

PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

**Estudio de factibilidad técnico - económica de desarrollar una
planta de tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos para un
barrio cerrado.**

Brizuela, Lucio – LU 1160033

Leippie, Agustín – LU 1122421

Ingeniería Industrial

Tutor:

Gatto, Pablo, UADE

2026



UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS

Índice

Abstract	2
Resumen.....	3
1 Introducción	4
1.1 Contexto Internacional	5
1.2 Contexto Nacional.....	6
1.3 Caracterización de RSU	9
1.4 Haras del Sur	12
1.5 Situación actual de los RSU en Haras del Sur.....	16
1.6 IBIRCOM.....	17
1.7 Objetivo del Estudio.....	18
2 Marco Legal	19
2.1 Normativa Nacional.....	20
2.2 Normativa provincial	20
2.3 Resolución (MA) 190/24	23
2.4 Certificado de Disposición final.....	24
2.5 Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)	24
3 Estudio de Mercado.....	25
3.1 Introducción	25
3.2 Análisis F.O.D.A.	26
3.3 P.E.S.T.E.L.	29
3.4 Análisis de Mercados.....	31
4 Estudio de Ingeniería	38
4.1 Introducción	39

4.2 Definición de Residuos	41
4.3 Caracterización de viviendas.....	42
4.4 Cálculo de RSU generados.....	43
4.5 Overall equipment effectiveness	44
4.6 IBIRCOM 700	45
4.6.1 Introducción	45
4.6.2 El proceso.....	45
4.6.3 Producto final	49
4.6.4 Subproductos generados.....	50
4.6.5 Máquina abre bolsas	51
4.6.6 Cálculo de Capacidad	52
4.7 Sistema de reciclaje de plásticos.....	54
4.7.1 Introducción	54
4.7.2 Definición del PET.....	55
4.7.3 Proceso de Reciclaje	57
4.7.4 Oportunidad de optimización del negocio	60
4.7.5 Definición de HDPE, LDPE Y PP.....	60
4.7.6 Información Técnica de maquinaria	61
4.8 Medidas de control de riesgos laborales	65
4.9 Diagrama de flujo	70
4.10 Layout	72
5 Estudio de Localización	74
5.1 Introducción	75
5.2 Concepto NIMBY	75

5.3 Alternativas de Parques industriales	76
5.4 Análisis por método de ponderación	78
5.5 Ahorro generado en combustible	82
6 Evaluación de impacto ambiental	84
6.1 Introducción	85
6.2 NCA	85
6.3 Impactos ambientales	90
6.4 Residuos Sólidos	91
6.5 Efluentes Líquidos	92
6.6 Emisiones Atmosféricas	95
6.7 Sistemas de Control de Olores	96
6.8 Contaminación sonora	101
6.9 Sistemas de control de incendios	102
7 Organización de la empresa y recursos humanos	110
7.1 Organigrama	111
7.2 Jornada Laboral	111
8 Estudio Económico y financiero	119
8.1 Introducción	120
8.2 Egresos	120
8.5 Activo fijo	139
8.4 Ingresos	141
8.6 Punto de equilibrio	146
8.6 Flujo de Caja	149
8.7 Modelo de gestión comunitaria del proyecto	158

9 Conclusión	163
Bibliografía	167

Abstract

The management of Municipal Solid Waste represents one of the most significant environmental, social, and economic challenges worldwide. Population growth, accelerated urbanization, and current consumption patterns have critically increased waste generation, while traditional disposal systems, primarily landfilling, are either saturated or pose substantial environmental risks. In Argentina, this issue is further exacerbated by high per capita waste generation, limited treatment infrastructure, and the continued presence of open dumps. From a regulatory standpoint, both National Law No. 25,916 and recent provincial regulations require gated communities and private urban developments to implement integrated waste management plans and ensure full traceability of final disposal, thereby compelling the adoption of more efficient and sustainable solutions.

Within this framework, the present study assesses the technical, environmental, legal, and economic feasibility of developing a Municipal Solid Waste treatment plant to serve the Haras del Sur residential complex, located in the Partido de La Plata. Haras del Sur comprises five gated communities, a condominium, a three level educational institution, and a commercial area, generating a significant volume of waste that demands a comprehensive and modern management solution. As the facility will not be located within the residential complex, a site selection study was conducted, resulting in the identification of a nearby plot that meets accessibility, zoning, and minimum distance requirements from residential areas.

The proposed technological approach integrates two complementary treatment streams. On one hand, the organic fraction and processable non recyclable materials are treated using IBIRCOM equipment, whose physico mechanical technology converts waste into a dry, homogeneous, stable, and inert product suitable for use as an industrial input or alternative fuel. This process significantly reduces waste weight, volume, and organic load, eliminates pathogens, and minimizes the need for final disposal. On the other hand, the recyclable plastics fraction, including PET, HDPE, PP, LDPE, PS, and others, is processed through a plastic

recycling line that includes sorting, washing, shredding, drying, and pelletizing stages. This stream produces a marketable output for the recycled resins industry, thereby adding value and reinforcing a circular economy approach. Additional recoverable materials, such as glass, metals, paper, and cardboard, are stored and commercialized externally through established recovery channels.

The study includes a detailed environmental impact assessment, highlighting the reduction in transportation to sanitary landfills, decreased greenhouse gas emissions, elimination of leachate generation, and the valorization of waste streams that currently lack a sustainable destination. Furthermore, compliance with the applicable legal framework and permitting requirements for plant operation was evaluated, confirming full regulatory compatibility. From a social perspective, the project enhances waste traceability for the residential complex, promotes environmental awareness, and generates both operational and technical employment opportunities within the local area.

Resumen

La gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) constituye uno de los desafíos ambientales, sociales y económicos más relevantes a nivel global. El crecimiento poblacional, la urbanización acelerada y los hábitos de consumo actuales han incrementado de forma crítica la generación de residuos, mientras que los sistemas tradicionales de disposición, principalmente el entierro en rellenos sanitarios, se encuentran saturados o presentan riesgos ambientales significativos. En Argentina, esta problemática se agrava por la alta generación per cápita, la limitada infraestructura de tratamiento y la persistencia de basurales a cielo abierto. A nivel regulatorio, tanto la Ley Nacional 25.916 como las normativas provinciales recientes exigen a los barrios cerrados y urbanizaciones privadas implementar planes de gestión integral y garantizar la trazabilidad de la disposición final, lo que obliga a adoptar soluciones más eficientes y sustentables.

En este contexto, el presente trabajo evalúa la factibilidad técnica, ambiental, legal y económica de desarrollar una planta de tratamiento de RSU para atender al complejo residencial Haras del Sur, ubicado en el Partido de La Plata. Haras del Sur, compuesto por cinco barrios

cerrados, un condominio, un colegio de tres niveles y un sector comercial, genera un volumen significativo de residuos que exige una solución integral y moderna. Dado que la planta no se emplazará dentro del barrio, se realizó un estudio de localización que permitió seleccionar un predio cercano, con adecuadas condiciones de accesibilidad, zonificación y distancia respecto a áreas residenciales.

