

Reciclar y reutilizar. Un análisis de la potencial instalación de una planta de separación de residuos electrónicos en Bahía Blanca

Recycle and reuse. An analysis of the potential installation of an electronic waste separation plant in Bahía Blanca

Lorena Tedesco

Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur - Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur (UNS-CONICET)
ltedesco@uns.edu.ar

José Ignacio Diez

Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur - Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur (UNS-CONICET)
jdiez@uns.edu.ar

Colaborador: Agustín Imaiz Harguindeguy

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional de Bahía Blanca
aimaz@hotmail.com

Fecha de recepción: 7/7/2025 - Fecha de aceptación: 7/11/2025



URL de la revista: revistas.unnu.edu.ar/ojs3/index.php/cuyonomics

ISSN 2591-555X

Esta obra es distribuida bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial – Compartir Igual 4.0 Internacional

Resumen

Los procesos lineales de producción y consumo no consideran el agotamiento de los recursos naturales y la gestión de residuos. Por ello, es relevante analizar modelos que incluyan reciclado, en particular de aparatos electrónicos, cuyo daño ambiental es elevado. El objetivo es analizar la viabilidad técnica y económica de una posible planta que se dedique a esa actividad en Bahía Blanca, con el afán de aportar datos en un campo de estudio no generalizado en nuestro país. Se aplicó el método tradicional de evaluación de proyectos de inversión (estudio de mercado, técnico, legal, económico) usando información secundaria y realizando una encuesta a familias y un censo a reparadores de estos aparatos. Se concluyó que el proyecto no es viable y un crédito no modifica la decisión. La limitación es el requerimiento de mano de obra, por lo que se recomiendan otras alternativas de contratación.

Palabras clave: análisis económico, medio ambiente, reciclaje, residuos electrónicos

Abstract

Linear production and consumption processes do not consider the depletion of natural resources and waste management. Therefore, it is important to analyze models that include recycling, particularly of electronic devices, which cause significant damage to the planet. The objective is to analyze the technical and economic feasibility of installing a possible plant dedicated to this activity in Bahía Blanca, seeking to contribute data in a field of study that is not widely studied in our country. The traditional method of evaluating investment projects (market, technical, legal, and economic studies) was applied using secondary information and conducting a survey of families and a census of device repairers. It was concluded that the project is not viable, and a loan does not change the decision. The limitation is the labor requirements, so other hiring alternatives are recommended.

Keywords: economic analysis, environment, recycling, e-waste

Journal of Economic Literature (JEL): Q5, P42

Introducción

En el actual sistema capitalista y la sociedad de consumo los seres humanos se han convertido en agentes contaminantes sumamente peligrosos, que amenazan los ecosistemas y la biodiversidad de la Tierra. Durante los últimos 150 años el desarrollo del sistema económico de la civilización industrial ha estado dominado por un modelo lineal de producción y consumo, que no considera adecuadamente las relaciones existentes entre las materias primas, los bienes producidos y los residuos generados.

Este patrón unidireccional de acumulación fomenta ineficiencias preocupantes y una alta dependencia de los recursos, así como impactos ambientales insostenibles, debido a la disminución de las reservas y la generación de emisiones y desechos. Los modelos lineales actuales basados en el paradigma de extraer-fabricar-consumir- eliminar ya están alcanzando los límites de su rendimiento biofísico. A este fenómeno también se agregan los límites sociopsicológicos de la población en general, que comienza a cuestionar el funcionamiento de este paradigma al observar las consecuencias negativas que tiene sobre el clima, la flora y la fauna del planeta. Este modelo de producción/consumo es ambientalmente agresivo y agota fuentes y sumideros naturales. Además, es económicamente ineficiente y despilfarrador porque se basa en la suposición errónea de que grandes cantidades de energía y recursos naturales fácilmente accesibles están disponibles prácticamente de forma ilimitada. En este contexto, proliferan trabajos sobre la economía circular en diferentes industrias: en la moda (Núñez-Tabales, Del Amor-Collado y Rey-Carmona, 2021), en la textil (Melgarejo, 2019), en la alimentaria (Preciado-Saldaña et al, 2022), en botellas PET (Zapata Bravo et al, 2021), en residuos agroindustriales (Matiacevich et al, 2023), etc.

En la industria electrónica, como es el caso de este estudio, hay que considerar que estos productos causan la mayor contaminación entre todos los bienes fabricados por el hombre. Están compuestos por grandes cantidades de plástico, metal,

vidrio, plomo, mercurio, cadmio, arsénico¹ y placas de circuitos que, si se reciclan adecuadamente, pueden reducir significativamente el impacto de la actividad humana en el medio ambiente.

Según Forti et al (2020), en el 2019 en el mundo se generaron 53,6 millones de toneladas métricas (Mt)² de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), es decir un promedio de 7,3 kg per cápita. No obstante, la generación global de residuos electrónicos creció 9,2 Mt desde 2014 y se prevé que crecerá hasta alcanzar los 74,7 Mt para el 2030 (Di Santo et al, 2020). El aumento de la cantidad de residuos electrónicos se debe principalmente al creciente consumo de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), que se caracterizan por ciclos de vida cortos y menos opciones de reparación. Este fenómeno, sumado a los impactos externos, como el consumo de recursos, las emisiones de gases de efecto invernadero y la liberación de sustancias tóxicas, genera una gran preocupación en la comunidad internacional desde hace unos años.

En 2019, las estadísticas oficiales indican que el reciclaje de RAEE a nivel mundial alcanzó los 9,3 millones de toneladas. Esto significa que el 17,4 % de los desechos electrónicos producidos anualmente se recolectan y procesan a través de mecanismos formales. Mientras tanto, el destino del 82,6 % restante (44,3 millones de toneladas) de desechos electrónicos generados en 2019 es incierto, y su destino y su impacto ambiental varían según la región (Forti et al, 2020).

Según un informe de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) publicado en agosto de 2020, la situación es crítica, especialmente en el caso de Argentina. En 2019 se generaron un total de 465 kilotonnes (kt) (10,3 kg de RAEE por persona). Por otro lado, la recolección y procesamiento formal ascendió a 11 000 toneladas, casi 3 % del total (Maffei y Burucua, 2020).

