

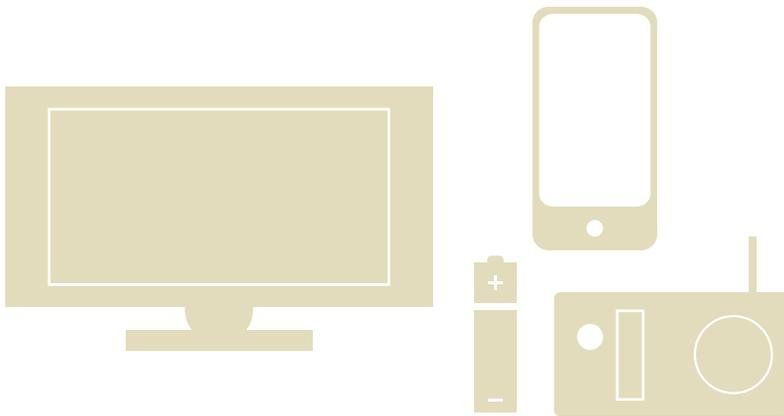


MARN

Ministerio de Medio Ambiente
y Recursos Naturales

Lineamientos técnicos

para el adecuado manejo de los
Residuos de **Aparatos**
Eléctricos y **Electrónicos**



MARN



Lineamientos técnicos para el adecuado manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, RAEE

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
El Salvador, Centro América

Edición, diseño y diagramación
Unidad de Comunicaciones
Número de ejemplares
750 ejemplares

Impreso en papel reciclable
San Salvador, septiembre 2015

Derechos reservados. Prohibida su comercialización
Este documento puede ser reproducido todo o en parte, reconociendo los derechos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Oficinas centrales MARN
Kilómetro 5½ carretera a Santa Tecla
calle y colonia Las Mercedes, edificios MARN.
San Salvador, El Salvador, Centro América

Tel.: (503) 2132 6276
Sitio web: www.marn.gob.sv
Correo electrónico: medioambiente@marn.gob.sv
Facebook: www.facebook.com/marn.gob.sv
Twitter: @MARN_Oficial_SV

Contenido

Presentación	4
Conceptos básicos	5
Esquema básico de recuperación y aprovechamiento	6
1. Lineamientos técnicos para el transporte de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)	7
2. Lineamientos técnicos para los puntos de entrega voluntaria móviles	11
3. Lineamientos técnicos para los puntos de entrega voluntaria	14
4. Lineamientos técnicos para plantas de desensamble/desarme	17
5. Consideraciones generales	22
Anexo I. Glosario	23
Anexo II. Caracterización de componentes de equipos Informáticos de acuerdo a los Anexos del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación.	26



Presentación

Durante los últimos años, a escala mundial los fenómenos de cambio tecnológico han generado volúmenes y un ritmo acelerado de crecimiento de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE); realidad que ha tomado importancia en El Salvador así como en Latinoamérica, debido a la preocupación por las características específicas de esta clase de residuos, que los hace diferentes de otras corrientes como los domiciliarios, y el auge en su recuperación y aprovechamiento.

Los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) contienen recuperables de alto valor, pero también poseen elementos químicos catalogados como peligrosos que requieren de un manejo ambientalmente adecuado para prevenir impactos en el ambiente y la salud pública.

El concepto de los RAEE está basado en la idea de abandono o descarte por quien los posee. Se establece que las características que hacen que un Aparato Eléctrico y Electrónico (AEE), sea considerado como RAEE, en orden de prioridad son las siguientes: cuando ya no pueda ser usado para el fin que ha sido creado; por obsolescencia o recambio tecnológico; cuando la persona natural o jurídica que lo posee toma la decisión de descartarlo, dejarlo o ha sufrido daños de cualquier tipo.

La poca claridad respecto a la figura de su productor, la falta de infraestructura adecuada, el acceso a la tecnología electrónica, la falta de información y de sensibilización ambiental, entre otras condiciones, demandan la adaptación de modelos de gestión que aseguren la recuperación y aprovechamiento de estos residuos, así como su gestión ambientalmente adecuada. (Figura 1)

El presente documento contiene los lineamientos para la gestión de RAEE en los distintos lugares de recuperación, tratamiento y disposición final; además de cumplir con todas las normas ambientales, sanitarias y otras establecidas por el Estado. Las directrices que se establecen en este documento están dirigidas a:

- Transporte
- Puntos de Entrega Voluntaria (PEV)
- Puntos de Entrega Voluntaria móviles (PEVM)
- Plantas de desensamble/desarme

Conceptos básicos

El término de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), se refiere a los aparatos y equipos dañados, descartados, obsoletos o en desuso que utilizan electricidad o una fuente de energía para su funcionamiento. En esta definición se incluyen equipos electrónicos de consumo como las computadoras hasta electrodomésticos, celulares, que ya no tienen utilidad alguna para quien los posee. En El Salvador se conoce como chatarra electrónica.

Identificados como oportunidad, los RAEE pueden clasificarse en cinco categorías de acuerdo a su adecuado proceso de recuperación y reciclaje:

Tabla I. Clasificación de los RAEE desde una perspectiva de recuperación y gestión.

NO.	CATEGORÍA	Categorías de acuerdo a la Unión Europea *	EJEMPLOS
1	Aparatos que contienen refrigerantes	1	Refrigeradoras, aires acondicionados
2	Equipos informáticos y telecomunicaciones	3	CPU, baterías, celulares
3	Aparatos con monitores y pantallas	3 y 4	Televisores y monitores
4	Electrodomésticos grandes y medianos	2, 4, 6, 8, 9 y 10	Pequeños electrodomésticos como: radios, juguetes, planchas, aparatos de sonido, aparatos electrónicos de consumo, etc.
5	Equipos de iluminación	5	Luminarias, bombillos, etc.

*Fuente: Categorías de Aparatos Eléctricos y Electrónicos incluidos en el ámbito de aplicación de la Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de enero de 2003 sobre RAEE

Características

Los aparatos eléctricos y electrónicos están compuestos de diversos metales, algunos recuperables por su valor como el oro, plata, paladio y cobre, y otros altamente peligrosos como: Arsénico, Cadmio, Cromo hexavalente, Mercurio, Plomo, Selenio, Bifenilos Policlorados (BPC) y Éteres Bifenílicos Polibromados (PBDE), entre otros. Estos compuestos peligrosos se pueden liberar al ambiente en el proceso de desensamble de los residuos de estos aparatos.

