lo tanto es fundamental la eliminación en plantas de tratamiento térmico adecuadas. La siguiente tabla resume algunas alternativas de manejo de los condensadores:

Tabla 3-25. Alternativas de eliminación de condensadores

Alternativa	Descripción	Evaluación
Reciclaje	Si se puede determinar con certeza que un condensador está libre de los PCBs, puede ser reciclado, ya que contiene metales aprovechables	Para descartar la presencia de PCB se requiere desarrollar mediciones especiales para la identificación del condensador
Exportación	En países que no cuentan con las condiciones requeridas para el reciclaje, se deben enviar hacia otros países donde existía la tecnología apropiada.	Se deben tener en cuenta los criterios del Convenio de Basilea y las autoridades pertinentes deben ser notificadas.
Incineración	Los condensadores que contienen o puedan contener PCBs, deben ser incinerados a altas temperaturas, en instalaciones para el manejo de residuos peligrosos y con controles adecuados de emisiones	
Disposición final	Incluso si un condensador está libre de PCB (algunos condensadores indican dicha condición) estos no se deben disponer en rellenos sanitarios ni triturar con otras piezas; deben preferiblemente ser eliminados en un incinerador de alta temperatura equipado con controles apropiados de emisiones	
	Los sólidos que contienen PCBs pueden ser dispuestos en rellenos de seguridad equipados especialmente para dichos desechos peligrosos	Su disposición debe ser controlada por las autoridades ambientales pertinentes.

Fuente: CNPML 2008.

- **Plásticos**

Aún no se han generalizado las actividades de recuperación de plásticos, debido a que existen pocas instalaciones que pueden clasificar eficientemente los plásticos de distintos tipos. Adicionalmente los plásticos pueden valorizarse en el proceso de recuperación de metales, mediante su uso como fuente de calor, en sustitución de otros combustibles. En la medida que los equipos se diseñen de manera que desprendan fácilmente las carcasas y se reduzca el uso de pinturas y etiquetas, los plásticos utilizados (normalmente acrilonitrilo butadieno estireno/policarbonado, ABS-PC), podrán reciclarse en mayor medida.

Las técnicas de identificación han sufrido un gran desarrollo, puesto que el proceso de reciclado requiere que la etapa de identificación no sólo sea precisa sino rápida. Las técnicas basadas en la espectroscopia de infrarrojo son las técnicas analíticas más ampliamente empleadas para la identificación de diferentes tipos de polímeros, y en algunos casos diferentes tipos de aditivos dentro de la misma familia de polímeros. Otras son termografía IR, fluorescencia de rayos X etc. Estos sistemas de identificación deben ir acoplados a sistemas de separación automáticos, como pueden ser los sistemas de separación basados en chorros de aire (soplado) o en expulsores accionados neumáticamente.

El proceso de recuperación del plástico comienza con la clasificación de los diferentes tipos, para luego proceder a su granulación. Después de la granulación, el plástico se moldearía para darle la forma deseada en procesos a alta presión y temperatura, y podría darse cierta exposición a las sustancias contenidas en el plástico, pero la situación no sería distinta de la que se produce con el mismo tipo de plástico procedente de otras fuentes.

La siguiente tabla resume algunas alternativas de manejo de plásticos.

Tabla 3-26. Alternativas de manejo de plásticos

Alternativa	Descripción	Evaluación
Reciclaje mecánico (Plásticos en general)	Procesos de trituración	<p>Cuando los componentes plásticos que contienen retardantes bromados de llama se trituran, los trabajadores pueden ser expuestos al polvo que contiene estos productos químicos.</p> <p>Si el reciclaje de plásticos implica el uso del calor; el calentamiento de los plásticos que contienen retardantes de llama bromados puede causar la formación de furanos y de dioxinas bromados altamente tóxicos.</p>
Reciclaje químico o terciario (plásticos en general)	<p>Tratamiento de los residuos plásticos mediante procesos fisicoquímicos, en los cuales las moléculas de los plásticos se rompen para obtener monómeros con algún valor para la industria petroquímica como materia prima.</p> <p>Es aplicado, principalmente a aquellas corrientes de residuos complejas de manejar a través de las técnicas de reutilización o reciclaje mecánico.</p> <p>El reciclaje químico puede llevarse a cabo por diferentes procesos: gasificación, extrusión degradativa y metanólisis.</p>	<p>Algunos de los procesos de reciclaje químico, como la pirólisis, no requieren una separación por tipo de resina plástica, lo que permite aprovechar residuos plásticos mixtos.</p> <p>Entre los procesos químicos utilizados para la clasificación de los plásticos, se encuentra también la metanólisis (un proceso de depolimeración) que reduce los plásticos a sus componentes originales mediante la aplicación de calor y presión en presencia del metanol. Esta combinación no solo ocasiona que las cadenas de los polímeros se rompan, dejando solamente monómeros, los cuales son purificados y re polimerizados en resina nueva; sino que permite la destrucción de contaminantes</p>
Incineración	<p>Mediante combustión controlada, se aprovecha el alto contenido energético de los residuos plásticos como combustible alternativo. Aunque algunos plásticos pueden reciclarse, con ventajas para el medio ambiente, podría haber residuos del proceso de reciclaje que no puedan ser reciclados. En el caso de que el reciclaje no pueda justificarse, la recuperación energética tal vez sea una forma eficaz en función de los costos de recuperar un valor intrínseco de los residuos plásticos.</p>	<p>El proceso de incineración de plásticos con recuperación energética tiene como impactos ambientales la generación de emisiones atmosféricas, la posible infiltración de lixiviados de cenizas a aguas subterráneas ocasionados por la disposición de las cenizas generadas en el proceso, las que deben ser controladas</p>

Fuente: CNPML 2008.

c) Disposición Final

Incineración

La incineración es un proceso de disposición final que puede servir a diferentes propósitos; destrucción de compuestos acompañada por una drástica reducción de su volumen y peso (a temperaturas sobre 1200°C), generación de energía e incorporación de sustancias inertes a materias primas, por ejemplo al clinker producido en hornos de cemento.

La incineración tiene como objetivo principal asegurar la disposición o la transformación del completa del material a una forma inerte (dióxido de carbono y agua). Sin embargo, también se puede utilizar el poder calorífico contenido en los materiales para recuperar energía, lo cual establece una mejor opción ante sólo su vertido, puesto que proporciona oportunidades para el suministro de energía no fósil.

Los tres factores que afectan la incineración son las denominadas Tres T: Temperatura, Tiempo y Turbulencia, a lo cual se debe agregar un exceso de oxígeno para llevar a cabo la combustión.

Los hornos incineradores cuentan con tres cámaras: primaria de descomposición de los residuos en un ambiente con un nivel de oxígeno subestequiométrico (aproximadamente el 80 % del necesario para un proceso de combustión), secundaria de combustión de gases con exceso de oxígeno y terciaria de acumulación y retiro de cenizas. El sistema de carga de residuos y la descarga de cenizas se puede realizar en forma continua sin alterar las condiciones óptimas de temperatura.

Comparados con otros residuos, los residuos electrónicos contienen concentraciones más altas de bromo, de plomo y de otros metales. Y por ende, su incineración sin ningún control generará dispersión de sustancias tóxicas y peligrosas. El incinerador u otra unidad de combustión (con o sin la recuperación de energía) deben contar con sistemas de control adecuados para reducir al mínimo la formación de furanos y de dioxinas, además de estar equipados con sistemas avanzados para el tratamiento y limpieza posterior de las emisiones atmosféricas (gases y partículas). Las cenizas de la combustión, así como los materiales peligrosos que no pueden ser reciclados, se deben disponer en un relleno de seguridad.

Los ejemplos mas conocidos son las emisiones de mercurio, o dioxinas y furanos cuando se incineran plásticos que contienen halógenos (por ejemplo bromo), lo mismo ocurre con los monitores de tubos catódicos. Cuando los residuos electrónicos se incineran sin separación, la mayor parte del plomo que contienen se transfiere a la fracción de la escoria (ceniza inferior). Esta fracción debe ser manejada de manera adecuada.

Se debe distinguir claramente la incineración de la quema sin control. La incineración oxida el plástico de carcasas y de tarjetas de circuitos, pero esta oxidación puede ser incompleta cuando la quema se realiza de manera informal e incontrolada. Por ejemplo, cuando se queman las tarjetas de circuitos para concentrar los metales en cenizas que se venden para la recuperación de metales.

Algunos metales, entre ellos el cadmio y el plomo, poseen temperaturas de fusión relativamente bajas y pueden fundirse durante su quema y formar humos o partículas de óxidos metálicos que se esparcen con las emisiones de aire. Si estos metales, y cualquier otro metal contenido, no se funden a las temperaturas de incineración (sobre 1000 a 1200 °C), permanecen en la cenizas. Éstas, si se eliminan en un vertedero, crea problemas de exposición a sustancias peligrosas.

Antes de instalarse las primeras plantas de reciclaje, se incineraban aparatos electrónicos completos, perdiendo valiosos materiales y recursos. Gran parte de los recursos ferrosos y no ferrosos se depositaron junto a las cenizas y polvos de filtros. **Actualmente en varios países de Europa está prohibida la incineración de estos residuos.**

- **Disposición En Relleno Sanitario**

Los residuos electrónicos, contribuyen, en general, a la aparición de impactos ambientales negativos en los rellenos sanitarios comunes, dada la presencia de metales pesados y sustancias halogenadas que podrían lixiviar o evaporar. Adicionalmente, la variedad de sustancias contenidas en los mismos ejerce efectos sinérgicos, aumentando potencialmente sus efectos negativos. Por ende no se recomienda la disposición final de equipos eléctricos y electrónicos en rellenos sanitarios, no solamente por los efectos negativos causados, sino también la pérdida de recursos secundarios valiosos.

La naturaleza ácida de la composición del relleno sanitario puede generar la lixiviación del plomo presente en las CRT y soldaduras, y de otras sustancias peligrosas como el mercurio. El plástico, presente en cables y otros componentes también podría lixiviar los retardantes de llama bromados.

Si la instalación de disposición final no está delimitada por una barrera impermeable, las sustancias pueden migrar hacia las aguas subterráneas y, con el tiempo, hacia aguas superficiales y subterráneas. Cuando los contaminantes ingresan al suelo, son absorbidos por las partículas coloidales que existen en el mismo, o son arrastrados hacia las capas más profundas por efecto de la lluvia. Los contaminantes solubles se infiltrarán en la capa superficial del suelo, donde tendrá lugar la adsorción. Los compuestos insolubles se acumularán en la superficie de moléculas orgánicas, enlazándose a través de la materia orgánica presente en el suelo⁹⁶.

Se ha estimado que un 40% del plomo presente en lixiviados de rellenos municipales proviene de componentes electrónicos. En un estudio en el Centro para el manejo de desechos sólidos y peligrosos de Florida, se reportó que el contenido de plomo de los lixiviados de los tubos de rayos catódicos (18,5 mg/L) sobrepasaban los límites permitidos por la EPA (5,0 mg/L)⁹⁷.

El mercurio inorgánico se incorpora al agua y se convierte en metilmercurio el cual es fácilmente acumulado en organismos vivos en los tejidos grasos y se concentra a través de la cadena alimenticia, especialmente en los peces

Al ir transcurriendo el tiempo disminuye la disponibilidad de los metales, ya que se van adsorbiendo más fuertemente. En general se considera que la movilidad de los metales es muy baja, quedando acumulados en los primeros centímetros del suelo, siendo lixiviados a los horizontes subsuperficiales en muy pequeñas cantidades. Es por ello que la presencia de altas concentraciones en el horizonte superficial seguida de un drástico decrecimiento a los pocos centímetros de profundidad es un buen criterio de diagnóstico de contaminación⁹⁸.

- **Relleno de Seguridad**

Por lo anteriormente indicado, la disposición de las fracciones sobrantes de los procesos de reciclaje o incineración, debe realizarse en rellenos de seguridad. Igualmente, otros componentes con presencia de sustancias peligrosas que no cuenten con procesos de descontaminación y aprovechamiento adecuados, deben ser depositados en este tipo de rellenos. La tecnología aplicada a nivel internacional es la misma que se aplica en Chile (descrita en la sección 3.3.6 (d)).

⁹⁶ Fuente: UNEP 2003

⁹⁷ Fuente: ACEPESA 2003

⁹⁸ Fuente: La Grega et al, 1996

3.3.8 Recomendaciones para la Recuperación y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Chile

De acuerdo a la evaluación realizada el mercado de valorización de residuos de los aparatos y equipos bajo estudio está en proceso de crecimiento pero aún es incipiente en el país si se consideran los volúmenes reciclados, pues a la fecha sobre un 90% tiene un destino desconocido. Si bien existe a la fecha una industria del reciclaje orientada a este tipo de equipos, básicamente su objetivo es la recuperación de algunos materiales para el mercado nacional y la exportación de piezas o partes valiosas para la recuperación de metales en instalaciones especializadas.

El mercado de recuperación y reciclaje actual se focaliza fundamentalmente en las industrias y grandes empresas que pagan por el servicio de manejo de los residuos que les competen. Los residuos electrónicos generados por las grandes empresas e industrias en general siguen una vía directa hacia reciclaje, debido a los planes de manejo que ya han implementado las mismas, es decir, la recolección desde ellas es una actividad ya establecida.

Se debe destacar, además, que en los últimos años, esta industria del reciclaje ha mejorado sus estándares para cumplir los requerimientos de las empresas que demandan sus servicios y ha ampliado en forma importante su capacidad instalada, existiendo hoy capacidad suficiente para la gestión de un alto porcentaje de los residuos generados pero que no se está utilizando. Por otra parte, varias de las nuevas tecnologías que permiten una valorización material y energética de los residuos electrónicos están siendo analizadas por las empresas nacionales y podrían ser factibles en el mediano plazo. Se estima que, en la medida que se promueva un mayor desarrollo de tecnologías de valorización de estos residuos, los costos a pagar por el reciclaje deberían tender a disminuir.

A pesar de los avances mencionados un punto crítico es el flujo de residuos generados por los consumidores particulares (hogares, comercio e incluso pequeñas empresas), los que corresponderían al mayor volumen (también son los que se encuentran más dispersos) y que hoy prácticamente no están siendo recuperados.

Las empresas recicladoras abarcan la recolección fundamentalmente a nivel de la RM y VIII Región y algo en regiones intermedias y el norte del país, lo cual permite estimar que es posible mantener y aún mejorar la tasa de reciclaje actual optimizando y aumentando la cobertura de reciclaje, ya que al considerar la distribución geográfica de los usuarios de estos equipos, más del 80% del volumen de estos residuos se generaría entre las regiones IV y X.

Sin embargo se debe tener presente que siempre existirá un porcentaje de material no recuperable, producto de los distintos destinos del mismo. Por un lado, existe una cierta cantidad que queda almacenado en manos del consumidor y, por otra, existen ubicaciones geográficas de difícil acceso donde será dificultosa y de alto costo la recuperación. En este último ámbito debe incluirse la situación de los residuos generados en las zonas libres de impuestos del país, los que hoy no cuentan con ningún sistema de gestión y su probable recolección y posterior envío a instalaciones de reciclaje fuera de dichas regiones es un tema complejo y aún no resuelto.

Por otra parte, las empresas productoras del sector han comenzado a desarrollar acciones que promoverán un cambio en este ámbito, tanto desde una orientación voluntaria, como movidos por una pronta dictación de la Ley de Residuos, que establece la aplicación de la responsabilidad extendida del productor, tomando como base los esquemas desarrollados en otros países que cuentan ya con normativas de este tipo, pero bajo un concepto que permita su aplicabilidad a la realidad nacional.

Elementos para Establecer un Sistema de Gestión

El concepto rector de un sistema de gestión futuro se basa en el Principio de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), el cual está centrado en el ciclo de vida del producto, pero intenta que fabricantes, distribuidores, intermediarios, usuarios, y empresas **comparten la responsabilidad** de reducir los impactos que el producto ocasiona al medioambiente. **Una mejora sustantiva en la gestión no siempre debe percibirse**

como una responsabilidad exclusiva de los productores. Además de ellos los intermediarios, consumidores, así como las tecnologías de existentes o potenciales, deben concertarse para encontrar la solución más apropiada y rentable.

Por lo anterior, se plantean a continuación los elementos básicos un sistema de gestión de residuos electrónicos considerando algunos aspectos de los sistemas que operan a nivel internacional, pero tomando en cuenta las singularidades del mercado chileno y las actuales iniciativas en desarrollo. La figura 3.11 resume las vías de manejo que coexisten actualmente, mientras que la figura 3.12 detalla los elementos principales de un Sistema de Gestión como los que operan a nivel internacional.



Figura 3-11 Sistema actual de manejo de RE en Chile

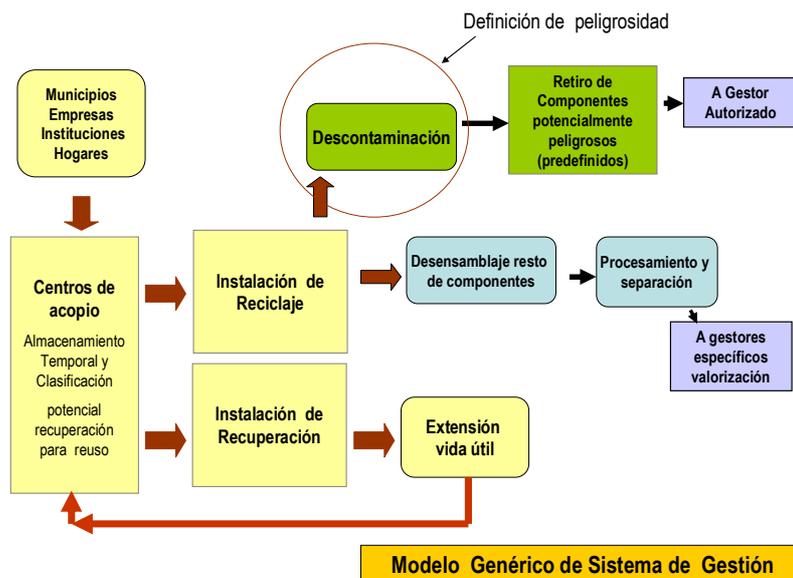


Figura 3-12 Modelo para un Sistema de Gestión de RE

En las figuras anteriores se puede observar que en el país ya se cuenta con varios de los elementos básicos para iniciar un sistema de gestión; sin embargo, existen otros hoy no bien definidos, que podrían complicar su puesta en marcha, entre los cuales se mencionan los siguientes:

- **Regulaciones y normativas**

Para avanzar en la gestión de los residuos electrónicos, variados países cuentan con legislación específica en la materia o se encuentran en la etapa de generar leyes y reglamentos específicos. La principal dificultad que presentaba Chile, para lograr una buena gestión y valorización de los materiales electrónicos, era la falta de una legislación especial para este tipo de residuos. Esta situación podrá revertirse en el corto plazo con la entrada en vigencia de la Ley de Residuos, con Reglamentos específicos para residuos prioritarios, entre los cuales se encontrarían los residuos electrónicos (en general, no sólo los analizados en este estudio).

Por otra parte, no existen normativas orientadas a establecer estándares de calidad mínimos para los equipos que hoy se comercializan en el mercado (lo que se traduciría en mayor vida útil de los mismos), de allí que es prioritario generar normas para regular y certificar la calidad de los equipos importados, al momento de su ingreso al país (a lo cual también se debe sumar una mayor claridad en las glosas utilizadas actualmente por el Servicio de Aduanas). No obstante lo anterior, la Ley establecerá como requerimiento la generación de registros de todos los productores (importadores), lo cual permitirá identificar claramente quienes ingresan equipos y de cuales equipos son responsables. En el caso de aquellos que posean una corta vida útil el productor tendrá que hacerse cargo de una mayor cantidad en un menor tiempo, lo cual tendería a incentivar el ingreso de equipos de mayor calidad.

- **Clasificación de los residuos electrónicos**

En la mayoría de los países con sistemas de gestión para residuos electrónicos, éstos se clasifican como residuos especiales, distinguiendo entre producto fuera de uso y residuo: el producto fuera de uso puede ser enviado a instalaciones de recuperación, para volver al flujo de productos de segundo uso, o bien destinarse a centros de acopio. La clasificación de peligroso o no peligroso se aplica sólo una vez que el equipo es desensamblado en instalaciones de reciclaje, en lo que se ha llamado una operación de "descontaminación", donde se separan componentes peligrosos y no peligrosos.

En Chile, los residuos electrónicos se consideran peligrosos desde el momento en que pasan a la categoría de fuera de uso, de acuerdo a lo indicado en el DS 148/03, como legislación específica, aún cuando sigue siendo el mismo producto.

Una flexibilización en la aplicación del DS148, mediante el desarrollo de criterios o complementos al mismo, en las etapas iniciales de manejo de estos residuos fomentaría su recolección en centros de acopio, la recuperación para un segundo uso y reduciría la corriente de residuos final. La situación actual, si se mantiene, dificulta la operatoria de cualquier sistema de gestión en cuanto a condiciones de logística y tratamiento económicamente viable.

- **Creación de centros de acopio**

En la actualidad coexisten una serie de alternativas de recolección y eliminación de residuos electrónicos, tanto formales como informales. Se estima que varias de las alternativas informales se deben a la falta de lugares apropiados donde dejar los equipos fuera de uso. Por lo anterior es fundamental la creación de nuevos centros de acopio, manejados tanto por empresas privadas (relacionadas a productores) como por Municipios, a fin de fomentar el flujo de devolución de equipos desde el consumidor privado para su adecuada gestión y, a la vez, optimizar la logística de transporte de los mismos (al lograr reunir en un sólo punto equipos que se encuentran bastante dispersos y generar un volumen mínimo que permita reducir los costos de esta operación).

Se tiene información de que a nivel nacional ya existen diversas iniciativas municipales para aumentar las instalaciones denominadas "puntos limpios", orientadas a la recolección de diversos tipos de residuos domiciliarios, los cuales podrían extender su accionar hacia los residuos electrónicos (por ejemplo el Programa Santiago Recicla). Por otra parte, los productores, desde la perspectiva de la REP también deben generar puntos específicos de recolección, o bien desarrollar alianzas con las iniciativas mencionadas.

Un aspecto importante por evaluar es que de estos centros de acopio podrían derivarse equipos tanto a empresas de recuperación como de reciclaje, tal como ocurre en otros países.

En la figura siguiente se presenta una primera aproximación a un modelo de sistema de gestión, que considera todos los actores de la cadena, en base a las alternativas de manejo disponibles hoy en Chile.