Debido a la falta de instalaciones de reciclaje de este tipo de productos en el país, la mayoría de estos residuos que se generan no se eliminan adecuadamente y se amontonan ilegalmente a la intemperie o, si esto no es posible, se abandonan en vertederos o en rellenos sanitarios, con el consecuente impacto que esta conducta tiene sobre el medioambiente. Esto ocurre también porque Argentina carece

¹ Estos compuestos son muy nocivos, tanto para la salud humana como para el medioambiente. En el caso de la salud humana, la exposición al plomo puede generar impactos en el desarrollo del cerebro en niños, causar anemia, afectar el sistema cardiovascular o el reproductivo. En lo concerniente al mercurio, puede generar neurotoxicidad severa, daño renal, alteraciones en el desarrollo fetal y trastornos sensoriales. Por su parte, la exposición al cadmio es capaz de generar daño renal crónico, desmineralización ósea y cáncer. Además, el arsénico también es capaz de generar lesiones cutáneas, daño cardiovascular, neurotoxicidad y daño hepático. El plomo está presente en tubos de monitores, soldaduras, placas de circuitos y cableados. El mercurio se encuentra en pantallas LCD, sensores y baterías. El cadmio está contenido en baterías, contactos eléctricos y cargadores externos. El arsénico se encuentra en microcomponentes, pantallas y placas de circuitos (Balde et al, 2024). Todos estos compuestos contaminan la tierra y el agua y pueden afectar a la flora y la fauna (Boon, 2024).

² Mt: millón de toneladas métricas (1 000 000 000 kg).

de una legislación que facilite la disposición adecuada de estos residuos, regule y estandarice su gestión integral y promueva una gestión adecuada y responsable.

A la fecha solo existen siete empresas que se ocupan de la reutilización de este tipo de residuos, concretamente en Buenos Aires, Mendoza y Córdoba. La radicación de plantas en este tipo de ciudades no es un fenómeno fortuito. Estos núcleos urbanos están densamente poblados, situación que asegura la provisión de un volumen y suministro estable de equipos a ser reciclados por cada planta, lo que garantiza la sostenibilidad económica y financiera del emprendimiento.

Aún no se han realizado investigaciones en el país sobre la viabilidad de este tipo de negocios en lugares escasamente poblados, como ciudades pequeñas y medianas³. Teniendo en cuenta estas consideraciones se decidió realizar un estudio que analice la viabilidad económico-financiera de una planta de reciclaje de RAEE en un área menos densamente poblada de la República Argentina. Específicamente, se escogió la localidad de Bahía Blanca, una ciudad de 300 000 habitantes situada en el suroeste de la provincia de Buenos Aires.

El proceso de elaboración de este trabajo ha puesto de relieve la necesidad de desarrollar modelos para formalizar la gestión de RAEE, que permitan crear fuentes de empleo local, especialmente para las personas de bajos ingresos, garantizando al mismo tiempo la reducción de los impactos ambientales. El objetivo es abordar ambas cuestiones simultáneamente y promover una cultura del reciclaje.

La obra se divide en cuatro secciones. La primera es el marco teórico, en el que se describen algunos conceptos básicos para comprender el proceso de reciclaje y la importancia de la reutilización de residuos. Se discuten los paradigmas de producción/consumo lineal y de producción/consumo circular. Luego se analiza el ciclo de reciclaje de RAEE, considerando la composición de los eslabones individuales de la cadena de valor sectorial. En segundo lugar, se presenta la metodología de la investigación. A continuación, se desarrolla el modelo de negocio de RAEE, junto con estudios de viabilidad que definen la factibilidad económica de esta iniciativa. Finalmente, se presentan las conclusiones. Aquí se intenta realizar una síntesis de los aspectos trabajados con anterioridad e incorporar algunas reflexiones sobre la temática abordada.

Marco teórico

Tal y como se abordó en la introducción del artículo, el modelo lineal de producción/consumo representa un paradigma que conduce al agotamiento y la contaminación de los recursos naturales, la degradación de los ecosistemas y el peligro de la vida en la Tierra. Supone que las materias primas se extraen, se producen y luego

³ La investigación realizada en bases de datos académicas (Latindex, Scielo, Scopus) y motores de búsqueda (Google Académico, Science Direct) arrojó resultados negativos.

se eliminan para producir bienes, sin considerar la huella ecológica y sus impactos. Este tipo de sistema se centra en el beneficio económico e ignora la sostenibilidad, ya que los productos se fabrican con el propósito de ser utilizados y desechados.

La literatura especializada (Jiménez Herrero y Pérez Laguella, 2019) suele reconocer una serie de consecuencias negativas que trae la aplicación de estos modelos y promueve la adopción de estrategias alternativas de consumo y producción. Los principales efectos negativos son:

- ▶ Riesgo de precios: en un sistema lineal, las fluctuaciones en los precios de los recursos aumentan el riesgo. Debido a la incertidumbre, este hecho frena el crecimiento económico de los países y desincentiva la inversión empresarial.
- ▶ Pérdidas económicas y residuos estructurales: los modelos lineales actuales crean valor económico a expensas de producir gran cantidad de residuos. De manera similar, muchas industrias generan gran cantidad de basura de manera estructural (componentes descartados o productos finales infrautilizados). Un ejemplo es la industria automotriz, en la que los productos finales (los automóviles) pasan en algunos países más del 95 % de su vida útil estacionados, sin cumplir con su objetivo de trasladar bienes o personas⁴.
- ▶ Riesgo de suministro: las reservas de recursos naturales no son infinitas y no están disponibles en todos los países. Esta situación deja a muchos Estados frente a una alta dependencia de las importaciones y lleva al desarrollo de largas cadenas logísticas para el suministro de materias primas, hecho que produce contaminación.
- ▶ Deterioro de los sistemas naturales: los impactos ambientales negativos asociados con este modelo lineal son un desafío constante para la creación de riqueza a largo plazo. El cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la degradación del suelo y la contaminación de los océanos está acelerando este proceso.

En este contexto, emerge la economía circular como alternativa al paradigma dominante convirtiéndose en un prototipo para el desarrollo sostenible, propone diferentes estrategias en toda la cadena de producción y uso de los productos y servicios (Prieto-Sandoval et al, 2017).

Según la Unión Europea, se trata de un modelo de producción-consumo que comparte, alquila, reutiliza, repara, renueva y recicla materiales y productos existentes con la mayor frecuencia posible para crear valor añadido. El término se utilizó por primera vez en la literatura occidental en 1980 para describir un sistema cerrado de interacción entre la economía y el medio ambiente. Este análisis ahora se denomina modelo 3R (reducir, reciclar, reutilizar) por su triple impacto: económico, social y ambiental.