La propuesta tecnológica combina dos corrientes de tratamiento complementarias. Por un lado, la fracción orgánica y el material no reciclable procesable se gestiona mediante un equipo IBIRCOM cuya tecnología físico-mecánica permite transformar residuos en un producto seco, homogéneo, estable e inocuo, apto para ser utilizado como insumo industrial o combustible alternativo. Este proceso reduce el peso, volumen y carga orgánica del residuo, elimina patógenos y minimiza la necesidad de disposición final. Por otro lado, la fracción de plásticos reciclables (PET, PEAD, PP, PEBD, PS y otros) se procesa mediante una línea de reciclaje plástico que incluye las etapas de clasificación, lavado, molienda, secado y pelletizado. Este flujo genera un producto comercializable en el mercado de resinas recicladas, agregando valor y completando el enfoque de economía circular. Los materiales recuperables adicionales, como vidrio, metales, papel y cartón, se acopian y comercializan externamente mediante circuitos ya establecidos.

El estudio incorpora un análisis detallado de los impactos ambientales, destacando la disminución de transporte hacia rellenos sanitarios, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la eliminación de lixiviados y la valorización de residuos que actualmente no tienen destino sostenible. Asimismo, se evaluó el cumplimiento del marco legal vigente y los requerimientos habilitatorios para la operación de la planta, identificando su plena compatibilidad normativa. Desde el punto de vista social, la iniciativa mejora la trazabilidad de los residuos del barrio, promueve la educación ambiental y genera empleo operativo y técnico en la zona.

1 Introducción

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son desechos generados tanto en viviendas particulares como también en otros ámbitos con características similares como pueden ser los locales comerciales, oficinas de trabajo y determinados sectores industriales. El modelo

económico lineal persistente conlleva un problema palpable y dañino: la generación masiva de dichos residuos. Este proceso no solo agrega presión ambiental durante la producción y el transporte, sino que también crea demanda adicional al generar elementos sin utilidad futura. La gestión inadecuada de RSU continúa generando contaminación, riesgos sanitarios y sociales. A su vez, su recolección, transferencia y disposición final representan un desafío de política pública para los gobiernos.

1.1 Contexto Internacional

El manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) es un desafío cada vez más apremiante a medida que la población mundial crece y se urbaniza. La cantidad de residuos generados está influenciada por diferentes variables, como la densidad poblacional, el nivel económico de cada sociedad, sus hábitos de consumo, y los métodos de producción, entre otras. Según la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU) de septiembre de 2005, estos factores están estrechamente relacionados con el desarrollo macroeconómico. Especialmente en Latinoamérica la disposición final de estos residuos resulta un problema dado que su gran mayoría termina en basurales a cielo abierto.

| Disposición final en rellenos sanitarios vs disposición final inadecuada en países de América Latina y el Caribe

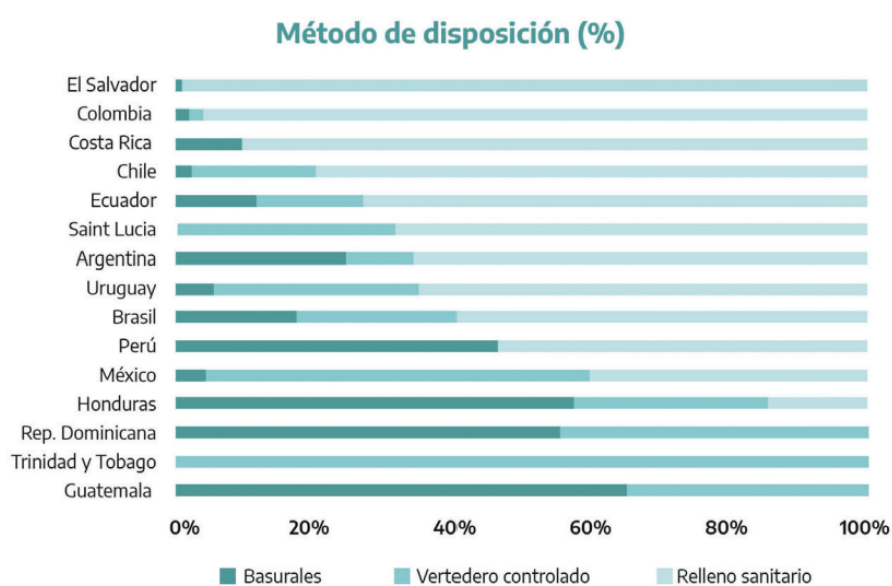


Figura 1: Comparación disposición final. Fuente: Guía para la Implementación de la Gestión Integral e Inclusiva de Residuos (Ministerio de ambiente de PBA)

En las comunidades urbanizadas, el consumo de materiales inorgánicos como plásticos, papel, vidrio y aluminio aumenta, mientras que la proporción de residuos orgánicos disminuye. Actualmente, la producción global de RSU se estima en aproximadamente 1.500 millones de toneladas anuales. Este volumen de residuos contribuye significativamente a las emisiones de gases de efecto invernadero, representando casi el 5% de las emisiones mundiales y el 12% del total global de metano.

Según el último informe de la Nueva Agenda Urbana (ONU-Hábitat 2020), los RSU son un problema urgente para el desarrollo urbano debido a su impacto en la salud pública, el uso del suelo y la mitigación del cambio climático. Se proyecta también que su generación aumentará más del doble que la población para 2050.

1.2 Contexto Nacional

En Argentina, la gestión de RSU está regulada por la Ley n° 25.916, que busca promover su manejo adecuado y su valorización, así como minimizar su generación y garantizar su disposición final. La población urbana del país reporta una cobertura de recolección de RSU del 99,8 %. El 54 % de esta recibe el servicio de recolección en forma tercerizada y el 46 % restante como prestación municipal directa. La frecuencia de recolección diaria es superior al 70 %. Sin embargo, las deficiencias en su tratamiento son comunes en todas las ciudades del país, donde más del 92 % de la población está urbanizada.

En la siguiente tabla se puede observar la cantidad de Residuos Sólidos Urbanos generados por día según las diferentes provincias de la nación. Los datos fueron obtenidos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS) con referencia al año 2015.

Jurisdicción	Kg / Hab * Día
Buenos Aires	1.18
Catamarca	0.56
Chaco	0.32

Chubut	0.82
Ciudad Autónoma de Buenos Aires	1.9
Córdoba	1.06
Corrientes	0.76
Entre Ríos	0.79
Formosa	0.58
Jujuy	0.74
La Pampa	0.89
La Rioja	0.71
Mendoza	0.91
Misiones	0.51
Neuquén	0.83
Río Negro	0.76
Salta	0.77
San Juan	0.89
San Luis	0.77
Santa Cruz	0.64
Santa Fe	1.04
Santiago del Estero	0.69
Tierra del Fuego	0.6
Tucumán	0.73

TABLA I: Generación de residuos por habitante según cada provincia.

El promedio de generación diaria es de 1,15 kg por persona, lo que equivale a unas 49.300 toneladas diarias y aproximadamente 18 millones de toneladas anuales. Estas cifras han dado lugar a la existencia de alrededor de 5000 basurales a cielo abierto, que siguen siendo la forma oficial de disposición final de residuos para muchos casos. Esta persistencia representa uno de los mayores riesgos ambientales y sanitarios de Argentina y es un desafío importante para las políticas públicas actuales.

Además, los basurales a cielo abierto son una fuente significativa de gases de efecto invernadero (GEI), contribuyendo a las emisiones de dióxido de carbono. Si esta tendencia continúa, se proyecta una acumulación significativa de GEI para 2030, lo que desafía las metas de reducción de emisiones del país.

