



30 ECONOMÍA CIRCULAR Y RESIDUOS

OPTIMICE EL RECICLAJE

Conozca las innovaciones con que FOR REC mejora el tratamiento y valorización de residuos electrónicos y paneles fotovoltaicos.

Texto y fotos: FOR REC

El crecimiento exponencial del sector electrónico y fotovoltaico en las últimas dos décadas está generando la necesidad urgente de abordar la gestión de los residuos tecnológicos. Los RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos) representan una categoría en constante aumento, que incluye equipos domésticos e industriales hoy esenciales en la vida cotidiana, pero igualmente complejos de tratar al final de su ciclo de uso.

Según la clasificación italiana, estos residuos se dividen en cuatro categorías principales (R1, R2, R3, R4), que comprenden dispositivos como frigoríficos, grandes electrodomésticos, pantallas, equipos informáticos y pequeños electrodomésticos. Su reciclaje es fundamental, no solo por la presencia de sustancias peligrosas como mercurio, plomo y cadmio, sino también por la recuperación de materiales valiosos como oro, cobre y aluminio, reduciendo así la dependencia de los recursos naturales.

A este escenario ya complejo se suma hoy el desafío creciente de los paneles fotovoltaicos que han llegado al final de su vida útil. La expansión global de las instalaciones solares, acelerada desde el año 2000, implica un aumento progresivo en la cantidad de paneles que deben ser tratados. Las previsiones de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) estiman que para 2050 se desecharán más de 80 millones de toneladas de módulos fotovoltaicos, lo que hace imprescindible desa-



FOR REC provee sistemas altamente eficaces para optimizar la gestión de residuos eléctricos y electrónicos.



Las soluciones a medida de FOR REC maximizan la recuperación de materiales desde paneles fotovoltaicos en desuso.

rollar tecnologías específicas para su reciclaje y recuperación de materiales.

PROCESOS INNOVADORES

En los últimos años, la evolución tecnológica en el sector del reciclaje ha experimentado un avance significativo, orientándose hacia soluciones capaces de optimizar todas las fases del tratamiento de los residuos electrónicos: desde la selección inicial, pasando por la trituración controlada, hasta la separación avanzada de las distintas fracciones.

En este contexto se inserta la actividad de FOR REC, empresa italiana especializada en el diseño y producción de máquinas e instalacio-

nes industriales para el tratamiento de residuos. La empresa ha desarrollado sistemas altamente eficaces para la gestión de todas las categorías de RAEE, con tecnologías diseñadas para garantizar la máxima atención a la calidad de las fracciones separadas, una elevada eficiencia operativa y la máxima fiabilidad de los procesos, asegurando así un tratamiento conforme a los estándares más avanzados del sector.

El proceso de reciclaje de RAEE según la tecnología FOR REC se articula en varias etapas: una primera selección manual para garantizar la idoneidad de los materiales; la apertura de los aparatos mediante trituradores con cuchillas especiales diseñadas para preservar la integridad de los componentes recuperables; una reducción del material en fracción gruesa y, posteriormente, una trituración final automatizada a 30 mm. El material así procesado se somete después a sistemas avanzados de separación, con el objetivo de aislar de manera eficiente los metales ferrosos, no ferrosos y los plásticos. Esta metodología permite maximizar la valorización de los componentes, reduciendo al mínimo el rechazo.

El reciclaje de los RAEE R1 —en particular, frigoríficos y equipos que contienen gases refrigerantes y aceites— requiere tecnologías aún más especializadas. FOR REC cuenta con un importante know how en el tratamiento de frigoríficos, gestionando la planta de reciclaje más grande del mundo, capaz de procesar hasta 120 unidades por hora en una única línea. El proceso incluye la descontaminación inicial de los componentes que contienen sustancias peligrosas, la trituración controlada, la separación de metales y la molienda afinada de las fracciones residuales, utilizando sistemas de aspiración y filtración que garantizan la recuperación de los CFC (clorofluorocarbonos) y la inertización del poliuretano mediante compactación y peletización.

PANELES FOTOVOLTAICOS

La creciente necesidad de tratar grandes cantidades de paneles fotovoltaicos desmantelados ha impulsado el desarrollo de líneas específicas capaces de gestionar un proceso de reciclaje complejo y articulado. FOR REC es líder del sector gracias a su amplia experiencia en el desarrollo de soluciones a medida que maximizan la recuperación de materiales y minimizan la generación de rechazo. Estas soluciones no son estandarizadas, sino adaptadas a los tipos de paneles a tratar y a las necesidades productivas de cada cliente, garantizando una elevada flexibilidad operativa.

El proceso dedicado al tratamiento de paneles fotovoltaicos desarrollado por FOR REC integra diversas etapas: una primera fase de laceración con selección manual de conectores y cableados; un precibado de las fracciones inertes; la trituración mediante equipo de cuatro ejes; la separación de metales magnéticos mediante imanes específicos; la separación de metales no magnéticos mediante corrientes parásitas; y finalmente, la limpieza del plástico para eliminar los residuos inertes restantes. Este enfoque permite recuperar materiales como aluminio, vidrio, metales ferrosos, metales no ferrosos y plástico con altos niveles de pureza y calidad.