⁴ En Corea del Sur, los coches privados están aparcados el 92,3 % de su vida útil. En Estados Unidos este valor se extiende a 95 %, mientras que en Gran Bretaña alcanza el 96,5 %. Para mayor detalle, ver <https://ielektro.es/2023/01/03/coche-95-vida-util-estacionado/#:~:text=Y%20todo%20ese%20tiempo%20que,aparcados%20el%2097%20%25%20del%20tiempo>.

La economía circular se basa en una producción con el mínimo impacto sobre la biosfera. Esto significa que el sistema de producción apunta a reducir la huella ecológica en el planeta. Para implementar este modelo sostenible, la economía circular se basa en tres ejes: reducir, reutilizar y reciclar. Sus principios abogan por utilizar la menor cantidad de energía posible en la producción de bienes y obtenerlos de fuentes renovables.

Así, la diferencia fundamental entre una economía lineal y una economía circular es que la primera se centra en la rentabilidad, sin importar el ciclo de vida del producto, mientras que la segunda pone el foco en la sostenibilidad. De hecho, la economía circular es una filosofía de diseño inspirada en la cadena alimenticia y que imita el ciclo de la naturaleza, donde los *residuos* de una especie se convierten en *alimento* para otra especie, un sistema restaurador o regenerativo que distingue entre ciclos tecnológicos y biológicos. En esta nueva economía, los recursos se regeneran en ciclos biológicos o se recuperan y restauran gracias a ciclos tecnológicos.

Los componentes de los ciclos biológicos (nutrientes biológicos) pueden reintroducirse de forma natural porque son biodegradables, mientras que los componentes de los ciclos tecnológicos (nutrientes técnicos, como ordenadores, motores, plásticos, etc.) no son aptos para su retorno sin requerir un procesamiento previo. Por tanto, están diseñados para ser montados y desmontados muchas veces, facilitando su reutilización y reintegración en los sistemas productivos.

Esta perspectiva se ajusta a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) establecidos por la ONU, los cuales destacan la importancia de priorizar la sustentabilidad ambiental. Esto se logra a través de la reducción de emisiones de CO₂, mediante la disminución de la producción de plásticos y productos derivados del petróleo, así como a partir de la disminución de las actividades logísticas de las empresas, entre otras medidas pertinentes.

Bajo esta lógica, existe una oportunidad de ahorro neto anual de entre 380 000 y 630 000 millones de dólares en costos de materiales, tomando como base esta nueva cosmovisión económica, solo considerando la Unión Europea (Fundación Ellen MacArthur, 2014).

Actualmente, se observa una correlación favorable entre la implementación de la economía circular y la promoción de la competitividad sostenible. Entre los beneficios más importantes se destacan reducción de costos, menor dependencia en materias primas y desperdicios, sumado a los menores riesgos de volatilidad en el precio de los insumos. Además, se crearían puestos de trabajo en el marco de un tejido social colaborativo. Y, por sobre todas las cosas, el evidente aporte al medio ambiente con la reutilización de una gran cantidad de materias primas y componentes. Vale aclarar que para lograr esos beneficios es necesario involucrar a la ciudadanía en el proceso, tal como señalan Carbonell-Alcocer et al. (2022).

Los diversos agentes que participan en todo el proceso también pueden clasificarse en función de la etapa en la que participan: hay actores que forman parte

de la etapa de generación, otros de la recolección y finalmente otros de la fase de recuperación (de funciones o materiales).

En cuanto a la temática de la generación, es importante destacar que los RAEE son residuos especiales de generación universal (REGU),⁵ lo que significa que todos los habitantes tienen la responsabilidad o necesidad de desecharlos en algún momento, principalmente debido a su obsolescencia. De esta manera, la producción de desechos proviene de una variedad de fuentes. Estas incluyen organizaciones gubernamentales y privadas, hogares individuales y empresas de diferentes tamaños que utilizan AEE, así como firmas importadoras, ensambladoras y fabricantes de dichos productos, que generan una variedad de residuos a lo largo de sus líneas de producción. El tipo de desecho producido y cómo ingresa o no en la cadena de valor es determinado por las características de cada generador.

En lo que respecta a la recolección, hay varios actores involucrados: los sistemas municipales de recolección domiciliaria, los *puntos verdes*, los recuperadores urbanos que realizan la recolección en la vía pública o, en el caso de que haya responsabilidad extendida del productor (REP), los propios fabricantes de AEE. Los usuarios particulares a menudo donan sus AEE en desuso a servicios técnicos o los entregan a instituciones que realizan actividades sociales y solidarias. Los usuarios de estas organizaciones también suelen recurrir a compañías especializadas en el manejo de desechos peligrosos o RAEE.

La tercera etapa es la recuperación de funciones, también conocida como refuncionalización. Estos actores incluyen remanufacturadores, organizaciones de la sociedad civil (OSC), servicios técnicos y diversas entidades públicas o privadas, quienes clasifican y desarmán RAEE para su reutilización en la fabricación de otros equipos. Los componentes que no pueden ser reutilizados se descartan y envían a disposición final o pasan al siguiente eslabón de la cadena.

Finalmente, se encuentra la recuperación de materiales. Esta parte de la cadena involucra a plantas de tratamiento que se dedican exclusivamente al manejo de RAEE, así como otras para las que los RAEE son solo una pequeña parte del conjunto de insumos que procesan o reciclan. Algunos de estos recuperadores se enfocan exclusivamente en el mercado local, mientras que otros exportan, dependiendo del tipo de material que se trate.

En Argentina, entre el 50 % y el 60 % de los RAEE se almacena en hogares y pequeñas instituciones, debido a la falta de conocimiento sobre cómo desecharlos.

⁵ En Argentina, la condición de REGU de un bien viene determinada por la Resolución del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable 522/2016. Esta resolución declara la estrategia nacional para el manejo sustentable de los REGU y fija la definición marco que los regula. La resolución define a los REGU como todo residuo cuya generación devenga del consumo masivo (o universal) y que —por sus características de peligrosidad— requiere de una gestión ambientalmente adecuada y diferenciada respecto de otros residuos, es decir que son residuos que no deben tratarse como basura doméstica o corriente.