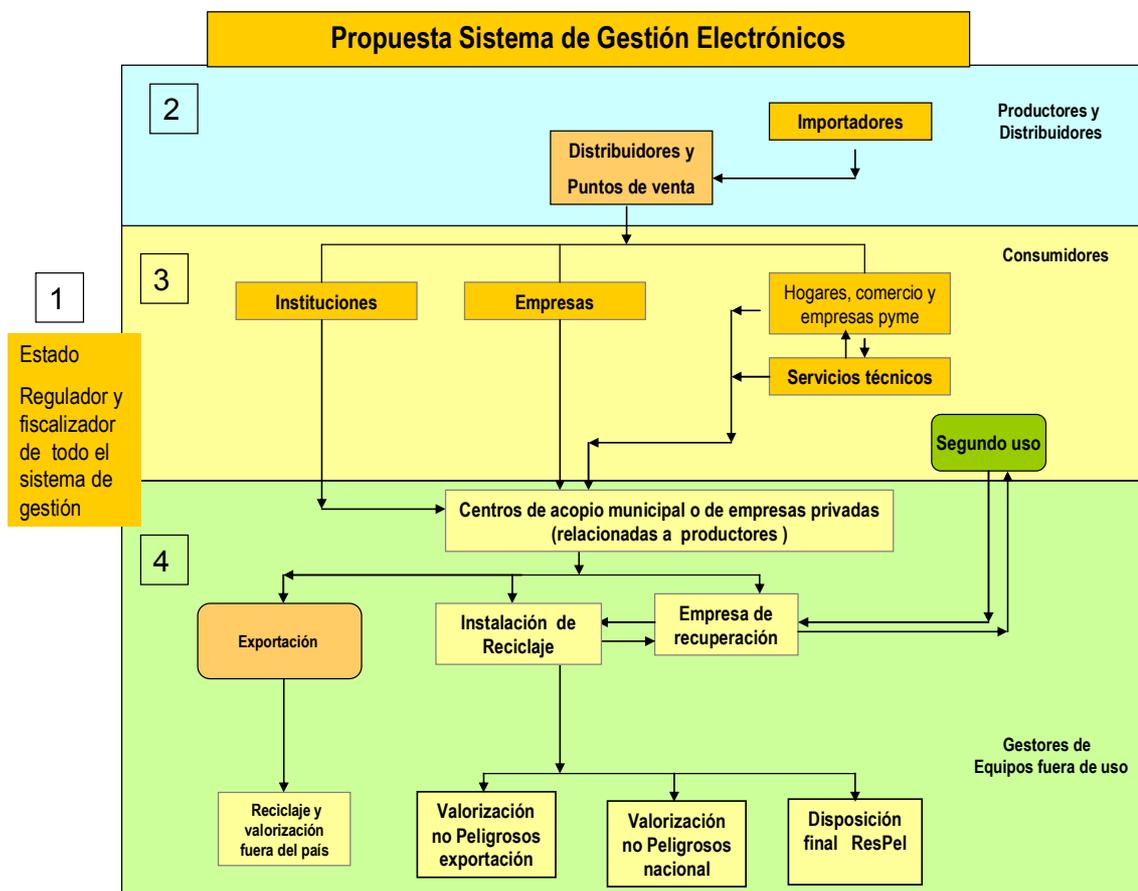


Figura 3-13 Modelo preliminar para la gestión de RE en Chile

• **Actores y su Rol:**

1. ESTADO:

Su Rol es fundamentalmente regulador y fiscalizador, ya que para poner en marcha el sistema de gestión, el Estado debe generar las leyes y normativas necesarias y una vez en operación debe controlar su funcionamiento para evitar prácticas inadecuadas. Adicionalmente, el Estado tiene un rol de fomento de la educación respecto a la gestión de residuos a todo nivel: consumidores y ciudadanía en general, servicios públicos y empresas.

Un componente fundamental es la *Ley de Residuos*, la que establecerá los lineamientos básicos para la gestión de los mismos bajo el concepto de Responsabilidad Extendida del Productor (REP). A partir de la misma se genera un Reglamento específico para la gestión de todos los tipos de residuos electrónicos (en cuanto a transporte, acopio, recuperación, desensamblaje, reciclaje de elementos no peligrosos y tratamiento y disposición de residuos peligrosos). Este Reglamento, debe establecer claramente las responsabilidades de cada uno y todos los actores del sistema de gestión, asegurando igualdad de condiciones.

Adicionalmente, se considera que el Reglamento debe contemplar las condiciones del rápido cambio de tecnologías, y la reducción gradual de componentes peligrosos en los equipos por parte de las empresas fabricantes, lo cual en el mediano y largo plazo podría desclasificar una amplia gama de aparatos fuera de uso hoy definidos como residuos peligrosos. Por lo anterior este Reglamento debe estar alineado a normas y referentes internacionales.

El organismo regulador del sistema de gestión de residuos electrónicos será el Ministerio del Medio ambiente, en coordinación, al menos, con los Ministerios de Economía, Servicio de Aduanas y Ministerio de Salud.

2. PRODUCTORES:

Los productores tendrán un rol importante en coordinar la logística de manejo de los residuos e inicialmente deben establecer la modalidad de financiamiento del sistema, donde una alternativa es el cobro de un importe adicional sobre el costo unitario de la venta de un equipo nuevo⁹⁹, a fin de cubrir los costos de gestión (transporte, almacenamiento, reciclaje y disposición final). El importe propuesto es, en general, un porcentaje muy bajo del costo del equipo¹⁰⁰. No obstante, es importante recalcar que este sistema puede funcionar sí y solo sí existen las regulaciones necesarias para que todos los productores operen en igualdad de condiciones.

Además, tendrán un rol relevante en la educación de los usuarios, a través de campañas acerca de la calidad del producto, su composición y la adecuada gestión del residuo, donde se buscará crear conciencia que, al momento de quedar fuera de uso un equipo, éste se entregue en puntos de acopio autorizados para su reciclaje y valorización. Asimismo, se propone que los importadores incorporen en la información del producto (etiquetado), las características de los mismos en cuanto a contenidos de materiales potencialmente peligrosos e indicaciones de como se debe reciclar.

3. CONSUMIDORES

Su rol esta dado por las exigencias de calidad y duración que deben realizar al momento de comprar un equipo y por el grado de sensibilización ambiental que se pueda lograr en ellos. El consumidor particular, el comercio, las pequeñas empresas y las instituciones deben ser sensibilizados ambientalmente para que se comprometan a entregar los equipos fuera de uso en centros de acopio autorizados. Las grandes empresas y las industrias tienen requerimientos específicos de gestión, por lo que se espera que la entrega de los residuos no sea un factor crítico.

4. GESTORES: EMPRESAS DE RECUPERACION Y RECICLAJE

El rol de las empresas de recuperación es fundamental para reducir la corriente de residuos electrónicos, desfasando el fin del tiempo de uso de los equipos mediante un segundo uso. Al igual que los productores, deben aportar a las campañas de recuperación, además de generar alianzas con empresas recicladoras o centros de acopio para reforzar la logística de transporte.

Las empresas privadas de reciclaje o disposición ya tienen un rol bien definido en el mercado nacional y se espera que la puesta en marcha de un sistema de gestión integral potencie aún más su accionar, dado que estos residuos tienen un valor económico que no ha sido aprovechado aun a cabalidad (ya sea recuperación de metales a nivel nacional

⁹⁹ El sistema de financiamiento propuesto es preliminar y debe ser analizado con mayor detalle.

¹⁰⁰ En general no supera el 1%. Fuente Ecoing 2010.

o internacional), incluso ya se están haciendo cargo de la disposición adecuada de la fracción peligrosa.

Considerando las vías de recuperación que existen actualmente, las condiciones de operación actual y futura, y los aspectos evaluados previamente, se recomienda en primera instancia:

- Potenciar la educación a los consumidores finales, tanto por las empresas productoras como por el estado, a fin de aumentar la tasa de segregación, entrega en puntos limpios o centros de acopio. Es necesario diseñar e implementar instancias de capacitación en el tema, tanto a nivel público como privado, para clarificar los aspectos de la gestión que podrían generar potenciales riesgos a la salud y el ambiente y cuales no, lo cual aportaría en la propuesta de criterios para un manejo apropiado. La capacitación también debe extenderse hacia las empresas e instituciones involucradas. Lo anterior conlleva además la necesidad de aumentar la cantidad de puntos de recolección o centros de acopio, como se ha detallado previamente.
- Por otra parte, y en el marco de la nueva Ley de Residuos, el rol del estado en este ámbito debe orientarse a incluir el tema en sus campañas de sensibilización y potenciar el tema a nivel interministerial.
- Como punto de partida, las empresas productoras deben colocar indicaciones claras y visibles para que el usuario sepa como manejar y donde reciclar estos residuos. Asimismo, se debe propender en el corto plazo a la generación de registros de los tipos y cantidades de productos y residuos manejados, en lo que compete a cada uno de los actores claves de la cadena (productores, recuperadores, recicladores y empresas de disposición final), lo cual transparentará la información del flujo de estos materiales a nivel nacional.
- Para lograr aumentar la tasa de recuperación y reciclaje desde el consumidor individual es fundamental potenciar aún más las acciones desde las empresas productoras, aumentando la cantidad de campañas de recolección, como algunas que ya se han realizado en el país (por ejemplo, entregando equipos fuera de uso al comprar un equipo nuevo), junto con implementar sus políticas ambientales en Chile a través de programas de recuperación de equipos fuera de uso, de igual forma como lo han hecho en otros países. Se estima que el avance en la promulgación de la Ley de Residuos será un motor importante para avanzar en este ámbito.
- Para contar con un número apropiado de centros de acopio o puntos de recepción, se recomienda potenciar en un mayor grado las alianzas directas entre empresas recuperadoras, recicladoras, productores e incluso los municipios, sobretodo a nivel de regiones, para aprovechar y mejorar la logística existente, tomando en consideración que el mayor porcentaje de recuperación actual ocurre en la RM.
- Finalmente, se requiere mejorar la coordinación y participación activa de los organismos del estado (por ejemplo entre el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Salud) para aunar criterios de regulación, facilitar el traspaso de información y promover nuevos y necesarios proyectos de valorización y reciclaje. En este aspecto también se debe avanzar en el tema de los residuos derivados de productos comercializados en zonas libres de impuestos.

En base a la experiencia internacional y a los avances nacionales, se estima posible recuperar y redireccionar no menos de un 10% del total de residuos electrónicos actualmente con disposición desconocida hacia el 2015, lo cual permitiría aumentar la tasa actual, al conformarse un sistema de gestión que involucre tanto la recolección del residuo como su manejo y transformación posterior por empresas valorizadoras, sea esto a nivel nacional o bien a través de exportación a empresas de recuperación.

4 DIAGNÓSTICO DE APARATOS DE ALUMBRADO

4.1 ANTECEDENTES GENERALES DEL SECTOR

Dentro de este sector se ha considerado el análisis de los siguientes productos:

- Lámparas fluorescentes rectas.
- Lámparas fluorescentes compactas.
- Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos.
- Lámparas de sodio de baja presión.

El mercado actual de los productos bajo estudio se encuentra conformado genéricamente por empresas productoras, representantes de marcas específicas (importadoras) y sus locales de distribución, así como retail o empresas importadoras de menor tamaño que comercializan distintas marcas directamente a los consumidores.

4.1.1 Empresas Productoras

Los productores del sector corresponden a empresas representantes de marcas que importan estos productos, ubicadas preferentemente en la Región Metropolitana, ya que en el país no existen empresas de fabricación de estos aparatos. Asimismo se encuentra una gran cantidad de importadores directos que ingresan productos de diversas marcas y los comercializan directamente, entre los cuales destacan alguna grandes tiendas de retail.

Dentro del mercado existe hoy en día una amplia variedad de marcas, aunque se destacan algunas como las que se presentan en la siguiente tabla. En el segmento de aparatos de alumbrado se identificaron 23 marcas en el mercado para los productos bajo análisis. En el Anexo 1 se entrega un mayor detalle de las mismas.

Tabla 4-1 Principales marcas de aparatos de alumbrado

Marcas de Aparatos de Alumbrado
GENERAL ELECTRIC
PHILIPS
OSRAM
WESTINGHOUSE
SILVANYA
TUNGSTRAM-GENERAL ELECTRIC
LEUCI
TUNGSTRAM-LEUCI

Las cuatro primeras marcas actualmente representan cerca del 25 al 30% de las ventas del sector¹⁰¹.

4.1.2 Puntos de Venta

La información recabada desde bases de datos y directorios comerciales de empresas identificó casi 1250 puntos de venta representativos a nivel nacional¹⁰².

Dentro del universo se consideraron tanto las empresas dedicadas a la venta específica de los productos bajo estudio así como las cadenas de retail que también los comercializan (70 locales correspondientes a grandes tiendas y 926 grandes supermercados), destacándose el hecho de que la mayoría de los locales de venta son multimarcas.

¹⁰¹ Fuente: información recibida desde las empresas

¹⁰² Incluye locales de la zona franca de Iquique, Arica y Punta Arenas

El mayor número de puntos de venta corresponde al retail, seguido de los distribuidores directos a nivel de todo el país (253 puntos en total), los cuales en general compran a otros importadores o realizan importación directa. La Región Metropolitana concentra cerca del 48% del total. Esta información se detalla en la Tabla 4.2 y Figura 4.1 y en el Anexo 1 de este informe.

Tabla 4-2 Puntos de venta de luminarias

Región	Retail	Distribuidores	total
XV Región	6	2	8
I Región	11	12	23
II Región	25	16	41
III Región	16	7	23
IV Región	33	14	47
V Región	96	25	121
RM	482	113	595
VI Región	33	4	37
VII Región	96	10	106
VIII Región	68	16	84
IX Región	40	6	46
XIV Región	25	3	28
X Región	46	12	58
XI Región	4	3	7
XII Región	15	10	25
Total general	996	253	1249

Fuente: Elaboración propia en base a datos comerciales

Es importante destacar que los locales de retail también corresponden a grandes usuarios de este tipo de productos (utilizados en gran cantidad para la iluminación de las áreas de ventas) y, por tanto son generadores relevantes.

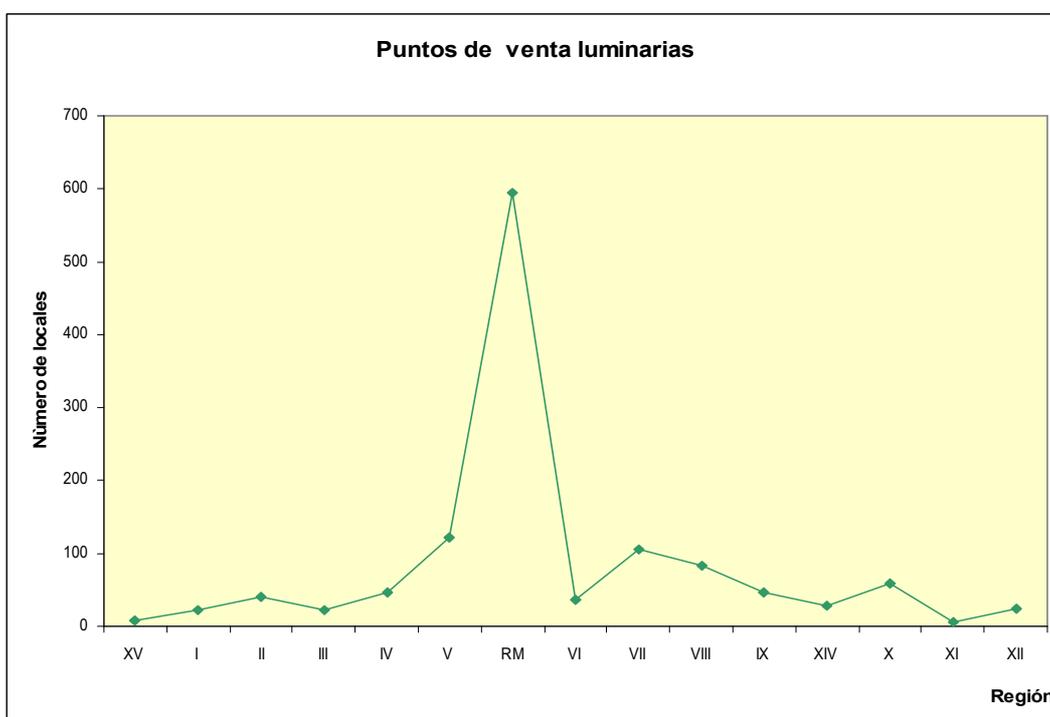


Figura 4-1 Distribución geográfica de puntos de venta de luminarias

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Empresas de Gestión y Disposición Final

Se identificaron 5 empresas autorizadas relacionadas a la gestión de luminarias y disposición final: Ecoser y Degraf que cuentan con sistemas de transporte y tratamiento para lámparas que contienen mercurio e Hidronor., Hera Ecobio y Copiulemu como instalaciones de disposición final.

4.2 CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DEL SECTOR

4.2.1 Determinación del Tamaño del Sector e Importancia en Chile.

La determinación del tamaño del sector luminarias se determinó en base a la información de los flujos de importación y exportación en los últimos años, ya que si bien no corresponden directamente a las ventas anuales, sí permiten establecer el flujo que queda disponible en el país y, a futuro, el flujo de residuos anual y acumulado. Adicionalmente se obtuvieron algunos datos de tasas actuales de uso para estos productos.

De acuerdo a datos de la CNE, del total de electricidad consumida a nivel nacional, un 21% en promedio se utiliza en iluminación. Se estima que, en promedio, se utilizan de 10 a 20 ampolletas por hogar¹⁰³, y de ellas no más del 20% correspondían a luminarias más eficientes al año 2007 y actualmente bordearían el 35%¹⁰⁴. En función de los datos anteriores se determina que se encontrarían en uso sobre 100 millones de ampolletas, siendo 35 millones del tipo eficientes¹⁰⁵. Estos datos se ratifican con la información de un estudio del PRIEN (2008)¹⁰⁶, donde se indica que el consumo de energía eléctrica para iluminación en hogares sería superior a 3.400 GWh para el año 2008, equivalente a un 40% del consumo residencial total, considerando sólo la demanda del Sistema Interconectado Central (SIC)¹⁰⁷.

De acuerdo al mismo estudio, se indica que los requerimientos de energía para iluminación corresponderían entre un 5 a 7% del total de electricidad consumida en las actividades de minería e industria, un 29% para los centros comerciales, 24% para supermercados y a un 10% para el comercio menor y un 60% en el sector público. Lo anterior corresponde a un consumo total estimado superior a 7.000 GWh al año 2008, donde claramente el sector residencial es el mayor consumidor (casi un 49% del total de energía utilizada en iluminación), seguido por el sector comercial (19%) e industrial (17%) y finalmente el sector público (13%).

4.2.2 Evaluación de Productos Disponibles en Chile

a) Importación y origen de los productos

La evolución histórica de las importaciones se recabó desde registros del Servicio de Aduanas (Estacomex) y Banco Central, y se detalla en las siguientes tablas. Un mayor detalle de dicha información se presenta en el Anexo 3, para las glosas de productos más relevantes.

¹⁰³ Fuente: www.cne.cl, DIA ECOSER.

¹⁰⁴ Fuente: Green Lights

¹⁰⁵ Considerando que la estimación actual es de 3,3 personas por hogar y la población nacional proyectada al 2010 es de 16.928.873 habitantes. Fuente: INE.

¹⁰⁶ PRIEN, 2008. Estimación del Aporte Potencial del Uso Eficiente de la Energía Eléctrica 2008-2025

¹⁰⁷ Tomando como ejemplo el uso de ampolletas de 75 W, dicho valor proyecta el uso de más de 94 millones de ampolletas.

Tabla 4-3 Datos de importación (unidades) para luminarias (2002-2009)

Año	Fluorescentes	Vapor de mercurio	Otras de descarga	Incandescentes y halógenas	Lámparas UV
2002	5.434.741	66.487	173.350	35.790.849	106.573
2003	6.409.874	83.415	572.056	42.271.668	70.987
2004	8.507.357	49.547	728.221	45.119.145	99.730
2005	8.362.502	127.849	818.678	51.643.522	93.449
2006	32.016.577	63.665	1.436.532	28.292.696	131.530
2007	16.980.905	55.812	601.676	62.751.804	144.803
2008	87.796.718	37.146	1.011.122	11.802.970	138.044
2009	14.734.244	56.079	533.003	51.459.606	80.068

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas, Indicadores Comercio Exterior Banco Central

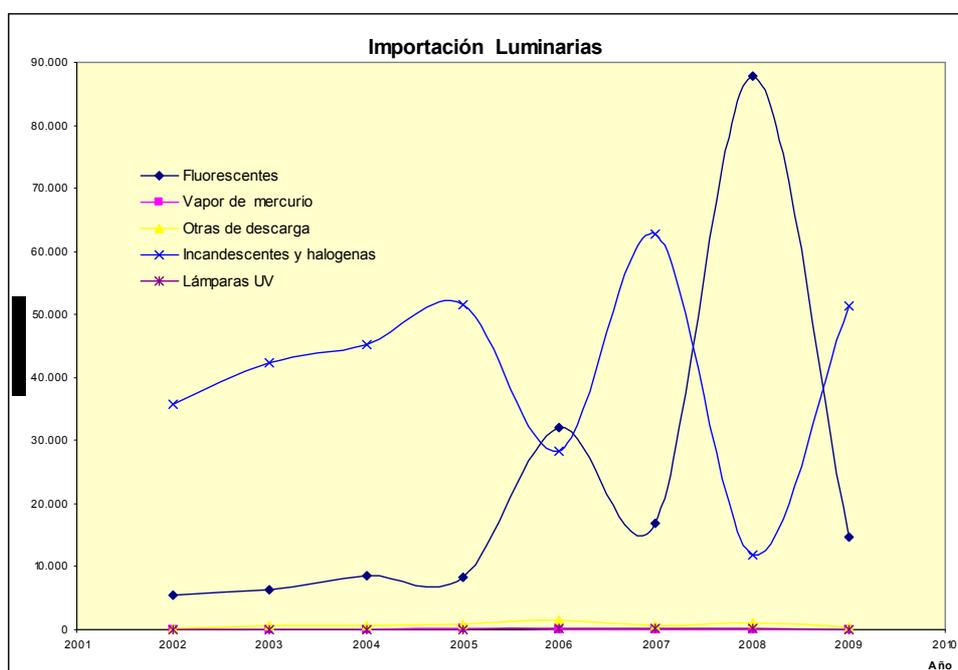


Figura 4-2 Importación luminarias

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas, Indicadores Comercio Exterior Banco Central

La siguiente tabla indica los principales países de origen por tipo de producto.

