

# Sistema de manejo sostenible para residuos electrónicos en Costa Rica

Fecha de recepción: 21/04/2008

Fecha de aceptación: 06/06/2008

Floria Roa Gutiérrez<sup>1</sup>

*...Después de un análisis de los sistemas de manejo de residuos electrónicos en Holanda, Bélgica, Suiza, Inglaterra y Canadá, el sector productor o indirectamente los primeros importadores de equipos electrónicos en Costa Rica muestran interés por implementar un sistema basado en el principio de responsabilidad extendida al productor/importador (REP)...*

## Palabras clave

Desechos electrónicos, RAEE, Costa Rica, responsabilidad extendida al productor, REP.

## Keywords

E-waste, WEEE, Costa Rica, extended producer responsibility, EPR.

## Resumen

En un trabajo interdisciplinario y multisectorial, se sensibilizó a los diferentes actores sobre la problemática relacionada con los equipos electrónicos, ya sea al alcanzar el final de su vida útil o por obsolescencia debido a los cambios tecnológicos constantes en *software* y *hardware*. Después de un análisis de los sistemas de manejo de residuos electrónicos en Holanda, Bélgica, Suiza, Inglaterra y Canadá, el sector productor o indirectamente los primeros importadores de equipos electrónicos en Costa Rica muestran interés por implementar un sistema basado en el principio de responsabilidad extendida al productor/

importador (REP). Un decreto que soporta legalmente el sistema fue redactado y sometido a consulta legal y pública y se encuentra a la espera de la aprobación final por parte del Poder Ejecutivo.

El sistema de financiamiento del sistema requirió de tres evaluaciones técnicas del proceso, incluyendo la estimación de los costos posibles. La valiosa experiencia en la generación de un sistema que integra a los sectores involucrados, marca un liderazgo de Costa Rica, pero requiere de compromiso y voluntad por parte del sector gubernamental. Dicha experiencia ha sido transferida mediante un taller a representantes de los países centroamericanos como un esfuerzo por inducir procesos similares en la región.

## Abstract

An interdisciplinary and multisectorial process including civil, private and government sectors was the starting point to increase environmental awareness on what refers to the problematic of e-waste (WEEE) generation either for equipment reaching the end of life and for the

1. Física de la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Teléfono: 2550-9135. Correo electrónico: froa@itcr.ac.cr

*...Costa Rica debe establecer un sistema de manejo para el tratamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).*

obsolete equipment discarded due to the fast technological changes on software and hardware. Analysis of other e-waste management systems in The Netherlands, Belgium, Switzerland, England and Canada, the producer/importer sector shows interest to implement a management system based on Extended Producer Responsibility (EPR). A decree with the regulation supporting the system was prepared and surpassed the public and legal hearing process and is waiting for the final approval. The financial instrument required three technical evaluations, including costs assessment. This important experience for the implementation of an e-waste management system involving the related sectors shows Costa Rica's leadership but requires commitment and willingness to evolve to new systems from the government sector. The experience was transferred to representatives from the Central American countries as an effort to induce similar process in the region.

## Introducción

Costa Rica presenta un problema grave en lo que se refiere al manejo de los residuos sólidos en general. El problema incluye no solo tecnologías e infraestructuras obsoletas en lo referente al tratamiento, sino, también, deficiencias en las reglamentaciones y aspectos socio-culturales.

La eficiencia de los recursos se maximiza cuando se establecen sistemas de recolección separada de materiales, con el fin de poder reciclarlos e introducirlos de nuevo en una línea de producción. Sin embargo, la infraestructura requerida para que ocurra dicha recolección es muy incipiente y se limita a iniciativas puntuales que no tienen la cobertura de las zonas urbanas, mucho menos de las zonas rurales. Es así como inclusive materiales simples (como latas de aluminio, envases PET, vidrio y papel) que pueden ser reciclados en industrias locales no tienen

una tasa de reciclaje importante (55%, 25%, 20%, 35%, respectivamente).<sup>1</sup>