Solo entre el 10 % y el 15 % llega a los talleres de reparación y servicios técnicos, mientras que entre el 5 % y el 10 % se recicla para la recuperación de materiales. Se estima que un 60 % de los RAEE termina en basurales o rellenos sanitarios sin recibir un tratamiento adecuado, después de pasar tiempo almacenado o atravesar las diferentes etapas de recuperación (Maffei y Burucua, 2020).

Metodología

Para la recolección de la información pertinente relativa al presente estudio se utilizaron mayormente fuentes primarias. Se recurrió, en primer término, a la realización de encuestas, que involucraron a la población en general de la ciudad de Bahía Blanca. La herramienta empleada fue Google Forms. Los individuos que participaron de la encuesta fueron contactados por medio de distintas redes sociales, tales como WhatsApp, Instagram y Facebook, en un muestreo bola de nieve, pero estratificado por densidad poblacional de cada delegación sobre la base de la información publicada por el Centro Regional de Estudios Económicos de Bahía Blanca Argentina (CREEBBA). La recolección de datos se llevó a cabo entre los meses de octubre y diciembre del año 2020, con una tasa de respuesta del 83 %.

Se usó información oficial correspondiente al censo del año 2010 ajustada al 2020 por la tasa de crecimiento demográfico entre los censos del 2001 y 2010. Se determinó una población de 321 399 habitantes. Aplicando un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %, el tamaño de la muestra resultó de 384, pero en la práctica se obtuvieron 488 respuestas, lo que se interpreta como una disminución en el margen de error muestral, el cual ha sido de 4,43 %.

La encuesta a la población local se dividió en tres secciones: en primer lugar, se buscó conocer la ubicación de el/la encuestado/a, luego se le suministró información respecto de la clasificación de los RAEE y se le solicitó que indique la cantidad de cada uno de los tipos de RAEE almacenados en su domicilio, para finalmente medir la voluntad de entrega de ellos.

Además, la investigación también supuso la realización de un censo a los comercios especializados en la reparación de aparatos eléctricos y electrónicos de la ciudad, con el propósito de conocer si efectivamente: i) almacenan equipos en desuso; ii) si realizan (o no) actividades de reutilización de componentes; iii) conocer los métodos que utilizan para la deposición de los equipos. Mayores detalles sobre aspectos particulares de ambas encuestas puedan observarse en los apartados siguientes.

Resultados y discusión

Evaluación económico-financiera de una empresa que recicle aparatos eléctricos

El negocio consiste en la creación de una planta de separación de RAEE, en la ciudad de Bahía Blanca, que se dedique a la comercialización de materiales reciclados (plásticos, cobre, aluminio, vidrio, chatarra ferrosa, discos duros, memorias RAM, procesadores y baterías). Parte de estos componentes se venderán a empresas especializadas en su reciclaje radicadas en la ciudad de Buenos Aires, y se exportarán las tarjetas de circuitos impresos (TCI). Además, se extraerá material que no se puede vender por tratarse de desechos peligrosos (cristales líquidos, capacitores, tubos fluorescentes) y otros porque no existe un mercado disponible a tal efecto.

Los residuos por separar son:

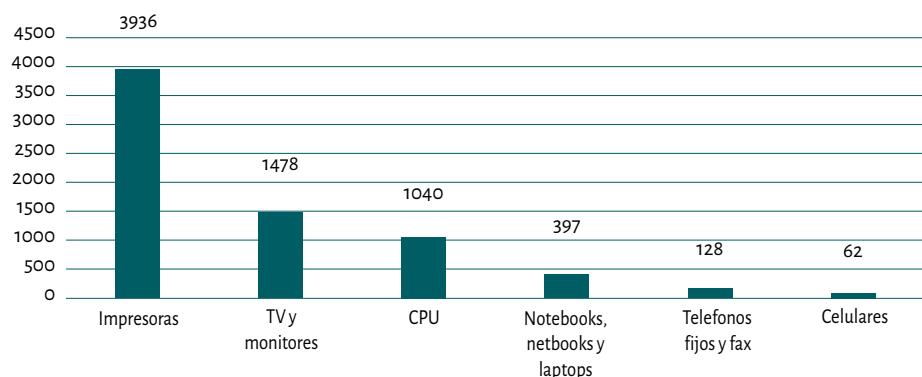
1. Computadoras de escritorio (PC).
2. Computadoras portátiles sin batería integrada.
3. Equipos de telefonía celular sin batería integrada.
4. TV y monitores (LCD y LED).
5. Teléfonos fijos.
6. Impresoras (láser, chorro de tinta y matriz de punto).

Viabilidad comercial

Aquí se hace una revisión de quienes serán los competidores, los clientes y los proveedores. Cabe aclarar que no se incluyeron aquellos residuos que desechan las oficinas del gobierno (municipalidad, tribunales, etc.), las instituciones educativas en general o las empresas. Los resultados de la encuesta descripta anteriormente indican que el 71 % de los hogares tiene de esos residuos, principalmente CPU, impresoras y monitores (gráfico 1). Con respecto a su entrega, el 65 % de los encuestados está dispuesto a darlos de manera voluntaria (4576 toneladas), mientras que el resto (2464 toneladas) solo lo haría a cambio de alguna compensación económica. Se supone que se dispone de los que son entregados voluntariamente en puntos limpios y se incluye el costo del acarreo a la planta.

Además, se censó a los 27 servicios técnicos registrados en los directorios telefónicos de la ciudad y se encontró que ninguno reutiliza las partes de los RAEE: un 48 % no quiso decir qué hace con los RAEE, mientras que un 22 % los desecha mediante un volquete que contrata, otro 22 % se reintegra a sus dueños y el 8 % restante es donado a recolectores informales.

Gráfico 1. Toneladas de RAEE según tipo de producto



Fuente: elaboración propia con base en la encuesta.

Por otra parte, hay empresas competidoras, pero no en las cercanías. Solo se hallaron siete en el país, cinco de las cuales están situadas en la Provincia de Buenos Aires, una en Mendoza y una en Córdoba⁶. Ello significa un poder de negociación alto por parte de los compradores, que son pocos en relación con la multiplicidad de vendedores o suministradores. En el ámbito local, se espera hacer acuerdo con una compañía (empresa 1) de una entrega semanal, dedicada a la recuperación de metales ferrosos y no ferrosos. En cuanto al contenido de plástico, se venderá mensualmente a la empresa 2, ubicada a 700 kilómetros de la planta. Finalmente, se exportarán las TCI a la empresa 3, ubicada en Bélgica, líder mundial en reciclaje de metales preciosos, desde la Terminal Portuaria de Zárate, en el norte de la Provincia de Buenos Aires.

