

Valorización de los residuos de aparatos y dispositivos del sector de informática y telecomunicaciones (RAD-IT) en Argentina

Antoine Lavoisier, con su idea de "*nada se pierde, nada se crea, todo se transforma*"; y Charles Darwin, con su visión científica de "*la evolución adaptada al medio*" han aportado dos de los principales conceptos para conformar un modelo sustentable para la gestión, valorización, reciclado y disposición final del creciente volumen de rezagos de la era digital.

Nos hallamos en una era de ruptura y cambio signada por, entre otros factores, dos nuevas fuerzas que están impactando sobre todos los paradigmas políticos, sociales y económicos: la *Ecología* y las *Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones (IT)*. Estas últimas, y los aparatos o dispositivos sobre las cuales se sustentan, tienen un ciclo de vida, y, al igual que un *organismo vivo*, interactúan, evolucionan y generan impactos, tanto positivos como negativos, en el entorno físico, económico y social.

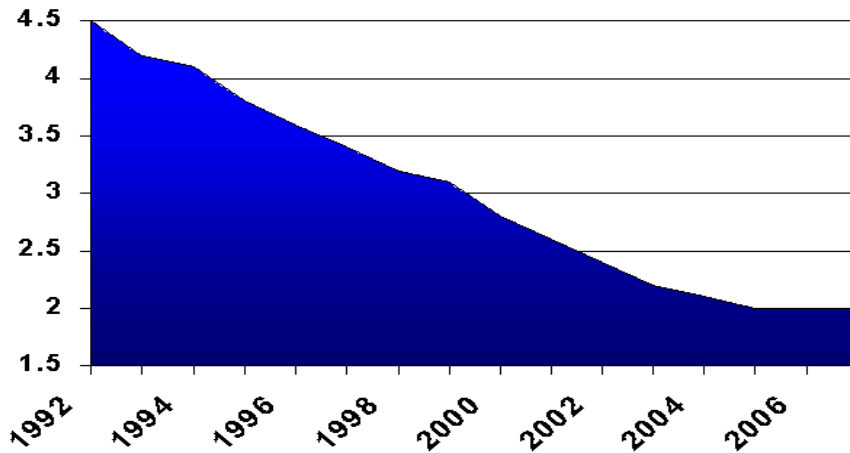
La Argentina, al igual que el resto de América latina, enfrentan un desafío fascinante de inclusión en era digital a la vez que se prepara y enfrenta los potenciales impactos ambientales de las nuevas tecnologías. Los países latinoamericanos podemos desarrollar ventajas competitivas y maximizar el aprovechamiento de este nuevo Ecosistema Humano-Digital a la vez minimizamos los impactos tanto en la manufactura como en la disposición final de los nuevos dispositivos tecnológicos. Las herramientas IT pueden ayudarnos, y mucho, a realizar un salto comparativo que nos permita superar nuestros subdesarrollos mentales, económicos, políticos, sociales y la degradación ambiental que nos amenaza.

La era Digital ya llegó, para algunos hace rato, y para los bolsones de pobreza latinoamericana está por llegar a través de la telefonía celular y otros nuevos dispositivos. En la Argentina, el mercado de las telecomunicaciones e informática (IT) factura en torno del 4,5 % del PBI, lo que representa cerca de 9.000 millones de dólares al año (datos Prince & Cooke, 2006). Tanto el parque de computadoras como el de impresoras, cuentan con un acumulado histórico de unas 8 millones de unidades vendidas y la telefonía celular ya sobrepasó los 30 millones de líneas esto es ya se vendieron 3 líneas de telefonía celular por cada 4 argentinos), a los que se le suman millones de unidades de periféricos como teclados, cargadores, fuentes, baterías, etc. (Datos Cámara Argentina de Máquinas de Oficina, CAMOCA, 2006).

Dado que el ciclo de vida de los productos e insumos de IT es cada vez más corto y modular, el crecimiento de la generación de rezagos o chatarra electrónica experimenta ventas a tasas exponenciales Como no todos los rezagos informáticos o de las *Telecomunicaciones (RAD-IT)* se descartan, de momento, el impacto ambiental de éstos desechos de la Era Digital, aún no es significativo. Pero veamos sus tiempos de obsolescencia:

| | |
|---------------------------|----------|
| PCs manufacturada en 1999 | 3,1 años |
| Tubo de rayos catódicos | 4-7 años |
| Impresoras | 3-5 años |
| Escáner | 3-5 años |

El proceso de evolución y especiación (concepto darwiniano, *que explica cómo la selección natural actúa sobre la variabilidad genética e induce a adaptaciones que motorizan la evolución y nuevas especies*) afecta en mayor o menor grado a los Aparatos y Dispositivos. A primera vista, un teléfono o una CPU parecen cambiar poco con el correr de los años. Pero su velocidad, capacidad, conectividad y funcionalidad experimentan saltos evolutivos espectaculares. Entre 1992 y el 2006, la vida útil promedio de una CPU se redujo en más de dos años, como lo demuestra el siguiente gráfico obtenido de la Electronic Product Recovery and Recycling Baseline Report.



Todo éste aceleramiento entre las ventas del mercado IT y la reducción en su ciclo de vida útil son dos fuerzas sinérgicas que impulsan la generación de Residuos de Aparatos y Dispositivos (RAD-IT). La capacidad de re-uso, acopio temporal, donaciones o usos de piezas con fines educativos está llegando al límite de su capacidad, y las grandes marcas ya han comenzado a pasar a RAD-IT crecientes volúmenes de unidades, sean triturándolas y enterrándolas o bien enviándolas a desmontaje, valorización y reciclado.

De acuerdo con la experiencia más reciente de gestión de la RAD-IT, en mercados ambientalmente subsidiados como la UE (cumpliendo normas como la Directiva RAEE de Europa y la Convención de Basilea), se pueden alcanzar objetivos de más del 95 % valorización de los residuos, a través de las siguientes alternativas:

- reuso o remanufactura económica (compra venta de piezas o partes) y/o social (remanufactura de unidades por ONGs u organizaciones públicas); donde se prolonga la vida útil de un aparato o dispositivo IT con su reventa o donación.

- reciclado o recupero de materias primas a través de la de-manufactura o desmontaje y valorización de componentes por insumos de interés (tipos de plásticos/vidrios/metales, circuitos impresos, circuitos integrados, cables, etc.); donde se vuelven a obtener commodities transables como plásticos (ABS, alto impacto, etc.), vidrios activados (vidrio al óxido de plomo o al óxido de bario), chatarra metálica (acero, latón, cobre, estaño, níquel etc.) y metales preciosos (oro, plata, platino, iridio, etc.)