Aunque en los últimos años se han mejorado algunos aspectos de la gestión integral e inclusiva de RSU, la problemática es de gran relevancia ambiental y conlleva uno de los gastos municipales más importantes, principalmente en servicios de recolección y transporte, y requiere recursos presupuestarios, humanos, logísticos y de gestión. Muchas veces, esto se desarrolla en un marco de desarticulación normativa e interjurisdiccional, así como de falta de conocimiento y personal capacitado. En promedio, los municipios destinan el 13 % de su presupuesto a servicios de RSU y limpieza urbana. Aunque se han establecido aranceles, estos apenas cubren el 30 % del costo total del servicio, por lo que se requieren subsidios municipales para prestarlos. A nivel nacional, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es responsable de definir políticas, brindar asistencia técnica y cofinanciar las inversiones.

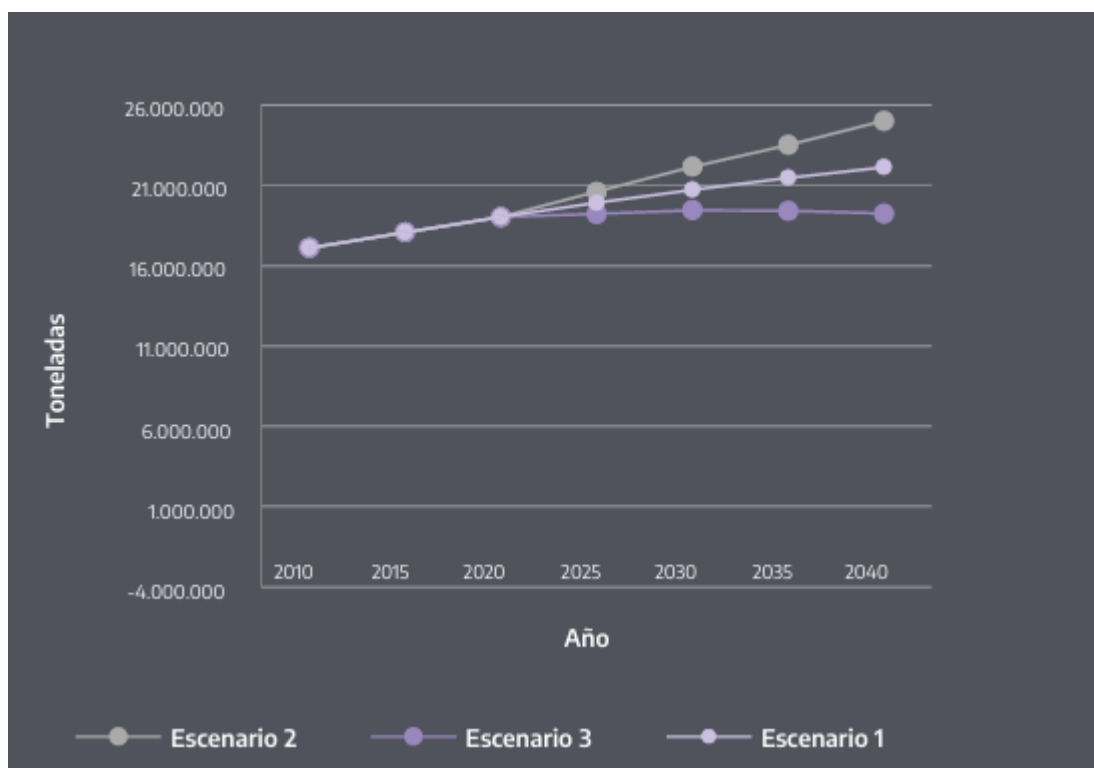


Figura 2: Pronóstico de generación de residuos.

Incluso en escenarios donde se prevé una disminución en la tasa de generación de RSU per cápita, el crecimiento continuo de la población implicará que se sigan generando alrededor de 20 millones de toneladas de RSU anuales. Se proyecta que para 2040, la población argentina aumentará en un 16 %, y dependiendo de diferentes escenarios de cambio en la tasa de generación per cápita, se estima que el volumen total de RSU generado variará entre 22 y 25 millones de toneladas anuales. Por lo tanto, los desafíos actuales en la gestión de RSU deben centrarse en reducir esta tasa de generación y mejorar las condiciones de gestión y disposición final de manera rápida y efectiva.

1.3 Caracterización de RSU

El objetivo de esta sección es poder definir los RSU y conocer su composición. Esto nos permitirá determinar con qué materia prima nos encontramos y sus características para su futuro proceso de reciclaje.

Los residuos son cualquier tipo de material que pasó por un proceso de uso y que se decide desechar porque no resulta útil para el primer usuario, aunque puede pasar por una transformación y volver a ser un producto de valor. Por otro lado, la basura se refiere a aquellos desechos que, tras cumplir su función, no pueden reutilizarse de ninguna manera y requieren desecharse de forma definitiva.

Se pueden clasificar como residuos orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos provienen de fuentes biológicas y pueden descomponerse rápidamente, generando un producto útil para la agricultura. Algunos ejemplos típicos de residuos orgánicos incluyen los restos de alimentos y los desechos de jardinería. Los inorgánicos provienen de procesos industriales y contienen una amplia variedad de productos, como plásticos, vidrio, papel, cartón, metales, textiles y otros materiales no biodegradables. Debido a su naturaleza, los residuos inorgánicos pueden tardar mucho tiempo en degradarse, lo que plantea desafíos significativos para la gestión de residuos y el medio ambiente. Una de las ventajas de los residuos inorgánicos es que muchos son reciclables y pueden recuperarse y reutilizarse en la producción de nuevos productos, lo que ayuda a conservar recursos y reducir el impacto ambiental.

La CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado) es una entidad encargada de la gestión de residuos sólidos urbanos en la región metropolitana de Buenos Aires. Su función principal es el tratamiento y disposición final de los residuos

generados en esta área. Opera varios centros de disposición y reciclaje, contribuyendo a una gestión más sostenible de los residuos y promoviendo la reducción de la cantidad de desechos que llegan a los vertederos. El CEAMSE cuenta con múltiples estaciones de transferencia cuya función es recibir la basura recolectada por los camiones compactadores en los municipios, y luego trasladarla a rellenos sanitarios o plantas de tratamiento en vehículos de gran porte. Debe dejarse claro que el traslado hacia estos centros de transferencia es responsabilidad de los distintos municipios que a su vez tercerizan el servicio con diferentes compañías como en el caso de la plata lo hace la empresa ESUR S.A.

En cuanto a la tipología de RSU ingresados a la CEAMSE (figura 3), se reporta que los materiales orgánicos totalizan el 44,5% del total de residuos, desglosándose en 41,64% de residuos alimenticios y 2,85% de residuos de jardín. Del remanente de residuos secos, se han reportado 18,82% de residuos plásticos, 13,07% de papel y cartón, 4,25% de vidrio, 4,1% de residuos textiles, 1,97% de metales, mientras que el resto se cataloga como “otros”, esta sección está destinada para elementos que no pueden ser recuperados mediante reciclaje u otros métodos y son considerados peligrosos, como por ejemplo sustancias químicas, jeringas, etc.