Viabilidad técnica y legal

De acuerdo con los productos que sea necesarios desmantelar, se requerirán diversas líneas de trabajo paralelas que conforman el proceso productivo. En el presente proyecto se analizará una sola de ellas, consistente en: 1) aprovisionamiento y almacenamiento; 2) separación a mano de los materiales; 3) pesaje; 4) preparación para la venta en bolsones o pallets dependiendo del material o destino y 5) venta de productos y descarte de desechos peligrosos a rellenos de seguridad.

Según los datos recopilados, en promedio cada empleado es capaz de procesar aproximadamente 55 toneladas de RAEE anuales trabajando 45 horas por semana,

⁶ Industrias Dalafer SA y Silkers SA, ambas en Quilmes (a 654 km de Bahía Blanca); Grupo Pelco, en Tigre (612 km); Desechos Tecnológicos SRL, en Mar del Plata (454 km); Scrap y Rezagos SRL, en Avellaneda (665 km); Reciclarg, en Guaymallen, Mendoza (1054 km) y ProGEAS, en James Craik, Córdoba (825 km).

por lo cual será necesario disponer de una plantilla de 33 operarios destinados al sector de desmontaje y valorización, sumado al personal encargado de llevar a cabo las tareas logísticas, administrativas y comerciales.

Si consideramos la exportación de las TCI como una de las actividades más reddituables de este rubro, y tras consultar con las empresas, el lote mínimo necesario para obtener rentabilidad con ese componente debe ser no menor a 15 toneladas. Por lo tanto, para obtener esa cantidad, la escala mínima apropiada del proyecto corresponderá al 40 % del parque de RAEE, es decir 1830 toneladas que serían entregadas voluntariamente por la población local según la encuesta.

En cuanto a las inversiones intangibles se estiman en \$80 000 los gastos relativos al contrato de alquiler, \$23 590 los correspondientes a permisos y habilitaciones y \$14 250 la constitución de la forma societaria (SRL, Sociedad de Responsabilidad Limitada).

Tabla 1. Inversiones fijas

	Unidades	Precio unitario	Total	Vida útil (años)
Autoelevador	1	\$3 200 000	\$3 200 000	10
Contenedor marítimo	5	\$218 000	\$1 090 000	50
Set de protección personal	36	\$15 500	\$558 000	5
Pallets	400	\$1000	\$400 000	2
Notebook	5	\$75 000	\$375 000	5
Big bag	400	\$850	\$340 000	2
Set de herramientas	30	\$10 000	\$300 000	20
Silla ergonómica	5	\$32 000	\$160 000	10
Tablón	25	\$3700	\$92 500	10
Aire acondicionado	2	\$45 000	\$90 000	10
Balanza electrónica (1,5 Tn)	1	\$130 000	\$130 000	20
Escritorio	5	\$9000	\$45 000	10
Zorra hidráulica (2 Tn)	1	\$38 000	\$38 000	5
Impresora	1	\$20 000	\$20 000	5
Amoladora (50 Hz)	5	\$4000	\$20 000	20
Biblioteca	2	\$8000	\$16 000	10
Candados	5	\$2000	\$10 000	5
			\$6 840 500	

Fuente: elaboración propia con base en la encuesta. Nota: el set de herramientas comprende pinzas, destornilladores y otras herramientas que podrían no durar 20 años.

Por su parte, en la tabla 1 se valorizan las inversiones fijas necesarias para llevar a cabo el emprendimiento. Estas se han determinado por búsqueda de productos sin especificidad en Mercado Libre (febrero de 2021).

Se supone que los bienes tangibles se deprecian linealmente (totalizando \$996 218 durante los dos primeros años y \$626 218 durante los tres años restantes) por lo que el valor de desecho de la inversión por el valor de libro es de \$3 087 250. Por otra parte, la inversión en capital de trabajo se estimó por el método del período de desfasaje entre ingresos y gastos de 14 días, lo que totalizó un valor de \$8 011 336,65.

Además, se utilizó el método cualitativo por puntos propuesto por Sapag Chain et al (2014) para seleccionar cinco áreas específicas de microlocalización dentro de la zona permitida para estas actividades industriales en la ciudad de Bahía Blanca, en función de los siguientes factores: la proximidad de las fuentes de abastecimiento (30 % de ponderador), el acceso a las rutas (5 %), la distancia con los clientes locales (35 %), la seguridad (10 %) y el costo de alquiler de la nave industrial (20 %). Se eligió un sitio donde se encontró un galpón con un costo de \$80 000, que incluía también oficinas de alquiler mensual.

De acuerdo con los datos, el costo fijo más representativo es el de mano de obra, que representa más del 90 % del total. Si a los 33 trabajadores de planta se agregan aquellos que realizan tareas comerciales, logísticas y administrativas, el monto total en concepto de mano de obra asciende a \$28 992 543 por año en todo concepto, según el Convenio Colectivo de Trabajo 260/75 de la Unión Obrera Metalúrgica (UOM) para enero de 2021. Luego le siguen, en menor proporción, los costos correspondientes a alquiler (3,06 %), explotación (2,53 %), servicios de logística (0,38 %), publicidad (0,27 %) y mantenimiento (1,46 %).

Dentro de los costos fijos de explotación el pago de la ART es el más importante: \$360 000 anuales. En menor medida participan los seguros de comercio, el gasto correspondiente al autoelevador y los de servicios, como agua, gas y telefonía. En total ascienden a \$794 400 anuales.

El costo variable de los RAEE es nulo porque se obtienen gratuitamente de la población. Sin embargo, en el costo de logística se incluye el flete desde los puntos limpios hasta la planta. En la tabla 2 se estima ese costo, pero para la venta de los materiales.

En tanto, se estimó el consumo de energía correspondiente a las amoladoras y elevadores, tomando como referencia el costo de Kw en Bahía Blanca y la cantidad utilizada por una empresa similar en Córdoba, que totalizó \$12 556.

En cuanto a lo legal, los gastos fiscales corresponden a los de una Sociedad de Responsabilidad Limitada, ya que dicha forma societaria limita la responsabilidad al capital aportado, evitando que los socios respondan con su patrimonio personal ante eventuales deudas comerciales. Además, se revisó el proceso de tramitación de permisos y autorizaciones (apéndice) incluyendo los valores en la inversión intangible.