- valorización energética, u obtención de electricidad o vapor a partir de la pirólisis con tratamiento de gases, de los plásticos. Estos conforman entre el 30 y el 60 % de los RAD-IT tiene un alto poder calorífico, siendo muy buenos combustibles; pero para autorizar su combustión se deben abatir los gases tóxicos que pueden emitir, de lo contrario, la tecnología no es sustentable

Sin embargo, debe considerarse el 5 % restante del conjunto de RAD-IT que deben ser gestionados como residuos peligrosos, lo cual genera un costo para el generador o poseedor, sean baterías, tonners, transformadores, acumuladores, dispositivos LED, panel de fósforo de los monitores, etc. Si estos componentes peligrosos ensucian o manchan a los RAD-IT, por una mala separación o mezcla, pueden hacer que todos los rezagos pasen a estar regulados como peligrosos. Por este motivo es fundamental una recolección selectiva y una de- manufactura especializada.

La Dualidad del RAD-IT: entre residuo peligroso y valioso insumo industrial

Los Aparatos o Dispositivos IT (AD-IT) tienen un ciclo de vida cada vez más corto, y además la tendencia es a usar materiales más alternativos o de menor costo (creo que es la 4 vez que se dice, dependiendo de cómo se arme lo anterior puede quedar o no). Tal como una ley natural, en promedio, a los 5 años para una PC, o a los 2 años, para un celular, estos aparatos y sus dispositivos, o partes primordiales de los mismos, cumplen su ciclo y son desechados. Por mejor adaptación que hubieran tenido en su momento (procesadores *486* o *Pentium* o memorias de 10 o 20 *Gigas*), enfrentan una atroz y voraz competencia. Luego de 5 o 6 años, estos aparatos pueden seguir siendo funcionales y cumplidores, como un reloj suizo, pero el ambiente ha cambiado... de la *prehistoria analógica* a la era digital, de la telefonía de Primera a la Tercera o Cuarta Generación. A rey muerto, rey puesto... en lugar de décadas, esto sucede en meses.

El conjunto o algunas de las piezas, como cables, carcasas, teclados o conexiones, pueden seguir subsistiendo en el nuevo ambiente, pero los factores que los habían hecho competitivos y "más aptos", ya no alcanzan, y es entonces, en lugar de su valor funcional se comercian por kilos o toneladas de chatarra. Y éste scrap vale por los gramos por tonelada de metales preciosos o los

kilos de cobre, níquel y estaño. También sucede que los aparatos o dispositivos logran prolongar sus existencia, gracias a usos secundarios (de la computadora del CEO, al jefe de marketing, a la planta de operaciones y de allí al depósito como repuesto) o gracias a los "up-grades" que les permiten seguir en carrera mediante su remanufactura o reacondicionamiento.

Pero cuando la chatarra IT no se transforma (por reuso o reciclado), van a morir a los basurales o rellenos sanitarios, en el mejor de los casos. La gestión de los RAD-IT en la UE involucró, en el 2006, un gasto de más de **800 millones de euros**. Una parte de ese gasto, retornó al mercado como recursos minerales (cobre, estaño, níquel, oro, paladio, iridio, etc.) para la producción de nuevos aparatos o dispositivos electrónicos u otros cientos de usos, como así también, mediante la reducción del gasto municipal de la gestión que los RAD-IT podrían provocar al contaminar rellenos sanitarios y, muy especialmente, el gasto en salud o morbilidad, por la contaminación difusa sobre fuentes de agua (subterráneas o superficiales), alimentos o el aire.

Un RAD-IT mal gestionado, tarde o temprano impacta en al ambiente, la fauna, flora, y se bio-acumula en los seres humanos. Todos los habitantes de la Era Digital con acceso a la compra y consumo de Aparatos Eléctricos y Electrónicos ya han acumulados varios dispositivos en desuso que pueden contaminar cientos de miles de litros de agua, suelos o la atmósfera. Por eso, el consumo responsable de los AD-IT nos incumbe a todos, y los grandes beneficios de las nuevas tecnologías no pueden conducirnos a un colapso ecológico, sino todo lo contrario, las IT deberían mejorar nuestra relación con lo demás seres humanos y el medio ambiente.

En la Argentina, la Ley Nacional N° 24.051 de Residuos Peligrosos, incorporó los lineamientos de la Convención de Basilea, y expresa, en el Artículo N° 2; - *"Será considerado peligroso, a los efectos de esta ley, todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general"*. La Convención de Basilea involucra los siguientes tipos de residuos:

- ❖ **Los llamados "desechos peligrosos"**
- ❖ **Los llamados "otros desechos"** que son residuos domiciliarios o las cenizas de los mismos luego de su incineración.

¿Cuándo estamos frente a "desechos peligrosos" en el marco del Convenio de Basilea?

| | |
|-------------------|---|
| ARTÍCULO 1 | Son "desechos peligrosos" |
| a) | LOS CONTENIDOS EN EL ANEXO I CON CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD DEL ANEXO III |

| | |
|----|---|
| b) | LOS CONTENIDOS DENTRO DE LA LISTA A) SALVO QUE SE DEMUESTRE QUE NO CONTIENEN NINGUNA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD DEL ANEXO III |
| c) | LOS QUE AÚN NO ESTANDO DENTRO DE LA LISTA A) SON DEFINIDOS POR LA LEGISLACIÓN INTERNA DEL ESTADO PARTE COMO PELIGROSOS |
| d) | LOS QUE SIENDO DE LA LISTA B) CONTIENEN CANTIDADES DE MATERIALES INCLUIDOS EN EL ANEXO I DE TAL ENTIDAD QUE LES CONFIERE CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD DEL ANEXO III (Criterio cuantitativo indeterminado) |

Por ende, para la normativa internacional de Desechos Peligrosos, lo relevante es el estado y las concentraciones o niveles de corrientes de contaminación presentes en la chatarra IT; y por impacto de ellos en la salud o el ambiente. En la bibliografía están bien descriptos los impactos de los metales pesados, los PCB, los compuestos bromados o fosforados, por ello acá nos limitaremos a citar dónde se encuentran y no a describir sus impactos sanitarios o ambientales.

Los Circuitos Impresos y Circuitos Integrados: que fueron asignados en el Anexo VIII de la Convención de Basilea, entrada A 1180, como *“Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de éstos¹ que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidos en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de las características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B1110)²”*

- La misma Convención excluye de su regulación a la entrada B1110 *“Montajes eléctricos y electrónicos. Estos es, montajes electrónicos que consistan sólo en metales o aleaciones. Desechos o chatarra de montajes eléctricos o electrónicos³ (incluidos los circuitos impresos) que no contengan componentes tales como acumuladores y otras baterías incluidas en la lista A, interruptores de mercurio, vidrio procedente de tubos de rayos catódicos u otros vidrios activados ni condensadores de PCB, o no estén contaminados con elementos del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) o de los que esos componentes se hayan extraído hasta el punto de que no muestren ninguna de las características enumeradas en el anexo III (véase el apartado correspondiente de la lista A A1180). Montajes eléctricos o electrónicos (incluidos los*

¹ En esta entrada no se incluyen restos de montajes de generación de energía eléctrica.