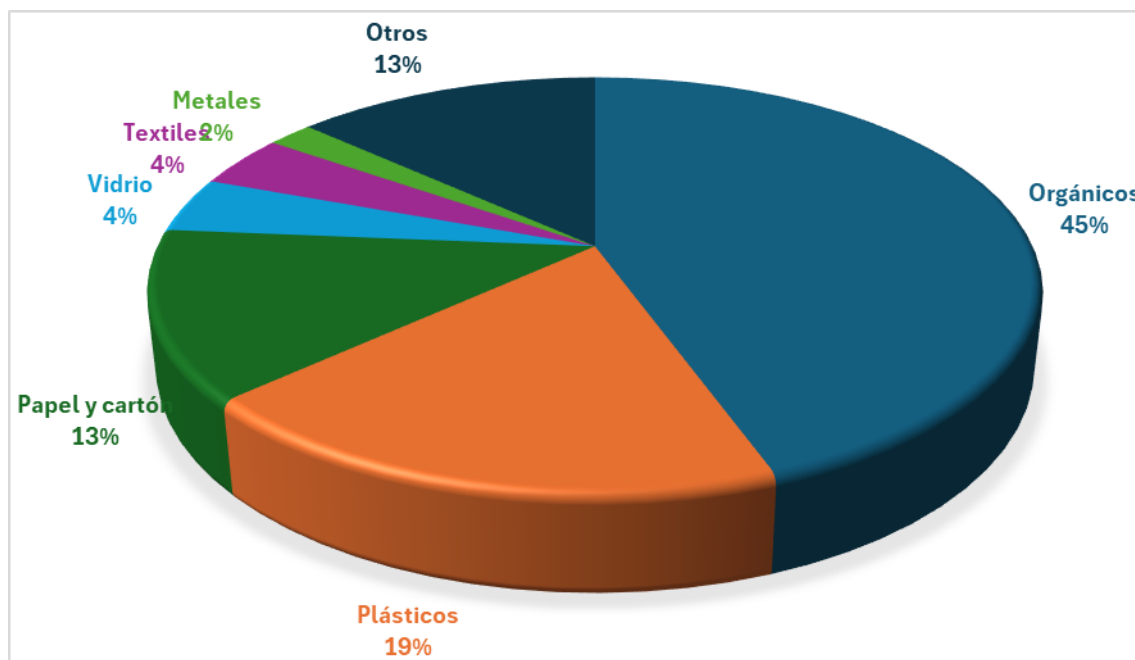


Figura 3: Clasificación de RSU. Fuente: Elaboración propia en base a datos de CEAMSE (2019).

Analizando en detalle los plásticos, podemos observar que representan una parte significativa de los residuos sólidos urbanos, y dentro de esta categoría, existen siete tipos principales (figura 4) que se clasifican según un sistema de identificación con códigos numéricos del 1 al 7.



Figura 4: Tipos de plásticos

El polietileno de baja densidad (PEBD o LDPE), presente principalmente en bolsas de supermercado y envolturas flexibles, constituye la fracción predominante de los residuos plásticos, con una participación aproximada del 43%. A continuación, se encuentra el polipropileno (PP), empleado en envases de alimentos, textiles y diversos productos de consumo, que alcanza cerca del 19%. En tercer lugar, aparece el polietileno tereftalato (PET), utilizado mayormente en botellas de bebidas y envases de alimentos, con una participación del 14%. Le sigue el polietileno de alta densidad (PEAD o HDPE), habitual en envases de productos de limpieza y bolsas plásticas rígidas, que representa aproximadamente el 12%. Luego se ubica el poliestireno (PS), presente en envases descartables y materiales de aislamiento, con alrededor del 5%. El policloruro de vinilo (PVC), utilizado en tubos, revestimientos y aplicaciones específicas, aporta cerca del 4% de la fracción plástica. Finalmente, los plásticos mezclados y especiales, agrupados bajo la categoría “Otros” (código 7), completan la composición con aproximadamente el 3%.

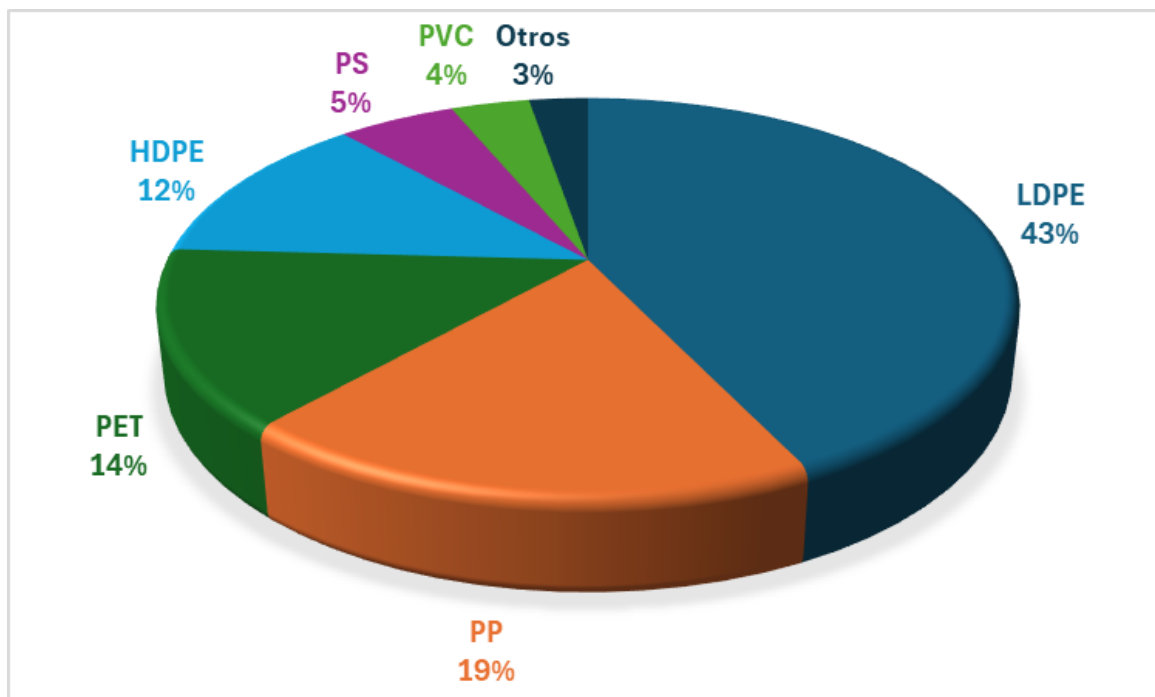


Figura 5: Clasificación de plásticos. Fuente: Elaboración propia en base a datos de CEAMSE (2019).

1.4 Haras del Sur

En este apartado se investigará a cerca del complejo Haras del Sur con el objetivo de cuantificar las unidades que generan RSU en el barrio. Se contemplarán viviendas, colegios, edificios y sectores comerciales. Esto nos ayudará a determinar un parámetro para el futuro cálculo de los residuos en el complejo. Se establecerá un 100% de ocupación tanto en los lotes como en los departamentos y que todos los proyectos en construcción estarán terminados.



Figura 6: Vista aérea Complejo Haras del Sur. Fuente: Sitio oficial de Haras del Sur.

Haras del Sur (figura 6) es una localidad que se destaca por ser un desarrollo residencial y un country club ubicada en el partido de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina. Esta zona forma parte del Gran La Plata, situada a aproximadamente 10 km al sur del centro de la ciudad de La Plata, y se encuentra entre los kilómetros 69 y 73 de la ruta 2, lo que proporciona un acceso rápido y seguro tanto a la capital como a otras localidades cercanas. El desarrollo de Haras del Sur abarca más de 550 hectáreas, con un total de casi 3000 lotes. También alberga el Haras del Sur College, un colegio que abrió sus puertas en 2019 y consta de tres niveles: inicial, primario y secundario.

En detalle, Haras del Sur 1 (figura 7) abarca 116 hectáreas de superficie total con 350 lotes que varían entre 1.000 y 5.000 m². Este barrio cuenta con un Club House Principal con bar, gimnasio, zona de juegos para niños, clubhouse deportivo, piscinas, solárium, y un playroom para niños y jóvenes.