Tabla 2. Costo de flete

Proceso	Destino	Ubicación	Distancia	Ventas por año	Total km
Aprovisionamiento	Planta	Bahía Blanca	30	240	7200
Ventas	Matfer	Cerri	22	26	572
	Metales Retex	Caseros	1400	12	16 800
	Umicore	Zárate	1406	1	1406
Residuos peligrosos	IPES	La vitícola	40	3	120
Residuos no peligrosos	Relleno sanitario	Ex acceso Punta Alta	20	8	160
Total					26 258

Fuente: elaboración propia con base en consulta con Transporte Evangelista S. A. (marzo de 2021).

Estudio de rentabilidad

En la tabla 3 se expone la estimación de los ingresos de una planta de 1830 toneladas de RAEE. La tabla se confeccionó según los precios de cotizaciones a compradores locales y de precios internacionales para las TCI (febrero de 2021).

Tabla 3. Estimación de ingresos

Material	Precio/Tn	Toneladas	Ingresos
TCI	\$912 200	15,49	\$14 244 047
Cobre	\$300 000	40,73	\$12 219 272
Policarbonato	\$35 000	186,18	\$6 516 365
Acrilonitrilo butadieno estireno	\$30 000	206,48	\$6 194 532
Acero inoxidable	\$35 000	142,25	\$4 978 878
Acero galvanizado	\$10 000	397,08	\$3 970 821
Aluminio	\$80 000	48,78	\$3 902 909
Acero	\$10 000	307,43	\$3 074 358
Poliuretano	\$40 000	29,68	\$118 7153
Hierro	\$11 000	48,51	\$533 694
Polietileno	\$25 000	11,17	\$279 259
Tereftalato de polietileno	\$20 000	6,51	\$130 299
Polimetilmacrilato	\$0	9,47	\$0
Tereftalato de polibutileno	\$0	8,48	\$0
Poliestireno de alto impacto	\$0	18,42	\$0
Polioximetileno	\$0	52,19	\$0
Otros materiales no reciclables	\$0	301,95	\$0
Total de ingresos			\$57 231 588

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de la tasa de descuento, debido al pequeño monto de la inversión, y considerando que no se prevé que la empresa vaya a cotizar en la bolsa, se

ha concluido que resulta necesario emplear el modelo WACC (*weighted average cost of capital*). En cambio, se ha optado por contemplar como referencia la tasa de un fondo de inversión que presente semejanzas con respecto al riesgo del proyecto, calculada a valores reales debido a que el flujo de caja está a valores constantes. En tal sentido, la tasa nominal de referencia considerada para el proyecto es del 41,19 %, que representa la tasa promedio entre los años 2021 y 2023 ofrecida por fondos comunes de inversión de carácter conservador a la que se agregó un 3 % en concepto de prima de riesgo. Por otra parte, la tasa real calculada según la inflación del mismo período resultó de 0,519%. Por lo tanto, la tasa de descuento con riesgo es del 3,519 %.

Seguidamente, se construyó el flujo de caja libre (tabla 4) a valores constantes y se procedió al cálculo de los indicadores de rentabilidad tradicionales: el valor actual neto (VAN: -\$3 074 611,15) y la tasa interna de retorno (TIR: -7,12 %), que deben interpretarse como rentabilidad en términos reales.

Tabla 4. Flujo de fondos libre

	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$57 231 588,45	\$57 231 588,45	\$57 231 588,45	\$57 231 588,45	\$57 231 588,45
Impuesto a los Ingresos Brutos (3,5 %)		\$-2 003 105,60	\$-2 003 105,60	\$-2 003 105,60	\$-2 003 105,60	\$-2 003 105,60
Gastos generales fijos		\$-31 409 943,35	\$-31 409 943,35	\$-31 409 943,35	\$-31 409 943,35	\$-31 409 943,35
Gastos generales variables		\$-23 496 310,60	\$-23 496 310,60	\$-23 496 310,60	\$-23 496 310,60	\$-23 496 310,60
Amortización intangible		\$-23 568,00	\$-23 568,00	\$-23 568,00	\$-23 568,00	\$-23 568,00
Depreciación		\$-972 650,00	\$-972 650,00	\$-602 650,00	\$-602 650,00	\$-602 650,00
Resultados antes del impuesto a las ganancias		\$-673 989,11	\$-673 989,11	\$-303 989,11	\$-303 989,11	\$-303 989,11
Impuesto a las ganancias (35 %)		\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Resultados después del impuesto a las ganancias		\$-673 989,11	\$-673 989,11	\$-303 989,11	\$-303 989,11	\$-303 989,11
Amortización intangible		\$-23 568,00	\$-23 568,00	\$-23 568,00	\$-23 568,00	\$-23 568,00
Depreciación		\$-972 650,00	\$-972 650,00	\$-602 650,00	\$-602 650,00	\$-602 650,00
Inversiones	\$-6 958 340,00					
Inversión circulante	\$-1 052 996,65					
Valor de desecho						\$3 087 250,00
Recupero inversión circulante						
Flujo de fondos	\$-8 011 336,65	\$322 228,89	\$322 228,89	\$322 228,89	\$322 228,89	\$4 462 475,55
Flujo de fondos acumulado	\$-8 011 336,65	\$-7 689 107,76	\$-7 366 878,86	\$-7 044 649,97	\$-6 722 421,07	\$-2 259 945,53
VAN	\$-8 011 336,65	\$311 272,96	\$300 689,52	\$290 465,93	\$280 589,95	\$3 753 707,14
VAN ACUMULADO	\$-8 011 336,65	\$-7 700 063,70	\$-7 399 374,17	\$-7 108 908,24	\$-6 828 318,29	\$-3 074 611,15

En función de la información obtenida se debe rechazar el proyecto porque el VAN es negativo (la destrucción de la riqueza es de \$3 074 611,15). Además, la TIR no supera a la tasa de descuento y es negativa.

Por otra parte, se analiza el apalancamiento financiero considerando un financiamiento del 40 % de la inversión inicial a través del Banco de la Nación Argentina (línea de inversión productiva para pymes a 60 meses con un período de gracia de 6 meses, con sistema de amortización alemán y tasas nominales del 24 % para los primeros 2 años y del 30 % para el resto)⁷. El resultado de la incorporación del crédito arroja una TIR de -19,64 % y un VAN de -\$4 903 764.