Tabla 4-4 Principales países de origen de los productos (base 2009)

Tipo Producto	Principales países de origen
Fluorescentes	China, Brasil
Vapor de mercurio	China, Brasil
Otras de descarga	China, India, Estado Unidos
Incandescentes y halógenas	China
Lámparas UV	China, Holanda

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas, Indicadores Comercio Exterior Banco Central

b) Exportaciones

En el análisis de información se determinó un flujo mínimo de exportación excepto para el segmento de lámparas fluorescentes, según se detalla en la siguiente tabla. El destino de los

productos es fundamentalmente a países de la región, destacando Argentina con el mayor volumen (fluorescentes).

Tabla 4-5 Datos de exportación (unidades) para luminarias (2002-2009)

Año	Fluorescentes	Vapor de mercurio	Otras de descarga	Lámparas UV
2002	869.132	0	3.539	2.909
2003	1.203.345	5578	1.134	7.154
2004	825.280	806	459	11.050
2005	93.012	24	4.388	5.591
2006	174.435	36	32	6.288
2007	67.686	3042	45	7.653
2008	92.297	0	1.419	6.477
2009	1.760.690	0	52	3.402

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas, Indicadores Comercio Exterior Banco Central

c) Balance de luminarias disponibles en el país

La cantidad de luminarias disponibles en el país se estimó en base al balance entre la importación y exportación, según el detalle que se muestra en la Tabla 4.6.

Tabla 4-6 Productos disponibles en el país (unidades)

Año	Fluorescentes	Vapor de mercurio	Otras de descarga	Incandescentes y halógenas	Lámparas UV
2002	4.565.609	66.487	169.811	35.790.849	103.664
2003	5.206.529	77.837	570.922	42.271.668	63.833
2004	7.682.077	48.741	727.762	45.119.145	88.680
2005	8.269.490	127.825	814.290	51.643.522	87.858
2006	31.842.142	63.629	1.436.500	28.292.696	125.242
2007	16.913.219	52.770	601.631	62.751.804	137.150
2008	87.704.421	37.146	1.009.703	11.802.970	131.567
2009	12.973.554	56.079	532.951	51.459.606	76.666

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas, Indicadores Comercio Exterior Banco Central

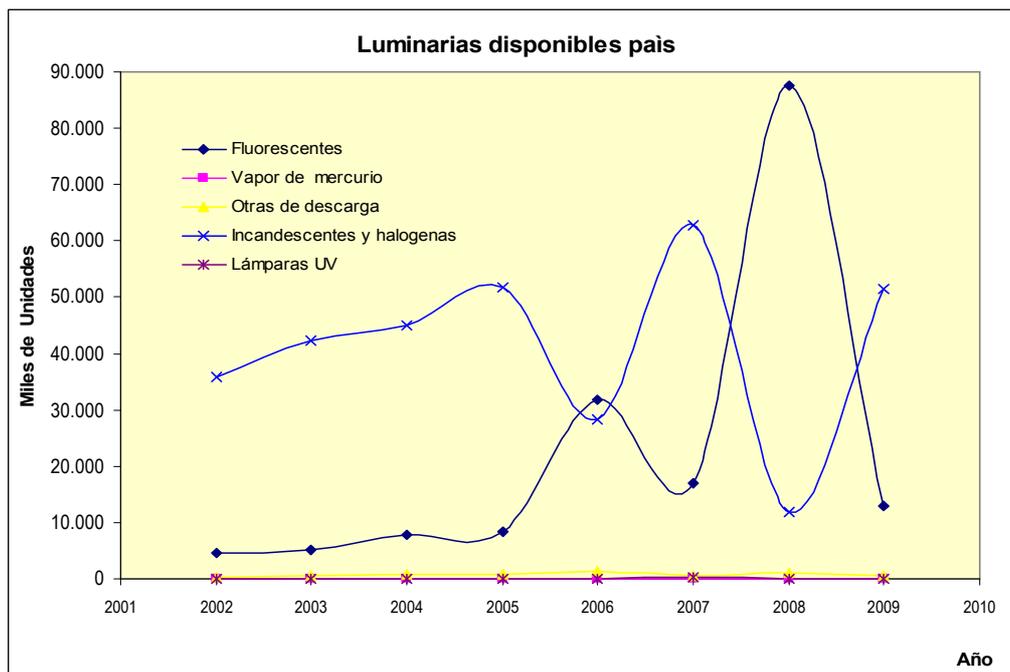


Figura 4-3 Balance de luminarias disponibles

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas, Indicadores Comercio Exterior Banco Central

De los datos anteriores se destaca claramente que los productos más relevantes corresponden al tipo fluorescente, además de incandescentes y halógenas, seguido muy de lejos por el resto de las categorías.

4.2.3 Evolución del Sector y Proyecciones para los Próximos 10 Años.

La tasa de crecimiento total del sector hasta el 2008 fue superior al 10 % verificándose una baja importante entre el 2008 y 2009 dada la condición de la economía, por ello se asume como supuesto que el crecimiento de los próximos años no superará el 6% en forma global para estos aparatos, basado en datos de importación y proyecciones de las empresas del sector. En el caso de las lámparas incandescentes y halógenas (sin mercurio) se espera una disminución de las mismas en función de las regulaciones internacionales que tienden hacia su desaparición hacia el año 2014 por su baja eficiencia energética¹⁰⁸ (ver sección 2.2.2).

Tabla 4-7 Proyección de crecimiento luminarias (unidades)

Año	Fluorescentes	Vapor de mercurio	Otras de descarga	Incandescentes y halógenas	Lámparas UV
2010	14.998.274	59.444	564.928	42.881.960	81.266
2011	15.898.170	63.010	598.824	35.734.967	86.142
2012	16.852.061	66.791	634.753	29.779.139	91.310
2013	17.863.184	70.798	672.838	24.815.949	96.789
2014	18.934.975	75.046	713.209	20.679.958	102.596
2015	20.071.074	79.549	756.001	17.233.298	108.752
2016	21.275.338	84.322	801.361	14.361.082	115.277
2017	22.551.859	89.381	849.443	11.967.568	122.194
2018	23.904.970	94.744	900.410	9.972.973	129.526
2019	25.339.268	100.429	954.434	8.310.811	137.297
2020	26.859.624	106.455	1.011.700	6.925.676	145.535

¹⁰⁸ En este caso se estimó una baja del 10% anual en la disponibilidad a nivel país.

Los datos anteriores se contrastaron con una evaluación y proyección realizada por las empresas proveedoras del sector, que entregó los siguientes datos.

Tabla 4-8 Crecimiento y proyección de ventas luminarias (miles de unidades)

Año	CFL	Tubos fluorescentes	Lámparas HID	Total
2007	9.442	5633	1143	16.218
2008	27.327	9633	1368	38.328
2009	14.475	10115	323	24.913
2010	17.080	10722	342	28.144
2011	20.496	11580	362	32.438
2012	24.185	12506	417	37.108
2013	29.506	13,31	441	29.960

Fuente Consultora Grant Thornton 2009.

Contrastando los valores estimados en las tablas 4.7 y 4.8 se observa que las proyecciones para la cantidad de luminarias con mercurio, realizadas dentro del diagnóstico, son bastante más conservadoras que las indicadas por las empresas (período 2010 a 2013). Los datos para el año 2007 son similares en ambos casos, pero la diferencia surge a partir del año 2008, donde existió un nivel de importación tres veces superior al normal, el cual se ha repartido en las ventas de los años siguientes en la tabla 4.8 y, por tanto, aumenta el flujo proyectado en los siguientes años¹⁰⁹.

4.2.4 Canales de Comercialización de Productos y Manejo de Residuos

- **Productores**

A nivel nacional el flujo de comercialización de aparatos de alumbrado se inicia con el importador, el cual puede comercializar directamente o entregar el producto a locales de distribución. Se incluye aquí también a las empresas de retail, que suelen actuar como importadores y como distribuidores., por lo cual la principal característica de este mercado es una gran cantidad de distribuidores a lo que se suma una amplia variedad de marcas.

El mayor número de artículos de este tipo corresponde a marcas de diversa procedencia pero con representación en el país, las que son comercializadas por grandes distribuidores del área eléctrica. Como en algunos otros productos de origen importado se da también un fenómeno de la asociatividad entre grandes marcas para generar un artículo específico.

Un numero menor pero con gran crecimiento en el ultimo tiempo corresponde a marcas propias de los distribuidores, la mayoría provenientes de China, ofrecidas en el mercado mediante dos modalidades, con una marca definida por el distribuidor (el producto es fabricado especialmente para éste), o se vende directamente un producto de origen Chino. Este fenómeno también es común en las grandes tiendas de retail. Esto se detecta principalmente en las lámparas orientadas al consumidor domiciliario, situación que además se ha visto aumentada por la gran cantidad de aparatos de iluminación importados por las grandes cadenas, no así en productos mas específicos como de iluminación industrial o pública, la que debe seguir normas mas estrictas y donde las marcas mas reconocidas mantienen su supremacía.

Si bien las grandes marcas representadas en Chile respaldan sus productos a través de certificación internacional además de estar establecidas en el país, no ocurre lo mismo con otros productos de marca desconocida, que van orientados al consumidor doméstico, en donde prima su menor costo.

¹⁰⁹ A fin de validar en parte los datos proyectados, se verificó el nivel de importación y exportación de lámparas fluorescentes a noviembre de 2010 en las estadísticas del Servicio de Aduanas, reportándose un valor no mayor a 15 millones de unidades.

• **Consumidores**

Respecto al destino de estos productos, el grupo más importante en número son los consumidores de hogares y comercio, quienes los adquieren principalmente desde el retail. Al término de la vida útil, el producto fuera de uso en va a la basura doméstica y es retirado por los camiones de recolección municipal, donde es inmediatamente triturado. A diferencia de otros equipos electrónicos, en general no existe un almacenamiento temporal. El destino final actual es un relleno sanitario o un vertedero ya que estos productos no poseen ningún valor económico, a diferencia de otros residuos electrónicos.

Otro grupo importante de generadores son las industrias y grandes empresas, las cuales en los últimos años han debido incorporar planes de manejo de sus residuos para dar cumplimiento a la normativa vigente. En este caso, el residuo es retirado por empresas autorizadas quienes lo transportan a instalaciones para un tratamiento controlado de trituración previo a su disposición final en lugares autorizados para residuos peligrosos (ver detalles en sección 4.3.6), o bien se envía directamente a disposición en dichos sitios.

Finalmente, un tercer gran grupo de consumidores son las empresas de retail (que tienen la característica de ser tanto productores como usuarios), algunas de las cuales aún no cuentan con sistemas de manejo de estos residuos, aunque suelen acopiarlos en forma separada del resto de los residuos, pero al momento del retiro y envío a disposición siguen la misma vía de los residuos generados por los hogares. Sólo en el último tiempo las empresas del sector han comenzado a gestionar estos residuos a través de su envío a tratamiento y disposición adecuada.

• **Empresas de gestión y disposición final**

Actualmente existen empresas autorizadas que reciben luminarias del tipo fluorescentes para su gestión ubicadas en la RM, así como destinatarios autorizados para residuos peligrosos en la RM y VIII región (detallados en la sección 4.1.3 y 4.3.6).

La figura siguiente resume el sistema de comercialización que actualmente opera en el país y la situación de manejo de los residuos generados.

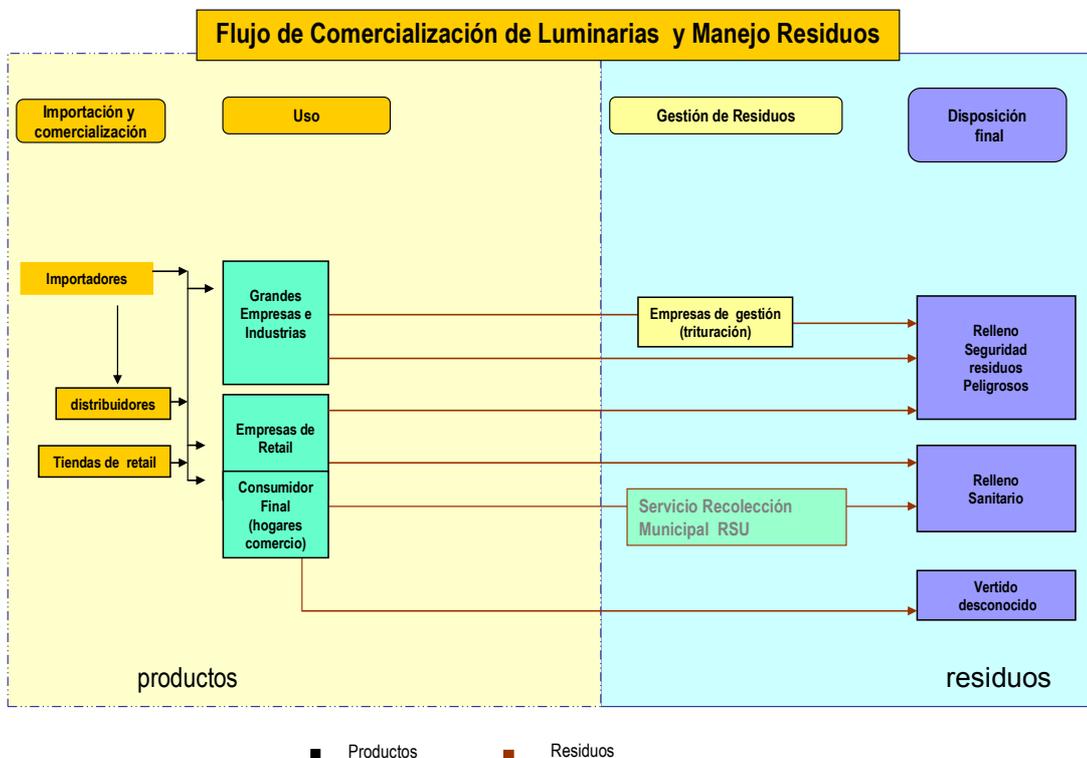


Figura 4-4 Flujo de comercialización de productos y manejo de residuos

4.2.5 Tipo, Características y Composición de Productos Comercializados

Actualmente existe una amplia gama de fuentes luminosas artificiales disponibles en el mercado. Una primer forma de clasificarlas es según el fenómeno involucrado en la generación de luz: incandescencia o luminiscencia, tal como se muestra en la figura 4.5.

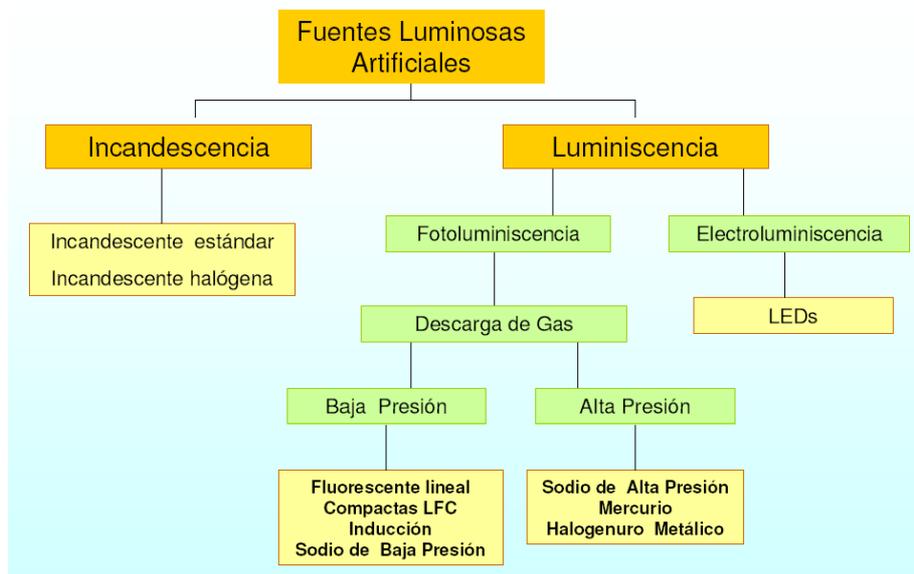


Figura 4-5 Clasificación de las fuentes luminosas más importantes
Fuente: IES, 2000

Cada tipo de lámpara presenta características propias de eficacia luminosa (relación entre el flujo luminoso de la fuente de luz y la potencia suministrada a ella, expresada en lm/W) y duración promedio, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4-9 Características de las lámparas mas representativas de cada tipo

Lámpara	Potencia (W)	Eficacia (lm/W)	Vida Útil (horas)
Incandescente Convencional	100	15	1000
Inc. Halógena lineal	300	18	2000
Inc. Halógena Reflectora	100	15	2500
Inc. Halógena de baja tensión	50	18	3000
Fluorescente Lineal T5 alta frecuencia	28	104	12000
Fluorescente lineal T8 alta frecuencia	32	75	12000
Fluorescente compacta	36	80	12000
Fluorescente compacta doble	26	70	12000
Vapor de mercurio	125	50	16000
Mercurio halo-enado (baja potencia)	100	80	12000
Mercurio halogenado (alta potencia)	400	85	16000
Sodio de alta presión (baja potencia)	70	90	16000
Sodio de alta presión (alta potencia)	250	104	16000

Fuente: IES, 2000

a) Lámparas incandescentes¹¹⁰.

Las lámparas incandescentes tienen amplio uso en la iluminación del hogar, por su color cálido de luz, su reducido peso, dimensiones y, particularmente por su bajo costo inicial, además de que no necesitan equipos auxiliares para funcionar. La baja eficacia y corta vida

¹¹⁰ ELI, 2000 (a).

útil de las lámparas incandescentes frente a las alternativas disponibles, limitan sus posibles aplicaciones. El costo energético de operación es muy alto. Sólo se las recomiendan para locales de poco uso o de alta intermitencia de uso. No se aconsejan para iluminación donde sea necesario altos niveles de iluminancia o de uso prolongado.

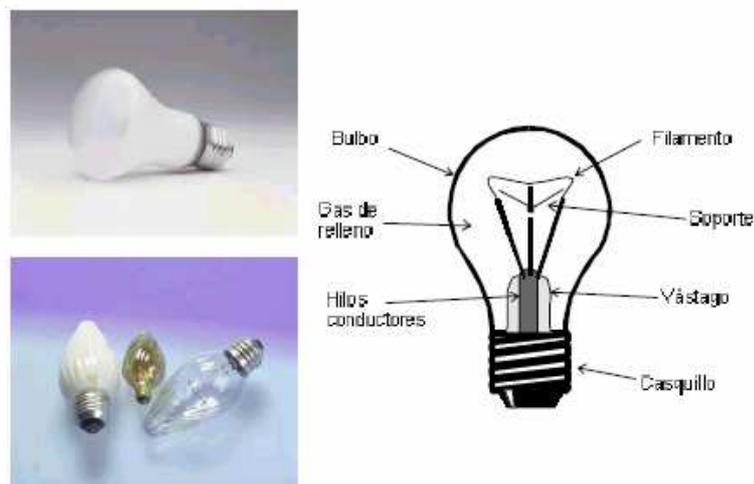


Figura 4-6 Componentes de una lámpara incandescente.
Fuente ELI, 2000.

Los componentes de una lámpara incandescente incluyen:

Bulbo: Determina la forma de la lámpara, existiendo una enorme variedad de ellas. Por lo general, se construyen con vidrio de diferentes tipos, mayoritariamente de sodiocalcio o vidrio blando y en otros casos, en los que deben soportar altas temperaturas, se usa sílice o sílice fundido (cuarzo). En muchos tipos de bulbos se aplica una cubierta interior, consistente en una capa de polvo de sílica blanca que produce una moderada difusión de la luz. Las lámparas incandescentes también pueden ser coloreadas mediante cerámicos mezclados con el vidrio o con un plástico transparente que cubre el bulbo.

Casquillo o base de metal, el cual existe en variadas formas.

Filamento en base a tungsteno normalmente. Su baja presión de vapor y alto punto de fusión (3382°C) permite operar a altas temperaturas y como consecuencia se consigue mayor eficacia. Cuanto más cerca es la temperatura del filamento a la temperatura de fusión, más alta es la proporción de energía visible radiada y, por tanto mayor su eficacia luminosa, pero, por otro lado mayor es la velocidad de evaporación del filamento en vacío, y por lo tanto su vida es menor,

Gas de relleno presente en la mayoría de las lámparas incandescentes. Normalmente consiste en una mezcla de argón y nitrógeno, cuya proporción depende de la aplicación a que se destina y de la tensión de la lámpara.

b) Lámparas incandescentes halógenas¹¹¹

La necesidad de mejorar la relación eficacia-vida de las lámparas incandescentes convencionales llevó a la incorporación de un gas haluro como aditivo, el cual produce un ciclo regenerativo del filamento. Hoy en día se usa el bromo.

Las altas temperaturas de las paredes de la ampolla (mínimo de 260°C), necesarias para mantener el ciclo halógeno, exige un tamaño reducido de la misma. Como consecuencia de esto, se construye de un material más resistente como es el cuarzo. Debido a la forma más compacta de estas lámparas, la presión admisible del gas puede ser mayor, con lo cual se

¹¹¹ Fuente ELI, 2000 (a).

reduce su velocidad de evaporación, y da la posibilidad de usar un gas de mayor densidad, como el xenón, en lugar de argón o nitrógeno. Este proceso aumenta su vida.

La vida útil de las halógenas es del orden de 2000 horas frente a 1000 horas en las convencionales.

c) Lámparas fluorescentes

Las lámparas fluorescentes pertenecen a la categoría de lámparas de descarga en gases a baja presión. Están constituidas por un bulbo o tubo de descarga con vapor de mercurio, recubierto de polvos fluorescentes (denominados "fósforos") en la pared interior del tubo para la conversión de radiación UV en visible, un par de electrodos sellados herméticamente en los extremos del tubo y los casquillos que proporcionan la adecuada conexión eléctrica a la fuente de suministro de energía.