Figura 7: Vista aérea Haras del Sur 1. Fuente: Sitio oficial de Haras del Sur

Por su parte, Haras del Sur 2 (figura 8) se extiende sobre 113 hectáreas con 527 lotes de al menos 1,000 m², incluyendo áreas verdes, clubhouses principales y deportivos, piscinas, solárium, y zonas de recreación.



Figura 8: Vista aérea Haras del Sur 2. Fuente: Sitio oficial de Haras del Sur

Haras del Sur 3 (figura 9), el tercer barrio, se destaca por sus 200 hectáreas de superficie total y 1,049 lotes de al menos 1,000 m². Al igual que los anteriores, ofrece un Club House Principal, clubhouse deportivo, piscinas, solárium, y áreas verdes. A su vez, a este barrio lo complementa un condominio residencial que consta de 4 torres con 25 departamentos cada uno, sumando un total de 100 viviendas adicionales. Este sector también cuenta con espacios adicionales como un gimnasio y pileta.



Figura 9: Vista aérea Haras del Sur 3. Fuente: Sitio oficial de Haras del Sur

Los barrios Haras del Sur 4 y 5 (figura 10) complementan esta comunidad con un colegio bilingüe, destacamento policial, campo de golf, spa, bar, restaurante y un total de 974 lotes. Además, también posee un complejo comercial que cuenta con 28 locales, 6 oficinas, y un supermercado. Los comercios están compuestos por servicios de gastronomía, petshop, librería, indumentaria, decoración, peluquería y belleza, entre otros.



Figura 10: Vista aérea Haras del Sur 4 y 5. Fuente: Sitio oficial de Haras del Sur

En total, Haras del Sur cuenta con 2.900 lotes residenciales distribuidos en sus cinco barrios, además de 100 departamentos en el condominio residencial, lo que suma un total de

3,000 unidades habitacionales. Complementando esta oferta residencial, el desarrollo incluye un complejo comercial que abarca 28 locales, 6 oficinas y un supermercado, totalizando 35 espacios comerciales. Por último, hay que tener en cuenta su colegio, que consta de 5 mil metros cuadrados, 3 niveles de educación y una suma aproximada de 500 alumnos.

1.5 Situación actual de los RSU en Haras del Sur

Actualmente, de acuerdo con el marco regulatorio vigente, que será desarrollado en detalle en este estudio, los complejos de barrios cerrados asumen la responsabilidad integral sobre la recolección interna, el traslado y el pago por la disposición final de los residuos sólidos urbanos en los centros operados por el CEAMSE.

En el caso de Haras del Sur, este esquema se desarrolla en un contexto particular: su población continúa aumentando de forma sostenida. Nuevos sectores residenciales, ampliaciones de infraestructura y el proceso permanente de ocupación de lotes generan un flujo creciente de habitantes estables y temporales. Este aumento demográfico implica no solo una mayor generación de RSU, sino también una presión incremental sobre las capacidades actuales de recolección, transporte y disposición externa.

Asimismo, en línea con las exigencias municipales y provinciales, Haras del Sur cuenta con un sistema de recolección diferenciada mediante “bolsa verde”, destinado a los materiales reciclables. Sin embargo, la existencia de este mecanismo, obligatorio por regulación local, no garantiza que los residuos valorizables cuenten con una trazabilidad completa ni que lleguen efectivamente a operadores habilitados para su reciclaje.

Si bien el modelo actual se ajusta formalmente a las normativas vigentes, presenta una limitación estructural relevante para este estudio de factibilidad: la imposibilidad de asegurar una trazabilidad integral, continua y auditable a medida que la población del barrio crece. A mayor cantidad de habitantes, mayor complejidad logística y mayor necesidad de sistemas que permitan monitorear, certificar y optimizar el destino final de cada fracción de residuo.

En un escenario donde Haras del Sur busca consolidarse como un barrio moderno y alineado con criterios de sustentabilidad, demostrar un compromiso real con una agenda verde, sumado a anticiparse a los efectos del crecimiento poblacional proyectado, representa una oportunidad estratégica. La implementación de un sistema mejorado de gestión integral no solo

respondería al incremento continuo de residentes, sino que fortalecería la imagen ambiental del complejo y aumentaría su atractivo para actuales y futuros propietarios.

1.6 IBIRCOM



Figura 11: Logo Ibircom. Fuente: Página oficial de Ibircom.

Desde IBIRCOM redefinimos la forma en que se gestionan los residuos. Con tecnología propia logramos transformar in situ los residuos que habitualmente se entierran en recursos 100% reutilizables, permitiendo a nuestros clientes migrar a un modelo de ZERO WASTE en un marco de absoluta trazabilidad. Transformamos residuos en recursos en 60 segundos fomentando así las economías circulares, la reducción inmediata de la huella de carbono de su operación y la eliminación de pasivos ambientales. Nuestra innovadora tecnología, patentada a nivel global, permite resultados inmediatos mediante un tratamiento físico-mecánico de los residuos sin la adición de ningún otro insumo. La trazabilidad es absoluta debido a los resultados inmediatos, con la posibilidad de procesar in situ los residuos. Nuestros equipos y servicios son modulares y escalables en función de las necesidades de proceso de cada generador y ampliamente flexibles en el tratamiento de distintas corrientes de residuos.¹ Activa

¹ <https://www.linkedin.com/company/ibircom/about/>

desde 2020 esta empresa ha desarrollado una tecnología revolucionaria para procesar y recuperar residuos sólidos urbanos y darle una nueva vidaⁱ

La máquina IB-700, desarrollada por IBIRCOM, es un equipo innovador que transforma residuos en recursos 100% reutilizables. Esta tecnología disruptiva, patentada en más de 45 países, permite gestionar residuos de manera eficiente y sostenible evitando su enterramiento y contaminación.



Figura 12: Producto Final.

1.7 Objetivo del Estudio

El objetivo del presente estudio es evaluar la viabilidad técnica, ambiental, económica y legal de construir una planta destinada al tratamiento y recuperación de los residuos sólidos urbanos (RSU) generados en los diferentes barrios que integran el complejo. La propuesta contempla la implementación de una tecnología central de tratamiento, complementada con otros procesos auxiliares orientados a optimizar la gestión integral de los RSU, reducir la cantidad de residuos enviados a disposición final y aumentar los niveles de valorización material y energética.

Dado el enfoque del estudio y la información recopilada durante la etapa preliminar, los procesos de recolección interna y traslado no serán analizados en profundidad. Esto se debe a que ambos servicios se encuentran totalmente tercerizados, operan con niveles adecuados de

desempeño para la escala actual del complejo y no forman parte del alcance operativo directo del proyecto. Por lo tanto, se considera pertinente no intervenir ni proponer modificaciones en esta etapa del sistema.

Asimismo, se examinarán los distintos contextos económicos, sociales y demográficos que pueden favorecer o dificultar la puesta en marcha de este tipo de infraestructura, considerando un cliente específico y el crecimiento sostenido del complejo. También se desarrollará una revisión detallada del marco legal y normativo vigente, junto con los factores técnicos, ambientales y logísticos que condicionan el diseño, ubicación e implementación de la planta

Finalmente, se realizará un estudio de factibilidad financiera que incluirá una estimación de la inversión necesaria, los costos operativos y los ingresos potenciales por la valorización de residuos. También se evaluarán distintos escenarios y los principales indicadores económicos, como VAN y TIR entre otros. Este análisis permitirá determinar si el proyecto es sustentable y conveniente para el cliente en el corto, mediano y largo plazo.