Estas características particulares se encuentran en volúmenes pequeños en los aparatos; sin embargo, la alta toxicidad de sus componentes, son una de las causas de los impactos negativos que se generan al medio ambiente cuando se realiza el desensamble de manera inadecuada o se disponen en rellenos sanitarios para desechos comunes. También, materiales que al quemarse producen otras sustancias tóxicas mucho más dañinas que las originales, como es el caso de las dioxinas y furanos, siendo las sustancias más tóxicas en el planeta en la actualidad.

Esquema básico de recuperación y aprovechamiento

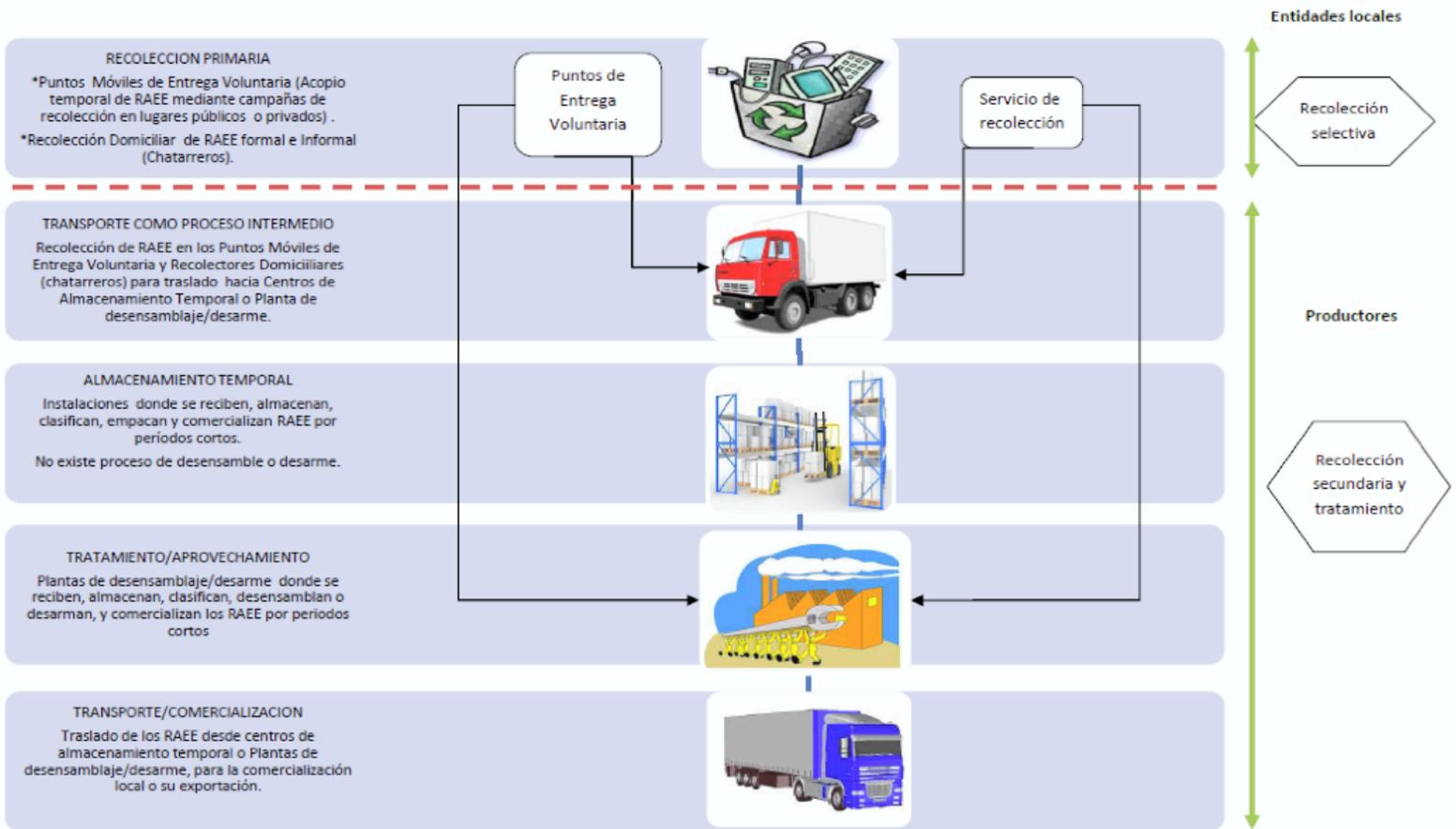


Figura 1. Esquema básico de recuperación y aprovechamiento.

I. Lineamientos técnicos para el transporte de los RAEE

Los procedimientos de transporte de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) dependen del tipo de residuo y nivel de desensamble/desarme o reciclaje que se realice, ya que pueden transportar equipos enteros en desuso o sus componentes después de su desensamble. Por lo tanto, en esta sección se distingue entre el transporte de equipos enteros en desuso y el transporte de componentes y partes desensambladas de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Durante las actividades de transporte se deberá garantizar como mínimo, lo siguiente:

Rutas

- El transporte debe ser realizado desde las instalaciones donde se generan los RAEE(hogares, empresa privada y/o gubernamental), hacia los centros de acopio y/o directamente a las instalaciones de manejo, debidamente autorizados.

Personal

- El personal que transporta y manipula los RAEE debe estar capacitado para cumplir con los procedimientos.
- La persona transportista deberá contar con la documentación necesaria según la normativa vigente.
- Conocer medidas de seguridad y respuestas a emergencias las cuales puedan ser aplicadas al momento de ser requeridas.

Transporte

- Se debe garantizar siempre la protección contra la intemperie.
- Durante el transporte se debe evitar que las personas no autorizadas tengan acceso a la carga, con el fin de evitar la adición o pérdida de partes o piezas de equipos sin supervisión.
- La carga en el vehículo debe estar debidamente empacada, acomodada, estibada, apilada, sujeta y cubierta de tal forma que no presente peligro para la vida de las personas y el medio ambiente. Para este fin se recomienda que todo transporte de RAEE de tamaño mediano o pequeño se realice en cajas de madera, de cartón grueso o de rejas metálicas.
- En caso de transportar los RAEE en estibas, se debe envolver toda la estiba con una película plástica (plástico para paletizar), cuando esté cargada.
- Es recomendable no poner más de tres capas de RAEE en las estibas y asegurar que la carga no sobresalga de las cajas.