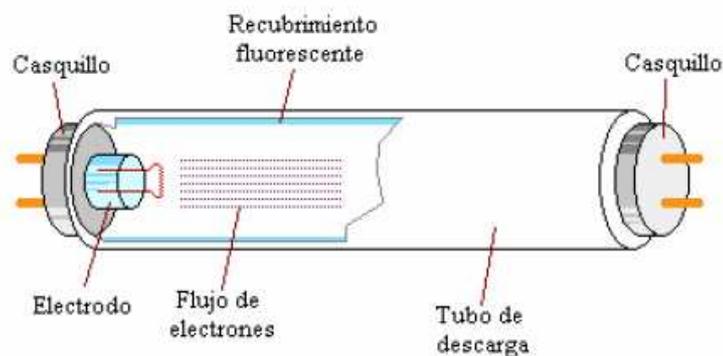


Figura 4-7 Componentes de una lámpara fluorescente
Fuente ELI, 2000.

La descarga eléctrica en una atmósfera de mercurio a baja presión es convertida principalmente en radiación UV, la que tiene la capacidad de estimular los polvos fluorescentes que recubren el interior del tubo en el que se produce la descarga, y que convierten la radiación UV en luz visible,

Las lámparas fluorescentes se construyen con bulbos tubulares rectos cuyo diámetro varía entre aproximadamente 12 mm, designados T4, y 54 mm designados como T17. Generalmente su longitud varía entre 100 mm y 2440 mm. La letra de la designación indica la forma del bulbo (T por "tubular"; C por "circular" o U indicando que el bulbo ha sido doblado sobre sí mismo). También existen lámparas de menor diámetro, de extremo único, de dos, cuatro o seis tubos paralelos, formadas por bulbos en forma de U conectados por pequeños tubos en sus extremos, conocidas como lámparas fluorescentes compactas (Figura 4.8).



Figura 4-8 Tipos de lámparas fluorescentes
Fuente ELI, 2000.

La operación de las lámparas fluorescentes depende de la producción de una descarga entre los dos electrodos sellados en los extremos del bulbo. Además del mercurio, el bulbo contiene un gas o una mezcla de gases inertes a baja presión para facilitar el encendido de la descarga. Las lámparas fluorescentes convencionales emplean argón o una mezcla de argón, neón y xenón.

Los polvos fluorescentes, o fósforos, usados en las lámparas son compuestos inorgánicos de alta pureza, generalmente óxidos o compuestos oxi-haluros, tales como fosfatos, aluminatos, boratos y silicatos. Además estos fósforos contienen iones activadores

Tabla 4-10 Composición típica de los polvos fluorescentes (fósforos)

Nombre del compuesto	Color
• Haluros	
Halofostato de calcio	Blanco (480 nm, 580 nm)
• Trifósforos	
Oxido de itrio + trifósforo de europio	Rojo, naranja (611 nm)
Aluminato de magnesio, cesio y terbio	Verde (543 nm)
Fosfato de lantano + fosfuro de cesio y terbio	Verde (544 nm)
Borato de magnesio y gadolinio + fosfuro de cesio y terbio	Verde (545 nm)
Aluminato de magnesio y bario + fosfuro de europio	Azul (450 nm)
Cloroapatita de estroncio + fosfuro de europio	Azul (447 nm)
• Otros Fósforos	
Estroncio verde, azul	Verdoso (480 nm, 560 nm)
Estroncio rojo	Rojizo (630 nm)

Fuente ELI, 2000.

La eficacia de una lámpara fluorescente depende de un gran número de factores: potencia, dimensiones, construcción del electrodo, tipo y presión del gas, propiedades de la capa de fósforo, tensión de suministro y temperatura ambiente. Por ejemplo, a medida que se incrementa el diámetro del tubo de descarga crece la eficacia de la lámpara hasta alcanzar un máximo, más allá del cual comienza a decrecer. La longitud del tubo también influye sobre la eficacia, de modo que cuanto mayor es la longitud, más alta es la eficacia.

La capa fluorescente es el factor que más contribuye a la eficacia de la lámpara, es así que si la lámpara no tuviera recubrimiento de fósforo, su eficacia sería de 5 lm/W. Los fósforos

actuales permiten elevar este valor hasta 100 lm/W.

El flujo luminoso de la lámpara fluorescente decrece con el tiempo acumulado de operación, debido a la degradación fotoquímica, tanto de los fósforos del recubrimiento interno como del vidrio que forma el bulbo, y a la creciente deposición de elementos absorbentes de luz sobre el cuerpo de la lámpara.

d) Lámparas fluorescentes compactas¹¹²

Las lámparas fluorescentes compactas han surgido como consecuencia del uso de fósforos activados con tierras raras. Estas lámparas fueron originalmente diseñadas para ser intercambiadas con las lámparas incandescentes de 25 a 100 W, pero ya hoy en día existen lámparas compactas de diferentes potencias, color, tamaños y formas similares a las incandescentes. En ellas se usan los tubos T-4 y T-5 de forma curvada o plegada de manera compacta y plana, o bien dos o más tubos paralelos de pequeño diámetro, interconectados entre sí y con un solo casquillo. La parte del tubo es a menudo encerrada en una cápsula de vidrio o plástico con forma cilíndrica o esférica.

Se las conoce como lámparas de bajo consumo, aunque en realidad la diferencia con las lámparas fluorescentes lineales radica en su menor tamaño, forma y la posibilidad de que pueden adaptarse a una instalación diseñada para lámparas incandescentes. Por ejemplo, una lámpara fluorescente compacta frente a una incandescente consume una cantidad de energía 4 veces menor aproximadamente para igual flujo luminoso, dependiendo del tipo de lámpara, y tiene una vida de 3 a 10 veces mayor, según el modelo. Originalmente las lámparas compactas incluían un balasto inductivo convencional. Sin embargo la aparición de balastos electrónicos de menores dimensiones y peso, junto al aumento de vida de las lámparas compactas, ha llevado en estos últimos años a la fabricación masiva de lámparas compactas integrales con balastos electrónicos.

Las lámparas fluorescentes compactas (LFC) actuales tienen rangos de potencia entre 5 a 55 W, con flujo luminoso entre 250 a 4800 lm. Sus dimensiones varían entre 100 a 540 mm de longitud máxima, dependiendo de la potencia y construcción. Las LFC que incluyen el balasto permiten reemplazar directamente a una incandescente, mientras que las modulares tienen casquillos especiales a fin de que no sean intercambiadas con una incandescente sin tomar los recaudos necesarios.

En sus varias formas, las lámparas *fluorescentes* dominan las aplicaciones comerciales e industriales: Respecto a las incandescentes comunes, ofrecen la posibilidad de grandes ahorros de energía con un incremento de su vida entre 6 a 10 veces. Se recomiendan en interiores de uso prolongado, de difícil acceso para el reemplazo de la lámpara, excepto en locales con alta frecuencia de encendido.

e) Lámparas de inducción

Las lámparas de descarga inductiva, conocidas como lámparas de inducción, se las asocia a lámparas fluorescentes sin electrodos ya que producen luz excitando los mismos fósforos convencionales de las fluorescentes.

¹¹² Fuente ELI, 2000 (a).

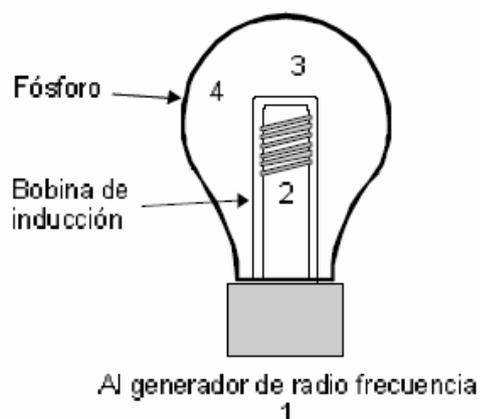


Figura 4-9 Esquema de una lámpara de inducción
Fuente ELI, 2000.

La lámpara de inducción consta de tres componentes principales, cada uno de los cuales puede reponerse por separado:

Ampolla o cámara de descarga: Es un recinto de vidrio que contiene un gas inerte a baja presión y una pequeña cantidad de mercurio. Las paredes están recubiertas de polvos fluorescentes del mismo tipo empleado en las lámparas fluorescentes lineales. La cámara de descarga está fijada al equipo que provee la energía mediante un casquillo de plástico con cierre de seguridad.

Equipo que provee energía: Transfiere energía desde el generador de alta frecuencia a la ampolla utilizando una antena formada por una bobina primaria de inducción y un núcleo de ferrita. Este equipo, además, consta de un soporte para la antena, un cable coaxial y una varilla termoconductora.

Generador de alta frecuencia: Produce una corriente alterna de 2,65 MHz o 13,65 MHz, que se suministra a la antena. Contiene un oscilador ajustado a las características de la bobina primaria. Debido a que estas lámparas son diseños electrónicos, generan ondas electromagnéticas y por tanto producen interferencia no deseada. El valor de esta frecuencia está regulado por los países, de aquí que en Estados Unidos estas lámparas deben operar a 13,65 MHz y están aprobadas para su uso comercial y doméstico mientras, en la Comunidad Europea operan a 2,65 MHz.

En general estas lámparas tienen una eficacia entre 48 a 70 lm/W y una vida nominal muy alta, de hasta 100.000 horas. El costo de las lámparas a inducción es todavía alto con relación a otras lámparas aunque su vida útil es bastante mayor. Por ello, su aplicación ha estado limitada.

f) Lámpara de sodio de baja presión¹¹³

La lámpara de sodio de baja presión es similar a la de mercurio de baja presión o fluorescente, pero en este caso contiene un vapor de sodio a baja presión. Para facilitar el arranque se agrega neón con una cierta proporción de argón.

¹¹³ Fuente ELI, 2000 (a).

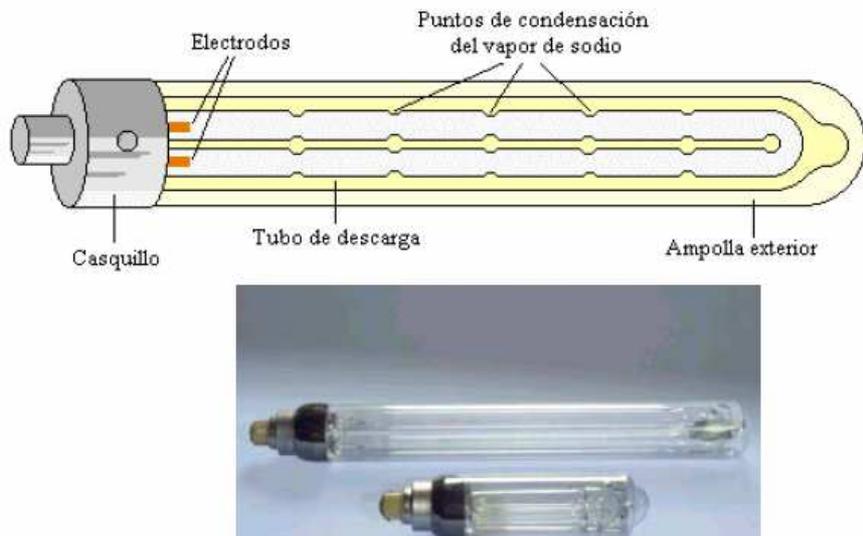


Figura 4-10 Esquema de una lámpara de sodio de baja presión
Fuente ELI, 2000.

Aunque solo el 35 a 40% de la potencia de entrada se transforma en energía visible, es el doble de la eficacia luminosa de una lámpara fluorescente tubular. Esto se debe a que no hay pérdidas de energía en transformación fluorescente del UV a radiación visible. Los valores de eficacia se encuentran entre 100 y 200 lm/W, dependiendo de la potencia.

La vida nominal puede llegar hasta 14000 horas y una vida útil de hasta 18000 h. Este alto valor se debe a la baja depreciación del flujo luminoso y a su bajo índice de fallos. Por la monocromaticidad de la luz generada y la imposibilidad de distinguir colores este tipo de lámparas tiene escaso uso. En algunos casos se ha usado en túneles y puentes.

g) Lámparas de descarga de alta intensidad HID¹¹⁴

Las lámparas de descarga de alta intensidad (HID) incluyen al grupo de las conocidas lámparas de mercurio, mercurio halogenado y las de sodio de alta presión.



Figura 4-11 Lámparas de descarga de alta intensidad
Fuente ELI, 2000.

Todas estas lámparas producen luz mediante una descarga eléctrica de arco en un bulbo interior o tubo de descarga el cual a su vez está dentro de un bulbo exterior. El tubo de arco contiene electrodos sellados en cada extremo y contiene un gas de encendido que es relativamente fácil de ionizar a baja presión y temperatura ambiente. Este gas de encendido es generalmente argón o xenón o una mezcla de argón, neón o xenón dependiendo del tipo de lámpara. También contiene metales o compuestos de halógenos metálicos que, cuando se evaporan en la descarga, producen luz de acuerdo al tipo de metal contenido en el arco.

¹¹⁴ Fuente ELI, 2000 (a).

Así las de vapor de mercurio producen radiación visible excitando los átomos de mercurio, y las de sodio de alta presión excitando los átomos de sodio.

g) Lámparas de vapor de mercurio de alta presión¹¹⁵

La mayoría de las lámparas de mercurio se construyen con doble envoltura, la *interior o tubo de descarga*, está rellena de un gas inerte (argón) y una cantidad de mercurio. El arco inicial se establece por la ionización del argón. Una vez establecido este arco, el calor generado vaporiza el mercurio líquido presente en el tubo de descarga.

La envoltura *exterior* cumple múltiples funciones:

- Proteger al tubo de descarga de corrientes de aire y cambios de temperatura exterior
- Contener un gas inerte (generalmente nitrógeno) para prevenir la oxidación de las partes internas de la lámpara e incrementar la tensión de ruptura a través del bulbo
- Proveer una superficie interna que actúe de soporte para el recubrimiento de fósforo
- Actuar como filtro para quitar de la radiación emitida ciertas longitudes de onda no deseadas (UV-B y UV-C)

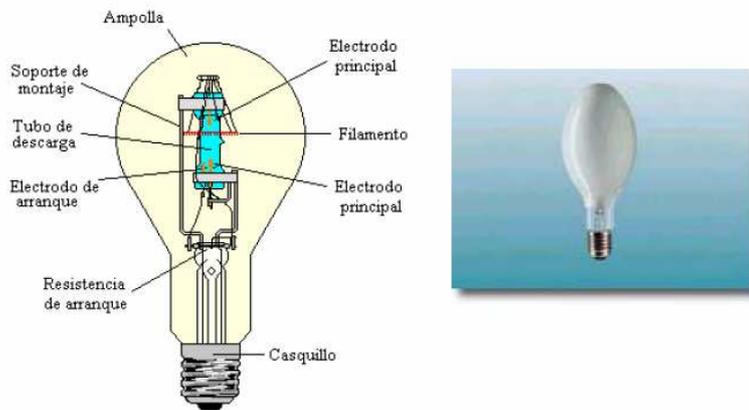


Figura 4-12 Lámpara de vapor de mercurio de alta presión
Fuente ELI, 2000

En general, los tubos de descarga de las lámparas de mercurio se construyen de silicio fundido, con cintas de molibdeno selladas en sus extremos que actúan como conductores de corriente. El bulbo exterior se hace generalmente de vidrio duro (borosilicato), pero puede ser de otro tipo de vidrio si la polución, el ataque químico del medio ambiente o el choque térmico no son factores decisivos para la lámpara, o bien si se desea obtener características especiales de transmisión. Los electrodos empleados en las lámparas de mercurio son de tungsteno espiralado, recubiertos de material emisor compuesto por varios óxidos metálicos.

La eficacia luminosa de aquellas que contienen recubrimientos fluorescentes es mayor que las que no lo tienen. Por ejemplo una lámpara de igual potencia con recubrimiento fluorescente de 250 W llega a 51 lm/W o mayor frente a 46 lm/W en el caso que no contenga dicho recubrimiento. Cabe observarse que la eficacia de una lámpara de vapor de mercurio es muy inferior a las de fluorescentes y de sodio de alta presión.

La vida útil de una lámpara de mercurio de alta presión se encuentra entre valores de 12000 a 16000 horas, dependiendo de la potencia. Tradicionalmente se utilizaban lámparas de vapor de mercurio para el alumbrado público y para espacios exteriores privados. Hoy día en estas aplicaciones se tienden a utilizar lámparas de vapor de sodio de alta presión por su superior eficacia. En algunas aplicaciones, por ejemplo donde se pretende resaltar el verde

¹¹⁵ Fuente ELI, 2000 (a).

de plazas y jardines, esta lámpara es una opción. Sin embargo, opciones más eficientes incluyen a fluorescentes y halogenuros metálicos. Ambas ofrecen mejor reproducción de colores además de mayor eficacia, pero con menor vida útil que la lámpara de mercurio.

h) Lámpara de halogenuros metálicos¹¹⁶

Estas lámparas contienen halogenuros metálicos de cloro e yodo, además del mercurio y una mezcla de argón para el encendido. Cuando la lámpara alcanza su temperatura de funcionamiento estos halogenuros metálicos se vaporizan parcialmente disociándose en halógenos e iones metálicos. De este modo en la lámpara se forman los siguientes elementos:

- Halogenuros metálicos no agresivos, cerca de la pared del tubo de descarga
- Iones metálicos y de halógeno en el centro de la descarga. Los iones metálicos son los que emiten radiación.
- Cuando los iones metálicos y halógenos se acercan, sea por convección o difusión, a las partes más frías del tubo se recombinan y el ciclo se repite.

En este caso, el mercurio ya no actúa como generador de luz, sino como regulador.

Estas lámparas son similares en su construcción a las de mercurio pero su tamaño es menor para iguales potencias. El tubo de descarga es de cuarzo puro. La temperatura del tubo suele estar por encima de 627 °C pero no debe sobrepasar los 927 °C por la cristalización del cuarzo.

La parte interior de la ampolla exterior, en el caso de las lámparas de forma ovoidal se recubre con fósforos para convertir la radiación UV en visible. Sin embargo como los halogenuros producen una pequeña cantidad de radiación UV, la radiación visible proviene principalmente de ellos.

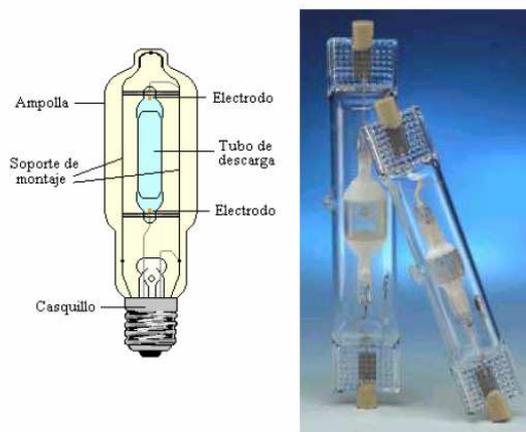


Figura 4-13 Lámpara de halogenuro metálico
Fuente ELI, 2000

La mezcla de gases que se usa para el encendido consiste, generalmente de neón-argón o kriptón-argón. La desventaja de usar neón es que éste se difunde a través de la pared de cuarzo del tubo de descarga, problema que se soluciona rellenando también con neón el bulbo exterior. A esta mezcla se le suman los halogenuros metálicos y el mercurio, de modo que cada combinación empleada da como resultado lámparas con características cromáticas y de eficacia muy diferentes. Es así que pueden diferenciarse tres tipos de lámparas:

- Lámparas *trilínea*, con yoduros de sodio, talio e indio. Su nombre proviene de las tres

¹¹⁶ Fuente ELI, 2000 (a).

líneas características de los tres metales mencionados, amarillo para el sodio, verde para el talio y azul para el indio. La proporción de cada uno de estos metales determina las características de esta lámpara en lo que se refiere a eficacia y rendimiento de color.

- Lámparas *multilínea*, con yoduros de tierras raras como disprosio, holmio y tulio y también con yoduros de escandio, sodio o cesio. Estos últimos se agregan para desplazar la distribución espectral o para estabilizar la descarga. Se denominan de este modo porque los metales que intervienen dan lugar a un espectro semi-continuo.
- Lámparas que presentan un *espectro cuasicontinuo* que emplean como halogenuros metálicos al yoduro de estaño y cloruro de estaño. En este caso los halogenuros metálicos actúan no solamente como vehículo de transporte de los átomos metálicos sino que también contribuyen a la generación de luz las partes separadas de las moléculas (radicales), formándose un espectro cuasicontinuo.

En las lámparas trilineas se utiliza el óxido de torio como emisor en los electrodos. En las lámparas de escandio se añade al relleno yoduro de torio y en las lámparas con tierras raras kriptón para facilitar el encendido.

La eficacia de estas lámparas es bastante mayor que las de mercurio de alta presión, comercialmente pueden obtenerse lámparas con eficacia de 80 a 108 lm/W, dependiendo de la potencia, sin incluir las pérdidas en el balasto.

Debido a la alta temperatura de los electrodos, los óxidos que los recubren se evaporan rápidamente por lo que la vida útil de estas lámparas es menor que las restantes lámparas de descarga, pudiendo llegar hasta valores de 10000 horas.

Las lámparas de descarga de halogenuros metálicos tienen cualidades que las distinguen de otras lámparas: combinan alta eficacia con color de luz blanca, similar a la luz diurna, con excelente reproducción de colores. A diferencia de las lámparas fluorescentes que también tienen estas cualidades, éstas producen un alto flujo luminoso a partir de una lámpara relativamente pequeña. Por ello, se ha ampliado su utilización como reflector en exterior de los edificios, estadios, y en otros lugares donde se requiere un alto nivel de iluminancia. Los principales inconvenientes son el costo relativamente alto y una vida, si bien alta, menor que otras lámparas de descarga.

i) Lámpara de sodio de alta presión¹¹⁷

Estas lámparas poseen un tubo de descarga con dos cápsulas, la interior, donde se produce el arco, se construye con alúmina policristalina, sintetizada en forma de tubo, la cual no reacciona con el sodio. Esta sustancia es translúcida, insensible al vapor de sodio caliente. A pesar de que este material es translúcido, provee una buena transmisión de radiación visible en más del 90%.

El tubo de arco contiene xenón como gas de encendido y una pequeña cantidad de una amalgama de sodio-mercurio la cual es parcialmente vaporizada cuando la lámpara alcanza la temperatura de operación. El mercurio en este caso no produce ninguna radiación significativa.

El bulbo externo es de borosilicato y puede estar al vacío o lleno de un gas inerte. Sirve para prevenir ataques químicos de las partes metálicas del tubo interior así como el mantenimiento de la temperatura del tubo del arco, aislándolo de los efectos de la temperatura ambiente. Las lámparas de sodio estándar tienen formas tubulares u ovoides, siendo la de forma tubular siempre de vidrio claro. El tipo de vidrio usado depende de la potencia de la lámpara.