² El nivel de concentración de los bifenilos policlorados de 50 mg/kg o más.

³ Este apartado no incluye la chatarra resultante de la generación de energía eléctrica.

circuítos impresos, componentes electrónicos y cables) destinados a una reutilización directa⁴, y no al reciclado o a la eliminación final⁵

Además, los miles de sustancias, aleaciones, vidrios activados o plásticos descartados como residuos del uso o consumo de las TI pueden contener los siguientes tipos de corrientes de sustancias peligrosas (cada grupo definido con una Y):

- ❖ Y20 Berilio, compuestos de Berilio, consistentes sólo en metales o aleaciones
- ❖ Y21, Compuestos de Cromo Hexavalente,
- ❖ Y22 Cobre, compuestos de Cobre,
- ❖ Y24, Arsénico, compuestos de Arsénico,
- ❖ Y25 Selenio, compuesto de Selenio,
- ❖ Y27 Antimonio, compuestos de Antimonio,
- ❖ Y29 Mercurio, compuestos de Mercurio,
- ❖ Y31 Plomo, compuestos de Plomo.

Por ejemplo, más del 90% de las pilas recargables tienen cadmio (Y 26) y/o plomo (Y31). Las baterías de Níquel-Cadmio, que están asignadas en el Anexo VIII, entrada A 1170 como “*residuos de baterías en desuso*”. También se usa plomo en soldaduras de las plaquetas, en las lámparas y en tubos de rayos catódicos (CRT: cathode ray tubes), junto al fósforo.

También son peligrosos los cilindros o tambores de selenio (Y25); el mercurio (Y29) está presente en las pilas y sensores de posición, con una pequeña contribución por parte de los relés y tubos fluorescentes; así como pantallas de LCD; el cromo hexavalente (Y21) utilizado como inhibidor de corrosión en el sistema de refrigeración de los refrigeradores por absorción; el material óptico que contiene indio, galio, arseniuros y cadmio.

No todo lo que reluce es oro, pero...

En cierta manera, la chatarra IT puede ser vista como una mina o fuente de recursos. Si los expertos en informática o telecomunicaciones han inventado y desarrollado productos que tienen cantidades de cobre, estaño, níquel u oro, es sencillamente porque esos elementos confieren o aportan cualidades o especificaciones tecnológicas determinadas. Las tecnologías IT son el resultado de una perfecta combinación de conocimiento y manejo de propiedades matemáticas, físicas, diseño, economía, ergonomía, teoría de sistemas y la química.

⁴ Pueden considerarse como reutilización la reparación, la reconstrucción o el perfeccionamiento, pero no un nuevo montaje importante.

⁵ En algunos países estos materiales destinados a la reutilización directa no se consideran desechos.

A fin de cuenta, un RAD-TI obsoleto o dañado vale, lo que vale su química, o el conjunto de sustancias que lo compone, y por la eficiencia que se logre en el reciclado. Un cartonero o chatarrero puede saber o ver que una plaqueta de un audio o un mother tienen oro y plata; pero no cuentan con la escala y capacidad tecnológica para recuperar esos microgramos por kilo presentes en esos residuos, y volverlos a vender al mercado. La siguiente tabla indica la composición de una PC y un monitor de 14 pulgadas, pesando entre ambos 27 kg.

| Elemento | Contenido (% del peso total) | Peso en kilogramos (kilogramos) | Eficiencia actual de reciclado |
|-----------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Plásticos | 22,991 | 6.260,00 | 20% |
| Plomo | 6,299 | 1.724,00 | 5% |
| Aluminio | 14,172 | 3.856,00 | 80% |
| Germanio | 0,0016 | < 0,1 | 0% |
| Galio | 0,0013 | < 0,1 | 0% |
| Acero | 20,471 | 5.580,00 | 80% |
| Estaño | 1,008 | 0,272 | 70% |
| Cobre | 6,928 | 1.905,00 | 90% |
| Bario | 0,031 | < 0,1 | 0% |
| Níquel | 0,850 | 0,51 | 80% |
| Zinc | 2,204 | 1,32 | 60% |
| Tantalio | 0,016 | < 0,1 | 0% |
| Indio | 0,0016 | < 0,1 | 60% |
| Vanadio | 0,0002 | < 0,1 | 0% |
| Berilio | 0,0157 | < 0,1 | 0% |
| Oro | 0,0016 | < 0,1 | 99% |
| Europio | 0,0002 | < 0,1 | 0% |
| Titanio | 0,0157 | < 0,1 | 0% |
| Rutenio | 0,0016 | < 0,1 | 80% |

| | | | |
|-----------|---------|-------|-----|
| Cobalto | 0,0157 | < 0.1 | 85% |
| Paladio | 0,0003 | < 0.1 | 95% |
| Manganeso | 0,0315 | < 0.1 | 0% |
| Plata | 0.0189 | < 0.1 | 98% |
| Antimonio | 0.0094 | < 0.1 | 0% |
| Bismuto | 0.0063 | < 0.1 | 0% |
| Cromo | 0.0063 | < 0.1 | 0% |
| Cadmio | 0.0094 | < 0.1 | 0% |
| Selenio | 0.0016 | < 0.1 | 70% |
| Niobio | 0.0002 | < 0.1 | 0% |
| Mercurio | 0.0022 | < 0.1 | 0% |
| Arsénico | 0.0013 | < 0.1 | 0% |
| Silicio | 24.8803 | 15 | 0% |

Fuente: Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC). 1998. Electronics Industry Environmental Roadmap. Austin, TX: (MCC).