- Por lo general no se requieren cartones o espumas entre las capas. Sin embargo, para algunas excepciones se recomienda colocarlos, por ejemplo, para el transporte de monitores en desuso.
- En caso de ofrecer los servicios de recolección y transporte de equipos de impresión y fotocopia en desuso, se debe contar con un sistema de derrames de tinta para evitar contaminación del ambiente y de los demás componentes conjuntamente transportados.
- Los equipos dañados deben ser embalados en cajas de cartón grueso, de madera o rejilla metálica, separados de los no dañados, así como los componentes; y deben ser transportados directamente a las instalaciones de la instancia operadora de RAEE.
- Contar con un sistema de control y manejo de contingencias.
- Portar como mínimo dos extintores tipo multipropósito, uno en la cabina y los demás cerca de la carga, colocados en un sitio de fácil acceso para disponer de ellos rápidamente en caso de emergencia, y contar con personal capacitado para su utilización.
- La persona natural o jurídica titular de la actividad deberá contar con los equipos de protección personal adecuados para el tipo de materiales transportados, y es responsable de la respuesta a emergencia ante cualquier accidente o contingencia. Debe realizar las medidas adecuadas según la naturaleza fisicoquímica de los residuos o desechos peligrosos transportados.
- El transportista deberá contar con un registro de inventario de los equipos y/o materiales que transporta así como información de quien lo ha generado, destino, descripción del contenido y peso estimado de la carga.
- Rotulación de los vehículos, indicando la clase y número de las Naciones Unidas del material transportado, en cumplimiento de la norma salvadoreña NSO 55.29.01:01 Transporte de Carga, Pesos, Dimensiones y Seguridad Vial y del Artículo 54 del Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos.

Lineamientos para empaque de equipos enteros en desuso durante el transporte

Los equipos enteros en desuso que se transporten hacia un lugar de almacenamiento o de desensamble, deben ser empacados de manera que se reduzca al mínimo su fractura durante condiciones de envío normales y que, en caso de presentarse daños, el material sea contenido, evitando emisiones al ambiente. Especialmente, se debe tener precaución cuando se trate de equipos con pantalla de vidrio y equipos que contienen tintas o líquidos que podrían derramarse durante el transporte.

Casos que requieren cuidados especiales durante el transporte:

Monitores y televisores con Tubos de Rayos Catódicos

- Los Tubos de Rayos Catódicos (TRC), necesitan mantenerse intactos durante el transporte, debido a que la mayor parte de usos del vidrio sin plomo, requieren su separación de la fracción plomada y la mayoría de técnicas de separación se realizan a

partir de los tubos intactos. Incluso si los TRC se piensan triturar, es también preferible por razones de salud y de seguridad, transportar los tubos intactos.

- Para cerciorarse de que un TRC llegue intacto al sitio de tratamiento, se debe mantener su cubierta original y apilar correctamente en un recipiente conveniente tal como cajas de madera, rejas metálicas o de cartón grueso. También se pueden utilizar empaques de película plástica sobre tarimas. Se recomienda el uso de cajas para su transporte.
- Si los monitores y televisores TRC son transportados sobre una estiba de tal manera que los pedazos quebrados no pueden ser contenidos, la carga debe ser envuelta en una película plástica o en plástico burbuja.
- En caso de haber monitores y televisores con el tubo quebrado o en pedazos, esos pedazos de vidrio se deben empacar en recipientes o cajas aparte que eviten que las partículas o fragmentos puedan ser liberados.
- Coloque los monitores con la pantalla hacia un lado (en particular los monitores de color diferente a la primera capa). Se recomienda introducir una capa de cartón, espuma o de plástico burbuja entre las diferentes capas.
- De ser posible todos los cables de los monitores deberán ser removidos para evitar daños y complicaciones al descargar las cajas o las estibas. Se recomienda que los cables se transporten en forma separada en depósitos o cajas
- Los tubos sueltos se deben transportar con las mismas precauciones para mantenerlos intactos y evitar su fractura.

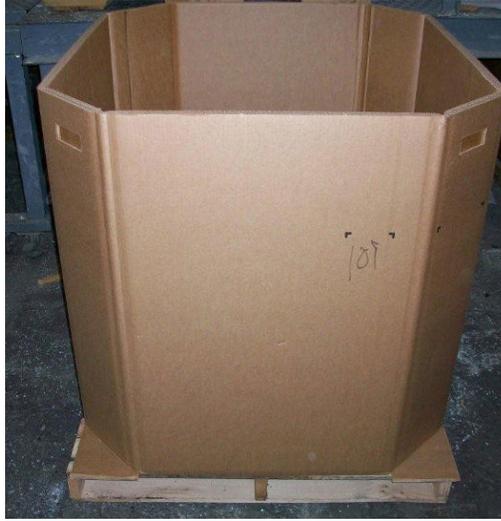
Impresoras, faxes, fotocopiadoras y otros equipos

- De ser posible, las impresoras y otros equipos deberán ser empacados individualmente.
- Colocar los equipos más pesados en la base de la estiba.
- Si no se dispone de cajas, se debe colocar una capa de cartón o material de empaque entre las impresoras y demás equipos de impresión.
- Para evitar el derrame de tintas y de tóner, los equipos se deben colocar en contenedores y envases impermeables.
- También existe la posibilidad de transportarlos en un vehículo que cuente con un sistema de acumulación de líquidos.

Periféricos

Colocar en cajas de cartón los teclados, ratones, audífonos, micrófonos y otros accesorios y periféricos.

Apilar las cajas en estibas y envolverlas con un plástico para colocarlas sobre un palé o almacenarlas en cajas de madera o cajas Gaylord (Fotografía 1).



Fotografía 1. Caja tipo Gaylord, colocada sobre una tarima

Lineamientos para el empaque de partes y componentes durante el transporte

Los componentes resultantes del proceso de desensamble de RAEE tales como: baterías, discos duros, tarjetas de circuito impreso, pantallas, entre otras, pueden ser transportados hacia plantas específicas para aprovechamiento, tratamiento o disposición final, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Por lo general, los componentes de equipos electrónicos deben ser empacados de manera que se evite el desprendimiento de componentes que posean contenidos peligrosos al ambiente.
- Todos los componentes deben ser colocados preferiblemente en cajas de cartón (seltas o caja Gaylord) o de madera.
- Todas las cajas sueltas de cartón que se coloquen sobre las estibas, deben ser envueltas con un plástico para colocarlas en tarimas.
- La caja Gaylord se debe colocar sobre una tarima para facilitar su transporte.
- Asegurar que la carga no sobresalga de la tarima.