En el caso de materiales complejos como los equipos electrónicos, al momento de iniciarse este proyecto no existía ninguna opción ambientalmente adecuada. Afortunadamente, por un aspecto socio-cultural, el equipo electrónico obsoleto o al final de la vida útil (FVU) ha sido en su mayoría almacenado en bodegas, clósets o cocheras. Pero, actualmente, es cada vez más común observarlos junto con los desechos ordinarios o en lotes baldíos. Procomer reporta que las importaciones desde el año 1998 hasta el año 2005 suman las 29 684 toneladas (partidas 8471500000, 8473300010, 8471), por lo que los residuos acumulados al presente año se pueden estimar como el acumulado hasta el año 2003, utilizando una vida útil de 4 años al 2007, por lo que alcanzan las 24 000 toneladas. Estos datos superan los estimados en el estudio diagnóstico realizado en el año 2004.<sup>3</sup> El cuadro 1 muestra algunas de las cifras de importaciones. Es importante anotar que estas cifras son parciales de computadoras, impresoras y otros procesadores de datos importados nuevos y no incluyen partes ni equipos usados.

Por lo tanto, Costa Rica debe establecer un sistema de manejo para el tratamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Para poder establecer un sistema de manejo de residuos electrónicos, es necesario implementarlo en forma integral, en el que no solo se establezca el reglamento (legal), sino, también, las responsabilidades de los diferentes actores en torno a un determinado producto. La tendencia mundial es la responsabilidad de cualquier empresa de manufactura de cualquier producto, que no se limita a realizar un proceso controlado dentro de su infraestructura, sino que se extiende al punto de venta y a la recolección y tratamiento del desecho al final de la vida útil, de forma que garantice el tratamiento

Cuadro 1. Importación de equipo de cómputo en toneladas

Año	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total
Partida										
8471	2585	2750	3203	3691	4237	3740	4416	ND	ND	24622
8473300010	138	193	309	402	434	475	501	ND	ND	2452
8471500000	154	300	259	368	577	445	507	ND	ND	2610
Total	2877	3243	3771	4461	5248	4660	5424	ND	ND	29684
Acumulado con 4 años de vida útil	2877	6120	9891	14352	19600	24260	-	-	-	



Figura 1. Desechos electrónicos en lote baldío (noviembre, 2005).

ambientalmente adecuado de todo residuo originado por su producto. Lo anterior se conoce como principio de responsabilidad extendida al productor (REP o EPR, de las siglas en inglés)<sup>5-6</sup>. Actualmente, el sector de llantas ha implementado un sistema basado en REP. Mientras que en otros materiales solo se han establecido iniciativas voluntarias como se mencionó anteriormente.

El proyecto tuvo como objetivo general la implementación y el fortalecimiento para asumir los roles correspondientes en el

sistema de manejo sostenible de residuos electrónicos, que involucra a:

1. las instancias gubernamentales correspondientes
2. las empresas interesadas en invertir en el procesamiento primario de los residuos electrónicos
3. el sector importador de equipo electrónico para que se organice y pueda responder en forma sostenible al manejo de los residuos electrónicos.
4. el sector comercial-distribuidor de equipo electrónico
5. la sociedad civil

El conocimiento de la función específica de cada uno de los anteriores garantiza el buen funcionamiento del sistema que se establezca.

## Resultados de la implementación

### Componente legal

De la primera fase se estableció la necesidad de un soporte legal que incluya, entre otros, dos aspectos importantes para garantizar el funcionamiento de tal sistema de manejo:

1. Prohibición de incorporación de los desechos electrónicos con los desechos ordinarios o domésticos.

2. Sistema de manejo es responsabilidad del productor-importador (responsabilidad extendida al productor, REP)

El trabajo incluyó un estudio y análisis de los sistemas existentes en países industrializados. Es importante anotar que no existía en el momento ningún país en desarrollo con un sistema formal y legalizado de manejo para los residuos electrónicos. Los sistemas de manejo analizados incluyen Holanda, Suiza, Bélgica, Inglaterra y Canadá.

La sensibilización del sector productor-importador de equipo electrónico llevó al consenso de la necesidad de reglamentar sobre los residuos electrónicos y se estableció una dinámica abierta a la participación de dicho sector (representados por INTEL, AMCHAM y CICR); adicionalmente, se incluyó al sector Gobierno (MINAE-Ministerio de Salud), el sector académico (ITCR), sector de usuarios individuales (representados por ACEPESA) y sector de usuarios institucionales o empresariales (representados por ICE, entre otros) El grupo conformado, llamado Comité Técnico Nacional (CTN), constituye uno de los mayores logros del proyecto ya que los diferentes sectores realmente llegaron a identificarse con la problemática.