Ahora, considerando una eficiencia del 100 % y tomando el valor de mercado de la Bolsa de Metales de Londres (LME), para la fecha de redacción del presente artículo, se pueden destacar cuáles son aquellos metales que justifican el proceso de valorización. Si bien, el oro o el platino, cuentan con apenas unos gramos por tonelada, o partes por millón, su valor de mercado y la eficiencia en el reciclado de los mismos, hacen que la operación de recolección, transporte, clasificación, valorización, exportación a refinerías y reciclado tengan sentido.

| REZAGO (Metales según valor Londres) | Cada tonelada de e-scrap, tiene, en kilogramos | Precio U\$ /Tn | Valorización teórica por tonelada (1) |
|--------------------------------------|--|----------------|---------------------------------------|
| Aluminio | 29,14 | 2.250 | 65,56 |
| Cobre | 142,35 | 5.600 | 796,00 |
| Hierro (chatarra en | 80,39 | 200 | 160,80 |

| | | | |
|--|----------------------------------|-------------------------------------|----------|
| Argentina) | | | |
| Vidrio molido y usado en Argentina | 105,94 | 300 | 348,00 |
| Plástico ABS o alto impacto en Argentina | 596,00 | 450 | 268,20 |
| Oro | 0,38 (380 partes por millón ppm) | 20.000.000 (veinte millones) | 7.600,00 |
| Níquel | 11,24 | 32.500 | 365,30 |
| Plomo | 11,24 | 1.700 | 19,10 |
| Paladio | 0,15 (150 ppm) | 1.1950.000 | 1.792,00 |
| Estaño | 6,89 | 10.200 | 70,27 |
| Zinc | 6,41 | 4.350 | 27,88 |
| Cristales líquidos | 1,50 | | |
| Platino | 0,04 (40 ppm) | 38.200.000 (38 millones de dólares) | 1.527,75 |

Si bien estas cifras son impactantes, para muchas sociedades de América latina resulta más simple enterrar éstos residuos que impulsar complejos procesos de reciclado; mientras que en países como Japón, EEUU o Europa financian económicamente éstos procesos. ¿Entonces dónde está el problema que impide un salto cualitativo y la evolución hacia la continua transformación de Lavoisier? Se podría sintetizar en que:

- 1) La logística inversa, esto es, la recolección, transporte, acopio y acondicionamiento de los RAD-IT previo a su reciclado resulta sumamente compleja y onerosa, ya que se "mueve" una chatarra que vale menos del 5 % que el aparato nuevo. Además, para algunas piezas o sustancias requiere de costos transportes especiales de sustancias o residuos peligrosos.
- 2) El manejo de la fracción del 5 % de residuos peligrosos de los RAD-IT es muy costosa (U\$ 1.000 la tonelada), además de requerir procedimientos y procesos especiales.
- 3) La valorización de los monitores/TV es altamente compleja para cumplir con estándares ambientales y de seguridad e higiene laboral.

4) El costo de la exportación, movimiento transfronterizo y cobro por el refinado de metales en el exterior requiere de alta escala y recursos para pre-financiar la exportación.

5) El mercado de la chatarra metálica, vidrio y plásticos requiere de conocimiento y presencia en el sector para lograr precios internos que permitan hacer caja para costos fijos.

Recolección y gestión de los RAD-IT

Los **RAD-ITs** han merecido en gran parte del Derecho comparado un tratamiento específico a fin de lograr una gestión racional luego de terminada su vida útil. Surge de la lectura de diversa normativa internacional⁶ que la política común en materia de gestión de éste tipo de residuos se centra en la disminución de sustancias peligrosas en la etapa de diseño y fabricación y en el fomento de su reutilización, valorización y reciclado durante su vida útil y durante su etapa de descarte. Tal política pretende diferir y disminuir la eliminación y disposición final de éstos residuos.

Las políticas de fomento implementadas en otros ordenamientos en cuanto a la gestión post consumo – dada la generación universal o domiciliaria de éstos residuos - pretenden facilitar los canales de recolección, transporte, acopio, reciclado y disposición final de éstos residuos atendiendo principalmente a cuestiones pragmáticas que tipifican adecuadamente a ésta actividad, estableciendo porcentuales de reciclado y reutilización conforme al peso y distinguiendo categorías de residuos.

Sintéticamente podemos expresar que la legislación argentina adolece aún de un sistema de gestión para residuos provenientes de aparatos eléctricos y electrónicos, en general, y RAD-IT, en particular, pero lo que resulta más preocupante es que no se cuenta a la fecha con un sistema de gestión racional para casi la totalidad de residuos domésticos con características de peligrosidad tales como: Pilas y baterías, luminarias, telefonía celular, neumáticos en desuso, aceites usados, envases de biocidas, etc.

Sería recomendable en una primera etapa, la incorporación de instrumentos económicos dentro de la regulación, que favorezcan e incentiven este tipo de prácticas hasta llegar al estadio óptimo en que el sistema se consolide. La aplicación dogmática de normativa nacional o provincial vigentes, relativas a residuos peligrosos o tóxicos, podría no ajustarse al dinamismo que requiere una gestión para éste tipo de residuos – los cuales no fueron previstos por las mismas - y que podrían encuadrarse en un esquema que permita cumplir con los objetivos últimos de estas leyes sin desnaturalizarlas en absoluto.

La firma Silkers SA y la consultora e-Scrap vienen trabajando con las Autoridades Ambientales Argentinas para dar herramientas sólidas para la implementación de un sistema que contemple la gestión y valorización de la etapa post consumo conforme a nuestra realidad - normativa y de

⁶ Citar normativa brasilera, norteamericana y europea.

implementación - que, consideramos, podrá constituirse en aporte valioso para las autoridades administrativas encargadas de la tutela ambiental, evitando así que una inadecuada disposición de los mismos genere los riesgos de transferencia al ambiente y a la salud de sustancias peligrosas que se dan hoy en día.

Considerar al Aparato o Dispositivo Informático y de Telecomunicaciones usado como un residuo especial o peligroso impediría su recolección selectiva porque en el país cada ciudadano pasaría a convertirse en un generador de residuos peligrosos (pasando a tener que controlar las Autoridades de Aplicación a decenas de millones de generadores, lo cual sería imposible de concretar).

En tal sentido, resulta imperioso determinar el momento, proceso o estado de los RAD-IT a partir del cual deben ser gestionados como Residuos Peligrosos. Siguiendo la más reciente normativa de la UE, los EE.UU. y del MERCOSUR, los RAD-IT serán residuos peligrosos a partir de su desmontaje y el desensamblaje de sus piezas, separando todos aquellos componentes o piezas que son asimilables a residuos domésticos de las corrientes o constituyentes peligrosos, y enumerados con gran precisión en los Anexo I, VIII y IX de la Convención de Basilea.

Recolección y transporte de los aparatos eléctricos y electrónicos

La llamada responsabilidad post consumo aplicada a determinados residuos (en éste caso RAD-ITs) promueve o exige – según el ordenamiento que se analice – la realización de determinadas conductas a distintos sujetos involucrados en su gestión (fabricante, usuario, Municipio, Organismos Ambientales, sector privado afectado al tratamiento o valorización del residuo) de tal forma de obtener efectivos resultados en la gestión de los mismos. La elección de procesos voluntarios u obligatorios estará condicionada, en gran medida, al criterio que más se adecue a la idiosincrasia, concientización o factibilidad de cumplimiento que cada sociedad considere para sí como más conveniente.