2. Lineamientos técnicos para los Puntos de Entrega Voluntaria Móviles (PEVM)

Los espacios para el acopio temporal durante eventos de recolección de RAEE funcionan como Puntos de Entrega Voluntaria Móviles (PEVM) y serán implementados según el tamaño y cantidad que planifican recolectar en lugares accesibles para la población. Para un punto de recolección se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Acceso

- Las instalaciones donde se ubiquen los PEVM deben contar con espacio para entrada, salida y maniobras de los vehículos, independientes a las vías de acceso destinadas al área peatonal.
- Durante la entrada y salida de vehículos y maquinaria al sitio del proyecto, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar cualquier congestionamiento en el flujo normal de vehículos o un accidente de tránsito. Estas medidas deberán conocerlas quienes operan vehículos y maquinarias.

Infraestructura

- Instalarse en un lugar techado protegido de las condiciones del ambiente.
- Contar con pisos adecuados/impermeabilizados para evitar infiltraciones en el suelo que generen la contaminación del mismo.
- Los RAEE deben almacenarse por tamaño en contenedores receptores.
- Pueden usarse contenedores de metal, cartón o madera, acondicionados para almacenar los RAEE sin dañarlos y evitar la sustracción de aparatos depositados de gran tamaño como: CPU, grabadoras, DVD, y otro similares. Se deberá tener especial cuidado con los monitores y televisores, por su fragilidad con el vidrio.
- Pueden utilizarse contenedores de madera, caja o bolsas jumbo de polietileno y/o polipropileno para residuos de periféricos o pequeños como: celulares, pilas, mouse, entre otros. (fotografía 2)
- Los contenedores no deben tener contacto directo con el piso, deben instalarse sobre tarimas elevados 10 centímetros del piso, para evitar contacto con la humedad.
- Contar con ventilación e iluminación adecuada.

Personal

- El personal que manipula los RAEE debe contar con equipo de protección personal adecuado.
- El personal debe estar capacitado para cumplir con los procedimientos de almacenamiento.
- Protección contra acceso no autorizado: el residuo electrónico se debe almacenar de



manera tal que no se permita la manipulación por personas no autorizadas, a fin de evitar que se agreguen o sean extraídos equipos en desuso o piezas sin supervisión.



Fotografía 2. Modelos de contenedores y su uso adecuado.

Recepción y almacenamiento temporal

- Realizar la clasificación por categorías o tamaños, para facilitar su posterior movilización.
- Depositar temporalmente los RAEE en contenedores móviles: cajas de rejillas o de madera, facilitando su carga en el transporte hacia el punto de almacenamiento, acorde a las características de los contenedores y a las condiciones del sitio. Estos recipientes deben estar debidamente señalizados. (fotografía 3)
- Establecer mecanismos de control para evitar hurtos.
- Los RAEE que se depositen en el punto de recolección no deben ser desensamblados ni manipulados.
- Se debe contar con un plan de contingencia en caso de emergencia.

- El almacenamiento en el PEVM no debe exceder las 24 horas, contadas a partir de la hora de apertura del punto de entrega.

Registro



Fotografía 3. Métodos de almacenamiento

- Registrar los RAEE que sean recibidos en los PEVM consignando destino, centro de acopio o instalaciones de los operadores de RAEE.
- Registros: mantener registros de inventarios, tanto de equipos en desuso enteros, como de piezas recolectadas.



3. Lineamientos técnicos para los Puntos de Entrega Voluntaria (PEV)

Las instalaciones para el acopio temporal de RAEE por medio de gestores particulares, funcionan como bodegas de almacenaje, centros de acopio o Puntos de Entrega Voluntaria (PEV) y serán implementados según el tamaño y cantidad que planifican recolectar. Para un punto de recolección se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Acceso

- Las instalaciones donde se ubiquen los PEV deben contar con espacio para entrada, salida y maniobras de vehículos independientes a las vías de acceso destinadas al área peatonal, debidamente señalizadas.
- Durante la entrada y salida de vehículos y maquinaria al sitio del proyecto, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar cualquier congestionamiento en el flujo normal de vehículos o un accidente de tránsito. Estas medidas deberán conocerlas quienes operan vehículos y maquinarias.

Infraestructura

- Los puntos de entrega voluntaria deberán ser instalados en un lugar techado para protegerles de las condiciones del ambiente.
- Contar con pisos adecuados impermeabilizados para evitar infiltraciones en el suelo que generen la contaminación del mismo.
- El área destinada para el centro de acopio debe estar delimitada por un muro perimetral que la separe de los terrenos vecinos. Se recomienda que el muro sea de bloque de concreto, ladrillo o prefabricado. El objetivo es asegurar el aislamiento de las instalaciones evitando proliferación de vectores y roedores, así como la contaminación con otros residuos.
- Contar con instalaciones sanitarias avaladas por el Ministerio de Salud, separadas del área de almacenamiento.
- Servicios básicos: debe contar con factibilidad de conexión a sistemas existentes para los servicios de agua potable domiciliar o reservorio de agua (tanque, cisterna, entre otros.), aguas residuales de tipo ordinario y recolección municipal de desechos sólidos. De no existir conexión al sistema de alcantarillado, instalar un tanque séptico.
- Ventilación e iluminación adecuada del área.
- Área destinada para comedor del personal.
- Área destinada para almacenamiento de artículos de uso personal y estante para guardar ropa, vestidores, entre otras.
- Incluir certificación de medidas de seguridad contra incendios y recomendaciones emitidas por el Cuerpo de Bomberos de El Salvador.