El reglamento redactado durante este proceso fue comparado y ajustado en lo necesario con el proyecto de ley que se encuentra en la Asamblea Legislativa, referido como *Ley para la gestión integral de residuos*, con el fin de evitar futuros roces con el reglamento existente.

Este reglamento específico para residuos electrónicos ha sido sometido a consulta pública, y se encuentra a la espera de aprobación por el Poder Ejecutivo y el Ministerio de Salud y el Ministerio Ambiente y Energía.<sup>7</sup>

### Componente técnico-ambiental

Como insumos importantes se realizaron dos planes pilotos, cuyos resultados establecieron, de forma preliminar, una

propuesta al proceso de tratamiento que podría establecerse a escala local y el tratamiento final de algunos materiales en empresas extranjeras, así como los costos aproximados de cada fase, incluyendo las fases de:

- Campaña pública para el evento de recolección
- Acopio y transporte a la planta desensambladora
- Proceso de desensamblaje y separación de materiales
- Comercialización local con recicladores
- Empaque
- Permisos de exportación de material peligroso
- Comercialización internacional y tratamiento final
- Logística de transporte internacional

El primer plan piloto se realizó con el tratamiento al equivalente de 1 000 computadoras (CPU+Monitor+teclado y *mouse*), provenientes todas del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Este ejercicio constituyó una experiencia importante ya que se pudieron establecer los requisitos básicos de los operarios, áreas de trabajo, áreas de almacenaje de material de entrada y salida, entre otros (véase cuadro 2). Sin embargo, no incluyó las fases de recolección pública y campaña<sup>3</sup>.

El segundo plan piloto incluye todas las fases. Con los resultados de los dos planes pilotos, se estableció que el costo preliminar de tratamiento del equipo electrónico puede alcanzar los \$14 a \$16 por computadora. El dato pudo ser re-estimado posteriormente, debido a economías de escala, sobre todo en la parte de acopio y transporte internacional y se logra llegar a un rango entre \$9 y \$11 por computadora, lo que corresponde a \$0,50-0,60 por kilogramo<sup>3-4</sup> (cuadro 3).

La disminución de los costos estimados inicialmente se debe a una adecuación

Cuadro 2. Requisitos básicos para el tratamiento primario de desensamblaje

Rubro	Descripción
Supervisión	Profesional en Ingeniería Industrial o Ingeniería en Producción Industrial
Operarios(as)	Preferiblemente, con conclusión de tercer ciclo y con experiencia en el manejo de herramientas. Deben poder alzar un peso de 20 kg. Deben recibir capacitación inicial tanto para el desensamblaje como para la seguridad, el equipo de protección y los materiales que manipulan
Área de trabajo	Cada operario requiere una mesa de trabajo de 1 m <sup>2</sup> y un área libre alrededor de al menos 1 m <sup>2</sup>
Área de tránsito	Los pasillos para el tránsito de los operarios y material de entrada y salida deben ser de al menos 2 m para poder manipular carretilla hidráulica.
Área de almacenaje de material de entrada	Se requiere de un área de al menos 15 m <sup>2</sup> /200 computadoras en el área contiguo al área de trabajo
Área de almacenaje de material procesado	Se requiere de un área de 40 m <sup>3</sup> para el almacenaje del material procesado, considerando que se cuenta con la logística para comercialización de chatarra y plástico. El área podría variar dependiendo del grado de triturado (los monitores no deben quebrarse)
Herramientas	Cada operario de tener disponible desatornillador de poder (eléctrico), juego de desatornilladores manuales, martillo.
Embalaje	Sacas industriales ( <i>big bags</i> ) para el plástico, cables y chatarra. <i>Gailors</i> (cajas de cartón corrugado de cuatro capas estibables de aproximadamente 1m <sup>3</sup> ) para los tubos de rayos catódicos (CRT) y circuitos. Tarimas ( <i>pallets</i> )
Otros	Carretillas hidráulicas y montacargas
Tiempo	30 minutos por computadora, incluyendo monitor, teclado y CPU