ECONOMÍA CIRCULAR DE LA ENERGÍA

La combinación de normativas más estrictas, la expansión del mercado del reciclaje y la innovación tecnológica está contribuyendo al nacimiento de una nueva cadena industrial dedicada a la gestión del fin de vida de los equipos electrónicos y de los paneles fotovoltaicos. Las soluciones avanzadas desarrolladas por FOR REC representan un elemento clave en esta transición, ya que favorecen una reducción significativa de los rechazos especiales, disminuyen la extracción de materias primas y aumentan el valor económico derivado de la recuperación de materiales reciclables.

El futuro de la gestión de los RAEE y de los módulos fotovoltaicos no reside únicamente en su correcto tratamiento, sino en el fortalecimiento de tecnologías capaces de cerrar el ciclo de los materiales, apoyando la transición hacia un modelo industrial plenamente sostenible.

En un mercado que exige eficiencia y máxima valorización de los recursos, FOR REC destaca por su capacidad de proporcionar no solo máquinas, sino soluciones de ingeniería completas. El enfoque de la empresa permite transformar lo que para muchos representa un costo de eliminación en una fuente estable y rentable de ingresos.

Afrontar residuos cada vez más complejos es uno de los grandes desafíos de nuestro tiempo. Elegir un socio tecnológico como FOR REC significa dotarse de las herramientas más avanzadas para afrontar este reto, contribuyendo activamente a la construcción de una economía verdaderamente circular y garantizando a la empresa una ventaja competitiva duradera.

Descubra las máquinas para el reciclaje de RAEE diseñadas por FOR REC en: www.forrec.es 



CLAVE REP: TRAZABILIDAD

Precisión, auditabilidad y responsabilidad técnica compartida:
pilares fundamentales para el cumplimiento de la Ley 20.920.

Rodrigo Scheel C.
Gerente de Operaciones Sostenibles
Resolved - PULSE, Servicio REP
www.ReciclaTuBasura.com
rscheel@resolved.cl

Por años, la linealidad de “producir, consumir y desechar” fue la norma indiscutida de nuestra economía. Hoy, la Ley 20.920 que establece la responsabilidad extendida del productor (REP) nos obliga a romper ese paradigma, transitando desde una gestión de residuos basada en la eliminación hacia una de responsabilidad compartida y circularidad efectiva. Esta transformación no está exenta de desafíos técnicos y operativos que exigen una mirada dedicada.

Para los productores de productos prioritarios, particularmente en el ámbito de envases y embalajes, la adhesión a un sistema de gestión no puede ser un mero trámite administrativo. La declaración mensual exige mecanismos de actualización continua y, crucialmente, una trazabilidad digital robusta. Según la Resolución Exenta N° 2279, que complementa a la N° 2084, la vinculación del empaque no debe ser una estimación, sino un dato auditable que conecte el movimiento de cada SKU (código de identificación del producto) con su respaldo digital en libros de ventas, compras y packing lists de importación.

La ecuación del cumplimiento se compone de dos cifras críticas: lo puesto en el mercado como denominador (POM) y lo efectivamente recolectado como numerador. Esta última cifra no puede basarse en supuestos; debe provenir de certificados de valorización emitidos por gestores autorizados, cuya validez es el único escudo ante la autoridad. Con la suma colectiva de todos los productores, para ambas cifras (numerador y denominador), se construye la tasa que permite validar la meta de reciclaje. Aquí se desprende la necesidad de la construcción de una política interna de gestión de residuos para respaldar la operación propia, estandarizar la gestión del “patio trasero” como consumidor industrial y definir con precisión las exclusiones permitidas por acciones efectivas de circularidad.

La complejidad del sistema, donde cada producto prioritario —desde los vigentes para envases y embalajes, neumáticos y aceites, hasta los inminentes para aparatos electrónicos y textiles— resulta en un mundo regulatorio en sí mismo, hace indispensable la figura del Encargado/a REP responsable para cada institución. La expe-

riencia internacional demuestra que el éxito de estas normativas se cimenta con altas multas. En Chile éstas llegan hasta 10.000 UTA y ya son una realidad, como lo demostraron las fiscalizaciones de mayo de 2025, poniendo en riesgo a productores de neumáticos y empaques.

La casuística industrial de residuos revela brechas y oportunidades significativas. En el retail, las bolsas de tienda pueden superar el 50% de las emisiones totales de una organización. Por otro lado, acciones de ecodiseño como la reducción de la densidad de empaques ofrece un potencial de 15% a 25% sobre la emisión. Sin embargo, persiste una deuda técnica: faltan los detalles de empaques primarios, secundarios y terciarios en la ficha técnica del SKU.

La esperanza no radica en el miedo a la multa, sino en la eficiencia. Un buen sistema de control de gestión, la reducción en origen y la integración de proveedores confiables resultan claves. La lucha no es por compensar emisiones, sino por eliminar la dependencia de los vertederos a través de la precisión, la trazabilidad y la responsabilidad técnica compartida. **A**