- Implementar un programa de control de vectores.
- Elaborar plan de contingencia, incluyendo los riesgos relacionados directamente con las diferentes etapas del proceso tales como: generación de partículas con metales pesados y presentar un plan de respuesta a los mismos, así como los riesgos que pueda ocasionar los materiales y actividades desarrolladas en el terreno y colindancias. Además, incluir un mapa de evacuación y señalización incluyendo la ubicación de extintores.
- Incluir un plano de distribución en planta indicando áreas y capacidad real de almacenamiento de las diferentes zonas del proyecto.
- Se requiere una línea base ambiental de metales pesados en suelo, la cual puede ser realizada por un laboratorio acreditado o solicitar el apoyo al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Personal

- El personal que manipula los RAEE debe contar con equipo de protección personal adecuado.
- El personal debe estar capacitado para cumplir con los procedimientos de almacenamiento.
- Protección contra acceso no autorizado: el residuo electrónico se debe almacenar de manera tal que no se permita el ingreso de personas no autorizadas a las instalaciones para evitar que se agreguen o sean extraídos equipos en desuso o piezas sin supervisión.
- Garantizar los servicios básicos para el personal: agua potable, servicios sanitarios, área de vestidores y comedor.
- En aquellos puestos de trabajo en los que exista riesgo de exposición a sustancias peligrosas, incluyendo metales pesados, la empresa estará obligada, por sí misma o por medio de servicios especializados a realizar la evaluación médica completa a su personal de manera periódica que incluya la toma de muestras para la determinación de nivel de plomo en sangre y exámenes médicos complementarios, entre otros. Si el personal resultare afectado debido a las actividades realizadas en su sitio de trabajo, la persona natural o jurídica que funge como titular será responsable de brindar la respectiva evaluación médica y seguimiento correspondiente.

Recepción y almacenamiento

- Realizar la clasificación por categorías o tipos de aparatos para facilitar su posterior entrega.
- Depositar temporalmente los RAEE en contenedores sobre estibas o en cajas de rejillas o de madera, facilitando su carga en el transporte hacia el punto de almacenamiento por un tiempo limitado, de acuerdo a las características de los contenedores y a las condiciones del sitio. Estos recipientes deben estar debidamente señalizados.
- Establecer mecanismos de control para evitar hurtos.



- Los RAEE que se depositen en el PEV, no deben ser desensamblados ni manipulados.

Registro

- Registrar los RAEE que sean recibidos en los PEV, consignando destino: centro de acopio o instalaciones de la persona natural o jurídica que opera los RAEE.
- Registros: mantener registros de inventarios, tanto de equipos en desuso enteros, como de piezas recuperadas.

Consideraciones para obtención de permiso ambiental

Los puntos de entrega voluntaria deberán proporcionar documentación al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de un formulario disponible para este fin, adicionalmente deberán presentar:

- Manual de operaciones, que contemple la descripción de los procedimientos diarios, medidas de seguridad vial, medidas de seguridad laboral, equipo de protección personal (EPP) a utilizar, botiquín de primeros auxilios, procedimientos de limpieza de las instalaciones, medidas de control de vectores y roedores.
- Plan de señalización, tanto vial como de áreas, para indicar la entrada y salida de vehículos de acuerdo a los lineamientos de la autoridad competente, las salidas de emergencia, sitios de ubicación de extintores, áreas de resguardo en caso de emergencia, entre otros.
- Estudio de riesgos y plan de contingencia sobre posibles situaciones adversas que pueden presentarse durante el funcionamiento de la actividad, incluir las medidas de actuación en caso de emergencia.

Monitoreo y seguimiento de los PEV

Los Puntos de Entrega Voluntario (PEV) recibirán seguimiento por parte del MARN, con el objetivo de brindar un acompañamiento técnico a las personas responsables de los mismos, basándose en los siguiente criterios:

- Levantamiento de línea base del sitio de ubicación del proyecto en el que se incluya línea base ambiental de metales pesados en suelo.
- El monitoreo será aplicado durante la etapa de funcionamiento y cierre (si procede) y tendrá como objetivo verificar la aplicación de los presentes lineamientos, la adopción de medidas correctivas a la implementación de los mismos. La frecuencia del monitoreo estará determinada por la naturaleza del proyecto.

4. Lineamientos técnicos para plantas de desensamble/desarme

Las instalaciones para el desensamble de RAEE requieren contar con personal capacitado y entrenado correctamente, y deben proveer todas las condiciones de seguridad necesarias para disminuir los riesgos al personal.

Además, la infraestructura del centro de desensamble debe estar diseñada para prevenir toda clase de contaminación y reaccionar ante cualquier situación de emergencia. Para estos fines, se aconseja tener en cuenta los siguientes requisitos:

Acceso

- Se debe contar con acceso de vehículos evitando el uso de aceras, drenajes, hombros de calle, superficies de rodaje de las vías públicas, entre otros, y de igual forma para las áreas de parqueo, maniobra, carga, acopios y básculas. Todo ello con el fin de garantizar la continuidad de las vías y espacios públicos. (fotografía 4)
- Señalización adecuada de las zonas de carga y tránsito peatonal.



Fotografía 4. Accesos amplios, que permitan maniobrar adecuadamente.

Entorno

- Las instalaciones deberán ser construidas en lugares fuera de zonas de inundación, contar con sitios techados para resguardar los materiales de la lluvia.
- La colindancia mínima debe ser de 500 metros de centros escolares, viviendas, iglesias, o a núcleos poblacionales en crecimiento o de cualquier otro tipo.
- Debe existir un muro perimetral para evitar el ingreso a personas ajenas a la actividad.



- No deben estar ubicados cerca de ríos, quebradas, manantiales, laderas o en sitios con vulnerabilidad media a alta.

Instalaciones/ Infraestructura

- Techo para la conservación de los equipos electrónicos en desuso. Los RAEE no deben exponerse a humedad ni a la luz solar directa o a temperaturas altas, en particular cuando los equipos van a ser reacondicionados o reutilizados. (fotografía 5)