¹¹⁷ Fuente ELI, 2000 (a).

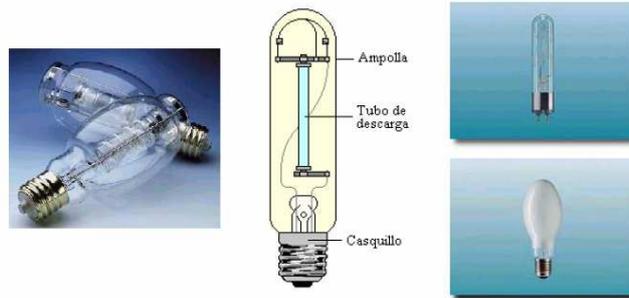


Figura 4-14 Lámpara de vapor de sodio de alta presión
Fuente ELI, 2000

La eficacia de todas estas lámparas está en un rango entre 80 a 130 lm/W, dependiendo de la potencia de la lámpara y de las propiedades de reproducción del color. La vida útil para estas lámparas es de aproximadamente 16000 horas.

La alta eficacia luminosa, larga vida y baja depreciación luminosa explican la amplia difusión de *lámparas de sodio de alta presión* para la iluminación de grandes espacios interiores, iluminación vial, parques, y en situaciones donde el ahorro y el bajo mantenimiento son prioridades.

j) LED (Light Emitting Diode)¹¹⁸

Un LED, o diodo emisor de luz, es un componente electrónico de estado sólido. Este tipo de semiconductores pertenece a la familia de los diodos, los que tienen la particularidad que conducen la corriente eléctrica más fácilmente en un sentido que en otro.

Un LED difiere tanto de una lámpara incandescente como de una de descarga. No incluye ningún filamento como las incandescentes, que pueden romperse o quemarse, ni electrodos como la mayoría de las lámparas de descarga.

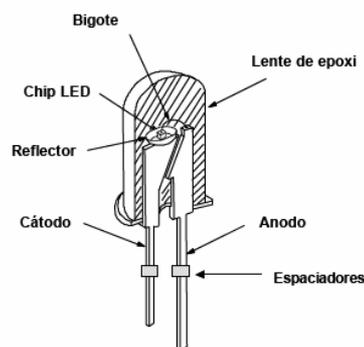


Figura 4-15 Esquema de un LED
Fuente ELI, 2000

Los primeros LEDs que se fabricaron estaban basados en semiconductores de arseniuro de galio (GaAs) y fosfuro de galio (GaP). Sin embargo, hoy en día éstos han sido reemplazados por otros materiales como el fosfuro de aluminio indio galio (AlInGaP) y el nitruro de indio galio (InGaN).

Antiguamente los LEDs tenían una eficiencia muy limitada (0,1 lm/W) y no servían para iluminación, sino que se los utilizaba sólo para indicación y de manera decorativa (el ejemplo

¹¹⁸ Fuente ELI, 2000 (a).

más claro es en luces indicadores de encendido). Estos LEDs eran de color rojo y utilizaban la tecnología GaAsP. A medida que fueron evolucionando los conocimientos de aplicación de diversas tecnologías, se han obtenido LEDs de alto rendimiento. Con los nuevos materiales, los LEDs han alcanzado una mayor eficacia luminosa, 30 lm/W para el LED verde InGaN y 10 lm/W para el LED InGaN azul. Paralelamente, los costos de los LEDs disminuyen un 20% cada año gracias a estos avances.

Los beneficios que trae esta tecnología para la iluminación son, entre otros:

- **Bajo consumo:** Una lámpara LED requiere menor potencia para producir la misma cantidad de luz. El beneficio es notable cuando se trata de luz de color. Una lámpara incandescente de 100 W con filtro rojo produce 1 W de luz roja (por ej. en un semáforo). Para generar la misma cantidad de luz roja, un LED sólo requiere 12 W.
- **Baja tensión:** Generalmente se alimentan a 24V de corriente continua, adaptándose perfectamente a la mayoría de las fuentes de alimentación de los equipos, y reduciendo al mínimo los posibles riesgos de electrocución.
- **Baja temperatura:** Por su alto rendimiento, el LED emite poco calor. Además, los procesos de su operación no requieren el calor, como las lámparas incandescentes y hasta cierto punto las de descarga, por lo cual opera a baja temperatura.
- **Mayor rapidez de respuesta:** El LED tiene una respuesta de funcionamiento mucho más rápida que el halógeno y el fluorescente, del orden de algunos microsegundos.
- **Sin fallos de iluminación:** Absorbe las posibles vibraciones a las que pueda estar sometido el equipo sin producir fallos ni variaciones de iluminación. Esto es debido a que el LED carece de filamento luminiscente evitando de esta manera las variaciones de luminosidad del mismo y su posible rotura.
- **Mayor duración:** La vida de un LED es muy larga en comparación con los demás sistemas de iluminación (se estima en alrededor de 100.000 horas).

Desde hace años se emplean los LED como lámparas indicadoras. Como fuente luminosa, su uso es más reciente y es particularmente útil cuando se requieren luces de colores. Se puede decir que el mercado de señalización está siendo transformado con la aparición de estas fuentes de luz, por ejemplo en los semáforos, luces de autos (pueden reemplazar a las incandescentes tanto para luces de freno o de posición); y en iluminación infrarroja, por mencionar algunos ejemplos

4.3 GESTIÓN DE LOS PRODUCTOS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

4.3.1 Diagnostico de Generación de Residuos a Nivel Nacional

Las lámparas de inducción son las de mayor vida, luego las de mercurio de alta presión y sodio de alta presión (de 16.000 a 24.000 h). Le siguen las lámparas fluorescentes y de mercurio halogenado (de 6.000 a 10.000 h, aunque algunos modelos nuevos superan estos valores). Las incandescentes comunes constituyen el grupo más desfavorable, con una vida nominal de 1000 horas. Es importante recalcar que estos valores son nominales, pues la vida útil efectiva es fuertemente dependiente del lugar de uso y la calidad de la lámpara.

Tabla 4-11 Factores de uso promedio estimados

Tipo de lámpara	Vida media declarada (horas)	Periodo de recambio estimado (años)	Peso promedio utilizado
Fluorescentes (tubos, CFC)	6.000 a 8.000	5	0,2 (*)
Vapor de mercurio	15000	5	0,3
Otras de descarga	15000	5	0,3
Incandescentes y halógenas	1000 y 4000	1	0,1

(*) Estimado en base a un promedio entre tubos y LFC.

En una primera aproximación a la cantidad de residuos generados se obtuvieron los siguientes resultados, tomando como base los datos de tiempo de uso y peso promedio indicados en la tabla 4.11, además del balance de la cantidad disponible en el país hasta el 2009 y proyección de crecimiento detallados previamente. Considerando que estimativamente más del 70% del mercado actual corresponde a lámparas de las cuales no se tienen antecedentes de certificación de calidad, se estimaron periodos de recambio más cortos para lámparas fluorescentes y relacionadas.

Se observa que los principales flujos, en toneladas, corresponden a las del tipo fluorescentes e incandescentes, aunque estas últimas deberían tender a disminuir en el tiempo.

Tabla 4-12 Generación estimada de residuos de luminarias (unidades)

Año	Fluorescentes	Vapor de mercurio	Otras de descarga	Incandescentes y halógenas
2007	4.565.609	66.487	169.811	28.292.203
2008	5.206.529	77.837	570.922	62.751.321
2009	7.682.077	48.741	727.762	11.802.679
2010	8.269.490	127.825	814.290	51.458.352
2011	31.842.142	63.629	1.436.500	42.881.960
2012	16.913.219	52.770	601.631	35.734.967
2013	87.704.421	37.146	1.009.703	29.779.139
2014	12.973.554	56.079	532.951	24.815.949
2015	14.998.274	59.444	564.928	20.679.958
2016	15.898.170	63.010	598.824	17.233.298
2017	16.852.061	66.791	634.753	14.361.082
2018	17.863.184	70.798	672.838	11.967.568
2019	18.934.975	75.046	713.209	9.972.973
2020	20.071.074	79.549	756.001	8.310.811

Tabla 4-13 Generación estimada de residuos de luminarias (toneladas)

Año	Fluorescentes (ton)	Vapor de mercurio (ton)	Otras de descarga (ton)	Incandescentes y halógenas (ton)
2007	913	20	51	2.829
2008	1.041	23	171	6.275
2009	1.536	15	218	1.180
2010	1.654	38	244	5.146
2011	6.368	19	431	4.288
2012	3.383	16	180	3.573
2013	17.541	11	303	2.978
2014	2.595	17	160	2.482
2015	3.000	18	169	2.068
2016	3.180	19	180	1.723
2017	3.370	20	190	1.436
2018	3.573	21	202	1.197
2019	3.787	23	214	997
2020	4.014	24	227	831

En un cálculo aproximado de la cantidad de mercurio generado por los residuos de luminarias se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 4-14 Generación estimada de mercurio desde residuos de luminarias

Año	Fluorescentes (Kg)	Vapor de mercurio (Kg)	Otras de descarga (Kg)	Total
2007	8	50	10	68
2008	37	3	2	42
2009	42	4	6	51
2010	61	2	7	71
2011	66	6	8	81
2012	255	3	14	272
2013	135	3	6	144
2014	702	2	10	714
2015	104	3	5	112
2016	120	3	6	129
2017	127	3	6	136
2018	135	3	6	145
2019	143	4	7	153
2020	151	4	7	162

Se consideró, en un primer cálculo, un promedio de 50 mg en lámparas de vapor de mercurio, 10 mg en otras de descarga y 8 mg en fluorescentes, considerando que algunas marcas han reducido su contenido, pero de otras que entran al mercado no se tiene información.

De acuerdo a lo anterior, los residuos generados al 2009 contendrían un poco más de 50 Kg de mercurio, pero al año 2020 dicha cantidad se triplicaría.

• **Indicadores de generación de residuos**

De acuerdo a la evaluación realizada, las tasas de generación per capita (kg/hab. año) de residuos para los diferentes tipos de luminarias consideradas, al año 2009¹¹⁹ serían las siguientes:

Aparatos de alumbrado que contienen mercurio:

0,1 kg/habitante – año

0,5 unidades/habitante - año

Fluorescentes 0,45 unidades/habitante – año.
 Vapor de mercurio 0,003 unidades /habitante – año.
 Otras de descarga 0,04 unidades /habitante – año

Fluorescentes 0,09 kg/habitante – año.
 Vapor de mercurio 0,001 kg/habitante – año.
 Otras de descarga 0,01 kg/habitante – año.

Aparatos de alumbrado sin mercurio:

0,2 kg/habitante – año

2 unidades/habitante - año

¹¹⁹ La población proyectada al 2009 es de 16.928.873 habitantes. Fuente: INE.

En cuanto al volumen total generado, el valor resultante al año 2009 es:

Aparatos de alumbrado con contenido de mercurio: 1.769 ton.
Contenido de mercurio equivalente: 51 kg.
Aparatos de alumbrado sin contenido de mercurio: 3.500ton¹²⁰

- **Estimación del destino de los residuos**

Actualmente no se cuenta con información de la cantidad de lámparas de tipo fluorescente que se destina a rellenos de seguridad, aún cuando existe alguna información recogida desde las RCA de las empresas de tratamiento que dan una idea de la capacidad de gestión por dicha vía (que igualmente termina en rellenos de seguridad). A partir de ello y considerando la gestión que actualmente realiza la industria y parte del sector comercial de mayor tamaño se han estimado las siguientes cantidades manejadas actualmente.

Tabla 4-15. Estimación de destinos y cantidades de residuos gestionados (toneladas año 2009)

RE	Residuos generados (ton)	Disposición relleno de seguridad (ton)	Disposición desconocida (relleno sanitario, vertedero, otros)
Residuos luminarias con Mercurio			
Fluorescentes	1536	450	1319 (75%)
Vapor de mercurio	15		
Otras de descarga	218		
Subtotal	1.769		
Residuos luminarias sin Mercurio			
Incandescentes y halógenas	1180	140	1040
Subtotal	1180	140	1040

Nota: Los datos actuales son globales y no permiten determinar claramente la cantidad de aparatos por tipología que actualmente se gestiona.

Fuente: Información de empresas de tratamiento y estimaciones del estudio en función del consumo por sector.

Se incluye, además, información sobre la gestión de ampollitas incandescentes, realizada por la CNE dentro del programa de recambio a ampollitas de bajo consumo (ver detalles en sección 4.3.3).

4.3.2 Diagnóstico de la Gestión Actual de los Residuos en Chile

Como se ha mencionado previamente existe a la fecha una gestión incipiente de este tipo de residuos a nivel domiciliario y parte del sector comercio, donde no existe ningún control en su recogida y posterior disposición, a pesar de su carácter de peligroso.

A pesar de verificarse cierto grado de separación por parte de algunos usuarios particulares, que colocan tubos y ampollitas fuera de uso en recipientes especiales (por ejemplo tambores), al momento de su recogida no existe ningún cuidado en su manejo, colocándolos en los camiones de recolección junto a otros residuos, procediendo luego a compactar la carga, y obviamente triturar las lámparas, contaminando con ello toda la carga con el mercurio presente, la que luego es llevada a rellenos sanitarios o vertederos

¹²⁰ Estimado como promedio entre el año 2008 y 2009 por la alta variabilidad de la importación de dichos años

No obstante, a nivel industrial se ha comenzado a desarrollar una mayor gestión, producto de que gran parte de las luminarias en uso contienen mercurio, lo que las clasifica como residuos peligrosos, por lo que actualmente se gestionan dentro de sus planes de manejo, de acuerdo a lo indicado en el DS 148/03.

Por otra parte, algunas empresas de retail, bajo su carácter de generadores de importantes cantidades de estos residuos, han comenzado a desarrollar la gestión de los mismos, enviándolos a instalaciones de tratamiento y disposición final autorizada.

Otro avance en el último tiempo ha sido el trabajo que se ha comenzado a desarrollar en forma conjunta entre el Ministerio del Medio Ambiente y los principales productores (importadores) de productos de iluminación, con el fin de establecer las bases de un sistema de gestión basado en el concepto de la responsabilidad extendida del productor (REP). A la fecha, los grandes productores han presentado una primera propuesta para dicho sistema, que considera un sistema de regulación mixta tanto desde los productores como del Estado, basada en los avances actuales del anteproyecto de la Ley de Residuos, ya que en este caso particular el residuo no tiene ningún valor económico y se estima que los costos de manejo y disposición serían equivalentes, como mínimo, al costo del producto nuevo.

Actualmente se encuentran operando dos empresas gestoras en la RM: Ecoser y Degraf, que cuentan con equipos para trituración de lámparas fluorescentes, además de las empresas destinatarias de residuos peligrosos (Hidronor en la RM y con centros de acopio transitorio en la II y VIII Región, Hera Ecobio y Copiulemu en la VIII Región), como muestra la tabla 4.16. Estas empresas ya están recibiendo y gestionando los residuos generados principalmente por la industria y las grandes empresas (servicios o retail). Todas estas empresas cuentan con autorización sanitaria para el manejo de estos residuos.

Tabla 4-16. Empresas de gestión de aparatos de alumbrado

EMPRESA	UBICACIÓN PROYECTO	TECNOLOGÍA	TIPO DE PRODUCTO A GESTIONAR	CAPACIDAD (1)
DEGRAF	RM	Máquina de trituración separa gas mercurio de casquillos y vidrio	Residuos peligrosos	Aprox. 100 ton/año
ECOSER	RM	Máquina de trituración separa gas mercurio de casquillos y vidrio	Residuos peligrosos	10 ton/año
HIDRONOR	RM	Relleno de seguridad	Residuos peligrosos	142.000 m ³
HERA ECOBIO	VIII Región	Relleno de seguridad	Residuos peligrosos	35.000 ton/año
COPIULEMU	VIII Región	Relleno de seguridad	Residuos peligrosos	100.000 m ³

(1) para las instalaciones de disposición final sólo se cuenta con datos de capacidad total de recepción en m³ o toneladas.

Adicionalmente existen dos proyectos en avance para la gestión de luminarias por parte de las empresas Disal y Green Lights.

La empresa Disal cuenta con un sistema de trituración para tubos fluorescentes, pero aún no posee los permisos requeridos y por tanto no presta el servicio en la actualidad.

La empresa Green Lights está evaluando actualmente un proyecto para la recolección y manejo seguro de ampollas y tubos fluorescentes provenientes de usuarios particulares mediante su entrega en puntos de recolección especialmente habilitados que deberían crearse para dicho propósito.

Cabe destacar que de forma paralela el Estado comenzó a trabajar en el "Plan Nacional de Gestión de Riesgos del Mercurio" iniciado a través del Departamento de Residuos Peligrosos de la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), actualmente Ministerio del Medio

Ambiente¹²¹. Este proyecto es coordinado por el Departamento de Control de la Contaminación, a través de sus áreas de Sustancias Químicas y Sitios Contaminados y Gestión de la Información.

Para la definición de dicho plan se conformó un Comité Operativo compuesto por instituciones públicas (Ministerios), privadas y ONGs. A la fecha se han realizado dos estudios al respecto: "Inventario de usos, consumo y liberaciones de mercurio y Catastro de sitios contaminados con mercurio", donde se identifican los lugares y/o funciones con potencial exposición a este material. Las ampollas eficientes y fluorescentes fueron abordadas en dichas investigaciones.

Los problemas detectados, relacionados a los productos bajo análisis (que se ratifican en este diagnóstico) fueron sido los siguientes¹²²:

- Para el caso de los productos con contenido de mercurio, difícil identificación debido a la falta de descriptores específicos para su ingreso al país, lo cual no permite conocer su número exacto.
- No existe normativa sobre ingreso, manejo y disposición para productos que contienen mercurio
- Escasa iniciativa por parte de los importadores y distribuidores sobre manejo de productos que contienen mercurio.
- Los importadores no tienen ninguna responsabilidad en la disposición final de los productos con contenido de mercurio que ingresan al país
- No hay instrucciones por parte de la Autoridad Sanitaria hacia las empresas de cómo deben informar la cantidad de mercurio en sus residuos.
- Falta de capacitación, información y difusión acerca de los riesgos que involucra un mal uso, manipulación y disposición de los productos que contienen mercurio.

A respecto se ha propuesto avanzar en el corto y mediano plazo en los siguientes aspectos:

- Implementar campañas de educación respecto a los riesgos del consumo de productos con Mercurio. Apoyar el desarrollo de especificaciones técnicas en el etiquetado de productos.
- Fortalecer las iniciativas voluntarias para la gestión del mercurio, en el sector público y privado.
- Revisar los vacíos legales relacionados con el mercurio y definir normativas nacionales basadas en recomendaciones Internacionales, además de potenciar la aplicación de la legislación vigente y en estudio y mejorar el control aduanero de los productos que ingresan al país.

4.3.3 Identificación de Prácticas Actuales

Dentro de las buenas prácticas implementadas por las empresas productoras se puede mencionar la gestión de mermas internas. Asimismo, ya se ha mencionado que la industria y grandes empresas privadas y públicas, tanto productivas como de servicios (por ejemplo bancos) consideran actualmente la gestión de este tipo de desechos, incluyendo el informarlo a través del Sistema de Declaración de Residuos Peligrosos (SIDREP). También las Fuerzas Armadas actualmente cuentan con sistemas similares para la gestión de este tipo de residuos.

Por otra parte, se debe mencionar que dentro del Programa País de Eficiencia Energética de la CNE. Hace un par de años se dio inicio a la campaña "ilumínate con buena energía" la cual entregó 1,5 millones de ampollas LFC el año 2008 y cerca de 1,4 millones el 2009 a familias de escasos recursos en distintas regiones del país, a través de una iniciativa del

¹²¹ Este Programa desarrolló un estudio de inventario de las diversas fuentes generadoras de mercurio en el país, pero no incluye datos de destino final para los productos bajo estudio.

¹²² Fuente: CONAMA 2009, Plan Nacional de Gestión de Riesgos del Mercurio.

gobierno dentro del Programa Nacional de Recambio de Ampolletas (PNRA). Junto con ello, y en conjunto con el Ministerio de Salud, se dieron los primeros pasos en cuanto a educar a la comunidad en relación con recomendaciones sobre el manejo seguro de este tipo de ampolletas. Las ampolletas incandescentes retiradas de los hogares fueron enviadas a Hidronor¹²³.

Adicionalmente en Octubre del 2007 el "Instructivo Presidencial para el Uso Eficiente de la Energía en el Sector Público", impartió una serie de medidas de eficiencia energética para todos los edificios y sedes de la administración pública del país, entre las que se contó el recambio de ampolletas incandescentes por eficientes (medida no aplicable en dependencias que atienden público, por razones de seguridad y mantenimiento)¹²⁴, aunque dicho instructivo no indica como se deben gestionar los residuos generados al momento del recambio y para las futuras ampolletas eficientes.

No obstante, aún son comunes las prácticas inadecuadas de disposición sin control por parte de consumidores de hogares y comercio quienes en general desechan el producto fuera de uso en la basura común sin ningún cuidado, a lo cual también se suma la falta de un manejo adecuado por parte de los servicios de recolección municipales. Sin embargo, es importante hacer notar el vacío actual para desarrollar una adecuada gestión de este tipo de residuos por parte del consumidor final, pues no existen lugares de acopio donde se puedan entregar, lo que finalmente lleva a que se repitan prácticas como las mencionadas.

4.3.4 Evaluación del sector a nivel internacional y comparación con la situación en Chile¹²⁵

A nivel internacional se han desarrollado una serie de sistemas para la gestión adecuada de lámparas con mercurio. Aunque el nivel de mercurio en estas lámparas ha descendido considerablemente, aún está presente. El tema principal es como lograr un reciclaje adecuado y quien paga el costo del mismo. A grandes rasgos, se trata de llevar los fluorescentes desde puntos limpios, normalmente municipales, u otros centros de acopio hasta las plantas de reciclaje, lo que tiene un costo que terminan pagando los usuarios. Recoger un fluorescente en una zona apartada puede representar un valor equivalente al de varias veces el propio costo del producto. Como media, este costo podría estar entre los 30 ó 40 céntimos de euro por unidad en España.

La Directiva europea RAEE, contempla como residuos los fluorescentes rectos, las fluorescentes compactas, las lámparas de descarga de alta intensidad, las lámparas de sodio y las de halogenuros metálicos, así como otros aparatos de alumbrado usados para difundir y controlar la luz, a excepción de las bombillas de filamentos.

