

Plataforma Regional de Residuos de PC de America Latina y el Caribe (RELAC)

Programa Seco/EMPA sobre la Gestión de RAEE en América Latina

# Manejo de residuos electrónicos a través del sector informal en Santiago de Chile

**Versión final, 7 de octubre de 2009**

## ***Investigadora***

Maya Wolfensberger (Plataforma RELAC/ EMPA St. Gallen)

## ***Apoyado por***

Secretaría Federal de Asuntos Económicos (SECO)

International Development Research Centre (IDRC)

SUR Corporación de Estudios Sociales y Educación (SUR)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Federal Department of Economic Affairs FDEA  
State Secretariat for Economic Affairs SECO



Materials Science & Technology

## Resumen ejecutivo

En Chile, como en prácticamente toda América Latina, hay actividades informales de reciclaje y recuperación de materiales de RAEEs (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos). Frente al rápido aumento de RAEEs en la Región es importante conocer más a fondo el papel que desempeña el sector informal en la gestión de RAEEs y sus impactos sociales, medioambientales y económicos.

Este informe resume los resultados generados en el marco de una primera etapa de la investigación realizada por encargo de la Plataforma Regional de Residuos Electrónicos de PC en Latinoamérica y el Caribe (Plataforma RELAC) y el Instituto Federal Suizo de la Prueba e Investigación de Materiales y Tecnologías (EMPA), cuyo objetivo es diseñar un sistema medioambientalmente, económicamente y socialmente sustentable que incluya el sector informal en la cadena productiva. En vista del desarrollo de este fue importante previamente analizar el manejo actual de residuos electrónicos a través del sector informal e identificar los actores tanto informales como formales en Santiago de Chile. La primera etapa de la investigación resumida aquí se dedica al análisis del manejo de RE a través del sector informal en Santiago de Chile y se realizó un análisis del sistema actual de la gestión de residuos, enfocando en el sector informal.

Los resultados muestran que el sector informal, en la actual gestión y el manejo de los RAEE en Santiago de Chile, es un importante eslabón en la cadena de reciclaje de RAEE. El sector informal se constituye por una amplia gama de actores, entre ellos cartoneros, chatarreros, intermediarios, empresas de reciclaje informales que tienen organizada una red de recolección y sistemas de recuperación.

El sector informal realiza una "recuperación económica", enfocada en extraer los componentes que producen ganancia inmediata. Todo lo demás se bota a la basura domiciliaria y termina finalmente en un relleno sanitario. El reciclaje informal incluye procesos nocivos para la salud y el medioambiente. Sin embargo se demuestra que el reciclaje informal ofrece beneficios para toda la sociedad ya que reduce el volumen de los residuos electrónicos en los rellenos sanitarios y los vertederos ilegales e incrementa el material que entra al ciclo de reciclaje y al reacondicionamiento de equipos obsoletos. Además, el reciclaje informal forma un elemento importante en la reducción de la pobreza urbana, porque genera ingresos para gente desaventajada. En este contexto, su formación en prevención de riesgos son claves y precondition para una gestión eficaz y medioambientalmente segura y socialmente responsable.

## Tabla de contenido

|          |                                                               |           |
|----------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                                     | <b>2</b>  |
| 1.1      | Objetivos y alcance del informe .....                         | 3         |
| 1.2      | Definición del sector informal .....                          | 4         |
| <b>2</b> | <b>METODOLOGÍA .....</b>                                      | <b>5</b>  |
| 2.1      | Recopilación de información .....                             | 5         |
| 2.2      | Síntesis de información.....                                  | 6         |
| <b>3</b> | <b>PANORAMA DE ACTORES.....</b>                               | <b>2</b>  |
| 3.1      | Fabricantes .....                                             | 3         |
| 3.2      | Distribuidores.....                                           | 3         |
| 3.3      | Usuarios .....                                                | 4         |
| 3.4      | Recolectores.....                                             | 4         |
| 3.5      | Reacondicionadores.....                                       | 8         |
| 3.6      | Recicladores.....                                             | 10        |
|          | 3.6.1 Empresas de reciclaje .....                             | 10        |
|          | 3.6.2 Recicladores informales.....                            | 12        |
| 3.7      | Intermediarios.....                                           | 13        |
| 3.8      | Encargados de disposición final.....                          | 14        |
| <b>4</b> | <b>FLUJOS Y PROCESOS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE PC.....</b> | <b>16</b> |
| 4.1      | Análisis del reciclaje informal de RAEE.....                  | 17        |
|          | 4.1.1 Aspectos sociales .....                                 | 17        |
|          | 4.1.2 Aspectos económicos.....                                | 18        |
|          | 4.1.3 Aspectos ambientales .....                              | 22        |
| <b>5</b> | <b>DISCUSIÓN .....</b>                                        | <b>24</b> |
| 5.1      | Operaciones no deseadas del sistema actual .....              | 25        |
| 5.2      | Lecciones aprendidas en vista del Modelo de Inclusión.....    | 26        |
| <b>6</b> | <b>REFERENCIAS .....</b>                                      | <b>28</b> |

## Lista de tablas

|                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Número de entrevistas semi-estructuradas con los diferentes actores .....                                                                              | 5  |
| Tabla 2: Cantidad de equipo computacional reciclado anualmente, procesos, comercialización, disposición final y costos por tonelada por reciclador de PCs ..... | 13 |
| Tabla 3: Comparación de costos para la disposición final de PCs en rellenos de seguridad, rellenos sanitarios y vertederos ilegales.....                        | 15 |
| Tabla 4: Precios de los equipos y periféricos reusables en la feria libre (en CLP y USD) ....                                                                   | 19 |
| Tabla 5: Precios de componentes reusables en las ferias libres (en CLP y USD) .....                                                                             | 20 |
| Tabla 6: Precios de las fracciones (en CLP y USD).....                                                                                                          | 21 |

## Lista de ilustraciones

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1: Panorama de los actores de vinculados con el ciclo de vida de PCs y periféricos .....                                                           | 2  |
| Ilustración 2: Ilustración de los flujos y procesos de la gestión actual de residuos de PC en Santiago de Chile .....                                          | 16 |
| Ilustración 3: Procesos vinculados a la comercialización tipo 1.....                                                                                           | 19 |
| Ilustración 4: Procesos vinculados a la comercialización tipo 2.....                                                                                           | 20 |
| Ilustración 5: Procesos vinculados a la comercialización tipo 3.....                                                                                           | 21 |
| Ilustración 6: Las operaciones no deseadas en el sistema actual de residuos de PC en Santiago de Chile y su ubicación en el diagrama de flujos y procesos..... | 25 |

## Lista de abreviaciones

|              |                                                                                                    |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CONAMA<br>RM | Consejo Nacional para el Medio Ambiente de la Región Metropolitana                                 |
| EMPA         | Instituto Federal Suizo de Investigación y Prueba de Materiales y Tecnologías                      |
| IDRC         | Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo                                         |
| PC           | Personal Computer                                                                                  |
| PYMES        | Pequeñas y Medianas Empresas                                                                       |
| RELAC        | Plataforma Regional de Residuos Electrónicos de PC en Latinoamérica y el Caribe (Plataforma RELAC) |
| RIMR         | Recolectores Informales de Materiales Reciclables                                                  |
| RM           | Región Metropolitana                                                                               |
| SECO         | Secretaría Federal de Asuntos Económicos                                                           |
| SEREMI       | Secretaría Regional Ministerial                                                                    |
| TIC          | Tecnología de Información y Comunicación                                                           |

## **1 Introducción**

América Latina destaca por su desarrollo acelerado del uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la comparación mundial. Debido al aumento de ventas de equipos computacionales, y la vida útil cada vez menor, se está observando un crecimiento exponencial de los volúmenes residuos electrónicos. Actualmente se estima que se generan 120 mil toneladas de residuos electrónicos en América Latina cada año, una cantidad que se triplicará en el 2015 (Boeni et al. 2008). En el 2008 en Chile se generaron alrededor de 7600 toneladas de residuos computacionales (Contreras (2008)). Steubing (2007) proyecta que en 2020 se generarán 1,7 millones de PC's y equipos electrónicos anualmente, equivalente a 20 mil toneladas. Estas son cifras alarmantes, sobre todo si se tiene en cuenta que los equipos computacionales sólo representan una fracción de los RAEE. Los generadores principales de residuos computacionales, con un 55% son las empresas, seguidos por los hogares (35%) y las instituciones gubernamentales (10%) (Steubing, 2007).

Chile ya cuenta con importantes avances y la capacidad de las empresas formales de reciclaje de residuos electrónicos está en aumento. Las empresas de reciclaje de RAEE en Chile se limitan a realizar un proceso de desmontaje y operan según el modelo empresa a empresa (B2B, o business to business model), sustentando en que la industria tiene los medios y la voluntad de pagar por un reciclaje adecuado de RAEE. La mayoría de los clientes son grandes compañías de Chile.

Los computadores domésticos aún no se reciclan en la industria formal de reciclaje de residuos electrónicos. Los equipos obsoletos se almacenan, o son descartados junto con la basura domiciliaria por la falta de alternativas.

La general falta de un sistema de recolección de RAEEs dio oportunidad a la formación de un sector informal que participa en varias etapas de la cadena de valor de RAEEs. El sector informal, constituido por una amplia gama de actores, separa, clasifica, reusa y recupera grandes cantidades de RAEEs que de otra forma terminarían en rellenos sanitarios sin proceso de recuperación previo. El reciclaje informal de RAEE se limita a la extracción de los componentes que ofrecen una oportunidad de ingresos e incluye ciertos procesos con riesgos para la salud y el medioambiente.