La etapa de la recolección / entrega del aparato eléctrico y electrónico a un **Operador** se constituye como el primer paso para una adecuada gestión del residuo. En ella intervienen necesariamente el “**generador doméstico o domiciliario**” (individuos o empresas) y quien resulte receptor ya sea mediante una recolección puerta a puerta y diferenciada o mediante la afectación de sitios receptores para éste tipo de residuos. En muchos casos resultan ser los Municipios quienes asumen la tarea de recolección o afectación de un lugar para la recepción de éstos residuos que deben gestionarse. Las modalidades aplicadas son muy variadas y, en general, requieren de una interacción entre el sector público y privado.

El sistema europeo es más proclive a la recolección puerta a puerta y fomenta figuras asociativas del sector privado para que realicen ésta tarea. En cambio, el sistema estadounidense – que registra, asimismo, diferencias según el estado de que se trate – fomenta la responsabilidad del

usuario afectando días y lugares para la entrega de éstos residuos⁷ y el financiamiento del costo del reciclado y del tratamiento recibe, según la regulación de cada estado, mayor o menor flujo público.

En nuestro medio local, la disposición de la basura domiciliaria se financia mediante tasas municipales y los residuos universales con características de peligrosidad no tienen normativa específica. Debe mencionarse, que algunas jurisdicciones estipulan un día para la recolección de electrodomésticos fuera de uso, los cuales son recogidos de la vía pública aún sin contar con una gestión diferenciada que permita su reciclado o valorización como previo a su disposición.

La recolección diferenciada para su valorización se impone como impostergable en nuestro medio e, independientemente de la modalidad que se adopte para el financiamiento de la recolección y transporte de los aparatos eléctricos y electrónicos, la disposición de los mismos no debe tener el mismo destino que aquellos residuos sin características de peligrosidad.

Tanto los Estados Unidos como Europa han distinguido claramente que estos residuos no pueden ser gestionados como los domiciliarios sin peligrosidad pero tampoco puede asimilárselos a los residuos peligrosos de origen industrial. La etapa de recolección y entrega de aparatos eléctricos y electrónicos fuera de uso se realiza en Estados Unidos sin ningún recaudo más que la diligencia del usuario individual que transporta a su coste - mediante automóvil particular o contratado - el aparato a centros de acopio en donde se seleccionan y caracterizan para su posterior desguace, reciclado o disposición. Por tanto el transporte en ésta etapa no requiere de recaudo alguno para el usuario. Más aún, la legislación norteamericana sólo exige inscripción a los generadores de más de 100 kilogramos de residuos peligrosos por mes, quedando aquellos que generan menos, exceptuados de regulación. Distingue así, entre pequeños y grandes generadores y aquellos que se encuentran exceptuados.

La *Environmental Protection Agency* (en adelante EPA) permite que, bajo figuras asociativas, los diferentes estados y Municipios deleguen en empresas privadas la gestión de éstos residuos considerando la generación (para el cómputo de los 100 kg. mencionados) al momento del desguace y clasificación de los mismos. Sólo exigen a éstos prestadores de servicio que el acopio no supere los 1000 kilogramos de residuos peligrosos en ningún momento. Entiende la EPA que la generación del residuo peligroso se produce a partir de la identificación que realiza el acopiador de residuos peligrosos o prestatario del servicio⁸.

En Europa existen diferentes modalidades de asignación de responsabilidades pero quienes hacen la recolección y transporte de éstos aparatos en desuso no son obligados a cumplir con la normativa de residuos peligrosos o industriales para ésta etapa del proceso.

⁷ Para mayor información sobre las modalidades de ésta recolección, ver la página electrónica www.eqonline.com

⁸ Ver para más detalle la página www.epa.gov/epaoswer/osw/gen_trans/

Almacenamiento temporario

Tanto las acciones destinadas a la eliminación como a la recuperación de residuos conllevan mayoritariamente de un acopio o almacenamiento de los mismos por un tiempo determinado. La ley N° 24.051 a través de su normativa complementaria entiende a éste almacenamiento como una “operación”, pasible de ser inscripta como integrante del Anexo I del Decreto N° 831/93, siempre que se trate de un almacenamiento previo a cualquier operación de disposición final (incineración, disposición en un relleno de seguridad, tratamiento físico-químico y disposición en relleno sanitario).

Si bien la actividad de almacenamiento resulta sustancialmente diferente a las operaciones de tratamiento y disposición final previstas por la Ley nacional, igualmente le caben las obligaciones tales como la de *"inscribirse por ante el Registro Nacional de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos en carácter de "Operador por Almacenamiento"* y llevar un registro de operaciones específicas al almacenamiento del residuo peligroso conforme solicite la Autoridad de Aplicación. Tener un plan de contingencias e informar a la autoridad de aplicación cualquier cambio sustancial en dicha actividad con relevancia ambiental. Adecuarse a las condiciones de almacenamiento respecto de cantidades por tiempo determinado que exija la Autoridad de Aplicación.

Debe destacarse que la figura mencionada se solicita, mayoritariamente, cuando la actividad exclusiva resulta ser el almacenamiento de residuos o cuando se opera un centro de despacho que requiere almacenamiento temporario. Cuando quien realiza el almacenamiento resulta, además, tratador o reciclador de esas corrientes residuales en el mismo predio, la figura de “operador por almacenamiento” queda subsumida bajo la figura del “operador” y los requerimientos técnicos de la autoridad de aplicación se ordenan a fiscalizar las dos actividades.

Desmontaje, desensamblaje y valorización de piezas y materiales

La operatoria de desmontaje, desensamblaje y clasificación de materiales para su valorización, reciclado o eliminación requiere una caracterización efectiva a fin de determinar cual es el alcance de la “operación” bajo el marco regulatorio vigente. Resulta importante destacar que la mayoría de las piezas de los RAD-IT (circuitos impresos, conectores, discos duros, etc.) no sufren transformación alguna ni física ni química al momento de culminar su ciclo de vida útil (salvo pilas, baterías o cartuchos), siendo prácticamente idénticos en composición y funciones a las piezas originales. La mayoría de las piezas que devienen en RAD-IT, y que son desechados por los ciudadanos, gobiernos o empresas son descartados por obsoletas o por recambio tecnológico, aún cuando son funcionales.

La operatoria de Silkers SA y e-Scrap consiste en el desmontaje y desensamblaje manual de los aparatos eléctricos y electrónicos, la clasificación de los mismos y la gestión ambientalmente

adecuada de aquellos materiales con destino a reciclado, refinado de metales presentes en el RAD-IT y con destino a eliminación. Resulta en el proceso inverso del montaje o ensamblaje (también denominado "demanufactura") de piezas cuya mayoría no fueran manufacturadas en el país (circuitos impresos, circuitos integrados, transistores, capacitores, conectores, etc.), salvo estructuras externas de gabinetes y algunas piezas.