Esta Directiva establece también que "los consumidores y demás agentes involucrados" deberán contribuir "de manera proporcional" a la gestión de esta recogida. A tales efectos, define como *productor* a quien fabrique y venda con marca propia y a quien revenda con marca propia aparatos fabricados por terceros o se dedique a la importación y exportación de dichos productos. No es *productor* el que vende un producto en el que figure la marca del productor prefijado en el párrafo anterior. En definitiva, es *distribuidor* el que suministra, en condiciones comerciales, cualquiera de estos aparatos a quien vaya a utilizarlos.

En Europa, el país pionero en la aplicación de la recogida selectiva de este tipo de productos fue Suecia, donde se estableció el principio de *responsabilidad compartida* entre los fabricantes y los municipios. En España, la asociación de fabricantes de luminarias Anfalum se posicionó promoviendo la recogida de residuos desde *puntos limpios* y estudiando la

¹²³ Fuente: www.ppee.cl

¹²⁴ Según un estudio encargado por el PPEE al Programa de Estudios e Investigaciones en Energía (PRIEN) de la Universidad de Chile en el 2005, el sector público utiliza cerca de 40 mil ampolletas incandescentes que se encienden un promedio de 10 horas al día. Un recambio de estas luminarias significaría un ahorro de energía cercano al 80 por ciento. Fuente: www.accionrse.cl.

¹²⁵ Fuente: Reciclaje obligado por la directiva RAEE de las lámparas fluorescentes, <http://www.voltimun.es>.

aplicación de una tasa visible sobre el producto, que se refleja en la factura. Al propio tiempo, promovió la creación de un Registro Nacional de productores de residuos, sin distinguir entre residuo histórico y nuevo.

También acordó que se debían establecer sistemas colectivos de recogida de residuos (considerados éstos a partir del *punto limpio*) y que la gestión de los RAEE debería ser una responsabilidad compartida entre todos los agentes de la cadena de valor.

Para llevar a cabo estas acciones, en España la asociación de fabricantes ANFALUM creó la organización ECOLUM- una fundación sin fines de lucro bajo el control y supervisión del Ministerio de Medio Ambiente- que se encarga de que estos productos sean trasladados, una vez haya terminado su ciclo, desde el usuario al gestor de residuos (ver figura 4.16). En el sector de lámparas, forman parte de la junta rectora las empresas Philips, Osram, General Electric y Sylvania. La financiación de Ecolum se efectúa principalmente por medio de la tasa visible de los productores de lámparas y luminarias, aunque también están previstas subvenciones y donaciones¹²⁶.

El objeto de Ecolum es, tanto el establecimiento, de un sistema integrado de gestión (SIG) para la recogida y reciclado de residuos, como el fomento del diseño y producción de lámparas y luminarias reciclables. También se incluye la promoción y difusión de estos procesos y la formación adecuada en empresas, asociaciones y otras entidades. Como SIG, Ecolum se ocupa de organizar la infraestructura de recogida de residuos, en relación con las Administraciones públicas, de elaborar un plan de información a productores y usuarios, de certificar las empresas integradas en el SIG y de colaborar, tanto en el Registro Nacional de Productores de estos residuos, como en la vigilancia y control de los que incumplan la normativa o caigan en la competencia desleal.

Los productores deben financiar los costos inherentes al SIG, que no se pueden mostrar por separado a los consumidores en el momento de la venta. Cualquier suministrador de estos productos deberá tener un registro de reciclaje, quien carezca de él no podrá suministrar legalmente. Si alguien compra un producto a quien no tenga un registro de reciclaje se habrá de hacer cargo de éste.

Otro ejemplo de sistema en operación es AMBILAMP, que opera a nivel de la mayoría de los distribuidores mayoristas así como en gran parte de los grandes instaladores y grandes usuarios, incluyendo además los puntos limpios municipales. Asimismo, desarrolla una red de recogida a menor escala con la implantación de pequeños contenedores en comercios pequeños, ferreterías y grandes superficies¹²⁷, según se muestra en la figura 4.17).

La recogida realizada es de **luminarias completas**, incluyendo la estructura metálica, plástica o de vidrio de la luminaria y su equipo de encendido (balasto, transformador, etc.). La lámpara debe ser retirada y depositada en su contenedor correspondiente excepto en el caso de las **luminarias de emergencia**, que se recogen con lámpara incluida, para evitar su manipulación en lugares no adecuados.

Otro ejemplo es Estados Unidos, donde al 2005 el número de unidades (lámparas y tubos) generadas como residuo era de 514 millones/año, siendo 142 millones de origen residencial y 372 millones de origen comercial, gubernamental e institucional, con porcentajes de reciclaje del 2% y del 29.2% respectivamente. Si bien el porcentaje reciclado aún era bajo, se debe considerar que a principios de los años 90 sólo se reciclaba el 10% del total. El cambio logrado respondió no solo a una toma de conciencia sobre las características peligrosas del residuo, sino también a las exigencias establecidas por el gobierno principalmente a los grandes consumidores.

En las siguientes figuras se muestra el esquema de la logística de recogida de los sistemas de gestión españoles.

¹²⁶ Más información en www.ecolum.es

¹²⁷ Fuente: www.ambilamp.es

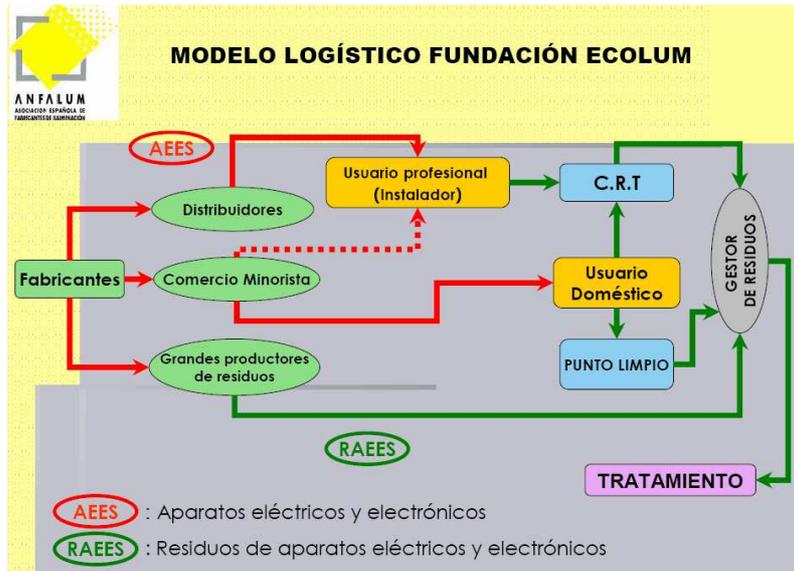


Figura 4-16 Esquema de logística de recogida ECOLUM

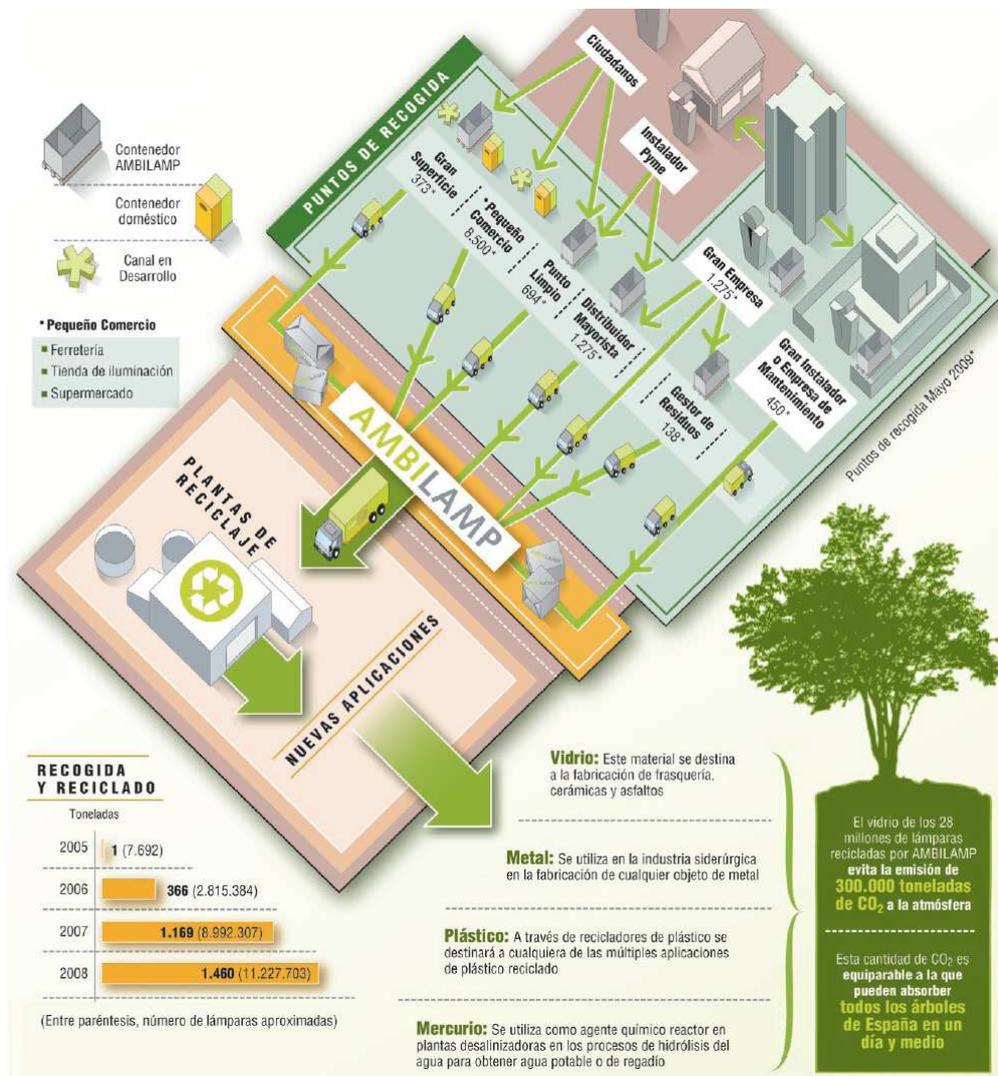


Figura 4-17 Esquema de logística de recogida AMBILAMP

4.3.5 Evaluación de los Riesgos e Impactos de los Residuos¹²⁸

Los sistemas de iluminación producen diversos tipos de desechos, siendo los más perjudiciales los correspondientes a lámparas de descarga agotadas. Estos residuos son potenciados si la ampolla es destruida, lo que lamentablemente ocurre en la mayoría de los casos, cuando la basura es comprimida para facilitar su traslado. Los tipos de tubos y ampollas fluorescentes en uso son considerados como un residuo sólido peligroso por su contenido de mercurio¹²⁹

Cada lámpara de descarga, es decir casi todas, menos las incandescentes, contiene mercurio. La cantidad de mercurio en una lámpara varía desde 3 a 50 miligramos. Según las Directivas ROHS y WEEE de la CE, los contenidos de Mercurio en lámparas fluorescentes actuales deben ser menores a 5 mg.

Al momento de descartarse, las lámparas y tubos fluorescentes deben ser gestionados como residuos peligrosos debido a su contenido de mercurio y otros metales pesados. Si bien los materiales que componen los tubos fluorescentes varían entre los distintos fabricantes, una lámpara fluorescente de 200 g contiene en promedio 0,035 g de mercurio; 0,0104 g de plomo, 0,03 g de antimonio; y 0,06 g de bario, entre otros.

De acuerdo a lo que establece el Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos, D.S. 148/2003 del Ministerio de Salud los tubos fluorescentes pueden clasificarse como:

- **II.11** Mercurio y compuesto de mercurio
- **A1030** Residuos que tengan como constituyentes o contaminantes, mercurio o compuestos de mercurio

Los materiales de los tubos fluorescentes se encuentran dentro de un sistema cerrado, por lo cual su uso adecuado no representa riesgos o impactos sobre el medio ambiente o la salud. Dichos materiales entran en contacto con el medio ambiente solamente en caso de rotura o destrucción. El principal riesgo corresponde a la liberación de mercurio.

Bajo ninguna circunstancia se pueden poner en contacto entre sí residuos que sean de naturaleza **incompatible**; en el caso de los tubos fluorescentes, éstos se deben mantener separados de otros residuos inflamables o explosivos. De lo contrario, existe el riesgo de emisión de sustancias tóxicas en caso de fuego o explosión.

Una vez liberado por actividades al medio ambiente, el mercurio puede permanecer por mucho tiempo en la atmósfera antes de depositarse, lo que permite que se transporte lejos de la fuente de emisión

El Mercurio elemental y sus compuestos pueden resultar muy tóxicos para seres humanos, ecosistemas y la vida silvestre, dependiendo de la forma química (Mercurio elemental, compuestos orgánicos e inorgánicos). En dosis elevadas, puede ser mortal para seres humanos y en dosis relativamente bajas, puede causar graves problemas de desarrollo neurológico. Además, disminuye la actividad microbiológica en los suelos y constituye una sustancia persistente que, en contacto con el ambiente, puede transformarse en metilmercurio, una forma química muy tóxica, persistente y bioacumulable, que además se absorbe fácilmente en el tracto gastrointestinal humano.

Los tubos fluorescentes tienen la característica de **Toxicidad Extrínseca** (artículo 14° del **DS 148/2003**).

Las lámparas de mercurio de alta presión utilizadas en el alumbrado público llevan la mayor cantidad de mercurio (50 mg). Las lámparas de sodio de alta presión, también utilizadas en

¹²⁸ Fuente: CONAMA - GTZ, 2006; ELI, 2000 (b)

¹²⁹ Comparativamente el contenido de mercurio en un termómetro equivale a cerca de 90 a 180 tubos de los usados actualmente.

el alumbrado público eficiente, también contiene mercurio pero en menor cantidad (alrededor de 20 mg)

Los tubos fluorescentes tradicionales T12 de 40W llevaban alrededor de 30 mg de mercurio. Según la información revisada¹³⁰, las lámparas T10 de 40W, contienen cerca de 8 mg de mercurio, mientras que otros modelos más recientes (tipo T8) contienen tan sólo 4,5 mg del metal en cuestión y las nuevas tecnologías de tubos T5 tienen menos de 1,4 mg por tubo.

La sustitución de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas implica un aumento en la cantidad de mercurio en las lámparas y su eventual liberación al medio ambiente. El contenido de las LFC típicamente varía desde 3 a 5 mg por lámpara. No obstante, en la medida que las instalaciones de iluminación se hacen más eficientes y de mayor duración y con menor contenido de mercurio por lámpara, se espera una importante reducción de la cantidad de mercurio liberado al ambiente, aún sin considerar ningún tratamiento.

La disposición final de todas las lámparas con mercurio debe considerar su trituración en sistemas especiales y posterior inertización. Debido al contenido de mercurio, la manipulación, el almacenamiento, el transporte y disposición final de estos elementos está sujetos al DS 148/03. Se reduce así, el riesgo potencial por mal manejo de tubos y ampollitas fluorescentes usados como:

Riesgo por quema incontrolada al aire libre: la quema incontrolada de basura con residuos de tubos y/o ampollitas fluorescentes al aire libre es una práctica prohibida. En las quemas se liberan niveles peligrosos de mercurio en el humo hacia la atmósfera. Además, luego de la quema al aire libre, quedan restos de compuestos orgánicos, pudiendo causar daños ambientales al suelo, flora y la fauna.

Riesgo en el acopio no controlado: los tubos y ampollitas fluorescentes dispuestos en acopios sin manejo, pueden producir problemas debido que al quebrarse el tubo se libera gas de mercurio, el que al mezclarse con basura o aguas lluvias pueden percolar y contaminar las napas subterráneas. Además la constante inhalación genera problemas a la salud. Se indica que 1 mg de mercurio puede contaminar 30.000 litros de agua.

Riesgo de envío a relleno sanitario: una gran cantidad de tubos y ampollitas fluorescentes usados, por no tener otra forma de eliminación, son enviados directamente a rellenos sanitarios, lo que genera contaminación por liberación del mercurio al mezclarse con el resto de los residuos y los lixiviados,

Riesgo para la población: los residuos de tubos y ampollitas fluorescentes muchas veces son dispuestos ilegalmente en sitios eriazos, siendo éstos precursores de botaderos clandestinos que derivan en focos de contaminación, perjudicando así la calidad de vida de la población aledaña.

Por otra parte, algunos aspectos que se deben controlar durante el almacenamiento de estos residuos son los siguientes:

- El período de almacenamiento no puede exceder de 6 meses.
- El lugar de almacenamiento debe estar identificado como un lugar de almacenamiento de residuos peligrosos.
- Se debe almacenar y manipular los tubos fluorescentes con cuidado para evitar que se rompan. Para este efecto es conveniente utilizar el envase de cartón original del tubo fluorescente nuevo para guardar el que se haya sustituido o usar contenedores apropiados.
- Si se quiebra un tubo fluorescente, se debe ventilar el área y tomar las precauciones habituales para recoger vidrios rotos evitando levantar polvo. Se debe evitar ocupar una aspiradora para recoger el material, pues el aire que sale de la aspiradora puede

¹³⁰ Fuente: www.osram.cl.

dispersar el mercurio en el ambiente. Se debe primero recoger la mayor cantidad posible del material y limpiar el polvo con una toalla de papel húmeda. Una vez recogido el material, se debe colocar en un contenedor cerrado para evitar la dispersión de polvo.

- Los tubos fluorescentes de deben almacenar en zonas protegidas de la lluvia, de manera tal que si se quiebra alguno, el mercurio no sea arrastrado con el agua.

Finalmente, y no obstante lo anterior, es importante mencionar que a pesar de las opiniones encontradas que existen respecto al reemplazo de la ampollitas incandescentes tradicionales por otras de bajo consumo que contienen mercurio, existen algunos estudios en Australia que indican que donde se utiliza carbón como fuente principal para el suministro de energía eléctrica (centrales termoeléctricas), se libera más mercurio al aire (en un factor cercano a 5) por el uso de lámparas incandescentes que por las LFC debido a sus mayores consumos energéticos¹³¹.

Asimismo, el uso de estas ampollitas reduce las emisiones de CO₂, debido a un consumo energético que normalmente se estima cerca de 5 veces menor frente a una del tipo incandescente. Como ejemplo, una sola ampollita tradicional de 100 W puede consumir anualmente cerca de 146 kWh¹³², en cambio una ampollita LFC para igual condición de luminosidad consume un poco más de 29 kWh anuales, lo que genera un ahorro anual de cerca de 116,5 kWh, equivalentes a la reducción de 58,2 Kg de CO₂¹³³. Lo anterior es equivalente a una reducción de 58.200 ton CO₂/GWh consumido.

4.3.6 Diagnóstico de Alternativas de Eliminación Actualmente en Uso

a) Recolección y tratamiento de trituración previa

Como ya se ha indicado, existen empresas que cuentan con autorización sanitaria para hacerse cargo de la recolección y tratamiento de los residuos por medio de procedimientos apropiados a las características del mismo y de acuerdo a lo establecido en el DS 148/03, Reglamento de Manejo de Residuos Peligrosos. Como se ha indicado previamente, la mayor parte de los residuos hoy gestionados provienen del sector industrial y grandes empresas.

Los residuos peligrosos se identifican y etiquetan, desde su almacenamiento hasta su eliminación, de acuerdo a la clasificación y tipo de riesgo que establece la Norma Chilena Oficial NCh 2190. Los tubos y lámparas fluorescentes reciben el número UN 3077, correspondiente a "sustancias sólidas potencialmente peligrosas para el medio ambiente, no especificadas en otra parte", y se clasifican en la Clase 9:

De acuerdo a la normativa vigente se debe realizar el transporte a través de transportistas autorizados. No obstante, lo anterior no es necesario si no se transporta más de 2 toneladas de estos y otros residuos peligrosos que no presentan la característica de toxicidad aguda.

Los sistemas de trituración en uso consideran equipos fijos, de acuerdo a los requerimientos de la Autoridad Sanitaria, por lo que se requiere transportar los residuos desde su punto de generación hasta la planta de procesamiento.

Debido al tamaño y forma de los tubos y ampollitas fluorescentes, las empresas gestoras entregan una caja o contenedor debidamente señalado en la cual deben colocarse los tubos o lámparas fluorescentes, impidiendo su rotura y liberación del gas de mercurio para facilitar su posterior separación.

¹³¹ Fuente: Parsons (2006). The environmental impact of compact fluorescent lamps for Australian conditions.

¹³² Asumiendo un uso diario de 4 horas

¹³³ Considerando un factor de emisión de 0,5 kg CO₂/kWh

Una vez recibidos en la planta de tratamiento, se ingresan a la máquina trituradora los tubos y ampollas fluorescentes enteros, donde pasan por tres etapas: Trituración (en cilindro colector de residuos), Filtración (captación de polvo de mercurio) y depósito de residuos triturados (tambor), según se muestra en la figura 4.18 y 4.19.

En el interior de la maquina se muelen y separan los componentes de los tubos y ampollas fluorescentes, almacenándose los casquillos y el vidrio en el depósito de residuos tratados (tambor).

En la unidad de filtración queda retenido el gas de mercurio. La máquina cuenta con un sistema de triple filtrado, que permite alcanzar una eficiencia del 99,99 % en el proceso. El primer filtro remueve el 99% del polvo y partículas mayores, el segundo filtro captura un 99,97% de de polvo con partículas iguales o mayores a 0.3 micrones y el tercer filtro corresponde a un filtro de carbón activado que permite capturar y adsorber altas concentraciones de vapor de mercurio. La tasa de recambio de los filtros es la siguiente:

- Filtro primera etapa, cada 500 tubos
- Filtro segunda etapa cada 10.000 tubos
- Filtro carbón activado, cada 5 millones de tubos.

Cada vez que se reemplaza un filtro debe disponerse en un destino autorizado para residuos peligrosos. La maquina posee un contador de tubos que indica el momento de recambio.