Es importante conocer más a fondo el papel que desempeña el sector informal en la gestión de RAEEs y analizar los aspectos sociales, medioambientales y económicos asociados con el reciclaje informal. Con tal fin, durante un periodo de tres meses, desde Abril a Junio del 2009, se identificaron los actores vinculados en diferentes etapas a la cadena completa de

la gestión de RAEE en Santiago de Chile y se ilustró la articulación mediante un panorama de actores y los flujos y procesos a través de un análisis simple de flujo de materiales.

## **1.1 Objetivos y alcance del informe**

Este estudio forma parte de una investigación que se realizó por encargo de la Plataforma Regional de Residuos Electrónicos de PC en Latinoamérica y el Caribe (Plataforma RELAC) que es financiada por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá (IDRC), y apoyado por el Instituto Federal Suizo de Investigación y Prueba de Materiales y Tecnologías (EMPA) en el marco del "Swiss E-waste Programme".

Objetivo final de la investigación es diseñar un sistema de gestión sustentable de RAEEs que involucre el sector informal, el "Modelo de Inclusión" (Wolfensberger (2010)). El objetivo del Modelo de Inclusión es establecer un sistema medioambientalmente, económicamente y socialmente sustentable que incluya el sector informal en la cadena productiva.

La investigación se dividió en dos etapas. En el marco de la primera etapa de la investigación, resumida en este informe, se realizó un análisis del sistema actual de la gestión de residuos Santiago de Chile, enfocado en el sector informal. En vista del desarrollo del Modelo fue importante previamente analizar el manejo actual de residuos electrónicos a través del sector informal e identificar los actores tanto informales como formales en Santiago de Chile. Esta primera fase de la investigación tiene los siguientes objetivos:

- la identificación y articulación de actores formales e informales involucrados;
- la descripción cualitativa de los flujos y procesos de residuos electrónicos;
- y un análisis de los aspectos sociales, medioambientales y económicos del proceso de reciclaje informal.

La investigación se concentró en los residuos de PC y periféricos (impresoras, teclados, Mouse etc.), usándolos como un indicador para toda la gestión de RAEE.

Estos conocimientos formarán la base de información para la segunda fase de la investigación durante la cual será desarrollado el Modelo de Inclusión. Además, el informe incluye datos sobre la gestión formal de residuos de PC en Chile, actualizando algunos parámetros contenidos en el informe de Steubing (2007)<sup>1</sup> que analizó los volúmenes de residuos de computadores en Chile, utilizando el modelo de flujo de materiales.

## 1.2 Definición del sector informal

En general los actores que pertenecen al sector informal en la gestión de residuos tienen perfiles muy variados (organizado en grupo o individual, nivel social y de educación, ingresos alternativos, etc.). Es necesario definir precisamente las características del sector informal al que se refiere en este contexto, citando unas definiciones generales de la Organización Internacional del Trabajo<sup>2</sup>:

El sector informal se caracteriza por:

- La existencia de pocas barreras para entrar al sector;
- La utilización de recursos domésticos/locales;
- El predominio de negocios familiares y pequeñas empresas (microempresas);
- El uso de “técnicas artesanales”;
- El aprendizaje de habilidades de manera externa al sistema escolar formal de educación
- La participación en mercados competitivos y sin regulación.
- No pertenece a PYMES o instituciones gestoras de RAEEs semi-formales (en proceso de autorización y con infraestructura elaborada)
- Se expone a procesos potencialmente perjudiciales y peligrosos para la salud y/o el medio ambiente, sin tomar suficiente precaución

---

<sup>2</sup> [www.ilo.org](http://www.ilo.org)



## 2 Metodología

### 2.1 Recopilación de información

Los datos se levantaron a través de visitas de terreno a los sitios de interés, en los que se están llevando a cabo los diferentes procesos formales e informales en el manejo de los residuos electrónicos y en los cuales se presenta un intercambio entre actores formales e informales. La información se consiguió mediante observaciones y entrevistas semi-estructuradas, las cuales se basaron en un cuestionario preparado pero se mantenían flexibles ante un diálogo abierto.

Las visitas y entrevistas tenían el fin de:

- Entender la cadena de valor y la comercialización de partes y piezas
- Describir los procesos que se ejecutan por el actor (tipo y origen de material procesado, cantidad de material procesado, intensidad de trabajo, Insumos económicos y renumeración por pieza)
- Conocer el destino final de los componentes de PCs considerados sin valor

**Tabla 1: Número de entrevistas semi-estructuradas con los diferentes actores**

| Actores                                           | Nro de entrevistas |
|---------------------------------------------------|--------------------|
| Directores de aseo y ornato de los municipios     | 5                  |
| Empresas prestadoras de servicio de aseo          | 3                  |
| Reacondicionadores sociales                       | 2                  |
| Reacondicionadores comerciales                    | 8                  |
| Recicladores formales y semi-formales             | 4                  |
| Recolectores Informales de Materiales Reciclables | 16                 |
| Distribuidores de equipos de segunda mano         | 8                  |
| Encargados de Disposición final                   | 3                  |
| Intermediarios                                    | 8                  |

## 2.2 Síntesis de información

El panorama de actores y la estructura de los flujos y procesos se basan en la guía Country e-Waste Assessment Methodology de EMPA (Rochat et al. (2007)).

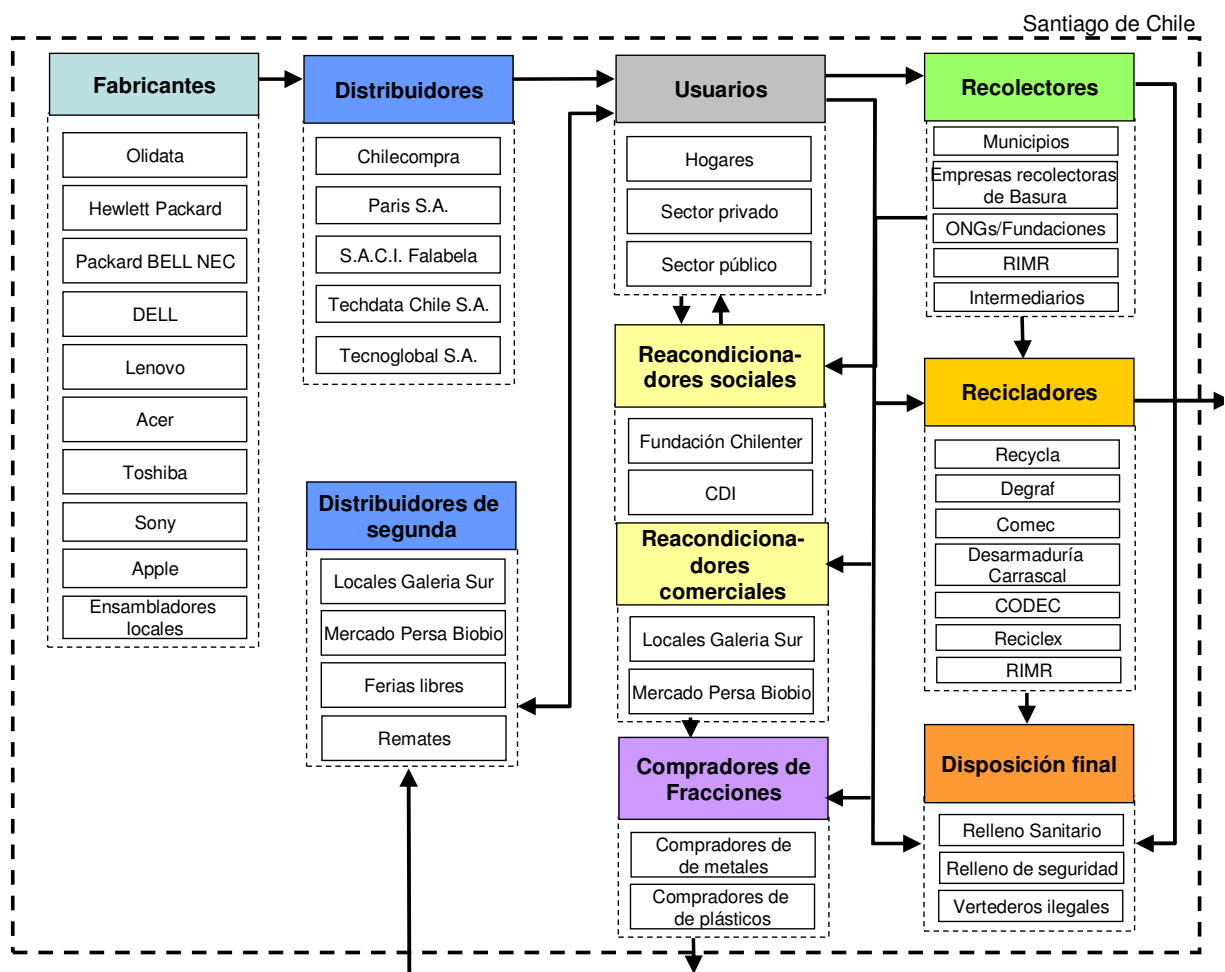
*Identificación de actores:* Se identifican los actores principales en la cadena productiva y se describe el rol que desempeñan (actividad, organización, motivación etc.). El panorama de actores ilustrativa la articulación entre los distintos actores identificados.

*Ilustración de los flujos y procesos:* En este estudio no se realiza un análisis completo de flujos de materiales, pero se ilustra como los RAEE circulan entre los diferentes actores durante el ciclo de vida de un producto usando la misma estructura, con énfasis en la identificación de los procesos informales y la ubicación del intercambio entre el sector formal e informal.

### 3 Panorama de actores

En este capítulo se muestra el panorama de los actores que están actualmente vinculados de alguna manera al sistema de gestión de los residuos computacionales y sus periféricos en Santiago de Chile.

La siguiente ilustración demuestra la vinculación de los actores principales. Bajo cada grupo de actores hay una lista de empresas y entidades involucradas. Estas listas no son completas sino muestran únicamente los actores más importantes de cada sector que se identificaron.