Fotografía 5. Lugar de almacén

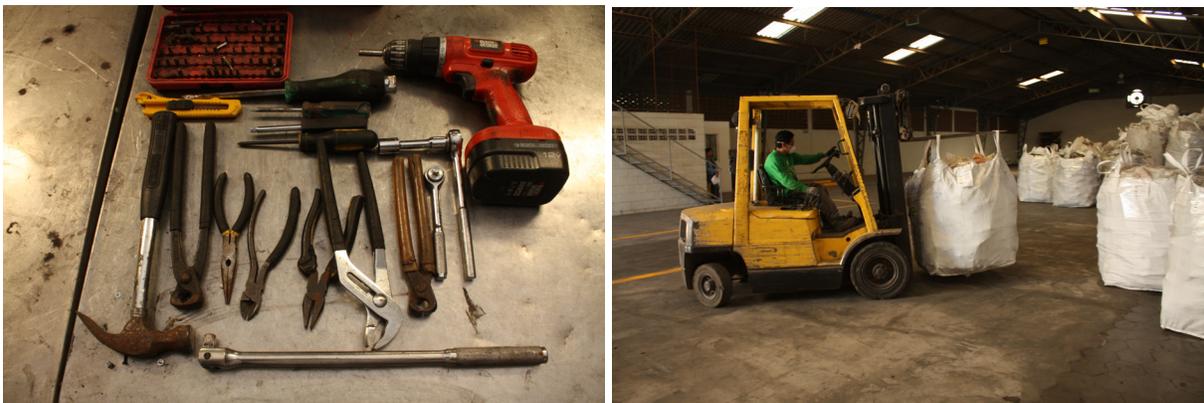
- Disponer de extractores para la evacuación de emisiones.
- Piso de concreto o piso industrial que facilite la limpieza de polvo o cualquier sustancia derramada.
- Rampas de acceso para carga y descarga de los equipos en desuso y materiales.
- Detectores de humo y extintores, para velar por la seguridad del personal operario, equipos electrónicos en desuso y las instalaciones de la planta, así como para prevenir el daño al ambiente en caso de presentarse cualquier eventualidad.
- Los almacenes deben ser adecuados para llevar a cabo el inventario de material procesado y sin procesar. Se debe contar con balanzas de pesaje adecuadas.
- Las instalaciones que utilizan calor para ablandar la soldadura o que trituran varios componentes de los RAEE, necesitan diseñar sus operaciones para controlar emisiones atmosféricas.
- Se requiere certificación de las instalaciones por parte del Cuerpo de Bomberos de El Salvador
- Iluminación adecuada de acuerdo al área de proceso: 220 lux en puntos de inspección, 540 lux en áreas de proceso.

- Espacio para identificar, manejar y almacenar correctamente los componentes peligrosos que se extraen de algunos RAEE en desuso durante el desensamble.
- Ventilación adecuada del área.
- Alarmas de seguridad.
- Rutas de evacuación y señalización de espacios.

Herramientas y equipos auxiliares

Si bien el desensamble y otros procedimientos que se llevan a cabo en los centros de reciclaje de RAEE son principalmente manuales, se requieren equipos de apoyo, (fotografía 6) los cuales son descritos a continuación:

- Carga y descarga: un montacargas es la mejor opción para trabajar con estibas y realizar la carga y descarga de los camiones.
- Molino: se utiliza para la trituración de las partes de plástico de los RAEE. Este proceso facilita y reduce el volumen de los materiales para el transporte, sin embargo requiere sus propias reglas y cuidados para su uso.
- Herramientas: destornilladores, alicates, punzones, estiletes, martillos, entre otros, son de vital importancia para el desensamble de las piezas.
- Destornilladores eléctricos para destornillar carcasas y componentes y para la destrucción de la información contenida en los discos duros.
- Pequeños contenedores, cajas, bolsas y estibas para el almacenamiento de los RAEE en desuso antes, durante y después del proceso de desensamble y su posterior transporte.



Fotografía 6. Herramientas y equipos auxiliares

Protección del personal

Para garantizar la seguridad del personal se requieren los siguientes utensilios:

- Guantes resistentes a los cortes: la persona que trabaja en el desensamble de los componentes y partes electrónicas debe protegerse contra cortaduras y astillas.



- Lentes de seguridad: cuando se trabaja en el triturado de partes o simplemente en el proceso de desensamble, es muy importante que la persona operaria utilice lentes de protección para evitar que cualquier partícula pueda ingresar en sus ojos.
- Máscaras o respiradores: serán necesarios cuando exista exposición al polvo de los RAEE. Durante la trituración de residuos electrónicos es inevitable la generación de polvo con contenido de metales el personal podría correr el riesgo de inhalarlos.
- Protectores de oídos: en caso de que los sonidos emitidos por una máquina o por simple aplicación mecánica (como golpes con martillos) superen el nivel establecido en las normas de seguridad.
- Overoles de material grueso que les identifique como personal de la empresa.
- Casco para protegerse de la caída de material que pueda estar mal asegurado.
- Uniforme o ropa de trabajo, destinada únicamente para su fin. (fotografía 7)



Fotografía 7. Personal en área de trabajo haciendo uso de equipo de protección personal.

Registros

Es importante que estas instalaciones garanticen la gestión y manejo integral de los residuos o desechos peligrosos que se generan durante el proceso de desensamble de los RAEE. Cada planta debe tener registro de las cantidades de RAEE que se envían para reciclaje y disposición a cada destinatario (el balance de cada planta de desensamble debe coincidir con el de cada receptor).

Planes de seguridad

Cada etapa del proceso de desensamble debe tener un plan de seguridad en caso de presentarse alguna emergencia o contratiempo. Los planes de emergencia deben ser conocidos y practicados por todo el personal de la empresa, y debe saber qué hacer al momento de presentarse una emergencia.

Destrucción de información

En caso de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos con discos duros, se debe notar que generalmente se pide a la persona gestora que elimine la información contenida en los mismos, antes de realizarse cualquier trabajo. La destrucción de la información almacenada y de las etiquetas con las marcas registradas en algunos componentes es parte de las estrategias para minimizar los delitos de hurto de información y falsificación de componentes.

La destrucción de la información contenida en los discos duros puede ser física (p. ej. con taladro) o electrónica (programas especializados de destrucción de datos).



5. Consideraciones generales

Plan de seguridad ocupacional

Este plan debe considerar las medidas preventivas en caso de presentarse una emergencia ante posibles eventos y prepararse para proporcionar una respuesta inmediata y eficaz a cualquier situación.

El personal debe conocer de los planes de contingencia y mantener un programa de capacitación continua.

Las principales emergencias que pueden presentarse en la operación de los centros son:

- Incendios: contar con extintores colocados estratégicamente y proporcionar capacitación al personal sobre su uso. La determinación del número y ubicación de los mismos se debe establecer de acuerdo a recomendaciones del Cuerpo de Bomberos.
- Inundaciones: en caso de que el sitio sufra una inundación, pasados sus efectos debe efectuarse una remoción del lodo, desechos y agua acumulada, tomando en cuenta que este tipo de equipos tiene en su composición pequeñas cantidades de compuestos que expuestos al agua pueden generar contaminación por su carácter peligroso.
- Prevención de fugas, derrames o emisiones: no debe recibirse material que contenga sustancias propensas a fugas, derrames o emisiones, pero en caso que las hubiera, deberá comunicarse inmediatamente al Cuerpo de Bomberos de El Salvador o al número de Denuncias Ambientales 919 del MARN.
- Coordinar con el Ministerio de Trabajo y Previsión Social para definir los programas de seguridad ocupacional de acuerdo a las actividades desarrolladas.