En ningún caso se realizan operaciones que transformen o modifiquen la composición de los residuos ingresados limitándose la operación a un despiece o desmontaje manual que podría asimilarse a las tareas de "manipulación" en los términos de la Ley N° 24.051. Luego de clasificados los materiales se procede a la valorización de los mismos, agrupándolos por constituyentes o presencia de metales base.

A partir de la valorización de los RAD-IT y en función de la demanda del mercado se procede a la comercialización a los siguientes operadores locales o mundiales:

1) Empresas de Refinado o Reciclado de Metales: Estos operadores compran plaquetas, circuitos integrados, memorias, chip-sets, conectores, contactos, etc; o demás piezas que puedan contener metales tales como cobre de alto grado, estaño, níquel, oro, plata, platino, germanio, paladio, etc. Estos refinadores recuperan metales de medio a alto valor económico a partir de la combustión pirolítica y refinado de metales (sistema de arco plasma para residuos electrónicos o industriales – con temperatura superiores a 3000 °C) cuya tecnología no se aplica en Argentina para el tratamiento de residuos.

2) Recicladores de Plásticos, Vidrio y Fundiciones de Metales: Estas empresas compran por tonelada o kilos, fardos de plásticos (ABS, Alto Impacto, Polietileno, etc.), cables de cobre y PVC; vidrios de monitores limpios de fósforo, fardos de acero, latón, aluminio, etc. de la estructuras de servidores, centrales telefónicas, carcasas de CPUs o monitores, etc.

En todo caso, el circuito de Operación dentro del Marco de Residuos Peligrosos y conformación del Manifiesto - en los términos de la Ley N° 24.051 - comienza luego del desmontaje, separación, clasificación e identificación de las corrientes peligrosas, cuyo destino deberá determinarse a los fines de fiscalizar la trazabilidad del mismo, sea dentro del país o su exportación a terceros países para su refinado o reciclado.

Gestión de los residuos peligrosos de los RAD-IT

En la cadena de responsabilidad que alcanza a los bienes post consumo generados de manera universal y con características de peligrosidad, la determinación del generador de residuos peligrosos reviste trascendencia jurídica por ser éste quien adquiere la titularidad del residuo e inicia el circuito de cuya trazabilidad es responsable con el alcance reglado por la Ley N° 24.051⁹

⁹ **Artículo 48.** - La responsabilidad del generador por los daños ocasionados por los residuos peligrosos no desaparece por la transformación, especificación, desarrollo, evolución o tratamiento de éstos, a excepción de

Debemos decir que el esquema de responsabilidad previsto para el generador de residuos peligrosos resultaría absurdo e inoperante si se pretendiera extenderlo a los generadores / usuarios de éste tipo de residuos. Es por ello que se admite para esta clase de residuos de generación universal un régimen mediante programas especiales, diferentes al domiciliario y diferente al peligroso¹⁰.

Hasta tanto contemos con una regulación específica que defina la gestión integral aplicable a estos residuos, parece jurídicamente razonable entender que el generador del residuo peligroso es aquel que identifica al mismo luego de clasificarlo y separarlo de otros residuos que no lo son. Ello permitiría concentrar en una persona física o jurídica una gestión cuya responsabilidad no podría nunca asignarse a un usuario o generador universal a partir de aparatos eléctricos y electrónicos.

Es probable que en un futuro cercano la gestión de éstos residuos se mantenga al margen de la regulación de residuos peligrosos en toda su integralidad pero en la actualidad la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable ha considerado que alguno de éstos residuos son alcanzados por la Ley N° 24.051 y ha exigido el cumplimiento de la ley nacional como requisito previo a su exportación. Aún en esos casos se consideró al exportador como el generador de los residuos a exportar. Resulta, en éste estadio, es relevante identificar los residuos que se generan a partir del desmontaje, separación y/o despiece aparatos eléctricos y electrónicos; determinando qué corrientes deben ser gestionados como residuos peligrosos y cuáles como residuos, cuando se consideran procesos de valorización, reciclaje, refinado de metales o reuso en proceso de remanufactura o "*refurbishing*" de equipos o aparatos.

Para analizar esto, vamos a analizar uno de los dos operadores de RAD-IT de la Argentina, que interviene al final de la primera (desechado por el consumidor empresario, gubernamental o privado), segunda (desechado por una fundación de reuso social) o tercera (desechado por un remanufacturador) vida útil de los aparatos. Es decir, cuando la opción es ir al relleno sanitario, el basural clandestino o es "canibalizado" en la calle sin ningún tipo de protección por cartoneros o chatarreros, en un proceso sumamente ineficiente y contaminante. Por lo expuesto hasta hora, hemos visto que, como indica Lavoiser, todo se transforma... pero esa transformación en nueva materia prima deben cumplir ciertas reglas ambientales y de seguridad laboral.

Caso Argentino: Silkers SA

aquellos daños causados por la mayor peligrosidad que un determinado residuo adquiere como consecuencia de un tratamiento defectuoso realizado en la planta de tratamiento o disposición final

¹⁰ Estos residuos han sido contemplados en la Ley N° 25.916 de Gestión Integral de Residuos Domiciliarios, ley de presupuestos mínimos, que en su artículo 35, indica la necesidad de establecer "programas especiales de gestión" para los mismos.

Silkers SA ofrece al mercado argentino los servicios de gestión de retiro, transporte dentro del país, acopio, clasificación, desmontaje o desensamblaje de piezas, inutilización del rezago (triturado o molido de piezas sensibles) y acondicionamiento para la venta de plásticos, metales ferrosos, metales no ferrosos, circuitos impresos y misceláneas (cables, conectores, motores, etc.), ya sea en el mercado interno a recicladores (metalurgias, vidrieros, etc.) o su exportación a refinerías de gran escala operativa. En todos los casos se maximiza la selección de materiales para su reciclado y valorización, minimizando las cantidades a enviar a disposición final (rellenos de seguridad o incineración).

En función de la calidad y tipo de RAEE, se procede a separar, clasificar y valorizar los componentes, para volverlos al ciclo comercial como insumos de nuevos procesos. Silkers no transforma químicamente los residuos, a **lo sumo los clasifica, separa, agrupa, compacta o tritura los plásticos**. No trabaja **con proceso térmicos**, y trabaja en seco, sin generar efluentes gaseosos o líquidos. La empresa busca el máximo reciclado de sus componentes, ya sean plásticos **como de metales ferrosos, no ferrosos o preciosos**, provenientes de:

- ❖ Equipos de telefonía celular sin baterías.
- ❖ Centrales telefónicas o equipos de telecomunicaciones.
- ❖ Scrap electrónico en general de telefonía celular o comunicaciones.
- ❖ Computadoras, Monitores, Impresoras, partes de máquinas, circuitos, etc.
- ❖ Máquinas y/o Impresoras cuyo peso puede superar los 400 Kg y su tamaño es de variadas formas y medidas.
- ❖ Circuitos impresos e integrados de todo tipo de generación.