**Ilustración 1: Panorama de los actores de vinculados con el ciclo de vida de PCs y periféricos**

En lo siguiente se revelarán las características principales de cada actor y el rol que desempeña en la cadena de valor de PC y periféricos.

### 3.1 Fabricantes

Los fabricantes comprenden las organizaciones, entidades o empresas que ensamblan, manufacturan o importan PCs y los dispositivos asociados. Se incluyen los productos de marca y también los productos no identificados denominados "clones". Este estudio no puso énfasis en el análisis de los fabricantes.

### 3.2 Distribuidores

Comprende el grupo de organismos que distribuye los equipos directamente al consumidor, e incluye a minoristas, mercados de segunda mano, o fundaciones que donan equipos. En el marco de este estudio se visitaron solo distribuidores de equipos de segunda mano, los locales en la Avenida San Diego y en el sector del Mercado persa de Bíobío en el Barrio Franklin, cuyos locales funcionan únicamente los días sábado y domingo. Los dos sitios se ubican en la comuna de Santiago Centro.

*Distribuidores de equipos de segunda mano:* Por lo general consiguen el material de venta en remates anunciados por Internet o Periódicos o de Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) que dan de baja sus equipos.



En la Galería Sur en San Diego se arrojan teclados nuevos a la basura. A la derecha un local que repara y vende monitores de TRC de segunda mano

De acuerdo a la información entregada por los vendedores de los locales de segunda mano del mercado Persa Bíobío y la Galería Sur en la Avenida San Diego, los RAEEs se arrojan a la basura, algo que se evidenció el rato que pasó el camión de basura (incluso material nuevo que venía con un defecto), o se venden a reparadores. Algunas decían entregárselo a indigentes como caridad.

Los mercados de segunda mano hacen un importante aporte al reuso y brindan acceso a equipos computacionales a usuarios que tienen menos poder adquisitivo.

### 3.3 Usuarios

Los usuarios comprenden el grupo que consume equipos electrónicos y se deshace del equipo después del fin de su vida útil. Este grupo se separa en privados (hogares y empresas privadas) y públicos (empresas públicas y gubernamentales).

*Hogares:* Los hogares generan el 35% del total de los residuos computacionales (Steubing, 2007). A nivel domiciliario, el alargamiento de la vida útil a través de un segundo o tercer uso al equipo, es muy importante. En Chile más de la mitad del equipo computacional tiene un segundo uso (Steubing, 2007). Los usuarios finales de los equipos, frente a la ausencia de un sistema oficial de recolección de RAEEs, los almacenan, donan, o los botan sus equipos obsoletos junto con la basura domiciliaria. Estas observaciones sugieren un monto significativo de PCs obsoletos de origen domiciliarios se gestionan a través del sector informal. Esto se debe principalmente a la falta de sistemas que ofrezcan espacios o eventos de recolección de PCs dirigidas a los usuarios privados de TIC.

*Empresas privadas:* En Chile, las empresas y PYMES generan el 55% del total de los residuos computacionales (Steubing, 2007). La industria que tiene los medios y una conciencia medioambiental elevada, se dirigen a los servicios de reciclaje de Recycla y Degraf que son relativamente caros. La principal motivación para una empresa privada de entregar sus equipos obsoletos a una empresa formal de reciclaje es la responsabilidad ambiental, la imagen de la empresa y también los beneficios tributarios. Sin embargo, al aparecer muchas empresas y PYMES almacenan los RAEEs en sus bodegas o los entrega a un gestor informal porque no están dispuestas a asumir los costos para la disposición a través de una empresa formal de reciclaje. En otros casos se donan a reacondicionadores sociales como Chilenter.

*Sector público:* El sector público cuando renueva su flota de computadores, declara la disposición del material obsoleto a la Contraloría General de la República. Después de la acreditación, los equipos dados de baja, se dan para licitación, subasta o remate. Hay una alta probabilidad de que de esta manera se trasladen directamente o indirectamente a un gestor informal de RAEE.

### 3.4 Recolectores

En Santiago de Chile, la recolección de residuos sólidos es responsabilidad de los municipios. La mayoría de ellos contrata servicios de recolección y transportes enfocados en la disposición final de los residuos, razón por la cual la mayoría de residuos sólidos terminan

en rellenos sanitarios. Como no hay separación de origen o una recolección oficial de residuos electrónicos, estos a menudo de igual manera son trasladados al relleno. A través de cartoneros, hurgadores o catadores al que se les refiere aquí “Recolectores Informales de Materiales Reciclables” (RIMR) una parte de los computadores son trasladados a sus hogares donde posteriormente son desensamblados. Adicionalmente, la recolección de todo tipo de materiales usados, entre ellos PCs y televisores obsoletos, también la realizan los Traperos de Emaus y el Hogar de Cristo. Asimismo, la recolección específica de RAEEs es ofrecida por medio de reacondicionadores sociales y comerciales y recicladores formales e informales. En lo siguiente se revela el rol de cada uno en la recolección de residuos de PC.

*Municipios:* En la actualidad, ningún municipio salvo el de Vitacura, tienen un sistema de recolección específico para RAEEs. De acuerdo a la información entregada por los demás municipios los residuos electrónicos del sector residencial entran en los mismos flujos de residuos sólidos o a los circuitos informales. De los 5 municipios que accedieron de hacer la entrevista, (entre ellos Lo Barnechea, Ñuñoa, Santiago Centro, La Reina, y Providencia), tres indicaron que encontraron urgente establecer una solución específica para la recolección de residuos electrónicos y afirmaron que el asunto tiene una alta prioridad en la agenda del municipio. Los municipios de Providencia y Lo Barnechea informaron que están planificando establecer un punto de recolección específico para residuos electrónicos.

Un ejemplo destacado es el Punto Limpio del municipio de Vitacura que funciona desde el año 2006.



El Punto limpio de Vitacura.

Es un punto de recolección de forma diferenciada y separada de vidrio y metal, y entre otros, electrodomésticos y equipos electrónicos. Hay un contenedor separado para electrodomésticos y accesorios computacionales, y uno para monitores de tubos de rayos catódicos (TRC) y pantallas planas o LCD. Los electrodomésticos y los accesorios

computacionales van a la empresa COMEC. Los monitores TRC, pilas, y las pantallas planas o LCD se entregan directamente a la empresa Hidronor (relleno de seguridad). Ellos señalan que hubo un fuerte crecimiento de volúmenes de RAEEs recolectados en los últimos años (en el 2008 se colectaron aproximadamente 6 veces más que en el año 2006). Hasta ahora, el municipio de Vitacura asume todos los costos asociados a la disposición final de RAEE.

El municipio de Ñuñoa tiene un centro de acopio y reciclaje de residuos sólidos urbanos, administrado por la empresa Starco. Los encargados de este centro indican que generalmente no reciben residuos electrónicos, pero que en algunos casos si han arrojado teclados u otros periféricos a la basura domiciliaria. El municipio de Ñuñoa realiza un "día de cachureo" una vez al año. En esta instancia los habitantes tienen derecho a sacar cachureos, desechos que no pueden ingresar en la recolección de residuos sólidos del Municipio. Esta ocasión atrae a mucha gente, de todos los niveles socio-económicos, en búsqueda de materiales interesantes para sus hogares o para la venta. También se aprovecha el evento para deshacerse de equipos computacionales. En el día de cachureo del 25 de abril del 2009 se pudo observar un gran movimiento, verdaderas carreras por encontrar los mejores materiales a pie, en triciclos, en autos, en furgones, camionetas y camiones. Había particulares que andaban en búsqueda de equipos electrónicos para reacondicionarlos para su hogar o para venta de ellos, completos o por piezas en ferias libres. También hubo Recolectores Informales de Materiales Reciclables interesados especialmente en los monitores TRC, los cuales fueron rotos en el lugar con el fin de sacar el cobre o trasladados a casas u otros lugares. Los restos eran retirados en la mañana del día siguiente por los camiones municipales. Los directores de aseo declararon que los equipos electrónicos que quedaron ocasionalmente después del evento, entraban a los mismos flujos que la basura domiciliaria.

*Empresas prestadoras de servicio de aseo:* Las empresas de servicio de aseo contratados por los municipios como KDM S.A., STARCO S.A. y DEMARCO S.A. que conforman el grupo Urbaser-Kiasa, Ecoser S.A., declaran que sus camiones de basura ocasionalmente llevaban residuos electrónicos en el caso de que no excedan una cierta cantidad.

*ONGs/ Fundaciones:* La fundación Hogar de Cristo se dedica a prestar apoyo a sectores vulnerables en condiciones desfavorables con el fin de reducir la pobreza en Chile. Ellos retiran computadores en desuso sin costo para el cliente. Los equipos donados se usan internamente y un 15% se dona a escuelas. Indican que un 30% de las donaciones no se pueden reusar. Este material venden por 200CLP (0,35USD) al kilo a un reacondicionador comercial. Las cantidades que reciben son relativamente pequeñas, en



promedio unos 40 equipos al mes.

Los Traperos de Emaus pertenecen al movimiento Emaus que fue fundado en Francia en 1947 y es una comunidad de personas que trabaja en la recolección y recuperación de objetos en desuso. Además ofrecen el servicio de retirar todo tipo de computadores y electrodomésticos sin costo. De acuerdo al director de la sucursal de Santiago, de los computadores que les llega (aproximadamente 50 equipos al mes), solo un 40% se encuentra en un buen estado y el resto es chatarra electrónica. El material se acopia en el patio y se vende en la ocasión de "ventas de patio". Lo que no se vende, se dispone con la empresa recolectora de basura DEMARCO por el costo de 45000CLP/t (80USD), la cual lleva el material a la estación de transferencia en Quilicura (vea disposición final).



El patio interior de los Traperos de Emaús de San Luis donde se almacenan objetos en desuso para la venta.