Debido a que parte del material a ser acopiado se clasifica como material peligroso, se requiere certificación de las instalaciones por parte del Cuerpo de Bomberos de El Salvador.

Controles de salud

La empresa debe contar con un programa de control de salud (con el Ministerio de Salud u otra entidad privada), a fin de garantizar que el personal se encuentra en condiciones adecuadas para realizar sus actividades diarias.

Plan de control de vectores (insectos y roedores)

Implementar el plan de control en coordinación con el Ministerio de Salud u otra institución privada, al interior de las instalaciones y llevar un registro mensual de control de insectos y roedores.

Las actividades de exportación requieren de permiso ambiental, de conformidad a la normativa vigente.

Anexo I. Glosario

A

Acopiar: acumular, reunir, juntar, almacenar, amontonar, acaparar.

AEE: aparatos eléctricos y electrónicos, son aquellos aparatos que necesitan para funcionar corriente eléctrica o campos electromagnéticos destinados a ser utilizados con una tensión nominal en corriente alterna o continua, y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir esas corrientes y campos.

Almacenamiento: acción de retener temporalmente desechos y residuos, mientras no sean entregados al servicio de recolección, para su posterior procesamiento, reutilización o disposición.

Aprovechamiento: todo proceso industrial y/o manual, cuyo objetivo sea la recuperación o transformación de los recursos contenidos en los desechos.

C

Centro de Acopio: instalaciones dedicadas a la recolección y almacenamiento temporal de RAEE por medio de gestores del sector informal.

Contaminación: la presencia o introducción al ambiente de elementos nocivos a la vida, la flora o la fauna, o que degraden la calidad de la atmósfera; del agua, del suelo o de los bienes y recursos naturales en general.

Contingencia: posibilidad de que algo suceda o no suceda. Riesgo.

D

Desarmar: desmontar, separar las piezas de un objeto.

Descarte: desechar, rechazar, eliminar.

Desechos Peligrosos: cualquier material sin uso directo o descartado permanentemente que por su actividad química o por sus características corrosivas, reactivas, inflamables, tóxicas, explosivas, combustión espontánea, oxidante, infecciosas, bioacumulativas, ecotóxicas o radioactivas u otras características, que ocasionen peligro o ponen en riesgo la salud humana o el ambiente, ya sea por si solo o al contacto con otro desechos.

Desensamblar: desunir pieza.

Directriz: conjunto de instrucciones o normas generales para la ejecución de alguna cosa.

Disposición Final: es la operación final controlada y ambientalmente adecuada de los desechos sólidos, según su naturaleza.

E

Embalaje: es un recipiente o envoltura que contiene productos de manera temporal principalmente para agrupar unidades de un producto pensando en su manipulación, transporte y almacenaje.

Emisión Atmosférica: vertido de determinadas sustancias a la atmósfera.

Estibar: apretar materiales o cosas sueltas para que ocupen el menor espacio posible.

Distribuir y colocar mercancías en un local.

Exportación: cualquier bien o servicio enviado fuera del territorio nacional.

Extintor: artefacto que sirve para apagar fuego.

G

Gaylord: contenedor de gran tamaño corrugado que se sienta encima de un palé o tarima.



Gestión Integral: conjunto de operaciones y procesos encaminados a la reducción de la generación, segregación en la fuente y de todas las etapas de la gestión de los desechos y residuos, hasta su disposición final.

I

Infiltración: introducción o penetración paulatina de un líquido entre los poros de un sólido.

Intemperie: ambiente atmosférico considerado como las variaciones e inclemencias del tiempo que afectan a los lugares o cosas no cubiertos o protegidos.

Inventario: registro documental con orden y precisión de los bienes y demás cosas pertenecientes a una persona o comunidad. En una entidad o empresa, es la relación ordenada de bienes y existencias a una fecha determinada.

Impermeable: que no permite el paso de la humedad, el agua u otro.

L

Lixiviado: líquido que se ha filtrado o percolado, a través de los residuos sólidos u otros medios, y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, y que pueden contener materiales potencialmente dañinos.

O

Obsoleto: anticuado, inadecuado a las circunstancias actuales.

Operador/a: persona técnica encargada de manejar y hacer que funcionen ciertos aparatos.

P

Paletizado: disponer mercancía sobre un palé para su almacenaje y transporte

Palé: un armazón de madera, plástico u otro material empleado en el movimiento de carga.

Periféricos: denominación genérica para designar al aparato o dispositivo auxiliar e independiente conectado a la unidad central de procesamiento de la computadora.

Puntos Móviles de Entrega Voluntaria: espacios para el acopio temporal durante eventos de recolección pública o privada de RAEE.

Puntos de Entrega Voluntaria: instalaciones para el acopio temporal de RAEE por medio de gestores del sector informal.

R

RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos): aparatos eléctricos y electrónicos, sus materiales, componentes, consumibles y subconjuntos que los componen, procedentes tanto de hogares particulares como de usos profesionales, a partir del momento en que pasan a ser residuos.

Aparatos que ya no pueda ser usado para el fin que ha sido creado; por obsolescencia o recambio tecnológico; cuando su poseedor toma la decisión de descartarlo, dejarlo o sufrir daños de cualquier tipo.

Receptor: que acepta o recibe.

Reciclaje: proceso que sufre un material o producto para ser incorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro diferente.

Residuo Peligroso: material que reviste características peligrosas, que después de servir a un propósito específico todavía

conserva propiedades físicas y químicas útiles, y por lo tanto puede ser reusado, reciclado, regenerado o aprovechado con el mismo propósito u otro diferente.

T

Tóner: también denominado tinta seca por analogía funcional con la tinta, es un polvo fino, normalmente de color negro, que se deposita en el papel que se pretende imprimir por medio de atracción electrostática o magnetografía.

Tubo de Rayos Catódicos (TRC o CRT): dispositivo que mediante haces de electrones permite la visualización de imágenes. Se emplea principalmente en monitores, televisores y osciloscopios.

Referencias bibliográficas

1. RAEE Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en: http://www.tecnologias-sanitarias.com/MD/_overlay/DIR_WEEE/index.htm
2. Real Decreto 208/2005. Sobre Aparatos Eléctricos y Electrónicos y la Gestión de sus Residuos. España
3. Directiva de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (Waste Electrical and Electronic Equipment, WEEE), 2002/96/CE. España.
4. Planta de Procesamiento de Desechos Electrónicos. Zarco alimentos y representaciones externas, S.A. de C.V. (ZARTEX)
5. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (1998). Ley del Medio Ambiente, Decreto N°233, República de El Salvador.
6. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2001). Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos, Decreto N°41, República de El Salvador.
7. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2000). Reglamento Especial sobre el manejo integral de los Desechos Sólidos, Decreto N° 42, República de El Salvador. Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos. El Salvador.
8. Directrices de Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia. Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible.