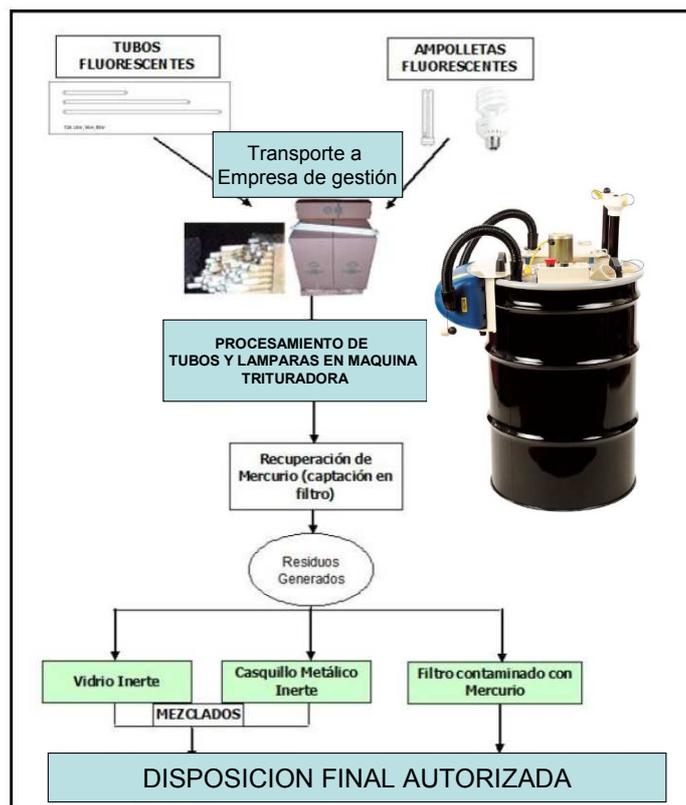


Figura 4-18 Esquema del sistema de trituración de tubos y lámparas fluorescentes
Fuente: Adaptado de DIA ECOSER y DIA DEGRAF

La máquina trituradora cumple con los límites autorizados por la EPA, NIOSH, y estándares de calidad del aire en Europa.

Actualmente todas las fracciones de residuos generadas desde la trituración de tubos y lámparas fluorescentes se destinan a instalaciones de residuos peligrosos (reellenos de

seguridad), ya que en el país no existen aun las condiciones para el reciclaje seguro de algunos de los componentes del residuo (ver detalles en sección 4.3.7).

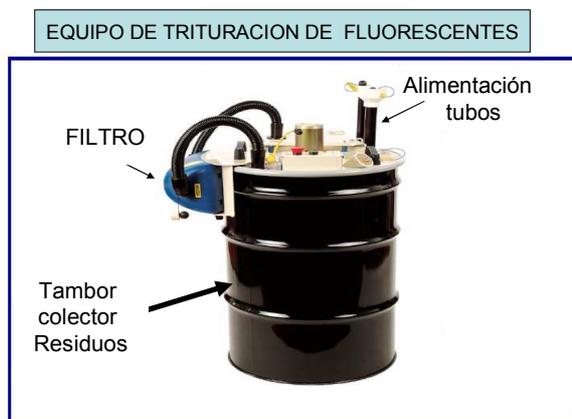


Figura 4-19 Máquina de trituración de tubos y lámparas fluorescentes
Fuente: Adaptado de DIA ECOSER y DIA DEGRAF

Las ventajas del sistema del tratamiento previo son un manejo más seguro de estos residuos, una considerable reducción del volumen que debe ser manipulado y, eventualmente, del costo de disposición, pues en ocasiones se cobra por volumen transportado y recibido en las instalaciones de destino final.

b) Disposición en relleno de seguridad

Las lámparas con contenido de mercurio pueden ser enviadas a rellenos de seguridad directamente o pasan por un proceso de trituración previa, para luego enviar todas las fracciones a dicha instalación. El costo de disposición final es muy variable, pues en ocasiones se cobra por peso y en otras por volumen, y además a este costo se le debe agregar el transporte. Según información recibida de algunas empresas generadoras, el costo puede superar las 10 UF/ton.

A la fecha las instalaciones que cuentan con autorización para recibir estos residuos peligrosos son:

- Hidronor (Santiago)
- Copiulemu (Concepción).
- Hera Ecobio (Chillán).

Los procesos realizados en un relleno de seguridad se detallaron en la sección 3.3.6 (d).

c) Disposición en relleno sanitario

Dada la falta de sistemas de gestión apropiados principalmente a nivel de los usuarios de hogares o comerciales, se estima que el mayor porcentaje de los residuos de lámparas y tubos fluorescentes se estaría disponiendo en forma inadecuada en rellenos sanitarios o vertederos autorizados en todo el país, a través de los sistemas de recolección municipal, situación que debe comenzar a revertirse.

d) Disposición en vertederos ilegales de residuos sólidos, VIRS y microbasurales

Corresponde a una disposición que podría considerarse frecuente, ya que normalmente una gran variedad de residuos, incluidos los bajo estudio, en la actualidad llega a vertederos ilegales y microbasurales (en sitios eriazos, orillas de ríos).

4.3.7 Diagnóstico y Evaluación de Alternativas de Eliminación a Nivel Mundial¹³⁴

Previo a cualquier sistema de eliminación, en el caso de las lámparas, el concepto de minimización y reducción implica tener en cuenta factores tales como el correcto diseño de la iluminación (optimización de la potencia instalada, adecuada elección del tipo de lámpara), el uso racional de la iluminación existente y la planificación de las operaciones de mantenimiento. Otra oportunidad de minimización corresponde a la fabricación de lámparas sin mercurio, o con menor contenido de mercurio y mayor vida útil.

La constitución propia de las lámparas hace que el transporte, la recolección y el almacenamiento sean procesos delicados. Entre los aspectos físicos a tener en cuenta están:

Fragilidad: están constituidas en su mayoría por vidrio de pocos milímetros de espesor, por lo tanto se trata de un producto frágil, lo que afecta considerablemente las condiciones de transporte y almacenamiento.

Contenido: los constituyentes son de carácter nocivo, por lo tanto es necesario tomar precauciones durante su manipulación. Una rotura del recipiente provoca la fuga de los materiales truncando cualquier acción posterior sobre la lámpara.

Relación peso/volumen: son elementos de poco peso en comparación con su volumen, lo que dificulta su transporte y almacenamiento.

Forma: tienen múltiples formas y tamaños lo que no facilita su apilamiento.

Por otro lado hay que tener en cuenta que se trata de un producto de **consumo disperso**, lo que dificulta su recolección. En resumen, se trata de residuos muy voluminosos que no se pueden compactar, de difícil recolección, clasificación, transporte y almacenaje.

Debido a lo anterior, y para un adecuado transporte se han diseñado cajas o contenedores especiales, algunos de los cuales se muestran como ejemplo en la figura siguiente:



Figura 4-20 Ejemplos de contenedores para lámparas
Fuente www.ambilamp.es

¹³⁴ Fuente: Martínez 2005

En todo el mundo, existen tres tipos de consumidores de lámparas bien diferenciados, consumidor industrial, sector servicios y pequeño consumidor. En el primer y segundo caso, por tratarse de grandes consumidores, resulta más fácil realizar la recolección. En contrapartida, para el pequeño consumidor, cuando la lámpara llega al final de su vida útil representa un objeto de manejo engorroso si se pretende participar en un sistema de recolección selectiva.

Una estrategia incorporada en países que cuentan con sistemas de gestión es establecer puntos de recolección de los residuos, ya sea en centros municipales, en comercios y otros establecimientos, de forma de facilitar la inclusión de los pequeños consumidores, en el circuito de reciclaje. A lo anterior se suma la educación al consumidor, indicando que tipo de productos se deben entregar (ver figura 4.21).



Figura 4-21 Ejemplo de información al usuario para recolección de lámparas
Fuente www.ambilamp.es

En relación a las emisiones antropogénicas de mercurio al medio ambiente, la disposición final de lámparas de mercurio representa solamente el 1% del total. Sin embargo, se ha despertado un especial interés en el manejo de esta corriente de residuos dado que representa una de las principales fuentes de ingreso de mercurio a los vertederos y rellenos municipales. Esta condición ha incentivado el desarrollo de tecnologías que permitan la recuperación del mercurio contenido en las lámparas antes de desecharlas.

Las tecnologías utilizadas van desde máquinas modulares, que trituran las lámparas y tubos empacando los residuos en contenedores especiales para su posterior procesamiento o reciclado, hasta instalaciones de mayor escala.

De acuerdo a estudios de ECOLUM un 76,47% de los tubos fluorescentes es reciclable, un 22,93% es valorizable energéticamente y solo un 0,6% debería ir a disposición como residuo peligroso.

a) Reciclaje de tubos fluorescentes¹³⁵

¹³⁵ Fuente: Martínez, 2005

El sistema desarrollado para el reciclaje incluye la separación de los todos los componentes del tubo: vidrio, cabezales de aluminio, fósforo y mercurio. Consiste en un triturador, un separador, sistemas de filtración de partículas y vapor, así como cintas transportadoras para el flujo de los materiales. Los diferentes materiales generados son derivados a un tratamiento posterior, reciclaje o disposición final.

En la instalación de reciclaje un soplador industrial mantiene la presión negativa a lo largo de todo el proceso para evitar potenciales emisiones de gas de mercurio residual y partículas. El aire se hace pasar a través de un sistema de filtros que retienen partículas de polvo (los que son automáticamente limpiados para evitar acumulación) y por último a través de un filtro de carbón activado antes de ser liberado a la atmósfera.



Figura 4-22 Esquema del un proceso de reciclaje de de tubos fluorescentes
Fuente Martínez 2005

Las etapas del proceso incluyen:

Trituración y separación: Los tubos ingresan enteros al proceso, siendo la primera etapa la trituración del vidrio. Los componentes de la lámpara son separados y depositados en diferentes contenedores. Los cabezales de aluminio y el vidrio son analizados en cuanto a su contenido de mercurio y luego enviados a su reciclaje fuera del sitio. El polvo de fósforo es separado y enviado a un contenedor para su posterior tratamiento. Los filamentos son removidos por un separador magnético y enviados a reciclaje.

Unidad de recuperación térmica: El polvo separado es volcado a un horno, donde por la aplicación de calor el mercurio es vaporizado y posteriormente condensado y enviado a un proceso de destilación.

Destilación: El mercurio recuperado es sometido a un proceso de triple destilación para su venta como Mercurio Técnicamente Puro (99.99%).

b) Reciclaje de lámparas de descarga¹³³

En este caso, el proceso considera las siguientes etapas:

Separación de componentes: Bajo una circulación de aire que mantiene la presión negativa, el globo externo del cristal se separa del vástago de la base y del metal de la lámpara que contiene el tubo interno del arco (que contiene el mercurio). Las partes que no contienen mercurio son separadas, clasificadas por tipo de material, testeadas en cuanto a su contenido de mercurio y enviadas a reciclaje.

Unidad térmica: El tubo interior se coloca en un horno donde es llevado a altas temperaturas, lo que ocasiona la vaporización del mercurio adherido al vidrio. El mercurio es

enfriado y recogido para su procesamiento. El vidrio del tubo interior es enfriado, analizado y enviado a reciclaje.

Destilación: El mercurio crudo que se ha recuperado del proceso térmico es sometido a una destilación triple para quitarle impurezas, lo cual permite calificar al mercurio obtenido luego del proceso, como técnicamente puro

El tratamiento de las lámparas está diseñado, para la captación y control de los contaminantes y para la máxima valorización de los materiales que las componen. En estas condiciones, el porcentaje de valorización de materiales es del 94% en peso de la cantidad total de lámparas tratada, llegando este porcentaje al 97,5% en el caso de las lámparas fluorescentes de tubo recto.

A través del reciclaje de lámparas de descarga y tubos fluorescentes, se obtienen los siguientes productos: mercurio puro, polvo luminiscente exento de mercurio ya destilado, vidrio, metal y material de embalaje utilizado durante el transporte. Estos materiales son entregados a gestores autorizados quienes los reintegran a los circuitos de valorización, excepto el mercurio que es comercializado como Mercurio Técnicamente Puro.

El residuo obtenido de la destilación es considerado residuo peligroso si se superan los límites de concentración de mercurio o plomo en el test de lixiviación y se debe disponer en relleno de seguridad.

e) Disposición Final

Los residuos de aparatos de alumbrado con mercurio generan impactos ambientales negativos en los rellenos sanitarios comunes, dada la presencia de metales que podrían lixivian o evaporar. La naturaleza ácida de la composición del relleno sanitario puede generar la lixiviación del mercurio. Por lo anteriormente indicado, la disposición debe realizarse en rellenos de seguridad.

En los rellenos de seguridad el residuo se somete a procesos de estabilización, agregando aditivos para reducir la naturaleza peligrosa del desecho, evitando la migración de un contaminante en el ambiente o reduciendo su nivel de toxicidad. Por lo anterior, la estabilización es un método de confinamiento total o parcial a través de la adición de un medio de soporte, ligante u otro agente que altera la naturaleza física del desecho, por ejemplo su compresibilidad o permeabilidad¹³⁶

f) Nuevas tendencias

Tal como se mencionó en la sección 4.2.5 (j), la tecnología de ampollitas LEDs, de reciente aparición en el mercado puede en el mediano plazo. dar respuesta a la necesidad de eficiencia energética, ahorro, buena calidad de luz y protección del medio ambiente. Éstas operan con chips fabricados de materiales no tóxicos y con una vida útil de hasta 50.000 horas (en comparación con las mil de una incandescente y las 6 mil de una eficiente), no generan tanto calor como una luz tradicional y poseen un alto índice cromático, gracias a lo cual los colores se ven más naturales.

Las lámparas de Inducción Magnética, pueden reemplazar a las lámparas de sodio, haluro metálico y mercurio tradicionales, ya que cuentan con una vida útil de hasta 100 mil horas. Los componentes utilizados son 100% reciclables, excepto el mercurio que contienen. Pero como éste se presenta en una menor cantidad y en forma de amalgama (no en forma líquida o gaseosa), es mucho más fácil y seguro de manipular.

¹³⁶ Fuente: Fernández, 2007

4.3.8 Recomendaciones para la Recuperación y Manejo de Residuos de Aparatos de Alumbrado en Chile.

De acuerdo a la evaluación realizada, la gestión de residuos de aparatos de alumbrado con contenido de mercurio está en proceso de crecimiento pero aún es incipiente en el país si se consideran los volúmenes recuperados, pues a la fecha se estima que cerca de un 75% tiene un destino desconocido, aún cuando existe a la fecha una industria del tratamiento y disposición orientada a este tipo de residuos.

Se debe destacar, además, que en los últimos años, la industria de gestión de residuos ha mejorado sus estándares para cumplir los requerimientos de las empresas que demandan sus servicios y ha ampliado en forma importante su capacidad instalada, existiendo hoy capacidad suficiente para la gestión de un alto porcentaje de los residuos generados pero que no se está utilizando.

Hoy en día, el mercado de recuperación para una disposición adecuada se focaliza en industrias y grandes empresas privadas y públicas que pagan por el servicio de gestión. Los residuos generados por las grandes empresas e industrias en general son declarados y se envían a instalaciones autorizadas, debido a los planes de manejo que ya han implementado las mismas, es decir, la recolección desde ellas es una actividad ya establecida. Las grandes tiendas de retail también están comenzando a incorporar este tipo de gestión.

A pesar de los avances mencionados un punto crítico es el flujo de residuos generados por los consumidores particulares (hogares, comercio e incluso pequeñas empresas), los que corresponderían al mayor volumen (también son los que se encuentran más dispersos) y que hoy prácticamente no están siendo gestionados.

Las empresas gestoras en operación abarcan la recolección fundamentalmente entre la RM y VIII Región y regiones intermedias, además de parte del norte del país, lo cual permite estimar que es posible mejorar la tasa de recuperación actual optimizando y aumentando la cobertura, ya que al considerar la distribución geográfica de los usuarios de estos aparatos más del 80% del volumen de estos residuos se genera entre las regiones IV y X. No obstante se debe recordar que casi el 50% se concentra en la RM donde igualmente se requiere mejorar la recolección en la región por medio de la inclusión de puntos específicos de recolección.

Sin embargo, se debe tener presente que siempre existirá un porcentaje de material no recuperable, ya que una cierta cantidad puede quedar en manos del consumidor y, por otra parte, existen ubicaciones geográficas de difícil acceso donde será dificultosa y de alto costo la recuperación.

Las empresas productoras del sector han comenzado a desarrollar acciones que promoverán un cambio en este ámbito, tanto desde una orientación voluntaria, como movidos por una pronta dictación de la Ley de Residuos, que establece la aplicación de la responsabilidad extendida del productor, tomando como base los esquemas desarrollados en países que cuentan ya con normativas de este tipo, pero bajo un concepto que permita su aplicabilidad a la realidad nacional.

Elementos para Establecer un Sistema de Gestión

El concepto rector de un futuro sistema de gestión se basa en el Principio de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), el cual se centra principalmente en el ciclo de vida del producto, pero intenta que fabricantes, distribuidores, intermediarios, usuarios, y empresas **compartan la responsabilidad** de reducir los impactos que el producto ocasiona al medioambiente. **Una mejora sustantiva en la gestión no siempre debe percibirse como una responsabilidad exclusiva de los productores. Además de ellos los intermediarios, consumidores, así como las tecnologías de existentes o potenciales, deben concertarse para encontrar la solución más apropiada y rentable.**

Por lo anterior, se plantean a continuación los elementos básicos un sistema de gestión de estos residuos considerando algunos aspectos de los sistemas que operan a nivel internacional, pero tomando en cuenta las singularidades del mercado chileno y las actuales iniciativas en desarrollo. Las vías de manejo que coexisten actualmente se detallaron en la sección 4.2.4 , mientras que los elementos principales de un Sistema de Gestión, como los que operan a nivel internacional, se indicaron en la sección 4.3.7.

En base a la comparación de la situación actual en Chile con los avances internacionales se puede concluir que en el país ya se cuenta con varios de los elementos básicos para iniciar un sistema de gestión; sin embargo, existen otros hoy no bien definidos, que podrían complicar su puesta en marcha, entre los cuales se deben mencionar los siguientes:

- **Regulaciones y normativas**

Para avanzar en la gestión de estos residuos, variados países cuentan con legislación en la materia o se encuentran en la etapa de generar leyes y reglamentos específicos. La principal dificultad que presentaba Chile, para lograr una buena gestión era la falta de una legislación especial para este tipo de residuos. Esta situación podrá revertirse en el corto plazo con la entrada en vigencia de la Ley de Residuos, con Reglamentos específicos para residuos prioritarios, entre los cuales se encontrarían los residuos de luminarias (dentro de residuos electrónicos).

Por otra parte, hoy no existen normativas orientadas a establecer estándares de calidad mínimos para las lámparas y luminarias que ingresan al mercado (lo que se traduciría en mayor vida útil de las mismos), de allí que es prioritario generar normas para regular y certificar la calidad de los productos importados, al momento de su ingreso al país (a lo cual también se debe sumar una mayor claridad en las glosas utilizadas actualmente por el Servicio de Aduanas). Es sabido que a mayor calidad, mayor vida útil y menor cantidad de residuos generados.

No obstante lo anterior, la Ley establecerá como requerimiento la generación de registros de todos los productores (importadores), lo cual permitirá identificar claramente quienes ingresan estos aparatos y de cuales tipos son responsables. En el caso de aquellos que posean una corta vida útil el productor tendrá que hacerse cargo de una mayor cantidad en un menor tiempo, lo cual debiera tender a incentivar el ingreso de aparatos de mayor calidad.

- **Creación de centros de acopio**

En la actualidad coexisten una serie de alternativas de recolección y eliminación de residuos de aparatos de iluminación, tanto adecuadas como inadecuadas (e incluso ilegales). Una de las opciones más comunes, pero inadecuada, es el envío a relleno sanitario por parte del usuario particular, lo cual se debe básicamente a la falta de lugares apropiados donde enviar su residuo. Por lo anterior es un aspecto prioritario la creación de centros de acopio, manejados tanto por empresas privadas (relacionadas a productores) como por Municipios, a fin de fomentar el flujo de devolución desde el consumidor privado para su adecuada gestión (lo cual a su vez requiere mejorar la educación del usuario) y, a la vez, optimizar la logística de transporte de los mismos (al lograr reunir en un sólo punto residuos que se encuentran bastante dispersos y generar un volumen mínimo que permita reducir los costos de esta operación).

Se tiene información de que a nivel nacional existen diversas iniciativas desde municipios para aumentar las instalaciones denominadas "puntos limpios", orientadas a la recolección de diversos tipos de residuos domiciliarios (normalmente reciclables), los cuales podrían extender su accionar hacia este tipo de residuos (por ejemplo el Programa Santiago Recicla). Por otra parte, los productores, desde la perspectiva de la REP también deben generar puntos específicos de recolección, o bien desarrollar alianzas con las iniciativas mencionadas.

En la figura siguiente se presenta una primera aproximación a un modelo de sistema de gestión, que considera todos los actores de la cadena, en base a las alternativas de manejo disponibles hoy en Chile.