*...la eficacia de la sensibilización de los sectores ha logrado también el aumento de interés empresarial en desarrollar la infraestructura y equipamiento para ofrecer el servicio de tratamiento...*

de los costos de acopio y recolección, principalmente si se recurre a campañas o eventos de recolección, en lugar de establecer centros de acopio permanentes. Este costo puede eliminarse en el caso de residuos electrónicos históricos de empresas e instituciones ya que el acopio ha sido un costo de estas y no del sistema de manejo. Adicionalmente, el costo de transporte internacional fue optimizado a la máxima capacidad de un contenedor de 40 pies cúbicos.

Es importante resaltar que la eficacia de la sensibilización de los sectores ha logrado también el aumento de interés empresarial en desarrollar la infraestructura y equipamiento para ofrecer el servicio de tratamiento. En el presente, existen dos empresas de capital nacional que han establecido los convenios respectivos con empresas internacionales para el tratamiento de los materiales que no pueden ser tratados en el país. Adicionalmente, otras empresas de capital extranjero se encuentran evaluando la inversión en el país.

**Cuadro 3.** Estimación de los costos mediante la optimización de las operaciones de recolección acopio y exportación

Rubros	Descripción	Costos	Costos optimizados
Acopio	Servicio de acopio de equipo electrónico en una bodega, un operario a cargo bajo el supuesto de acopio de 35 computadoras mensuales; incluye margen de ganancia de 30%	-\$6,37	-\$4,0
Proceso	Proceso de desensamblaje; incluye mano de obra y cargas sociales, alquiler de espacio para el proceso y margen de ganancia de 30%	-\$4,30	-\$4,30
Embalaje	Materiales de embalaje, cajas de cartón corrugado reciclados ( <i>gailors</i> ), sacas	-\$0,13	-\$0,13
Comercialización local	Ventas de materiales para ser reciclados, incluye cobre, aluminio, chatarra, y plástico	\$0,46	\$0,46
Exportación	Incluye los costos del servicio de logística del material en Europa, el permiso de transporte de Basilea, el transporte marítimo y los costos de tratamiento de los monitores y el cableado.	-\$7,91	-\$3.95
Comercialización internacional	Retorno por la recuperación de metales en el proceso de los circuitos.	\$1,23	\$1,23
Total		-\$17,02	-\$10,69

### Componente financiero

Establecido en el decreto de reglamentación sobre el manejo de residuos electrónicos, los importadores asumirán la responsabilidad del manejo en unidades de cumplimiento, las cuales pueden ser individuales (importador de una marca presenta un plan para el manejo de los residuos de esa marca en específico) o colectivas (importadores se unen en una unidad y presentan el plan para el manejo de un equivalente a las importaciones realizadas por año). Para facilitar el proceso de la conformación de unidades

de cumplimiento, se realizaron reuniones con el sector en forma individual y se facilita una coordinadora. El sector insiste, tal y como se ha visto en otros países, en que el reglamento debe ser aprobado por el Gobierno antes de proceder. Sin embargo, muestran interés y aceptan la responsabilidad, tal y como lo establece el reglamento.

Se ha designado al Programa CYMA (Competitividad y Medio Ambiente) para el seguimiento del avance de la conformación de las unidades de cumplimiento.

## Componente social

Se realizó una Jornada Nacional de Recolección de Residuos Electrónicos (20 de octubre, 2007), en la cual tuvo participación el sector comercial (cadena de supermercados) y los sectores y empresas antes mencionadas. La jornada resultó de gran éxito, pues se recolectaron más de 60 toneladas de material para desensamblar. Este material será desensamblado en una de las empresas nacionales antes mencionadas. Lo anterior es muy importante pues se ha iniciado el proceso empresarial y de construcción de infraestructura para darles solución a los residuos electrónicos en el país.

Del resultado de la Jornada de Recolección también se infiere que el país está preparado para iniciar el cambio en los sistemas de manejo de residuos sólidos, por lo que si se establecen los sistemas de recolección adecuados, los materiales podrán ser separados y recuperados, lo que contribuiría a resolver el problema del tratamiento de los desechos sólidos en general.