2 Marco Legal

2.1 Normativa Nacional

Ley Nacional N° 25.916:

La Ley Nacional N° 25.916 de Argentina, sancionada el 4 de agosto de 2004, establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios. Esta ley cubre diversas etapas del manejo de residuos, desde la generación y disposición inicial, recolección y transporte, hasta el tratamiento, transferencia y disposición final²

2.2 Normativa provincial

Resolución 190/2024 - Plan de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos para Clubes de Campo y Barrios Cerrados

La Resolución 190/2024 del Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires establece un marco específico para la gestión de Residuos Sólidos Urbanos en clubes de campo y barrios cerrados que, por su escala, son considerados grandes generadores. En particular, dispone que aquellos emprendimientos que superen los 1.000 kg mensuales de RSU deben presentar ante la autoridad ambiental provincial un Plan de Gestión Integral e Inclusiva de RSU (PGIIRSU) para su evaluación y aprobación. La finalidad principal es formalizar y controlar la gestión de los residuos generados, garantizando condiciones de ordenamiento, separación, trazabilidad y destino adecuado, con criterios de responsabilidad ambiental y cumplimiento normativo.

La norma asigna al generador la responsabilidad económica y ambiental por todo el circuito de gestión, comprendiendo la generación, separación en origen, recolección diferenciada, almacenamiento transitorio, transporte y derivación a destinos habilitados. El esquema exigido prioriza el desvío de residuos reciclables y valorizables desde la disposición final, promoviendo la segregación por corrientes (por ejemplo, secos reciclables, orgánicos, residuos verdes, rechazo y otras corrientes particulares cuando correspondan). También

² <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25916-98327>

incorpora el principio de proximidad, orientando a que los residuos se deriven preferentemente a destinos sustentables ubicados dentro del mismo municipio o, si no existieran, al más cercano, para reducir impactos asociados al transporte y favorecer circuitos locales de recuperación y tratamiento.

El PGIIRSU se concibe como un instrumento operativo y verificable: debe establecer procedimientos, responsables, recursos, metas y mecanismos de seguimiento que permitan demostrar el cumplimiento. La Resolución prevé distintos niveles o modalidades de certificación con criterios progresivos, incluyendo componentes ambientales, sociales y de educación/concientización, promoviendo la articulación con actores locales y esquemas de inclusión vinculados a la gestión de reciclables. La aprobación del plan tiene vigencia definida y requiere renovación, lo que obliga a sostener registros y evidencias de implementación. Asimismo, se prevé la emisión de un certificado de gestión con carácter de exhibición pública, y el incumplimiento puede derivar en medidas y sanciones conforme el régimen provincial aplicable en materia de RSU.

Domiciliarios:

La **Ley 13.592** establece la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, sean de origen doméstico, comercial, institucional, asistencial e industrial no especial asimilable a los residuos domiciliarios. Es reglamentada a través del **Decreto 1.215/10**.

La **Ley 9.111** establece la **disposición final de los residuos sólidos urbanos o industriales asimilables a RSU**, prohibiéndose en todos los Partidos comprendidos en la ley, los depósitos de residuos en espacios cerrados o abiertos, su quema o incineración. La disposición se realizará a través de los rellenos sanitarios como señala la ley.

La **Ley 14.273** establece que los grandes generadores de residuos domiciliarios se incorporarán al programa de generadores privados de la coordinación ecológica área metropolitana sociedad del estado (CEAMSE). Grandes generadores: super e hipermercados, shoppings y galerías comerciales, los hoteles de 4 y 5 estrellas, comercios, industrias, empresas

de servicios, universidades privadas y toda otra actividad privada comercial, que generen más de mil (1.000) kilogramos de residuos al mes. La **Resolución 317/20** establece el marco regulatorio aplicables a los Generadores Especiales con relación a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos que se originen en el marco de su actividad.

La **Resolución 102/23** aprueba el Reglamento Técnico con sus condicionamientos para el tratamiento biológico por “compostaje de los residuos orgánicos”.

Especiales:

La **Ley 11.720** regula la generación, manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos especiales la provincia.

Se reglamenta a través del **Decreto 806/97** (modificado por el **Decreto 650/11**) que establece la inscripción en el Registro como Generador, creado por la **Resolución 577/97**, las condiciones de almacenamiento, disposición y transporte, la obtención del Certificado de Habilitación Especial (CHE) a ser renovado anualmente (requisitos en la Resolución 592/00), y el pago de la Tasa correspondiente. Se establece la utilización de los manifiestos de transporte de Residuos Especiales en la Resolución 118/11.

La **Resolución 344/98** resuelve que los establecimientos industriales que posean “residuos especiales” y generados en las líneas de procesos están obligados a presentar la Declaración Jurada que fija el Decreto 806/97. No serán consideradas en el concepto de “procesos”, las tareas auxiliares tales como: mantenimiento, control de calidad o prestaciones similares. También deberán presentarse a su inscripción en el Registro de Generadores de Residuos Especiales las actividades “No Industriales” con alguna o algunas de las actividades detalladas en el artículo 3 de esta norma.

Su almacenamiento está regulado por la **Resolución 592/00**.

La **Ley 14.321** establece las pautas, obligaciones y responsabilidades para la gestión sustentable de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEEs) en la Provincia, en concordancia con lo establecido por el Convenio de Basilea, ratificado mediante **Ley Nacional**

23.992 y las Leyes Provinciales 11.720 (Residuos Especiales) y 13.592 (Residuos Sólidos Urbanos).

2.3 Resolución (MA) 190/24

Resolución (MA) 190/24. Del 2/7/2024. B.O.: 5/7/2024. Residuos Sólidos Urbanos. Establece que los emprendimientos urbanísticos denominados Clubes de Campo y Barrios Cerrados, instalados en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, que generen más de 1000 kg. de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) por mes, deben presentar un Plan de Gestión Integral e Inclusiva de los RSU (PGIIRSU) ante este Ministerio para su aprobación. Deroga resolución 137/13 OPDS.

Aspectos Clave:

1. Separación de Residuos:
 - Se exige a todos los barrios cerrados y clubes de campo realizar la separación de residuos en origen, diferenciando entre residuos reciclables y no reciclables.
2. Plan de Gestión de Residuos:
 - Los barrios deben presentar un Plan de Gestión que contemple la recolección, tratamiento y disposición final de los residuos generados, asegurando el cumplimiento de las normativas ambientales.
3. Colaboración con Cooperativas:
 - La resolución prioriza que el tratamiento de los residuos reciclables sea realizado por cooperativas de recuperadores urbanos, promoviendo la economía circular y el trabajo local.
4. Monitoreo y Supervisión:
 - Se establece un sistema de monitoreo para asegurar que los barrios cerrados cumplan con las obligaciones establecidas en la resolución, incluyendo la presentación de informes periódicos sobre la gestión de residuos.
5. Concientización y Educación:
 - Se fomenta la implementación de programas de educación ambiental para los residentes, con el fin de promover la participación activa en la separación y reciclaje de residuos.

6. Sanciones por Incumplimiento:

- La resolución contempla sanciones para aquellos barrios que no cumplan con las normativas establecidas, lo que refuerza la importancia de una gestión adecuada de los residuos.