*Recolectores Informales de Materiales Reciclables (RIMR):* Los RIMR son personas que se hacen cargo de la recolección de todo tipo de materiales reciclables como papeles, metales, vidrios y plásticos y RAEEs, y cuya actividad de reciclaje representa el sustento principal. También son llamados recuperadores informales, recicladores de base, Cartoneros, pepenadores, cirujas, clasificadores informales, hurgadores, recolectores primarios entre otros nombres. Los RIMR son un eslabón muy importante en la cadena de reciclaje de residuos sólidos. Ellos recolectan materiales en las vías públicas, los clasifican y los trasladan normalmente a su hogar antes de vender el material a intermediarios. Su actividad contribuye a que se conviertan miles de toneladas de recursos a ser enterrados en rellenos sanitarios en materia prima secundaria. Con el aumento de computadores, electrodomésticos y equipos de consumo en la calle extendieron su actividad de reciclaje a estos aparatos. Por lo general los desensamblan y venden por partes en las ferias libres, devolviendo el material a la reutilización,



contribuyendo así al alargamiento de la vida útil de los aparatos. Aún se trata de pocas cantidades de RAEEs por persona, sin embargo, debido al alto número de RIMR trabajando en el sector informal de la gestión de RSU, se llega a grandes cantidades gestionadas por ellos en total.

### 3.5 Reacondicionadores

El grupo de los reacondicionadores comprende todos los que reparan, equipos y así alargan su vida útil. El reacondicionamiento puede ser social (sin fines de lucro y con el fin de reducir la brecha digital) o comercial.

*Reacondicionadores sociales:* La Fundación Chilenter y el Comité para la Democratización de la Informática (CDI) son las organizaciones de reacondicionamiento social que destacan en Chile.

La mayor institución de reacondicionamiento de computadores, la Fundación Chilenter<sup>3</sup> fue creada en el año 2002 actualmente tiene una capacidad máxima de distribuir 15000 computadores al año. Ellos reciben donaciones de parte de empresas públicas y privadas, y de los hogares. Además, en algunas ocasiones, importan una cierta cantidad de equipos desde el exterior por ejemplo de parte de Computer AID International. También algunos periféricos como teclados y ratones se compran nuevos. Los requisitos mínimos de deben cumplir los equipos donados son ser de Pentium III para adelante, además no se reciben monitores dañados o de blanco y negro. Los beneficiarios de la Fundación comprenden grupos e individuos sin acceso a computadores de todas las regiones de país. Chilenter no dona los equipos a los beneficiarios sino los “prestan” durante un período de 4 años, responsabilizando así de su disposición final correcta. Los monitores obsoletos son dispuestos en la empresa Hidronor y los CPUs obsoletos almacenados. Actualmente, están investigando alternativas para la disposición final de los residuos electrónicos generados internamente, considerando integrar el proceso de reciclaje (desmontaje) en su modelo de gestión.

CDI Internacional (Comité para la Democratización de la Información) es una organización sin fines de lucro cuya misión es promover actividades educativas a través del uso de la tecnología. Su objetivo es reintegrar a los miembros de las comunidades de más bajos ingresos, disminuyendo los niveles de exclusión digital<sup>4</sup>. Desde el 2001 inició sus operaciones en Chile. En el marco de la campaña “dona tu computador” que consiste en recolectar PC para reacondicionarlos en instituciones educativas con el fin de

---

<sup>3</sup> [www.chilenter.cl](http://www.chilenter.cl)

<sup>4</sup> [www.cdichile.org](http://www.cdichile.org)

entregarles a las escuelas pertenecientes al CDI Chile y otros centros de educación.

*Reacondicionadores comerciales:* Se realizaron entrevistas en el mercado Persa BíoBío y en la Avenida San Diego en los locales que ofrecen servicio técnico de accesorios computacionales. Estos locales reparan todo tipo de equipos eléctricos y electrónicos. Con su actividad contribuyen al alargamiento de la vida útil de los computadores, y reducen la cantidad de PCs que se depositan en los rellenos sanitarios. Estos lugares son interesantes ya que en algunos casos constituyen un portal al sector informal. A continuación se describen las diferentes actividades relacionadas que se llevan a cabo en estos lugares:

- **Reusar:** Algunos vendedores enfatizan que no se genera basura electrónica, sino que se aprovecha todo el material.
- **Almacenar:** Algunos equipos son almacenados, en las bodegas o techos de los locales.
- **Botar:** La mayoría indicó botar sus sobras en la calle, los cuales son recogidos por el camión de basura. En algunos casos vienen RIMR y se llevan lo que puedan aprovechar, mayormente el cobre. Algunos indican que botan RAEEs como residuos voluminosos, pagando un cierto monto.
- **Vender:** Por lo general las tarjetas de circuito una vez que no valen se venden a intermediarios los cuales a su vez lo venden a gestores formales y semi-formales de RAEE. Algunos indicaron que hay particulares que compran tarjetas de circuito para la extracción de oro; en una ocasión se habló de “Chinos” que venían una vez al mes a retirar el material, en otros casos, se hablaba de “Joyereros”. Nadie disponía de los datos de contacto u otras informaciones sobre ellos.
- **Trueque:** Algún material se vendía a otros vendedores de compuestos. Las tarjetas de circuito en buen estado por ejemplo se intercambian por tarjetas dañadas para sacar ciertos compuestos para la reparación.



Locales de reacondicionamiento de equipos electrónicos en el patio de la Galería Sur en San Diego con Matta. Algunos residuos se almacenan en los techos de los locales.

## 3.6 Recicladores

### 3.6.1 Empresas de reciclaje

La industria recicladora en Chile se limita a prestar un servicio a grandes compañías según el modelo empresa a empresa (B2B, o Business to Business Model) y hacen solo un proceso de desmontaje de RAEE. Posterior al proceso del desmontaje, separan componentes o fracciones para su comercialización. Se consideran aquí todas las empresas formales (con autorización), semi-formales (en los procesos de autorización) que desmantelan, separan componentes o fracciones, o recuperan PCs y sus periféricos.

Actualmente existen tres empresas formales operando en la RM que se dedican al reciclaje de residuos electrónicos; Degraf, Recycla y Comec.

*Degraf*<sup>5</sup>: Originariamente, esta reciclaba residuos gráficos y fotográficos y desde el año 2004 ampliaron su servicio a los residuos electrónicos. Actualmente, Degraf es la única empresa recicladora que cuenta con todas las autorizaciones y una evaluación de impacto ambiental. La capacidad máxima de la planta es de 60 toneladas de residuos al mes. Los procesos que se realizan en la planta son el desmontaje manual de los componentes y su clasificación. Los residuos peligrosos se disponen por medio de Hidronor, los productos de comercialización se venden en el mercado nacional e internacional.

*Recycla*<sup>6</sup>: Recycla, desde su inicio, mantiene su lugar como la empresa recicladora de RAEE más conocida en Chile. La planta de Recycla se ubica en Pudahuel donde reciben todo tipo de RAEEs y material no ferroso. Al igual que Degraf, disponen los residuos

---

<sup>5</sup> [www.degraf.cl](http://www.degraf.cl)

<sup>6</sup> [www.recycla.cl](http://www.recycla.cl)

peligrosos por medio de Hidronor, y venden los componentes valiosos en el mercado nacional e internacional. La empresa actualmente está en el proceso de evaluación de impacto para obtener todas las autorizaciones necesarias para su desempeño.

*Comec*<sup>7</sup>: Comec tiene varias sucursales en Chile. La planta principal se ubica en la zona industrial en la comuna de Maipú en Santiago de Chile. Ellos se dedican principalmente al reciclaje de residuos sólidos, en especial al reciclaje de metales. Los RAEEs presentan una parte marginal de su negocio. No tienen permiso para tratar ciertos RAEEs, como por ejemplo los monitores TRC, por lo tanto ellos señalan que estos son enviados directamente a Hidronor sin proceso de desmontaje. Gran parte de los residuos computacionales se desarman y se venden en el mercado nacional, entre otros a Recycla. Sus actividades en el ámbito de electrodomésticos implica la clasificación por tipo y tamaño y el envío al extranjero.

Se ubicaron tres empresas de tratamiento de residuos electrónicos en proceso de autorización, operando en la RM: Codec, Reciclex y Desarmaduría Carrascal.

*Reciclex*<sup>8</sup>: Reciclex que empezó con el reciclaje de catalizadores, desde hace 2 años operan en el reciclaje de residuos electrónicos. Actualmente están trabajando 5 personas en el retiro y desmontaje de equipos computacionales. Al comienzo, su negocio consistía principalmente en comprar y exportar las tarjetas de circuito, luego empezaron a ofrecer el retiro de material computacional en desuso sin costo para empresas. Hasta ahora, la compra y venta de tarjetas de circuito representa la actividad principal de su negocio.

*Codec*<sup>9</sup>: Codec es una empresa familiar con 5 empleados que opera desde el año 2007 en el ámbito de reciclaje de RAEE. La planta fue reinstalada en Mayo 2009 en la comuna de Buin (anteriormente en la Florida) y se ubica en el patio trasero de la casa. Además del desmontaje de PCs, y la separación de material comercializable, se reparan monitores de tubos de rayos catódicos e impresoras como segundo pilar. Actualmente, están en conversaciones con una empresa europea para exportar ciertos productos del desmontaje.