Se observa que la TIR ha decrecido y ha aumentado la destrucción de riqueza con respecto al flujo anterior, dado que hay un apalancamiento financiero negativo porque la tasa de interés del crédito supera ampliamente a la TIR del flujo de caja libre. Como consecuencia de ello, se descarta la financiación.

Seguidamente, se efectuó un análisis de sensibilidad aplicando el modelo unidimensional del VAN, buscando el precio promedio por tonelada que permitiera obtener un VAN igual a 0 y que el proyecto se volviera aceptable. Se halló que debería ser un 1,48 % superior al estimado, o sea, de \$31 727. Lo propio se realizó también para el principal costo del proyecto que es el pago de salarios a los operarios (72,15 % de los costos fijos de la iniciativa) y se concluyó que estos deberían reducirse un 3,66 %, para que sea aceptable con una ganancia igual a la tasa de descuento.

Conclusiones

La gestión de desechos contaminantes, como los de los aparatos eléctricos y electrónicos, no es un problema exclusivo de Argentina y tiene una tendencia creciente, dado el avance de la tecnología que los vuelve obsoletos cada vez con mayor velocidad.

En el país se producen anualmente 465 000 toneladas de estos residuos, de los cuales el 60 % termina en rellenos sanitarios o vertederos. La gestión de ellos no está regulada por leyes nacionales integrales, por lo que se propicia la contaminación derivada de su administración inadecuada e irresponsable.

Este trabajo contribuye al estudio de la cuestión a través de la evaluación de la factibilidad económica de la creación de una empresa dedicada a separar y comercializar dentro y fuera del país los componentes de los RAEE. Estos serían donados por la población de Bahía Blanca, lo que aseguraría un adecuado abastecimiento, dado que se estimó en 7040 toneladas la cantidad de esos desechos disponibles para su procesamiento. La localización del emprendimiento es ideal, ya que lo que no se pueda comercializar se vendería a gestores de desechos peligrosos, que están próximos a la ciudad, y no existe competencia cercana.

La debilidad del proyecto pasa por el costo laboral, ya que para el tamaño óptimo de procesamiento de 1830 toneladas anuales se requieren 33 operarios y

⁷ <https://www.bna.com.ar/Empresas/Novedades/CreditoMiPyMEsIP>.

39 empleados en total. Esta situación amerita alguna contratación diferente a la establecida por el convenio colectivo de trabajo de la UOM, por ejemplo, que los trabajadores se registren como monotributistas o beneficiarios de un programa de ayuda social (por ejemplo, Potenciar Trabajo)⁸. Asociada a estas alternativas habría que considerar los seguros contra riesgos laborales.

Se construyó el flujo de fondos libre y, según la tasa de descuento determinada de acuerdo con el rendimiento promedio de un fondo de inversión conservador más una prima de riesgo, se aconsejó descartar el proyecto, dado que el VAN es \$-3 074 611,15 y la TIR es -7,12 %. Ante estos valores, la incorporación de un crédito del 40 % de la inversión no cambió la decisión, agravando los indicadores del VAN y la TIR debido al apalancamiento negativo.

Se puede concluir que Bahía Blanca tendría ventajas para llevar a cabo este emprendimiento, ya que la población local está interesada en participar voluntariamente aportando los desechos necesarios para su ejecución, no hay competidores en la zona y hay cercanía a empresas especializadas en el procesamiento de los componentes. Además, también se trata de una ciudad con alta tasa de desempleo, lo que podría ser una oportunidad para encontrar a los trabajadores necesarios. No obstante, el proyecto no es rentable por lo que se sugiere involucrar al sector público mediante mecanismos que achiquen las erogaciones, como una reducción de inversiones o mecanismos de contratación (como los enunciados previamente) que permitan disminuir los costos laborales. Estas alternativas serían las nuevas líneas de análisis para investigaciones futuras.

También podría avanzarse desarrollando una evaluación social y de impacto ambiental del proyecto, lo que implicaría utilizar métodos de valuación de bienes intangibles e instrumentos como la Matriz de Leopold para incluir las externalidades negativas de este fenómeno. Con seguridad, realizar cuantificaciones de este tipo permitiría cambiar la recomendación y podría llevarse a cabo el proyecto, aún sin ser atractivo desde el punto de vista privado.

Por último, para seguir aportando a la discusión con respecto a la creación de proyectos de triple impacto, se podría analizar la experiencia internacional con el propósito de replicar sistemas institucionales, figuras legales y cualquier otro elemento de juicio que permita reconsiderar los resultados adversos hallados anteriormente.

⁸ El programa Potenciar Trabajo era un plan de reinserción laboral impulsado por el Estado argentino que permitía la reducción de las cargas patronales por parte de los empleadores por un período de tiempo determinado.

Bibliografía

- BALDE, Cornelis, KUEHR, Ruediger, YAMAMOTO, Tales, MCDONALD, Rosie, D'ANGELO, Elena y ALTHAF, Sahana (2024). *The global E-waste monitor 2024*. Intenational Telecommunication Union-United Nations Press.
- BOON, John (2024). Toxicology of E-waste: unveiling the impact of electronic waste on soil and water quality. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*, 14 (06), 801.
- CARBONELL-ALCOCER, Alejandro, ROMERO-LUIS, Juan, GERTRUDIX BARRIO, Manuel y BORGES REY, Eddy (2022). Educar para un futuro sostenible a través de la economía circular: implicación ciudadana y cambio social. *Comunicar*, 30(72), 21-32. <https://doi.org/10.3916/C73-2022-02>.
- DI SANTO, Cecilia, MARTÍNEZ, Luis, RODRIGUEZ, Eduardo, BURUCUA, Andrea, IRIBARNE, Rosana, MAFFEI, Laura y MALALÁN, Teresa (2020). *Gestión Integral de RAEE. Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Una fuente de trabajo decente para avanzar hacia la economía circular*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación. Recuperado el 26/12/2025 de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_raee.pdf.
- FORTI, Vanessa, BALDÉ, Cornelis P., KUEHR, Ruediger y BEL, Garam (2020). *The Global E-waste Monitor 2020 Quantities. Flows and the circular economy potential*. United Nations Press.
- JIMÉNEZ HERRERO, Luis María y PÉREZ LAGÜELA, Elena (2019). *Economía Circular – Espiral. Transición hacia un metabolismo económico cerrado*. Ecobook.
- MAFFEI, Laura y BURUCUA, Andrea (2020). *Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y empleo en la Argentina*. Organización Internacional del Trabajo. Recuperado el 26/12/2025 de https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40americas/%40oro-lima/%40ilo-buenos_aires/documents/publication/wcms_737650.pdf.
- MATIACEVICH, Silvia, SOTO MADRID, Daniela y GUTIÉRREZ CUTIÑO, Marlen (2023). Economía circular: obtención y encapsulación de compuestos polifénicos provenientes de desechos industriales. *Revista Iberoamericana de Vitivinicultura, Agroindustria y Ruralidad*, 10(28), 77-100. <https://dx.doi.org/10.35588/rivar.v10i28.5343>.
- MELGAREJO, Víctor (2019). Economía circular y la industria textil en el Paraguay. *Población y Desarrollo*, 25(49), 143-150.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la República Argentina (2016). Manejo sustentable de residuos especiales de generación universal. Resolución E 522. *Boletín Oficial de la República Argentina*.
- PRECIADO SALDAÑA, Alejandra, RUIZ CANIZALES, José, VILLEGRAS-OCHOA, Mónica, ABRAHAM DOMÍNGUEZ-AVILA, José y GONZÁLEZ-AGUILAR, Gustavo