2.4 Certificado de Disposición final

Documento oficial que confirma que un residuo o material ha sido gestionado y dispuesto de acuerdo con las normativas ambientales y legales vigentes. Este certificado es emitido por una entidad competente, como un organismo de control ambiental o una planta de tratamiento de residuos, y suele incluir información sobre el tipo de residuo, la cantidad, el método de disposición final utilizado (como reciclaje, incineración, o disposición en un vertedero) y la fecha de la disposición. Con la nueva resolución 190/2024 los barrios cerrados deben ser responsables de obtener estos certificados. Actualmente el ente habilitado para emitir estos certificados en la Provincia de Buenos Aires es el CEAMSE, esto incluye su puesto de transferencia y la potestad de permitir que terceros sean habilitados para emitirlos si cumplen con la autorización de este.

2.5 Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son una iniciativa global impulsada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) que conforman la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Esta agenda fue adoptada en septiembre de 2015 por los 193 Estados miembros de la ONU como un plan de acción para las personas, el planeta, la prosperidad y la paz universal.

Los ODS representan un llamado a la acción conjunta de gobiernos, empresas, instituciones y ciudadanos para erradicar la pobreza, proteger el medio ambiente y garantizar que todas las personas disfruten de paz y prosperidad para el año 2030. A diferencia de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), los ODS abarcan una visión más amplia e integral del desarrollo, considerando dimensiones económicas, sociales y ambientales de forma equilibrada.

La Agenda 2030 está compuesta por 17 objetivos y 169 metas específicas. Cada uno de los ODS aborda desafíos globales críticos como el cambio climático, la desigualdad, el acceso a la educación, la gestión de recursos naturales, la innovación tecnológica, el trabajo decente, la producción y consumo responsable, entre otros.

El cumplimiento de estos objetivos requiere un enfoque integral y colaborativo que incorpore buenas prácticas de gobernanza, responsabilidad social, innovación tecnológica y gestión eficiente de los recursos. Además, los ODS promueven la inclusión, la equidad intergeneracional y el respeto por los límites ecológicos del planeta.

En este contexto, los proyectos de ingeniería, la planificación urbana, la gestión de residuos, la eficiencia energética y otras actividades del ámbito técnico-productivo desempeñan un rol fundamental en la materialización de estas metas. La implementación de acciones concretas orientadas al desarrollo sostenible es clave para avanzar hacia un futuro más justo, equitativo y respetuoso con el ambiente.

3 Estudio de Mercado

3.1 Introducción

Barrios Cerrados:

El crecimiento de los barrios cerrados en la provincia de Buenos Aires ha sido notable desde la década de 1990 y ha experimentado un nuevo impulso con la pandemia de COVID-19. Inicialmente, el desarrollo de estos barrios fue impulsado por la búsqueda de mayor seguridad y calidad de vida, alejándose del bullicio y la inseguridad de las zonas urbanas. Según la Agencia de Recaudación de la provincia de Buenos Aires (ARBA), en la provincia hay un total de 871 barrios cerrados y countries registrados.³

Factores de crecimiento:

³ <https://www.iprofesional.com/impuestos/326824-impulsan-regularizacion-fiscal-de-desarrolladores-de-countries>

- **Atractivo inmobiliario:** La zona sur de Buenos Aires se ha consolidado como un área atractiva para el desarrollo inmobiliario, especialmente tras la pandemia. Esto ha llevado a un aumento en la construcción de barrios cerrados, que ofrecen seguridad y un estilo de vida más exclusivo.
- **Demanda de espacios verdes y seguridad:** Muchos compradores buscan entornos que ofrezcan seguridad y espacios verdes, lo que ha fomentado la proliferación de estos desarrollos residenciales.

Consecuencias del crecimiento:

- **Impacto ambiental:** Sin embargo, esta expansión también ha generado preocupaciones sobre el impacto ambiental, especialmente en áreas como humedales urbanos, donde el desarrollo puede contribuir a problemas ecológicos y sociales.
- **Regulación reciente:** En respuesta a estos desafíos, el Ministerio de Ambiente de la Provincia ha implementado regulaciones que exigen a los barrios cerrados contar con un Plan de Gestión Integral e Inclusiva de residuos sólidos urbanos. Esta medida busca asegurar que estos desarrollos gestionen adecuadamente sus residuos, contribuyendo a un entorno más sostenible.

3.2 Análisis F.O.D.A.

Fortalezas:

Compromiso Ambiental: La creciente conciencia sobre la sostenibilidad y la reducción de residuos genera un entorno favorable para empresas de reciclaje, impulsando la demanda de soluciones responsables y sostenibles.

Especificación a Medida: Contamos con un sistema único diseñado específicamente para satisfacer las necesidades particulares de los barrios cerrados, garantizando una operación eficiente y adaptada a las características del entorno.

Reducción de Costos Logísticos: La proximidad a los puntos de generación de residuos permite reducir significativamente los costos logísticos, optimizando el transporte y reduciendo las emisiones de carbono asociadas.

Producto Reciclable: Transformamos residuos que antes eran considerados como disposición final en materia prima reutilizable, reintroduciéndolos en la cadena de producción y fomentando la economía circular.

Certificación Ambiental: Ante la recategorización que exige a los barrios cerrados certificar la disposición adecuada de los residuos, IBIRCOM se encuentra en las etapas finales de adecuación de su equipo para cumplir con estos estándares, lo que reforzará nuestra posición como líder en el cumplimiento de normativas ambientales.

Innovación y Tecnología: Nuestra inversión en tecnología avanzada nos permite optimizar los procesos de reciclaje, mejorando la eficiencia operativa y la calidad de los productos reciclados.

Compromiso con la Comunidad: Nuestra empresa no solo se enfoca en el reciclaje, sino que también promueve la educación ambiental y la participación comunitaria, fortaleciendo la relación con los residentes y aumentando la concienciación sobre la gestión de residuos.

Oportunidades:

Creciente Demanda de Reciclaje: La implementación de la separación de residuos en origen en barrios cerrados y urbanizaciones está generando una demanda constante y creciente de servicios de reciclaje, lo que asegura un mercado sostenible y en expansión para nuestras operaciones.

Sistema Innovador: Nuestro sistema no solo se enfoca en reducir la huella de carbono, sino que también optimiza los costos logísticos al transformar residuos en materia prima reutilizable. Esto refuerza nuestro compromiso con la sostenibilidad y la eficiencia operativa.

Potencial de Expansión: Con más de 1,000 barrios cerrados en la provincia de Buenos Aires, nuestro modelo de negocio tiene un gran potencial de expansión. En el municipio de La

Plata, donde existen 24 barrios cerrados, varios de ellos considerados "boutique", se presentan oportunidades significativas para el crecimiento y la diversificación de nuestros servicios.

Reventa de Productos Reciclados: Nuestra estrategia incluye la reventa del producto final como mejorador de combustión en sistemas como los clinkers utilizados en la industria cementera, abriendo nuevas vías de ingresos y fortaleciendo la viabilidad económica de nuestras operaciones.

Alineación con Políticas Públicas: La creciente presión regulatoria y las políticas públicas que promueven la gestión responsable de residuos fortalecen nuestra posición en el mercado, ya que estamos alineados con las expectativas gubernamentales y comunitarias en materia de reciclaje.

Sostenibilidad y Valor Añadido: Al convertir residuos en productos de valor, no solo contribuimos a la reducción de desechos, sino que también ofrecemos soluciones que generan valor añadido a industrias clave, como la cementera, lo que diversifica nuestras oportunidades de negocio.

Debilidades:

Alta Competencia: El creciente interés en la gestión de residuos ha dado lugar a un aumento en el número de empresas que ofrecen servicios similares. Esta competencia intensificada puede dificultar nuestra entrada al mercado y la captación de clientes, especialmente en un entorno donde ya existen compañías bien establecidas con relaciones sólidas con municipios y urbanizaciones.