Anexo II. Caracterización de componentes de equipos informáticos de acuerdo a los Anexos del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación.

Residuo	Anexo I Categoría de desechos que hay que controlar		Anexo II Categorías de desechos que requieren una consideración especial		Anexo IX Lista B		Anexo III Lista de características peligrosas		Clasificación
		No listado	No listado		B 1010		No listado		
Metal	Ferroso	No listado	No listado		B 1010	Desechos de metales y aleaciones de metales y en forma metálica y no dispersable: metales preciosos (oro, plata, el grupo del platino, pero no el mercurio); chatarra de hierro y acero, cobre, níquel, aluminio, zinc, estaño, tungsteno, molibdeno, tántalo, magnesio; desechos de cobalto, bismuto, titanio, zirconio, manganeso, germanio, vanadio, hafnio, indio, niobio, renio y galio, torio, tierras raras y de cromo.	No listado		No Peligroso
	Aluminio	No listado	No listado		B 1010	Desechos de metales y aleaciones de metales y en forma metálica y no dispersable: metales preciosos (oro, plata, el grupo del platino, pero no el mercurio); chatarra de hierro y acero, cobre, níquel, aluminio, zinc, estaño, tungsteno, molibdeno, tántalo, magnesio; desechos de cobalto, bismuto, titanio, zirconio, manganeso, germanio, vanadio, hafnio, indio, niobio, renio y galio, torio, tierras raras y de cromo.	No listado		No Peligroso
Montajes eléctricos y electrónicos	Cables	Y22	Compuestos de cobre	No listado	B 1010	Desechos de metales y aleaciones de metales y en forma metálica y no dispersable: metales preciosos (oro, plata, el grupo del platino, pero no el mercurio); chatarra de hierro y acero, cobre, níquel, aluminio, zinc, estaño, tungsteno, molibdeno, tántalo, magnesio; desechos de cobalto, bismuto, titanio, zirconio, manganeso, germanio, vanadio, hafnio, indio, niobio, renio y galio, torio, tierras raras y de cromo.	No listado		No Peligroso
					B 1070	Desechos de cobre y aleaciones de cobre en forma dispersable, a menos que contengan constituyentes del anexo I en una cantidad tal que les confiera alguna de las características del anexo III			
		Y10	Sustancias y artículos de desechos que contengan o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB)	No listado	B 115				No Peligroso
		Y22	Compuestos de cobre	No listado					

MONITORES



Residuo	Anexo I Categoría de desechos que hay que controlar	Anexo II Categorías de desechos que requieren una consideración especial	Anexo IX Lista B	Anexo III Lista de características peligrosas	Clasificación	
Componentes electrónicos	Y22	Compuestos de cobre				
	Y10	Sustancias y artículos de desechos que contengan o estén contaminados por, bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB)	Montajes eléctricos y electrónicos de desechos o restos de estos que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidas en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de las características del anexo III	H11	Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos). Sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogénesis	
Tarjetas de circuito impreso	Y31	Plomo, compuestos de plomo	A1180	B1110	H12	Eco tóxico. Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente, debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos
	Y10	Sustancias y artículos de desechos que contengan o estén contaminados por, bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB)	Montajes eléctricos y electrónicos de desechos o restos de estos que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidas en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de las características del anexo III		H13	Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas
Tarjetas de circuito impreso	Y31	Plomo, compuestos de plomo	A1180	No listado	H11	Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos). Sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogénesis
	Y10	Sustancias y artículos de desechos que contengan o estén contaminados por, bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB)	Montajes eléctricos y electrónicos de desechos o restos de estos que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidas en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de las características del anexo III		H12	Eco tóxico. Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente, debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos
	Y31	Plomo, compuestos de plomo			H13	Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas

Residuo	Anexo I Categoría de desechos que hay que controlar	Anexo II Categorías de desechos que requieren una consideración especial	Anexo IX Lista B	Anexo III Lista de características peligrosas	Clasificación
Plástico retardante de llama	Y10 Sustancias artificiales de desechos que contienen, o estén contaminados por, bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB)	A1180 Montajes eléctricos y electrónicos de desechos o restos de estos que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluídas en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de las características del anexo III	No listado	H11 Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos). Sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogénesis H12 Eco tóxicos. Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente, debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos H13 Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas	Peligroso
Vidrio de CRT	Y31 Plomo, compuestos de plomo	A2010 Desechos de vidrio de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados	No listado	H11 Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos). Sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogénesis H12 Eco tóxicos. Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente, debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos H13 Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas	Peligroso



Residuo	Anexo I Categoría de desechos que hay que controlar		Anexo II Categorías de desechos que requieren una consideración especial		Anexo IX Lista B		Anexo III Lista de características peligrosas		Clasificación
	No listado	Compuestos de cobre	No listado	No listado	No listado	No listado	No listado	H11 H12 H13	
Otros	Espumas, gomas, tierra y cintas	No listado	No listado	No listado	No listado	No listado	No listado		No Peligroso
	Polvo fosforescente	Y22	Compuestos de cobre	No listado	No listado	No listado	H11	Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos). Sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogenicidad	Peligroso
		Y23	Compuesto de zinc	No listado	No listado	No listado	H12	Eco tóxicos. Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente, debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos	
Y26	Cadmio, compuesto de cadmio	No listado	No listado	No listado	H13	Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas			

Fuente: directrices de manejo RAEE, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Colombia.

Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible.



Fotografía 8. Metales contenidos en teléfono móvil

Componentes de teléfonos móviles.

- Metales preciosos: Oro (Au), Plata (Ag) y Paladio (Pd).
- Metales especiales: Cobre (Cu), Aluminio (Al), Níquel (Ni), Estaño (Sn), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Bismuto (Bi), Antimonio (Sb), Indio (In), entre otros.
- Metales pesados: Mercurio (Hg), Berilio (Be), Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Arsénico (As), entre otros.
- Halógenos: Bromo (Br), Flúor (F), Cloro (Cl), etc.
- Plásticos, vidrio, cerámica. (fotografía 8)