*Desarmaduría Carrascal*: La Planta de la Desarmaduría Carrascal es administrada por una empresa familiar y se ubica en la comuna de Lampa, actualmente trabajan 4 personas en el desmontaje de todo tipo de RAEEs. En la planta se almacenan alrededor

---

<sup>7</sup> [www.comec.cl](http://www.comec.cl)

<sup>8</sup> [www.reciclex.cl](http://www.reciclex.cl)

<sup>9</sup> [www.codec.cl](http://www.codec.cl)

de 500 toneladas de RAEEs que se compraron a otra empresa el año pasado. Este material se separa y se comercializa en el mercado nacional e internacional. Actualmente no están recibiendo material adicional. Los metales no ferrosos y ferrosos (el cobre, aluminio y fierro) se venden a chatarreros nacionales. Las tarjetas de circuito y algunos cables se mandan a una empresa europea para la recuperación de metales preciosos. A China se mandan cables, teclados y los plásticos. Las baterías se juntan y envían a Perú a la empresa COIPSA para reciclarlas. Los monitores TRC actualmente se almacenan.

### 3.6.2 Recicladores informales

Los recicladores informales que se ubicaron se dividen en dos grupos, PYMES que se especializaron en el reciclaje de residuos electrónicos y los RIMR.

*RIMR:* Según el Presidente del Movimiento Nacional de Recicladores en Chile, Exequiel Estay, de los 3500 RIMR que trabajan en la Región Metropolitana unos 500 colectan y comercializan residuos electrónicos. Durante la primera etapa de la investigación se entrevistaron RIMR en las comunas de Santiago Centro, Maipú, Ñuñoa, Recoleta, Peñalolén y Providencia. De ellos, todos indicaron que colectan CPUs, monitores, periféricos, electrodomésticos y celulares. Según los resultados de las encuestas cada RIMR colecta, vende o desensambla de 2 a 5t de residuos de PC al año. Considerando que son 500 individuos activos en la recolección de PCs, se llega a un monto total de 1000 a 2500t que se procesan al año a través de los RIMR. Sin embargo hay que tomar en cuenta que la mayoría de ellos no hacen un proceso de reciclaje de los equipos como tal, sino que generalmente los desensamblan y venden los compuestos de estos en las Ferias libres a reparadores. Sin embargo, también se puede observar que existen RIMR que realizan un proceso mas complejo separando en fracciones los contenidos de los aparatos. De esta forma recuperan y comercializan aluminio, lata, cobre, vidrio y fierro.

*PYMES:* En el Internet hay una centena de avisos o blogs<sup>10</sup> en búsqueda de equipos electrónicos obsoletos y que retiran RAEEs gratis con vehículos de carga. Generalmente estos presentan escasa información (email y número de celular). Resultaron ser reservados con la información que otorgaban de sus actividades con el material. Al parecer su negocio se mueve entre el reacondicionamiento y el reciclaje de RAEEs.

Todos los recicladores, su rol, ubicación, procesos y otros parámetros de interés son resumidos en la siguiente tabla 3.

---

<sup>10</sup> <http://reciclajecomputacional.blogspot.com/>

**Tabla 2: Cantidad de equipo computacional reciclado anualmente, procesos, comercialización, disposición final y costos por tonelada por reciclador de PCs**

|                     | RECICLADOR            | MUNICIPIO DE LA PLANTA            | RESIDUOS COMPUTACIONALES TRATADOS AL AÑO | PROCESOS                                                | COMERCIALIZACIÓN                                                                  | DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS       | COBRO AL CLIENTE                         |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>FORMALES</b>     | Recycla               | Pudahuel                          | 600t                                     | Desmontaje                                              | Industria nacional, Planta de refinería Europea                                   | Hidronor                                       | USD 850/t                                |
|                     | Degraf                | Recoleta                          | Información privada                      | Desmontaje                                              | Industria nacional, Planta de refinería de Europa y Canadá                        | Hidronor                                       | USD 450-700/ t                           |
|                     | Comec                 | Maipú                             | 400t                                     | Desmontaje y clasificación de equipos por tipo y tamaño | Industria nacional, varias empresas de reciclaje en Asia.                         | Hidronor                                       | Dependiendo del material hasta USD 450/t |
| <b>SEMIFORMALES</b> | Reciclex              | La Cisterna                       | 25-30t                                   | Desmontaje                                              | Industria nacional, Planta de refinería Europea                                   | Hidronor                                       | Sin costo                                |
|                     | Desarmadura Carrascal | Lampa                             | 70-120t                                  | Desmontaje                                              | Industria nacional y peruana, Planta de refinería Europea y China                 | Almacenamiento y venta a empresas de reciclaje | Actualmente no reciben material          |
|                     | Codec                 | Buin                              | 40-90t                                   | Desmontaje/Reacondicionamiento                          | Industria nacional, En proceso de firmar convenio con Planta de refinería Europea | Almacenamiento y Reacondicionamiento           | Sin costo                                |
| <b>INFORMALES</b>   | RIMR                  | Todas las comunas de la Región RM | ?<br>(Hasta 5t/persona)                  | Desmontaje                                              | Intermediarios, reacondicionadores                                                | Basura domiciliaria                            | Sin costo                                |
|                     | Diversos PYMES        | Diversas comunas de la Región RM  | ¿                                        | Desmontaje/Reacondicionamiento                          | Intermediarios, reacondicionadores                                                | Basura domiciliaria                            | Sin costo                                |

### 3.7 Intermediarios

Estos comprenden diferentes compradores de fracciones del mercado de reciclaje nacional.

*Comerciantes de plásticos:* Una gran parte del plástico en RAEEs contiene retardantes de llama. De acuerdo a EMPA, por la persistencia de estos contaminantes en el ambiente, no se deberían botar al relleno sanitario o peor fundir para reusar. La peor opción es quemarlos inadecuadamente ya que se deliberan dioxinas al medio ambiente. La única opción medioambientalmente segura actualmente disponible en Chile es la entrega al relleno de seguridad. Sin embargo, tanto el sector formal como el sector informal

actualmente los botan al relleno sanitario porque hay pocos compradores de plásticos.

*Comerciantes de metales:* Varias empresas, chatarrerías e intermediarios compran metales ferrosos y no ferrosos contenidos en los RAEE, como por ejemplo el cobre, el hierro, aluminio o lata.

*Comerciantes de RAEEs y tarjetas de circuito:* La empresa Reciclatodo<sup>11</sup> retira RAEEs y los clasifica por estado y calidad para venderlos a los servicios técnicos y a la empresa de reciclaje las tarjetas de circuito. Otros intermediarios compran sólo las tarjetas de circuito por el precio de 150 a 500CLP/kg (0,27 a 0,9 USD/kg) y los venden a las empresas de reciclaje tanto formales como semi-formales.

### **3.8 Encargados de disposición final**

Son organizaciones que se encargan de la disposición final de RAEEs a través del depósito en rellenos sanitarios, rellenos de seguridad, o vertederos ilegales. Los costos de la disposición final varían entre los tres destinos finales.

*Rellenos sanitarios:* Las comunas del área Sur de Santiago cuentan con el Relleno Sanitario Santa Marta en la comuna de Talagante, administrado por las empresas Enasa S.A. y Empreterra Limitada. El Relleno sanitario "Santiago Poniente" de la empresa COINCA S.A. recibe los desechos de las comunas ponientes de Santiago. Las comunas del área norte, mandan sus desechos domiciliarios al Relleno Sanitario Loma Los Colorados que es manejado por la empresa KDM S.A. La recolección para esta funciona a través la estación de transferencia de Quilicura (ETQ) donde se reciben residuos municipales y se trasladan en ferrocarril al Relleno Sanitario Loma Los Colorados. En la ETQ cada camión es pesado, para determinar la cantidad de residuos transportados. Este dato se utiliza para facturar el servicio al organismo contratante. Los residuos son compactados en un silo aumentando así la capacidad de carga, después es cerrado y trasladado a un vagón de ferrocarril. Los oficiales de la ETQ confirmaron que llegan RAEEs pero las cantidades se consideran tan pequeñas que no se toman medidas al respecto

*Hidronor:* La empresa Hidronor tiene el único relleno de seguridad con autorización sanitaria para recibir RAEEs en Chile. La mayoría de residuos que se reciben son contaminantes de las minerías y residuos hospitalarios. Según la información entregada, se reciben todo tipo de RAEE desde el año 2002 aproximadamente. Los RAEEs entregados para la disposición final incluyen electrodomésticos, impresoras, tinta, toner,

---

<sup>11</sup> [www.reciclatodo.cl](http://www.reciclatodo.cl)

monitores de TRC, y tarjetas de circuito. Los clientes principales que disponen RAEEs son las empresas formales de reciclaje o empresas que mandan equipos de segunda generación para destruirlos. Actualmente el 1% del total de los residuos computacionales se elimina a través de Hidronor (Contreras (2009)). A los RAEE se les hacen un tratamiento llamado "Macroencapsulación" que es una transformación física del material. Estos se trituran y se encapsulan en una matriz sílicea. Finalmente son dispuestas en celdas de seguridad, que cuentan con varias capas geomembranas y una capa de arcilla para la impermeabilización del suelo. El costo del servicio de la disposición final es entre 400 a 600USD/kg por tonelada.

*Vertederos ilegales:* Según el Catastro de Vertederos Ilegales de Residuos Sólidos en la Región Metropolitana del SEREMI DE SALUD R.M. (2007), en la Región Metropolitana hay 63 vertederos ilegales. Estos se ubican mayoritariamente en las zonas periféricas de Santiago, cerca de zonas rurales. El depósito de desechos implica un cobro por parte del propietario. No fue examinado en este estudio si hay RAEEs en los vertederos ilegales.