Antes de la Operación de retiro, Silkers SA firma acuerdo con los Generadores para la la Gestión de los RAEE en cumplimiento con la Normativa Ambiental vigente. Dicho presupuesto tiene una componente surgida de la valorización de las piezas a reciclar o recuperar sus metales (un valor a favor del generador); así como una componente referida al costo de gestión de los residuos (incluye el costo de la carga, transporte, tasas ambientales de disposición final, mano de obra, destrucción de información sensible en soporte de datos, etc.). Por lo general, la empresa retira los RAD-IT sin costos para el generador. Silkers SA asume todos los costos y tarifas ambientales y paga por rezagos IT entre U\$ 0 y U\$ 200 la tonelada, en función de la calidad y valorización potencial de dichos residuos. No retira pilas, baterías, toners u otros componentes RAD-IT contaminados. En el caso de gestión de Tubos de Rayos Catódicos (CRT) de monitores o TV cobra en caso de destrucción entre U\$ 2 y U\$ 3 por unidad.

Silkers SA coordina con el cliente el retiro de los RAEE, empleando para ello medios propios (personal, transporte y otros recursos), de acuerdo con resolución de la Secretaría de Ambiente de

la Nación de considerar como residuos universales los Aparatos Eléctricos o Electrónicos. El personal de Silkers ingresará a las plantas de acopio transitorio de los clientes, en fechas, horarios y bajo normas de seguridad que determine el cliente, incluyendo los seguros de ART y del transportista.

En caso de encontrarse entre los RAEE material contaminado por residuos peligrosos, y tomar la decisión Silkers SA retirarlo para su reciclaje, se transportarán mediante un transportista de Residuos Peligrosos debidamente habilitado por la Autoridad de Aplicación. Dicho servicio se cotiza aparte. Los residuos retirados en la locación del cliente son transportados a la planta de Silkers SA en el Parque Industrial de Quilmes, en vehículos técnicamente adecuados al efecto, y habilitados por la autoridad de aplicación de la jurisdicción correspondiente.

El transporte de los residuos se realiza mediante un manifiesto de transporte por cada viaje realizado (remito), el cual deberá ser emitido por el proveedor. En caso de operar sobre material contaminado o peligroso, se trabajará con Transportistas inscriptos en Registro de Operadores de Residuos Peligrosos.

Una vez ingresado a la Planta del Parque Industrial de Quilmes, en el área metropolitana sur de Buenos Aires, se procede a:

- ❖ Determinar el Peso bruto total recibido;
- ❖ Separación por tipo de equipos
- ❖ Desmontaje o desensamblado de carcasas, cables, partes, piezas o ensambles
- ❖ Destrucción, molienda o inutilización de piezas que sean requerido por el cliente
- ❖ Separación y acopio de materiales según su destino de reciclaje o recupero de metales
- ❖ Pesaje de metales ferrosos y/o no ferrosos destinados al reciclaje en el país
- ❖ Pesaje, acondicionamiento y venta de plásticos y/o productos de cartón
- ❖ Pesaje, acondicionamiento y venta de pantallas, pantallas de panel plano y delgado, monitores y CRTs procesados para convertir en materiales reutilizables durante el mes.
- ❖ Pesaje, acondicionamiento y exportación de tarjetas impresas y de circuitos integrados para su refinado y recupero de metales base y metales preciosos
- ❖ Separación del material considerado peligroso o especial enviada a los rellenos de seguridad de un Operador Registrado y Habilitado.

El acopio del material seleccionado se hace en bolsones o cajas con scrap electrónico que se mantienen en palletes y en forma segura para evitar incendios o emisión de sustancias contaminantes. Una vez palletizado, con una zorra para mover pallets hidráulica, se procede a la carga de la mercadería a un contenedor. A partir de ese momento se arma un Manifiesto de

Generación y Operación de residuos peligrosos. Funcionarios de la Aduana Argentina y la Sec. de Ambiente verifican la carga del los RDA-IT que será exportados para su refinado a Europa; y certifican con un Board of Landing ante la Aduana y se la que lo despacha a la firma Arc Metal AB.

En Suecia, se recibe el material en un contenedor. Previo a su tratamiento en horno de arco plasma y refinado, se lo acondiciona:

- Tratamiento de ácido sulfúrico para licuar las resinas epoxi y etiquetas.
- Tratamiento en horno de arco plasma a más de 3.000 °C con captura de gases y destrucción de moléculas contaminantes.
- Refinado de metales: con obtención de cobre de alto grado, oro, platino, paladio, etc.

Tratamiento en arco plasma y refinado de los RAD-IT

Las técnicas de Tratamiento de Residuos por Pirólisis de arco de plasma consisten en una combustión directa, es decir, la pirólisis (a veces denominada termólisis). Cuando en una incineradora se reduce el nivel de oxígeno por debajo del óptimo para la combustión, se dice que la planta funciona “con aire controlado” o en “modo pirolítico”.

La pirólisis se define como la degradación térmica de una sustancia en ausencia de oxígeno o con una cantidad limitada del mismo. Sin embargo, en el caso de los residuos electrónicos, una completa ausencia de oxígeno es inalcanzable. Como resultado, se producirá durante la pirólisis cierta oxidación y se formarán, por tanto, dioxinas y otros productos relacionados con una combustión incompleta. La pirólisis se lleva a cabo habitualmente a temperaturas de entre 400 °C y 800 °C.

A estas temperaturas los residuos se transforman en gases, líquidos y cenizas sólidas denominadas “coque” de pirólisis. Las proporciones relativas de los elementos producidos dependen de la composición de los residuos, de la temperatura y del tiempo que ésta se aplique.

Una corta exposición a altas temperaturas recibe el nombre de pirólisis rápida, y maximiza el producto líquido. Si se aplican temperaturas más bajas durante períodos de tiempo más largos, predominarán las cenizas sólidas.. De especial interés resulta el hecho de que muchos de los diseños actuales de incineradoras de residuos hospitalarios funcionan mediante un proceso de dos fases: una cámara pirolítica seguida de una cámara de postcombustión.