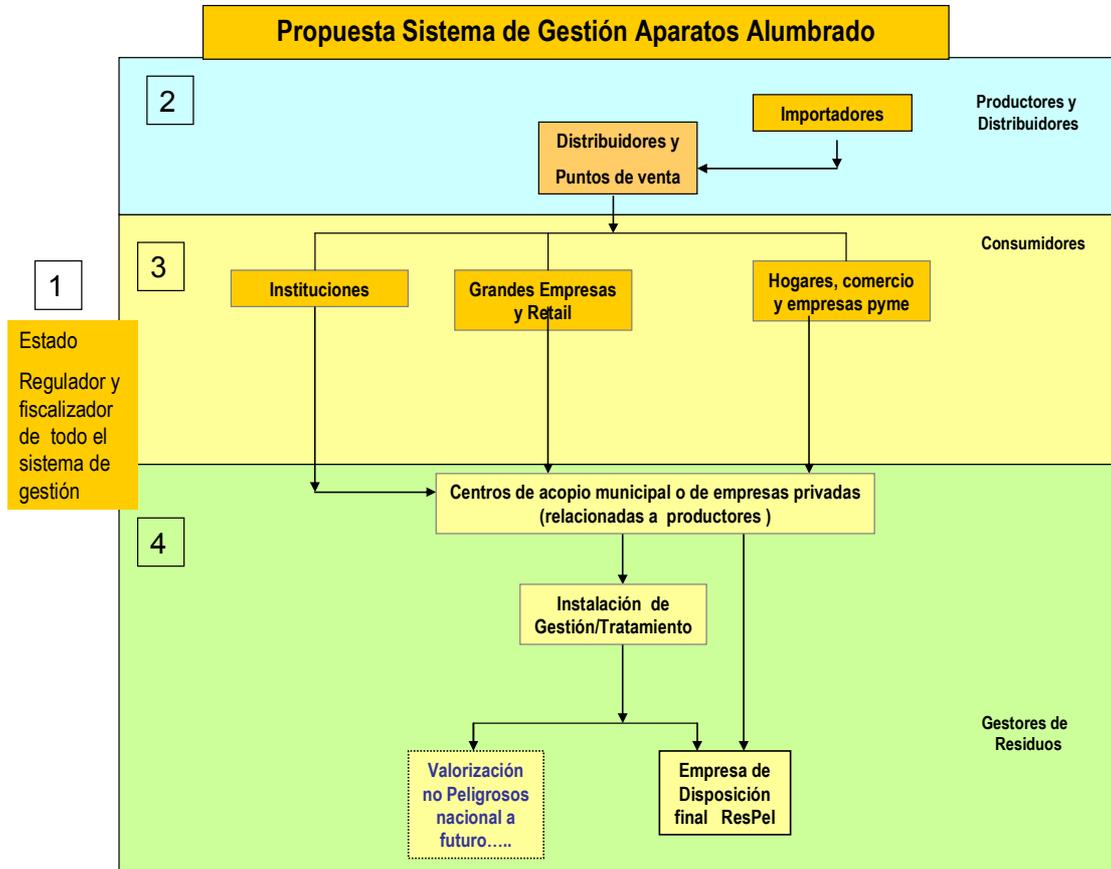


Figura 4-23 Modelo preliminar para la gestión de residuos de aparatos de alumbrado

• **Actores y su Rol:**

1. ESTADO:

Su Rol es fundamentalmente regulador y fiscalizador, ya que para poner en marcha el sistema de gestión de residuos de aparatos de alumbrado, el Estado debe generar las leyes y normativas necesarias y una vez en operación debe controlar su funcionamiento para evitar prácticas inadecuadas. Adicionalmente, el Estado tiene un rol de fomento de la educación respecto a la gestión de residuos a todo nivel: consumidores y ciudadanía en general, servicios públicos y empresas

Un componente fundamental es la *Ley de Residuos*, la que establecerá los lineamientos básicos para la gestión de los mismos bajo el concepto de Responsabilidad Extendida del Productor (REP). A partir de la misma se genera un Reglamento específico para la gestión de todos los tipos de residuos electrónicos, incluyéndose este tipo de residuos (en cuanto a transporte, acopio, recuperación, potencial reciclaje futuro de componentes y tratamiento y disposición de residuos peligrosos). Este Reglamento, debe establecer claramente las responsabilidades de cada uno y todos los actores del sistema de gestión, asegurando igualdad de condiciones.

Adicionalmente, se considera que el Reglamento debe contemplar las condiciones del rápido cambio de tecnologías, y la reducción gradual de componentes peligrosos en los

aparatos por parte de las empresas fabricantes. Por lo anterior este Reglamento debe estar alineado a normas y referentes internacionales.

El organismo regulador del sistema de gestión de residuos electrónicos será el Ministerio del Medio ambiente, en coordinación, al menos, con los Ministerios de Economía, Servicio de Aduanas y Ministerio de Salud.

2. PRODUCTORES:

Los productores tienen un rol relevante en coordinar la logística de recogida de los residuos e inicialmente deben establecer la modalidad de financiamiento del sistema, donde una alternativa es el cobro de un importe adicional sobre el costo unitario de la venta de un aparato nuevo¹³⁷, a fin de cubrir los costos de gestión (transporte, almacenamiento, reciclaje y disposición final). El importe propuesto es, en general, un bajo porcentaje bajo del costo del aparato¹³⁸, pero en este caso el costo del producto es muy bajo en relación con otro tipo de aparatos eléctricos por lo que esta alternativa debe ser evaluada en mayor detalle para determinar los costos efectivos de la gestión completa. Otra alternativa es que la regulación determine ciertos elementos exentos de costo, por ejemplo que los residuos sean recibidos por los distribuidores o centros de acopio sin costo para el consumidor. No obstante, es importante recalcar que este sistema puede funcionar sí y solo sí existen las regulaciones necesarias para que todos los productores operen en igualdad de condiciones.

Además, tendrán un rol relevante en la educación de los usuarios, a través de campañas acerca de la calidad del producto, su composición y la adecuada gestión del residuo, donde se buscará crear conciencia que, al momento de quedar fuera de uso un equipo, éste se entregue en puntos de acopio autorizados para su reciclaje y valorización. Asimismo, se propone que los importadores incorporen en la información del producto, las características de los mismos en cuanto a contenidos de materiales potencialmente peligrosos e indicaciones de como se debe reciclar.

3. CONSUMIDORES

Su rol esta dado por las exigencias de calidad y duración que deben realizar al momento de comprar un aparato y por el grado de sensibilización ambiental que se pueda lograr en ellos. El consumidor particular, el comercio, las pequeñas empresas y las instituciones deben ser sensibilizados ambientalmente para que se comprometan a entregar los aparatos fuera de uso en centros de acopio autorizados. Las grandes empresas y las industrias tienen requerimientos específicos de gestión, por lo que se espera que la entrega de los residuos no sea un factor crítico.

4. GESTORES: EMPRESAS DE RECICLAJE, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN

Las empresas de manejo de residuos de ya tienen un rol bien definido en el mercado nacional y se espera que la puesta en marcha, tanto de reglamentación específica como de un sistema de gestión integral potencie aún más su accionar a través de la recepción de un mayor flujo de estos residuos, dado que éstos actualmente no tienen un valor económico. Al igual que los productores, deben generar alianzas con centros de acopio para reforzar la logística de transporte.

En este ámbito es importante destacar la necesidad de contar con una mayor cantidad de instalaciones de tratamiento intermedio autorizados (equipos de trituración), lo cual haría más eficiente la logística de manejo y transporte, e incluso reduciría los costos de disposición final.

Considerando las vías de recuperación que existen actualmente, las condiciones de operación actual y futura, y los aspectos evaluados previamente, se recomienda en primera instancia:

¹³⁷ El sistema de financiamiento propuesto es preliminar y debe ser analizado con mayor detalle.

¹³⁸ En general no supera el 1%. Fuente Ecoing 2010.

- Potenciar la educación a los consumidores finales, tanto por las empresas productoras como por el estado, a fin de aumentar la tasa de segregación y entrega en puntos limpios o centros de acopio. Es necesario diseñar e implementar instancias de capacitación en el tema, tanto a nivel público como privado, para clarificar los aspectos de la gestión que podrían generar potenciales riesgos a la salud y el ambiente, lo cual aportaría en la propuesta de criterios para un manejo apropiado. La capacitación también debe extenderse hacia las empresas e instituciones involucradas y la ciudadanía en general. Lo anterior conlleva además la necesidad de aumentar la cantidad de puntos de recolección o centros de acopio, como se ha detallado previamente.
- Por otra parte, y en el marco de la nueva Ley de Residuos, el rol del estado en este ámbito debe orientarse a incluir el tema en sus campañas de sensibilización y potenciar el tema a nivel interministerial.
- Como punto de partida, las empresas productoras deben colocar indicaciones claras y visibles para que el usuario sepa como manejar y donde reciclar estos residuos. Asimismo, se debe propender en el corto plazo a la generación de registros de los tipos y cantidades de productos y residuos manejados, en lo que compete a cada uno de los actores claves de la cadena (productores, empresas de gestión/tratamiento y de disposición final), lo cual transparentará la información del flujo de estos materiales a nivel nacional.
- Asimismo, es clave el fomentar nuevas tendencias en iluminación, como es el caso de los sistemas LED, que pueden ser una alternativa de reemplazo mucho más eficiente y sustentable en el mediano plazo frente a los aparatos de iluminación con mercurio.
- Para lograr aumentar la tasa de recuperación y reciclaje desde el consumidor individual es fundamental potenciar aún más las acciones desde las empresas productoras, generando puntos de recolección junto con implementar sus políticas ambientales en Chile, a través de programas de recuperación, de igual forma como lo han hecho en otros países. Se estima que el avance en la promulgación de la Ley de Residuos será un motor importante para avanzar en este ámbito.
- Es recomendable potenciar las alianzas directas entre empresas de gestión y productores e incluso los municipios, sobretodo a nivel de regiones, para aprovechar y potenciar la logística existente, tomando en consideración que el mayor porcentaje de recuperación actual ocurre en la zona central del país. Ello además aportará en avanzar en la etapa de definición del número de puntos de recolección que será necesario implementar.
- Finalmente, se requiere mejorar la coordinación y participación activa de los organismos del estado (por ejemplo entre el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Salud) para aunar criterios de regulación, facilitar el traspaso de información y promover nuevos y necesarios proyectos tanto de tratamiento intermedio como de potencial valorización.

En base a la experiencia internacional, a información de productores y a los avances nacionales, se estima posible aumentar la tasa de recuperación en cerca de un 15% del total de residuos al año 2015 (considerando captar aquellos provenientes del consumidor individual), al conformarse un sistema de gestión que involucre tanto la recolección del residuo como su manejo y disposición final adecuada a nivel nacional.

5 BIBLIOGRAFIA

- ACEPESA. 2004. Estrategia Nacional para el Manejo Integrado y Sostenible de Desechos de Artefactos Eléctricos y Electrónicos
- ACEPESA. 2007. Gestión de residuos electrónicos en Costa Rica: sistematización de la experiencia. Proyecto Bilateral Costa Rica-Holanda Fase I y II 2003-2007
- BIRD. 2008. Report on the environmental benefits of recycling. Imperial College. London
- BOENI H. 2007. Gestión y Manejo Integral de Residuos Electrónicos y Eléctricos Presentación en Foro sobre experiencias Internacionales y Nacionales Bogotá, 27 de Abril 2007
- BORNAND P. 2007. Sistema de Gestión de Residuos Electrónicos en Suiza. SWICO Environmental Commission. Reunión Residuos Electrónicos Y Responsabilidad Extendida Del Productor. Plataforma SUR IDRC, noviembre 7
- CNPML. 2008. Manual técnico para el Manejo de Residuos eléctricos y electrónicos. Medellín Colombia
- CONAMA – GTZ. 2006. Tubos Fluorescentes. Hoja Informativa 12. Proyecto Gestión de Residuos Peligrosos en Chile.
- C Y V MEDIOAMBIENTE, 2009. Diagnóstico de la Fabricación, Importación y Distribución de Aparatos Electrónicos y Manejo de los Equipos Fuera de Uso.
- DIRECTIVA 2002/96/CE sobre desechos de equipos eléctricos y electrónicos de 27 de enero de 2003 (WEEE)
- ECOING, 2010. Estudio de Evaluación de Impactos Económicos, Ambientales y Sociales de la Implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor en Chile.
- ELI. 2000 (a). Manual de Iluminación Eficiente. Capítulo 7: Fuentes Luminosas. Efficient Lighting Initiative Argentina
- ELI. 2000 (b). Manual de Iluminación Eficiente. Capítulo 4: Impacto Ambiental de los Sistemas de Iluminación. Efficient Lighting Initiative Argentina
- ESPAÑA. 2005. Real Decreto 208 sobre Residuos Electrónicos.
- EPA 530-R-08-009. 2008 ELECTRONICS WASTE MANAGEMENT IN THE UNITED STATES APPROACH 1,; Electronic Product Recovery and Recycling Baseline Report. US National Safety Council
- FERNÁNDEZ G. 2007. Estudio sobre los circuitos formales e informales de gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Sudamérica.
- EPA 530-R-08-009. 2008 ELECTRONICS WASTE MANAGEMENT IN THE UNITED STATES APPROACH 1, disponible en www.epa.gov/osw/conservation/materials/recycling/docs/app-1.pdf
- GAIKER, 2007. Reciclado de Materiales: Tecnologías, perspectivas y oportunidades. Departamento de Innovación y Promoción Económica, Biskaia, España.
- GRANT THORNTON.2010. Sustainable Collection & Recycling of end-of-life lamps in Chile. Towards a sector solution for Chile
- HAGELUKEN, 2004. Metal Recovery from Circuit Board Scrap. Umicore Precious Metal Refining.

IES, 2000. The IESNA Lighting Handbook. 9th Edition. Illuminating Engineering Society North America.

IFEU 2008. Recopilación y análisis de experiencias internacionales en aplicación de la Responsabilidad Extendida del Productor. Instituto para la Investigación de Energía y Medio Ambiente de Heidelberg, Alemania.

LAGREGA M., P. BUCKINGHAM, S. EVANS. 1996. Gestión de Residuos Tóxicos, tratamiento, eliminación y recuperación de suelos. The Environmental Resources Management Group (ERM), Ed. Mc Graw Hill.

MARTINEZ J. 2005. Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos Fichas Temáticas. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Uruguay.

OECD. 2003. Technical Guidance For The Environmentally Sound Management Of Specific Waste Streams: Used And Scrap Personal Computers (ENV/EPOC/WGWPR(2001)3/FINAL)

OPEN RESEARCH. 2004. Paying the price?. A Total Cost of Ownership comparison between new and refurbished PCs in the small business, NGO and school in Africa (www.openresearch.co.za)

PARSONS, D. (2006). The environmental impact of compact fluorescent lamps for Australian conditions. http://eprints.usq.edu.au/1785/1/Parsons_Environmental_impact_of_compact_fluorescent_lamps_and_incandescent_lamps_Publ_version.pdf

PRIEN, 2008. Estimación del Aporte Potencial del Uso Eficiente de la Energía Eléctrica 2008-2025.

PRINCE-COOKE.2006. Estudio final sobre PCs en LAC. SUR –IDRC

RECICLA – FUNDACIÓN CASA DE LA PAZ. 2007. Residuos electrónicos, la nueva basura del siglo XXI. Una amenaza, una oportunidad. Ediciones Casa de la paz

ROA F. 2007. Avances hacia una estrategia nacional de manejo de los residuos electrónicos. Tecnología en Marcha. Vol. 20-1 - 2007.

SILVA U. 2009. Gestión de Residuos Electrónicos en América Latina. Ediciones Sur.Chile.

SUBTEL. 2008. Informe Anual De Actividad Del Sector Telecomunicaciones Año 2008.

SWICO, 2008. SWICO RECYCLING, 2008 Activity Report.

TELFÓNICA ESPAÑA 2007. Residuos Electrónicos. (www.telefonica.com).

TOWNSEND, T. G., MUSSON, S. E., JANG, Y. C., TOWNSEND, T. G., AND CHUNG, I. H. 2000. Characterization of lead leachability from cathode ray tubes using the toxicity characteristic leaching procedure. Environmental Science and Technology, 34(20): 4376-4381

UNEP. 2006. Guideline on Material Recovery and Recycling of End-of-Life Mobile Phones

UNEP, 2007. Evaluación de la gestión de riesgos del hexabromobifenilo. UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.3

UNITED NATIONS UNIVERSITY UNU, 2008; 2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment.

WOLFENSBERGER M., 2009. Manejo de residuos electrónicos a través del sector informal en Santiago de Chile. Plataforma Regional de Residuos de PC de America Latina y el Caribe (RELAC) Programa Seco/EMPA sobre la Gestión de RAEE en América Latina.

6 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acopio: Acción tendiente a reunir transitoriamente, y en un lugar determinado, equipos en desuso de manera segura y ambientalmente adecuada para facilitar su posterior manejo. El lugar donde se desarrolla esta actividad se denomina centro de acopio

Almacenamiento: Se refiere a la conservación de un residuo en un sitio y por un lapso determinado, con carácter previo a su aprovechamiento, valorización, tratamiento o disposición final.

Aprovechamiento y/o Valorización: Es todo proceso industrial que tenga como objeto la transformación y recuperación de los recursos contenidos en los residuos, o del poder calorífico de los materiales que componen los Residuos electrónicos.

Centro de acopio: Lugar o instalación de recepción y acumulación selectiva de residuos, debidamente autorizado, previo a su envío hacia una instalación de valorización. En estos lugares o instalaciones se podrán llevar adelante acciones de pretratamiento. También nombrado punto limpio.

Ciclo de vida de un producto: Todas las etapas del desarrollo de un objeto o sustancia, desde la adquisición de materia prima e insumos, para la producción, comercialización y uso de un producto, hasta su valorización o eliminación.

Consumidor: Persona natural o jurídica que, en virtud de cualquier acto jurídico, adquiere, usa, goza o dispone un producto.

Destinatario: Propietario, administrador o persona responsable de una instalación expresamente autorizada para eliminar residuos generados fuera de ella.

Desensamblaje: Se refiere al proceso de separar los principales componentes que conforman un aparato eléctrico o electrónico en desuso (disco duro, memoria, tarjeta madre, unidades de DVD, cables, conectores, tarjetas de circuito impreso y otras partes generales. Principalmente consiste en un ejercicio de separación manual. Se emplean como sinónimos las palabras desensamblaje, despiece y desmontaje.

Disposición Final: Es el proceso de aislar y confinar ciertos materiales y componentes no aprovechables procedentes de los Residuos, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud de la humanidad y al ambiente.

Eliminación: Todo procedimiento cuyo objetivo es disponer en forma definitiva un residuo en un sitio habilitado para ello, o bien, su destrucción total o parcial, sin que lo anterior constituya un riesgo para el medio ambiente.

Generador: Persona natural o jurídica cuya actividad, excluida la derivada del consumo doméstico, genere residuos o bien efectúe operaciones que ocasionen un cambio de naturaleza o composición de los mismos. En el evento que dicha persona no fuera conocida o identificada, se considerará como generador a aquella que tenga en su poder los residuos. Se comprenderá también en este concepto al que importe residuos.

Gestor: Persona natural o jurídica, que, previa autorización, realice cualquiera de las operaciones que componen el manejo de residuos, sea o no el generador de los mismos.

Gestión: Conjunto de actividades encaminadas a dar a los residuos el destino final que garantice la protección de la salud humana, la conservación del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales. Comprende las operaciones de recogida, almacenamiento, tratamiento, recuperación, y disposición

Gestor de Residuos electrónicos: Persona o entidad, pública o privada que realiza cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos eléctricos y/o electrónicos (transporte acopio, almacenamiento, desensamble, aprovechamiento y disposición final).

Instalación de manejo: Todo recinto, edificación, construcción o medio, fijo o móvil, debidamente autorizado, donde se realiza un manejo de residuos, incluyendo, entre otras, centros de acopio, instalaciones de almacenamiento, pretratamiento, tratamiento, reciclaje, valorización energética y/o eliminación, bajo condiciones de operación controladas.

Manejo: Todas las acciones operativas a las que se somete un residuo, incluyendo, entre otras, recolección, almacenamiento, transporte, pretratamiento, tratamiento, reutilización, reciclaje, valorización energética y/o eliminación.

Minimización: Acciones para evitar, reducir o disminuir en su origen, la cantidad y/o peligrosidad de un residuo. Considera medidas tales como la reducción de la generación, el reuso y el reciclaje.

Obsolescencia: es la caída en desuso de máquinas por un insuficiente desempeño de sus funciones en comparación con los nuevos equipos y tecnologías introducidos en el mercado.

Poseedor: Persona natural o jurídica que tiene en su poder un residuo.

Pretratamiento: Operaciones físicas preparatorias previas a la valorización o eliminación, tales como separación, desensamblaje, corte, trituración, compactación, mezclado, empaque, entre otros, mediante el cual se modifican las características de un residuo, con el fin de reducir su volumen, facilitar su manipulación o potenciar su valorización.

Prevención: la reducción de la cantidad y de la nocividad para el medio ambiente de los materiales y sustancias utilizados, en los envases y en los residuos de envase, los envases y residuos de envases en el proceso de producción, en la comercialización, la distribución, la utilización y la eliminación, en particular mediante el desarrollo de productos y técnicas no contaminantes;

Primera puesta en el mercado: Primera vez que el producto es puesto en el mercado mediante su enajenación, de forma documentada.

Producto: Bien que es fabricado en un proceso productivo a partir de la utilización de insumos y materias primas. En el caso de los productos envasados, se comprende sus ingredientes o componentes y su envase.

Producto prioritario: Es aquel que presenta beneficio asociado a su valorización y/o puede presentar riesgo para el medio ambiente.

Proveedor: persona natural o jurídica que ofrece un producto o servicio en el mercado.

Recolección: Operación consistente en recoger residuos, incluido su acopio inicial, con el objeto de transportarlos a una instalación de almacenamiento, valorización o eliminación.

Recolección selectiva: Operación consistente en recoger residuos separados en origen, con el objeto de transportarlos a un centro de acopio o a una instalación de valorización o eliminación.

Reciclador: Gestor que se dedica a realizar actividades de recolección selectiva y/o gestión de centros de acopio.

Reciclaje: Empleo de un residuo como insumo o materia prima en un proceso productivo distinto del que lo generó, incluyendo el coprocesamiento y compostaje, pero excluyendo la valorización energética.

Recogida: Conjunto de operaciones que permitan traspasar los residuos, desde los generadores a los gestores.

Recuperación: Proceso cuyo objeto es el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos ya sea en forma de materias primas o energía.

Residuo o desecho: Sustancia u objeto que: (i) se valoriza o elimina, (ii) está destinado a ser valorizado o eliminado, o (iii) debe, por las disposiciones de la normativa vigente, ser valorizado o eliminado.

Residuos electrónicos: los residuos electrónicos se entienden como todas aquellas partes externas e internas de equipos eléctricos o electrónicos que el usuario decide dejar de utilizar ya sea por obsolescencia o mal funcionamiento.

Residuo peligroso: Residuo o mezcla de residuos que puede presentar riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto como consecuencia de presentar alguna característica de toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad por lixiviación, inflamabilidad, reactividad o corrosividad.

Responsabilidad extendida del proveedor: Régimen especial, descrito en el Título III, al cual deberán ceñirse los proveedores de productos declarados prioritarios, conforme con el cual quedan obligados a hacerse cargo de la gestión de los residuos derivados de tales productos.

Reutilización o reuso: Empleo de un residuo como insumo o materia prima en el proceso productivo que le dio origen o el empleo de un producto previamente usado.

Transportista: Persona que asume la obligación de realizar el transporte de residuos.

Tratamiento: Proceso físico, físico-químico, químico y/o biológico que modifica las características del residuo, con el fin de potenciar su valorización, reducir su volumen o peligrosidad, facilitar su manipulación y/o facilitar su eliminación.

Riesgo: Probabilidad de ocurrencia de un daño.

Toxicidad: Es la capacidad de una sustancia de ser letal en baja concentración o de producir efectos tóxicos acumulativos, carcinogénicos, mutagénicos o teratogénicos

Valorización: Conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar un residuo, uno o varios de los materiales que lo componen y/o el poder calorífico de los mismos, sin poner en riesgo el medio ambiente.

Valorización energética: Empleo de un residuo como combustible en un proceso productivo.