**Tabla 3: Comparación de costos para la disposición final de PCs en rellenos de seguridad, rellenos sanitarios y vertederos ilegales**

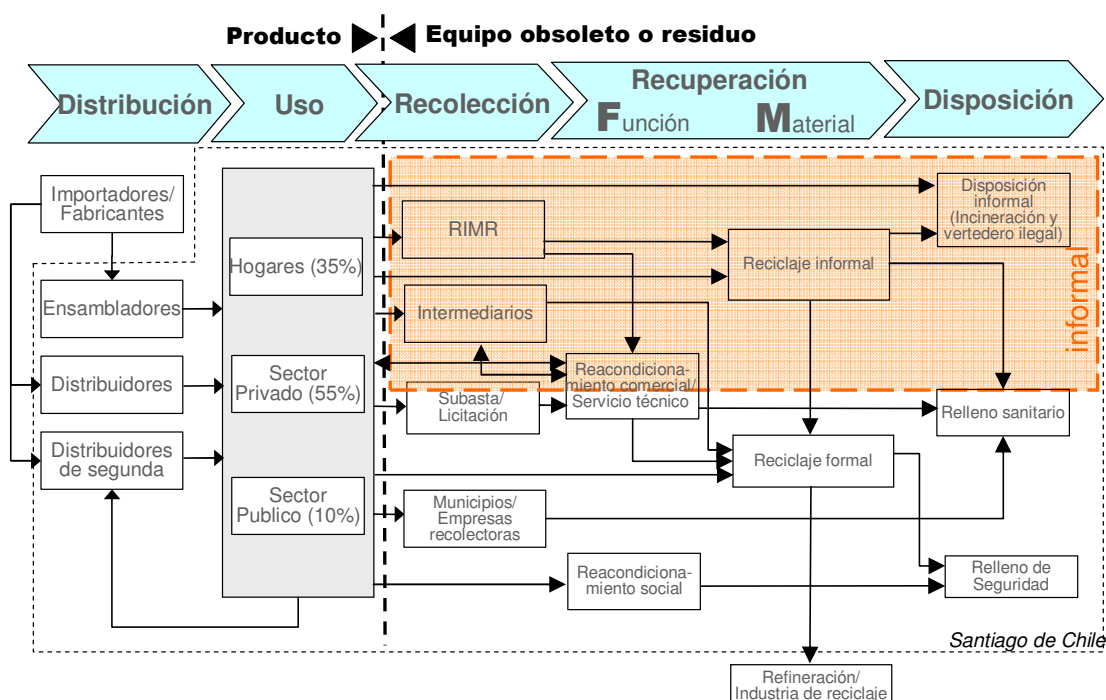
| Disposición final de PCs | Costos de la disposición final de RAEEs                                          |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Hidronor                 | 400-600USD/t                                                                     |
| K.D.M.                   | Privados: 27USD/t + 20 por transporte<br>Municipios: 14USD/t + 20 por transporte |
| Vertedero ilegales       | Sin información                                                                  |



## 4 Flujos y procesos de la gestión de residuos de PC

Después de la identificación de los actores principales es importante visualizar su articulación. En el siguiente gráfico se presenta la gestión de PCs y sus accesorios durante todo el ciclo de vida de un producto, comprendiendo la distribución, el uso, la recolección, la recuperación y la disposición final de este. Las cajas representan los procesos y las flechas los flujos. El marco naranja indica los procesos informales del sistema. En los puentes superiores se nombran las etapas del ciclo de vida en las que se realizan los procesos.

Por razones de simplicidad el gráfico solo incluye los flujos y los procesos más importantes. No se levantaron datos cuantitativos sobre los flujos indicados en la ilustración.



**Ilustración 2: Ilustración de los flujos y procesos de la gestión actual de residuos de PC en Santiago de Chile**

En Santiago hay cadenas de reciclaje únicamente manejadas por gestores formales por lo cual una fracción de los aparatos electrónicos en desuso está tratada con altos estándares. Sin embargo, grandes montos de RAEE llegan a un destino final incierto, y entran por otras vías a cadenas de valor que involucran al sector informal de alguna manera.

El proceso del reacondicionamiento comercial tiene una gran importancia en el sistema de gestión de RAEE, porque contribuye al alargamiento de la vida útil de los equipos, y reduce la cantidad de PCs que se depositan en los rellenos sanitarios. Se considera que este

proceso mantiene un considerable “stock” de RAEEs.

En la etapa de reciclaje, de acuerdo a los resultados de este estudio, los RIMR pueden ser considerados como el grupo más extenso de individuos que se están haciendo cargo de la recolección y el desmontaje de RAEEs en Santiago de Chile. Mientras el número de equipos computacionales tratados individualmente por recolector es marginal (de 10 a 100 equipos mensuales), el volumen total que ingresa a este proceso es considerable, debido al gran número de individuos.

El siguiente capítulo se dedica a analizar los aspectos económicos, sociales y medioambientales que implica el reciclaje informal de residuos electrónicos.

## **4.1 Análisis del reciclaje informal de RAEE**

El sector informal se constituye de una amplia gama de actores: Intermediarios, reacondicionadores, RIMR, o PYMES operando sin autorización. Entre ellos, los RIMR pueden ser considerados como el grupo con mayor riesgo de sufrir impactos negativos a largo plazo.

Los aspectos sociales, medioambientales y económicos del reciclaje informal de RAEE realizados por los RIMR se ilustran detalladamente en este capítulo.

### **4.1.1 Aspectos sociales**

Los RIMR conforman un grupo altamente heterogéneo. Entre ellos hay personas con un nivel de conocimiento escolar y profesional bajo que viven en extrema pobreza y exclusión social. Otros son propietarios de sus casas, tienen un mayor nivel educacional.

Los RIMR se sustentan en la venta de todo tipo de materiales reciclables. La inversión de tiempo es alta, ya que indican que trabajan todos los días de 8 a 14 horas diarias. Los ingresos son irregulares y dependen fuertemente del estado físico de las personas y varían entre 150'000CLP y 450'000CLP mensuales (de 270 a 800USD). A pesar de que sus ingresos superan los salarios mínimos, hay que considerar que no cuentan con pensión de retiro ni seguro social. Además, los RIMR entrevistados enfatizan que el desgaste físico por transportar materiales pesados con el triciclo y recorrer kilómetros incontables durante años es considerable. Además, las condiciones de trabajo son precarias e inestables. Para conseguir los materiales reciclables tienen que estar muchas veces en horarios nocturnos abriendo los tarros y revisando las bolsas para buscar estos los materiales. Esto significa que trabajan en pésimas condiciones y enfrentan diferentes riesgos, principalmente las mujeres y niños (Florisbela dos Santos et al (2006)).

La mayoría de RIMR trabaja de manera individual e independiente sin participar en ningún gremio. No obstante existen agrupaciones de RIMR consolidadas entre las cuales se encuentra el Movimiento Nacional de Recicladores en Chile (MNRCH)<sup>12</sup>, que surgió como resultado de la movilización de los propios RIMR y diversas ONGs, que han luchado para obtener el reconocimiento de la actividad de trabajar con residuos sólidos reciclables.

De acuerdo a los entrevistados, el trabajo en agrupaciones facilita la labor de los RIMR, y les ayuda a generar más ingresos. Por ejemplo, la comuna de Maipú, la comuna más poblada de Santiago (700'000 habitantes) y con una superficie de 135,5 km<sup>2</sup> la segunda comuna más grande de Santiago, cuenta con tres agrupaciones que se dividen el territorio comunal, las cuales son apoyadas por la Dirección de Aseo y Ornato de la Municipalidad de Maipú. Por medio de panfletos anuncian los días de cachureo en las diferentes zonas de la comuna, en los cuales se retira todo lo que la gente en la comuna desee entregar.



A la izquierda el presidente de la agrupación de RIMR "Los Fénix" de Maipú, Hector Lopez Sierra, con su triciclo. A la derecha el presidente de la agrupación "las Hormiguitas", José Aviles Caroca en el patio donde trabaja.

#### 4.1.2 Aspectos económicos

Los RIMR indican que la comercialización de los aparatos electrónicos y sus derivados aportan entre el 5% y máximo 10% de sus ingresos. Incluyendo en este cálculo los electrodomésticos alcanzan hasta el 25% de los ingresos.

Los insumos económicos que invierten los RIMR en su negocio son relativamente bajos. Hay diferentes grados de inversión ya que hay (pocos) RIMR que disponen de una camioneta para la recolección. Generalmente, se gasta en el mantenimiento del triciclo y herramientas simples. Como la mayoría trabaja en sus casas, no invierten en el alquiler adicional para un puesto de trabajo. Asimismo, la disposición final no implica costos. Lo que no es

<sup>12</sup> <http://movimientorecicladoreschile.blogspot.com/>

comerciable, por ejemplo el vidrio del monitor de TRC, plásticos de todo tipo, etc. generalmente se bota a la basura domiciliaria.

Se identificaron tres diferentes formas de comercialización de los PCs y accesorios que en la mayoría de casos se combinan.

### Comercialización Tipo 1

La comercialización tipo 1 describe la simple venta de partes completas en la feria libre. A menudo también se hace un trueque con otro tipo de residuos sólidos, papel por ejemplo. Dependiendo del estado del material se vende a un segundo usuario, generalmente son reparadores que lo utilizan para sacar ciertos compuestos reusables.