Como actividad de cierre del proyecto, se realizó el Taller Centroamericano sobre Residuos Electrónicos (29 y 30 de octubre, 2007), con la asistencia de 12 representantes centroamericanos, para compartir la experiencia del proceso con los países de la región. El taller resultó una actividad valiosa, que cumple con el objetivo de iniciar procesos similares en la región y establecer, en lo posible, esfuerzos conjuntos para la solución de la problemática, especialmente conociendo que la economía de escala determina, en forma significativa, los costos de tratamiento.

## Conclusiones

El proyecto ha sensibilizado al sector importador y ha conformado un equipo de trabajo dispuesto a asumir la responsabilidad del desecho del producto al final de su vida útil.

Los desechos electrónicos históricos alcanzan una cifra aproximada al 2006 de 24 260 toneladas, y aumenta anualmente en más de 4 000 toneladas; por lo tanto, el instrumento de financiamiento que establezca el sector debe incluir los desechos históricos, de modo que los fondos correspondientes a los costos ambientales que se recolecten a partir de la venta de equipos nuevos, cubriría los costos de los históricos.

Es necesario que se establezcan, cuanto antes, las unidades de cumplimiento, para que determinen las metas de tratamiento y los flujos de los fondos económicos necesarios.

El tratamiento de desechos electrónicos históricos no era un objetivo de este proyecto; las tres recolecciones realizadas constituyen 100 toneladas, lo que significa que cerca de 6,3 toneladas de plomo y 23 toneladas de plásticos no llegaron a botaderos ni rellenos; esto, mencionando dos de los principales materiales incluidos en los electrónicos.

Definitivamente, hace falta mayor disposición de las instancias gubernamentales a realizar cambios en los sistemas de manejo de desechos sólidos, ya que se ha demostrado que el sector privado y la sociedad civil si están dispuestos a dicho cambio.

## Bibliografía

1. Reporte Nacional de Manejo de Materiales Costa Rica 2006, [http://www.programacyma.com/taller\\_info/reporte\\_material\\_2006.pdf](http://www.programacyma.com/taller_info/reporte_material_2006.pdf) Programa CYMA Competitividad y Medio Ambiente.p.58-61, 89-90, 102-104.
2. <http://servicios.procomer.go.cr/estadisticas/Estadisticas.jsp?rep=1&cmbTipo=1&cmbDato=2&cmbUnidadMed=K&cmbTiempo=1&cmbSocios=25&cmbAgrupamiento=1&cmbProductos=0&partidaManual=8471&cmbPartidas=2&btnGenerar=Generar+Reporte&anos=1997%2C1998%2C1999%2C2000%2C2001%2C2002%2C2003%2C2004%2C2005%2C2006%2C&sociosPaises=&sociosRegiones=&partidas=8471500000%2C8473-300010%2C&sm=1&vista=0&id=null&idrpt=&header=null&tp=0&idRep=0&encabezado=0&idrpt=1>

*Definitivamente, hace falta mayor disposición de las instancias gubernamentales a realizar cambios en los sistemas de manejo de desechos sólidos, ya que se ha demostrado que el sector privado y la sociedad civil si están dispuestos a dicho cambio.*

3. Roa Gutiérrez, F. *Tecnología en Marcha*, 2007, 20-1, 89-97.
4. De la Rocha, J.E.; Roa, F. *Industria*, 2006, 18, 27-28.
5. Roa Gutiérrez, F. and Rudín Vega, V. *R'07 World Congreso Book of abstracts*, 2007, 43. Ponencia presentada "Primer modelo de responsabilidad extendida al productor (EPR) en Costa Rica para el manejo sostenible del residuo electrónico", original en inglés "Costa Rica's first EPR model towards a Sustainable Management of E-Waste". Davos, Suiza. Setiembre, 2007.
6. Roa Gutiérrez, F. *Proceedings of the 2007 IEEE International Symposium on Electronics & the Environment*, 2007, 31-33. Ponencia presentada con el título "Costa Rica avanza hacia un manejo sostenible de residuos electrónicos", original en inglés. "Costa Rica advances towards a sustainable management of e-waste", Orlando, Florida, USA. Mayo, 2007.
7. <http://www.ministeriodesalud.go.cr/proyectos/residuoselectronicos.pdf>