- (2022). Aprovechamiento de subproductos de la industria agroalimentaria. Un acercamiento a la economía circular. *Revista Iberoamericana de Tecnología Pascosecha*, 23(2), 92-99.
- PRIETO SANDOVAL, Vanesa, JACA, Carmen y ORMAZABAL, Marta (2017). Economía circular: relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria. Investigaciones en Ingeniería*, 15, 85-95.
- SAPAG CHAIN, Nassir, SAPAG CHAIN, Reinaldo y SAPAG PUELMA, José Manuel (2014). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. McGrawHill.
- ZAPATA BRAVO, Álvaro, VEIRA ESCOBAR, Valentina y RODRÍGUEZ RAMÍREZ, Alfonso (2021). La economía circular de las botellas PET en Colombia. *Cuadernos de Administración*, 37(70). <https://doi.org/10.25100/cdea.v37i70.10912>.

Apéndice

Habilitaciones y permisos. Documentación necesaria

A continuación, se detallan los documentos y pagos necesarios para lograr obtener las habilitaciones y permisos requeridos para la puesta en marcha del presente proyecto:

Nacionales

► Certificado Ambiental Anual. Generador

Documentación necesaria:

- Certificados locales de habilitación del establecimiento y ambientales.
- Memoria técnica.
- Estatuto societario y modificaciones que incluyan cualquier actualización en el Objeto Social/Actas Societarias.
- Pólizas de seguro ambiental. Solo si el cálculo de nivel de complejidad ambiental supera los 14,5.

Provinciales

► Inscripción en el Registro de Tecnologías

Documentación necesaria:

- Presentación de la solicitud de inscripción de tecnología, la cual deberá espe-

cificar razón social, domicilio real y constituido, localidad, partido, teléfono, identificación de propietarios, estatuto social autenticado y número de código único de identificación tributaria. Dicha presentación deberá ser suscripta por el representante legal de la firma y por un representante técnico inscripto en el Registro de Profesionales del OPDS.

- ▶ Presentación de documentación: informes, pruebas y evaluaciones concretas de la aplicación práctica de la tecnología propuesta indicando los lugares en donde se aplica y tipo de residuos a los cuales está destinada.
- ▶ En caso de ser una tecnología nueva, no utilizada aún, deberá presentarse para su registro estudios e informes en los que se evalúe su aplicación y el impacto ambiental que produciría sobre el ambiente, consignando los lugares en donde se realizaron.
- ▶ Todos los estudios e informes deberán contener la opinión de una universidad, centro de investigación científica o institución educativa o científica nacional, internacional o provincial, pública o privada, con incumbencia en la temática ambiental.
- ▶ La presentación deberá especificar en forma estricta, cualitativa y cuantitativamente, los residuos o desechos a tratar o disponer con la tecnología a inscribir, tolerancias mínimas y máximas, resguardos técnicos especiales a tener en cuenta y condiciones generales de instalación, a saber:
 - ▶ Tipo de tratamiento (físico-químico, incineración, biológico, etc.) o de disposición final, según corresponda.
 - ▶ Caracterización cualcuantitativa del residuo a tratar o disponer.
 - ▶ Descripción detallada de la metodología de tratamiento o disposición final propuesta.
 - ▶ Diagrama de flujo y balance de masa.
 - ▶ Plan de contingencias.
 - ▶ Equipamientos.
 - ▶ Productos obtenidos del proceso de transformación, usos potenciales y comercialización, en caso de corresponder.
 - ▶ Residuos obtenidos y su disposición final.

▶ **Certificado de Habilitación Especial. Operador**

Documentación necesaria:

- ▶ Nota de solicitud de renovación del Certificado de Habilitación Especial, según formulario Anexo I que forma parte de la Resolución 593/00.
- ▶ Presentación del Formulario Único de Renovación-Resumen de Operaciones conforme al formulario Anexo II que forma parte de la Resolución 593/00.
- ▶ Presentar la Planilla Registro de Operaciones de Residuos Especiales confor-

me formulario Anexo III que forma parte de la Resolución 593/00 y copia del registro de contingencias y monitoreos.

- Comprobante de pago del anticipo de la tasa Ley 11720 en la forma que correspondiere y tasa retributiva de servicios administrativos.
- Acreditación del importe máximo de la tasa fijado por el Art. 4 del Decreto 806/97.

Municipales

► Habilitación Industrial-Bahía Blanca

Documentación necesaria:

- Solicitud de Pedido de Factibilidad.
- Copia del plano o croquis del establecimiento.
- Planilla de Solicitud de Habilitación.
- Disposición de categorización otorgada por el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible.
- Constancia de cumplimiento tributario.
- Formulario de empadronamiento fiscal.
- Contrato social (en caso de sociedad) inscripto.
- Constancia de inscripción en AFIP.
- Constancia de inscripción en ARBA.
- Fotocopia de DNI del responsable.
- Declaración de activo fijo (firmar ante funcionario municipal).
- Certificado de aptitud eléctrica o inspección del departamento Electricidad y Mecánica, según corresponda.