### Ilustración 3: Procesos vinculados a la comercialización tipo 1

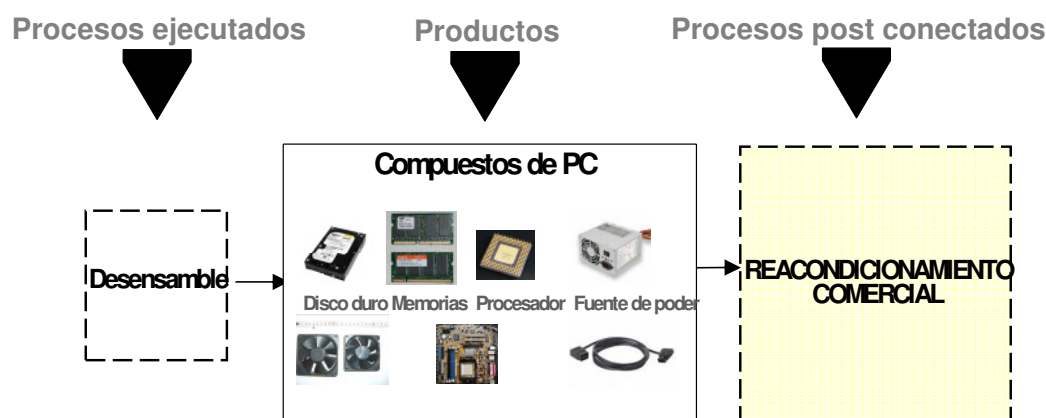
En lo siguiente la lista de precios por parte:

**Tabla 4: Precios de los equipos y periféricos reusables en la feria libre (en CLP y USD)**

|                  |                       |                 |
|------------------|-----------------------|-----------------|
| Teclados         | 200-1000 CLP/unidad   | 0.40- 1.85 USD  |
| Ratones          | 500 CLP/unidad        | 0.90 USD        |
| Monitores        | 3000-7000 CLP/unidad  | 5.55- 12.95 USD |
| CPUs             | 2000-7000 CLP/unidad  | 3.70-12.95 USD  |
| Pantallas planas | 3000-8000 CLP/unidad  | 5.55 – 15USD    |
| Celulares por    | 3000–15000 CLP/unidad | 5.55-27.75USD   |

## Comercialización Tipo 2

La comercialización tipo dos incluye un proceso de desmantelamiento, y la posterior venta de compuestos en las Ferias libres. Con la venta de compuestos contribuyen en primer lugar al reuso y el reacondicionamiento de equipos electrónicos.



### Ilustración 4: Procesos vinculados a la comercialización tipo 2

Algunos RIMR han adquirido conocimientos avanzados para estimar los precios de venta de las diferentes calidades y tipos de tarjetas de circuito, memorias o procesadores. Los valores por los compuestos son considerablemente superiores en el mercado del reuso, que los del mercado del reciclaje, ya que en mercado de reuso estos compuestos tienen valor de producto y en el mercado de reciclaje tiene valor de desecho. En la siguiente tabla se muestra la lista de precios por compuesto:

**Tabla 5: Precios de componentes reusables en las ferias libres (en CLP y USD)**

|                                 |                      |                |
|---------------------------------|----------------------|----------------|
| Placas madres                   | 500-5000 CLP/unidad  | 0.90-9 USD     |
| Tarjetas de sonido, audio, etc. | 1000 CLP/unidad      | 1.85 USD       |
| Memorias                        | 500-7000 CLP/unidad  | 0.90-12.95 USD |
| Discos duros                    | 2000-7000 CLP/unidad | 3.70-12.95 USD |
| Fuente de poder:                | 1500-2000 CLP/unidad | 2.70 – 3.70USD |
| Procesadores                    | 1000-2000 CLP/unidad | 1.85 -3.70USD  |

### Comercialización Tipo 3

La comercialización tipo tres incluye un proceso de desmantelamiento, clasificación en fracciones, y la posterior venta a intermediarios.



#### Ilustración 5: Procesos vinculados a la comercialización tipo 3

Algunos RIMR se especializan en la comercialización tipo 3, y desmontan todos los PCs que encuentran en fracciones, otros solo los desmontan en el caso que los dispositivos tengan algún defecto visible y por lo tanto no se puedan vender en la Feria. En la entrevistas se evidenció que los RIMR no tienen un conocimiento acabado sobre las posibilidades de comercialización de su trabajo. En estos procesos, no se evidencia un intercambio de material entre los RIMR y los recicladores de RAEEs formales o semi-formales. Ninguno de los RIMR entrevistados sabía que las tarjetas de circuito tienen un valor en el mercado de reciclaje. Si las tarjetas de circuito ya no valen, las venden junto con la lata o las regalan a reparadores.

**Tabla 6: Precios de las fracciones (en CLP y USD)**

|          |               |               |
|----------|---------------|---------------|
| Lata     | 25-30CLP/kg   | 0.05 USD      |
| Hierro   | 45CLP/kg      | 0.085 USD     |
| Aluminio | 350-400CLP/kg | 0.65-0.75 USD |
| Cobre    | 2200CLP/kg    | 4.05 USD      |
| Vidrio   | 18CLP/kg      | 0.03 USD      |
| Cable    | 500-700CLP/kg | 0.9- 1.3 USD  |

### 4.1.3 Aspectos ambientales

Generalmente los RIMR desconocen los riesgos asociados con la manipulación de los monitores TRC y no suelen usar accesorios de protección. Los impactos negativos en la salud y el medioambiente se distinguen entre los diferentes tipos de comercialización:

El desmontaje asociado con la comercialización tipo 1 y 2 presenta riesgos bajos. Sin embargo, debido a la falta de sitios de acopio la mayoría de los RIMR almacenan los materiales que recogen, en sus hogares, en los patios, corredores o dormitorios. Esto no es ideal, pero ya que no trabajan con grandes volumen no hay mayor riesgo. Para el desmontaje no se usan accesorios de protección adecuados, como guantes, mascarillas o gafas por lo que hay un peligro de heridas.

La comercialización tipo 3 si puede implicar riesgos para la salud y el medioambiente. Se observaron procesos peligrosos en los siguientes casos:

*Monitores TRC:* El monitor de tubo de rayos catódicos (TRC), representa un mayor problema medioambiental, por sus contenidos altos de metales pesados (Plomo, bario y estroncio). Los RIMR abren el monitor principalmente para sacar el cobre que este contiene (aproximadamente 350gramos por unidad). Algunos también comercializan el vidrio. El tubo consiste de diferentes tipos de vidrio. El vidrio frontal es libre de plomo, pero contiene bario y estroncio. El vidrio en la parte interior tiene óxido de plomo. Aparte de los metales pesados, el vidrio también contiene óxido de silicón, sodio, potasio aluminio y calcio. La pantalla esta cubierta de capas de fósforo que puede contener cadmio y otros metales. El plomo se considera relativamente inmóvil dentro del vidrio en la fase sólida. El descuartizamiento monitores TRC es sobre todo preocupante por el contacto de piel e inhalación de la capa que contiene fósforo y cadmio. Además la manipulación conlleva un alto peligro de heridas. Como el tubo tiene vacío y puede reventar, es importante igualar la presión con cuidado antes de quitar partes.

*Quema abierto de cables:* Según indican los RIMR, en la mayoría de casos, el cable se pela para separar el plástico del cobre y no se quema. Este hecho se debe al menor precio que se obtiene por los cables quemados. Una medida que fue tomada para controlar los abundantes robos de cables telefónicos que causaron pérdidas grandes de las compañías de telecomunicaciones. Como el cable quemado se asocia con el cable robado, este se desprecia en la venta. Sin embargo, debido al tiempo que se ahorra quemando, en muchos casos el cable se junta y se quema. La inhalación de las emisiones puede causar enfermedades respiratorias. La quema del PVC, el plástico que envuelve el cable, libera un gas (cloruro de hidrógeno) que al contacto con el agua en los pulmones se convierte en

ácido clorhídrico. Esto puede causar corrosión del tejido pulmonar y otras complicaciones respiratorias.

*Disposición final a través de la basura:* Los riesgos principales de la disposición de RAEEs en un *relleno sanitario* están relacionados con la liberación de lixiviados. Estos a menudo contienen metales pesados y otras sustancias tóxicas que contaminan suelos y aguas. En el contexto de los RAEE, el mercurio, el cadmio y el plomo están entre los lixiviados más tóxicos. El plomo por ejemplo puede lixiviar del vidrio de TRC. Cuando se botan plásticos con retardantes de llama, o cadmio estos pueden contaminar el suelo y las napas subterráneas. Los condensadores emiten PCBs (Policloruro de Bifenilo, un contaminante muy nocivo que se acumula en los tejidos adiposos). Además de lixiviación, pueden haber un proceso de vaporización; emisiones tóxicas al aire, tales como de mercurio que se encuentran en los tubos fluorescentes (en las pantallas LCD) e interruptores. Aparte de estos impactos tóxicos, la disposición final está asociada con la pérdida de recursos naturales, un impacto medioambiental de mayor importancia también.



## 5 Discusión

Una parte considerable de los residuos electrónicos se gestiona a través del sector informal, tanto por los servicios técnicos que devuelven el material al reuso, como por los gestores informales que ejecutan actividades de reciclaje informal. Las estimaciones de acuerdo al presente informe indican que los volúmenes gestionados por el sector informal pueden equivaler o también superar la capacidad actual del sector formal. De igual manera se observó que una cantidad significativa de RAEE termina en el relleno sanitario.

En los últimos años, se han formado empresas formales de reciclaje que ofrecen un servicio completo de disposición final de RAEEs y trabajan de manera segura para el medio ambiente. Su servicio se dirige únicamente a empresas ya que operan según el principio B2B (Business to Business). Las empresas formales de reciclaje cobran un monto considerable por sus servicios. Se registró un incremento del cobro por parte de los recicladores formales de RAEE en los últimos años. En el año 2006, los recicladores formales cobraban de 200 a 300 \$USD por tonelada de residuos computacionales (Steubing, B. 2007). Este año estos costos se mueven entre 450 a 850 \$USD/t, manifestando un incremento de 100 a 300% en tres años. Las empresas chilenas de reciclaje de RAEE cobran el doble que los recicladores europeos en promedio. Se puede presumir, que este precio se define por el alto costo del transporte y de recuperación de los metales de valor en las refinerías en el extranjero. Sin embargo, la comparación con Argentina también demuestra una diferencia considerable: Silkers S.A., la mayor empresa de reciclaje de RAEE de Argentina cobra solo 80 Dólares por tonelada de RAEE.