El Tratamiento de Scrap por una Pirólisis con Tecnología de Plasma es una tecnología dedicada de destrucción de los residuos, que asocia a las altas temperaturas generadas por el plasma con a pirólisis de los residuos peligrosos. Variantes del proceso están siendo estudiadas hace más de 15 años. El proceso de pirólisis puede ser genéricamente definido como una descomposición química por calor en ausencia de oxígeno.

Los procesos pirolíticos son endotérmicos, al contrario del proceso de gasificación o de la incineración, con lo cual es importante proveer de calor externamente al sistema para que la reacción de la pirólisis pueda ocurrir. Cuando un gas es calentado a temperaturas elevadas ocurren cambios significativos en sus propiedades. Cuando se calienta a 2.000 °C, las moléculas del gas comienzan a disociarse en su estado atómico. A 3 000 °C, los átomos son ionizados por la pérdida de los electrones. Este gas en estado ionizado es llamado de plasma.

El plasma es una forma especial de material gaseoso que conduce electricidad. Es conocido como “el cuarto estado de la materia” (sólido, líquido, gaseoso y plasma). En el estado de plasma el gas puede alcanzar temperaturas extremadamente elevadas que pueden variar entre 5 000 a 50 000 °C de acuerdo con las condiciones de generación. El plasma es generado por la formación de un arco eléctrico, a través de un pasaje de corriente entre un cátodo y un ánodo, y con la inyección de un gas que es ionizado y puede ser proyectado sobre los residuos a tratar. El gas en un estado de plasma presenta una buena conductividad eléctrica y una alta viscosidad cuando es comparado con un gas en estado normal.

La empresa *Arc Metal AB*, donde *Silkers SA* manda sus *plaquetas seleccionadas*, utiliza un sistema - Pyroarc - que consiste en dos etapas distintas de tratamiento. Los residuos sólidos son introducidos en una primera cámara para gasificar los plásticos a un gas parcialmente oxidado y funde la parte inorgánica de metales. Este gas y metales en estado líquido generados, son luego pasados a un segundo reactor de plasma. Finalmente, la colada de metales es sometida a un proceso de refinamiento para obtener lingotes puros de metales tales como oro, plata, platino, paladio y cobre de alto grado, que vuelve al mercado mundial de los metales.

Hacia un mercado Latinoamericano de e-Scrap

El gran problema que hoy enfrenta Latinoamérica es conformar una logística de muy bajo costo para la recolección de los RDA-IT, considerando una generación universal por ciudadanos, gobiernos y empresas, así como la venta del material valorizado sean plásticos, vidrios, metales ferrosos y no ferrosos, cables, conectores o las plaquetas (circuitos impresos o integrados), con una mayor escala que permitan incrementar su valor en el mercado internacional, a la vez que se cumplen procedimientos seguros y ambientalmente sustentables.

Para agilizar éste procedimiento, se propone la creación de una Bolsa Virtual que logre vincular la oferta y con la demanda los RDA-IT y de todos los servicios relacionados con la gestión de los mismos. El fin del Mercado Electrónico de RDA-IT sería el de constituirse en un mercado físico y virtual que favorezca el intercambio y comercialización de todos los aparatos o dispositivos usados, obsoletos provenientes de empresas privadas o públicas, entes de gobierno municipal o provincial, y/o particulares, al final de su ciclo de vida útil.

La Misión del Mercado Electrónico Latinoamericano de RDA-IT será constituir y operar un mercado eficiente y transparente de residuos y subproductos a fin de promover el encuentro entre oferta y demanda, y su gestión sustentable. Tendrá por objetivos:

- ❖ Facilitar, promover e intensificar el reuso social, la remanufactura y la valorización y reciclado de los RDA-IT;
- ❖ Generar mayor transparencia en la relación entre la oferta y la demanda del mercado de RDA-IT, y proporcionar a las empresas una herramienta para reducir gastos y mejorar la competitividad a la hora de la gestión de los RDA-IT;
- ❖ Promover la incorporación de los residuos y subproductos en los RDA-IT como materias primas o insumos;
- ❖ Promover la disminución de los costos de tratamiento y disposición final de los RDA-IT;
- ❖ Incentivar el establecimiento de empresas dedicadas a la gestión integral de los RDA-IT;

En la gestión de los RDA-IT, se presenta en Argentina una situación de carencia de información disponible que permita a los operadores (ya sean generadores, transportistas, tratadores, etc.) de residuos y subproductos, adoptar las decisiones más convenientes para sus empresas, tanto desde una perspectiva económica como ambiental, pues en muchos casos desconocen una serie de aspectos que resultan fundamentales, como ser las posibilidades de utilización y valorización de sus residuos, los operadores disponibles para su gestión, los precios de transacción habituales del mercado para cada tipo de residuo y tratamiento, etc.

Esta situación ha llevado a que, por ejemplo, en muchas ocasiones, respecto de los mismos residuos, algunos generadores estén pagando por su gestión, otros los entreguen sin costo, y otros reciban dinero por su venta. Evidentemente, en igualdad de condiciones, alguno de los operadores que intervienen en la gestión de estos residuos está tomando decisiones desacertadas respecto de la competencia, seguramente por indisponibilidad de información precisa y actualizada sobre el mercado de los residuos y subproductos.

Por lo tanto, la gestión actual de los RDA-IT en nuestros países se desarrolla en un escenario carente de la necesaria y suficiente información, caracterizado por el desconocimiento del mercado de los residuos y de los servicios asociados a ellos por parte de los operadores, así como por la inexistencia de precios de referencia de tales residuos y servicios. Esta situación es en parte responsable del escaso aprovechamiento de residuos y subproductos en América latina, el cual podría ser mucho mayor en relación con su potencial valorizable, con el consecuente beneficio económico y ambiental para los protagonistas y la sociedad en general.

Para concluir, los países latinoamericanos requieren, para hacer efectiva la gestión de los RAD-IT:

- a) Normativas e incentivos económicos para la recolección diferenciada, acopio temporal, desmontaje, valorización y comercialización de la chatarra electrónica
- b) Normativas ambientales y procedimientos que regulen la actividad desde el punto de vista ambiental, social y de seguridad e higien laboral
- c) Las mejores técnicas disponibles para la gestión, valorización y procesamiento de los RAD-IT
- d) Compromiso de la industria IT y gobiernos para apoyar éstos procesos
- e) Mercados transparentes para colocar a precios justos los plásticos, vidrios, metales y demás elementos recuperados de los RAD-IT como insumos de nuevos procesos industriales
- f) Precios de referencia de éstos mercados
- g) Compromiso corporativo, gubernamental y de los ciudadanos para ser partes de éstos procesos.

Gustavo Fernández Protomastro - Biólogo (UBA) y Máster en Ingeniería Ambiental (UPC, Barcelona). Director de www.escrap.com.ar