Entre otras razones, el incremento de precio de las empresas de reciclaje puede ser una reacción al aumento del costo de la disposición final de los residuos peligrosos en Hidronor que cobra entre 400 a 600 USD/t. Una comparación a nivel regional demuestra que Hidronor se encuentra entre las empresas más caras que ofrecen este servicio, junto con Argentina. En Colombia y Perú, Rellenos de Colombia S.A. y BEFESA Peru, cobran 187 y 270 USD/tonelada respectivamente.

En el año 2008, aproximadamente un 8% de los residuos computacionales se gestionaron entre Degraf y Recycla, y alrededor del 2% fueron reacondicionados por la Fundación Chilenter y el CDI (Contreras, 2009). En estos momentos, el sector formal gestiona aproximadamente un 10% de flujo total de residuos computacionales. Esto representa un aumento en comparación con el año 2006, cuando se reciclaba tan solo un 3% a través del sector formal (Steubing, 2007).

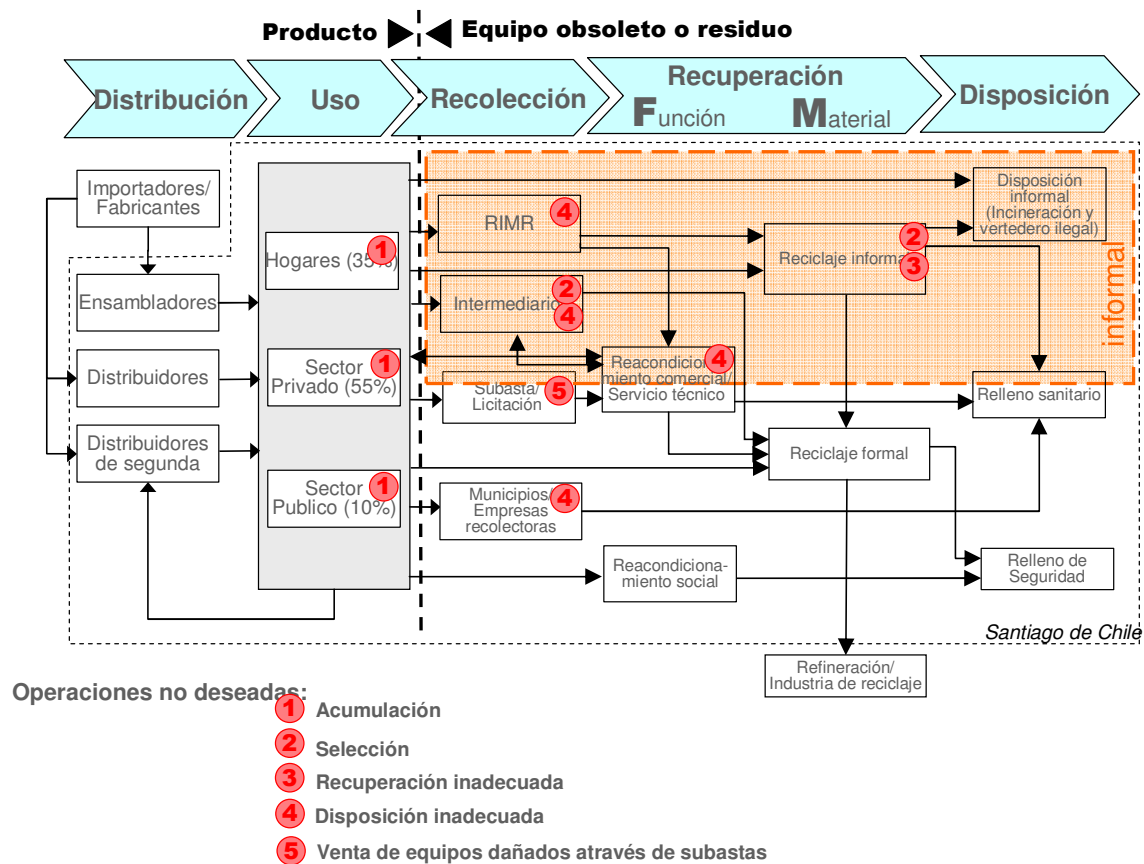
El sector informal no cobra por el servicio de retiro de RAEEs, y representa por ende una

opción más económica para el usuario final, ya que en el sistema actual el 100% de los costos de reciclaje son asignados al consumidor de TIC.

En este contexto, también se han observado enlaces entre el sector formal e informal. Hay una red de recolección formada por intermediarios que compran tarjetas de circuito a los servicios técnicos y los venden a gestores de residuos electrónicos que los exportan. Esto sugiere que la mayoría de las tarjetas reunidas por los diferentes actores de la cadena terminan tarde o temprano en manos de las empresas (mayormente formales). Ellos son los únicos que pueden asumir los costos de traslados a refinerías internacionales para la recuperación de las partes que contienen metales preciosos.

## 5.1 Operaciones no deseadas del sistema actual

En el sistema actual se manifiestan ciertas operaciones no deseadas debido a los impactos negativos asociados. Estas son llevadas a cabo por los distintos actores involucrados en las diversas etapas del proceso. La siguiente ilustración demuestra en cuales procesos ocurren estas operaciones en el diagrama de flujos y procesos.



**Ilustración 6: Las operaciones no deseadas en el sistema actual de residuos de PC en Santiago de Chile y su ubicación en el diagrama de flujos y procesos**

En lo siguiente, se analizan los problemas asociadas con las operaciones no deseadas:

1. *Acumulación:* Los residuos electrónicos se acumulan debido a la ausencia de Infraestructura de recolección y alternativas convenientes de entrega gratis.

2. *Selección:* En el sector informal solo se reciclan los componentes o compuestos que producen ganancia inmediata, en general el cobre. El resto es dispuesto inadecuadamente.

3. *Recuperación inadecuada:* La mayoría de procesos que ejecuta el sector informal representan actividades de bajo riesgo. Pero hay procedimientos riesgosos para la salud, ya que algunos procesos liberan ciertos compuestos en el medioambiente, y pueden ser ingeridos, inhalados o absorbidos por la piel. Además, hemos constatado que generalmente, que en el sector informal no se usan equipos de protección necesarios tales como guantes o gafas.

4. *Disposición inadecuada:* Se observó en muchas ocasiones que los generadores de RAEE tales como hogares, empresas prestadoras de aseo, municipios, servicios técnicos y el sector informal de reciclaje botan los equipos en desuso, a la basura domiciliaria.

5. *Venta de equipos dañados a través de subastas:* Las empresas usuarias de TIC a menudo se deshacen de sus equipos obsoletos a través de subastas. Los equipos obsoletos del sector público, deben ser licitados para una venta. En estos casos, parte de lo que se licita o dona como equipo usado es chatarra electrónica. En los procesos de comercialización, los vendedores entregan la responsabilidad de disposición final de RAEEs al comprador. Es evidente que los receptores del material no están dispuestos a pagar por la disposición adecuada. En este contexto, los residuos electrónicos entran al sector informal o se arrojan a la basura.

## **5.2 Lecciones aprendidas en vista del Modelo de Inclusión**

En los últimos años, los RIMR han encontrado un nicho productivo en el reciclaje de RAEEs. Los ingresos generados forman una parte importante del sustento de los RIMR. Sin embargo se detectó un potencial para mejorar sus ingresos generados por los RAEE. Además, se detectó que actualmente sus actividades no son sustentables en términos sociales (condiciones de trabajo) y medioambientales (procesos implican riesgos para la salud y el medioambiente). Mejorar estos aspectos será objetivo principal del Modelo de Inclusión.

Hay ciertos obstáculos que ponen inconvenientes al a inclusión de los RIMR en la gestión de residuos:

- *Falta de organización y articulación:* Los RIMR no representan un grupo homogéneo, y la mayoría de ellos trabaja de manera individual y son poco articulados.
- *Marginalización:* Por lo general los RIMR son marginalizados por la sociedad y a menudo no se reconoce su importancia en el sistema de reciclaje de residuos sólidos urbanos.

También hay que destacar que la inclusión de los RIMR en la gestión formal de RAEEs tiene aportes para toda la sociedad:

- La reducción de volumen de los residuos electrónicos en los rellenos sanitarios y los vertederos ilegales ahorra costos públicos;
- Con material que suministran al ciclo de reuso y al ciclo de reciclaje hacen un aporte considerable a la protección de recursos naturales.

Estos puntos nutrirán el próximo estudio dedicado a diseñar un Modelo de Inclusión del sector informal en la gestión de residuos. Un modelo que puede constituir un elemento importante en la reducción de pobreza y la minimización de impactos negativos asociados con el reciclaje informal de RAEEs.

## 6 Referencias

Boeni, H. Silva, U. Ott, D. (2008) E-Waste Recycling in Latin America: Overview, Challenges and Potential. Proceedings Article, Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology, Cancun, Mexico

Contreras, S. (2009) Diagnostico Producción, Importación y Distribución de Productos Electrónicos y Manejo de los Equipos fuera de Uso. Informe preparado por C y V Medioambiente por encargo de Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) y CONAMA, Chile

Florisbela dos Santos, A-L y Astorga, A. (2006): La Integración del Sector Informal en la Gestión de los Residuos Sólidos Urbano con un Enfoque al Sector de la Chatarra- Chile. Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ)

Rochat, D. y Schluep, M. (2007): Country e-Waste Assessment Methodology. EMPA, St. Gallen.

SEREMI DE SALUD R.M. (2007). Catastro de Vertederos Ilegales de Residuos Sólidos en la Región Metropolitana, no publicado

Steubing, B. (2007). Generación de residuos electrónicos en Chile. Tesis de Master, EPFL, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Plataforma RELAC y Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research (EMPA)

Uribe L.M, Wolfensberger. M y Ott, D. (2009) Manejo de los RAEE a través del sector informal en Medellín. Centro Nacional de Producción Más Limpia y EMPA

Wolfensberger, M. (2010). El Sector Informal en la Gestión de RAEE – Propuesta de un Modelo de Inclusión. Plataforma RELAC/IDRC/SUR and Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research (EMPA)