Elevados Costos Iniciales: La inversión inicial necesaria para ingresar al mercado representa una barrera significativa. Este desafío es particularmente relevante cuando se comparan nuestros costos con los métodos de disposición de residuos actualmente en uso, que pueden ser percibidos como más económicos en el corto plazo.

Dependencia de Economías de Escala: Para ser competitivos, es fundamental alcanzar economías de escala. Sin embargo, al tratarse de un modelo de negocio que requiere una

adopción amplia para ser rentable, la falta de volumen suficiente en las etapas iniciales podría afectar nuestra viabilidad financiera.

Falta de Reconocimiento de Marca: Como una empresa relativamente nueva en el sector, podemos carecer del reconocimiento y la confianza que las empresas más establecidas ya han construido con sus clientes, lo que podría limitar nuestra capacidad para ganar tracción en el mercado.

Amenazas:

Altos Costos de Entrada: Es crucial demostrar que, a pesar de los costos iniciales, nuestro sistema será rentable a largo plazo. La presencia de sistemas establecidos que ya operan con costos conocidos añade presión para justificar la inversión en nuestra tecnología y procesos.

Cambios en las Regulaciones: Las políticas ambientales y normativas están sujetas a cambios que podrían afectar la operación de nuestra empresa. Alteraciones en las regulaciones, como requisitos más estrictos o nuevas leyes, podrían generar incertidumbre y aumentar los costos operativos.

Desafíos Logísticos: La logística y el manejo de residuos en áreas urbanas densamente pobladas pueden presentar desafíos adicionales, como la congestión del tráfico y las restricciones en el transporte, que podrían afectar la eficiencia y los costos operativos.

3.3 P.E.S.T.E.L.

Político:

La gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en Argentina, y en particular en la Provincia de Buenos Aires, enfrenta diversos desafíos que están profundamente influenciados por el contexto político. En Argentina, la administración de los residuos sólidos urbanos (RSU) recae en los municipios, ya que las constituciones y leyes provinciales otorgan distintas atribuciones y responsabilidades. Cada una de las provincias, junto con la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, cuenta con su propio régimen municipal, que determina el grado de autonomía y las funciones de los gobiernos locales.

Económico:

La situación económica de Argentina se caracteriza por una fuerte recesión, con proyecciones que indican una significativa contracción del Producto Bruto Interno (PBI) en 2024. La inflación en Argentina ha alcanzado niveles extremos, con un aumento del 211,4% en 2023. Aunque se espera que la inflación se desacelere a 140% en 2024, sigue siendo una de las más altas a nivel mundial⁴

Social:

El aumento de la conciencia ambiental en la sociedad y el interés en prácticas sostenibles están fomentando el desarrollo de tecnologías y sistemas de gestión más efectivos. Esto abarca la instalación de plantas de tratamiento mecánico-biológico y sistemas de reciclaje avanzados que optimizan la recuperación de materiales. Además, muchos barrios cerrados buscan diferenciarse autodenominándose "verdes" como una estrategia para atraer a nuevos residentes.

En la Región Metropolitana de Buenos Aires, se contabilizan 351 barrios cerrados que albergan a aproximadamente 50,000 habitantes. Este crecimiento ha sido especialmente notable en la zona sur de la provincia, donde se ha visto un aumento significativo en la demanda de este tipo de vivienda⁵

Tecnológico:

El crecimiento de nuevas tecnologías de reciclaje está transformando la manera en que gestionamos los residuos. Innovaciones como el reciclaje químico, que permite descomponer plásticos en sus componentes básicos para su reutilización, y el desarrollo de plantas de tratamiento mecánico-biológico, que optimizan la separación y el procesamiento de residuos orgánicos e inorgánicos, están haciendo posible una recuperación de materiales más eficiente y sostenible. Además, la digitalización y el uso de inteligencia artificial en la clasificación de residuos están mejorando la precisión y reduciendo el costo de los procesos de reciclaje, impulsando aún más la adopción de estas tecnologías en diversas industrias y comunidades.

⁴ <https://elpais.com/argentina/2024-07-16/el-fmi-advierte-de-que-la-economia-argentina-caera-este-ano-mas-de-lo-previsto.html>

⁵ <https://www.perfil.com/noticias/opinion/region-metropolitana-de-buenos-aires-ya-tiene-351-barrios-cerrados-para-50000-personas.phtml>

Este avance tecnológico es clave para enfrentar los desafíos ambientales actuales y fomentar una economía circular.

Ecológico:

Según el Banco Mundial, se estima que el 40% de los residuos sólidos urbanos generados en el mundo son enterrados. Este porcentaje refleja la situación de muchos países en desarrollo, donde la infraestructura y los sistemas de gestión de residuos son insuficientes para manejar adecuadamente la creciente cantidad de desechos. Además, el Banco Mundial ha señalado que, a nivel global, los países de bajo desarrollo reciclan solo alrededor del 4% de sus residuos sólidos urbanos y que se proyecta un aumento del 70% en la generación de residuos urbanos para el año 2025.

La Coordinación Ecológica Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE) tiene enterradas aproximadamente 140 millones de toneladas de residuos en sus instalaciones, de las cuales 90 millones de toneladas están ubicadas en el corredor norte de la provincia de Buenos Aires. Este sistema de relleno sanitario ha estado operativo desde 1979 y se enfrenta a la problemática de falta de espacio, ya que el último sector disponible se agotará en los próximos cinco años⁶

Legal:

El marco legal ha sido explicado a detalle en el apartado de marco legal.

3.4 Análisis de Mercados

Mercado Consumidor:

Nuestro principal cliente será el conjunto Haras del Sur. Al analizar las capacidades de la máquina de Ibircom, a pesar de ser una máquina de pequeña escala dentro de este segmento, se destaca por su eficiencia. En particular, esta máquina tiene la capacidad de procesar 15 toneladas de residuos diarios, lo cual es una capacidad considerable dentro de su categoría.

Mercado Competidor:

⁶ https://www.clarin.com/ciudades/alarma-basura-rellenan-ultimo-lote-ceamse-anos-lugar_0_SkyWLwwrM.html

Se consideran competidores a todas las entidades que dependen de los residuos como fuente de ingresos. Esto incluye tanto a aquellos que realizan actividades de tratamiento y segregación de residuos, preparándolos para la venta a industrias de reciclaje, como a aquellos que gestionan la disposición final en rellenos sanitarios.

La competencia en el sector es moderada, dado que las plantas de tratamiento actuales solo procesan aproximadamente el 22% de los residuos a nivel nacional. Esto deja una cantidad considerable de material que aún se envía a los rellenos sanitarios y que podría ser recuperado. Los principales competidores son limitados e incluyen plantas de tratamiento administradas por el gobierno, con niveles intermedios de automatización; plantas privadas con poca mecanización o sistemas manuales; rellenos sanitarios; y plantas de termo-valorización utilizadas para la generación de biogás.

Dentro de la provincia de Buenos Aires se destacan dos infraestructuras principales del sistema regional de gestión de residuos sólidos urbanos.

El Complejo Ambiental Norte III, operado por CEAMSE, abarca rellenos sanitarios, plantas de separación y sistemas de captura de biogás para generación de energía, además de instalaciones para el tratamiento de lixiviados. Este complejo recibe residuos principalmente de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y del Gran Buenos Aires, y constituye el principal sitio de disposición final del área metropolitana. CEAMSE dispone además de centros de transferencia distribuidos en distintas localidades, que actúan como puntos intermedios para consolidar los residuos antes de su traslado al relleno sanitario.

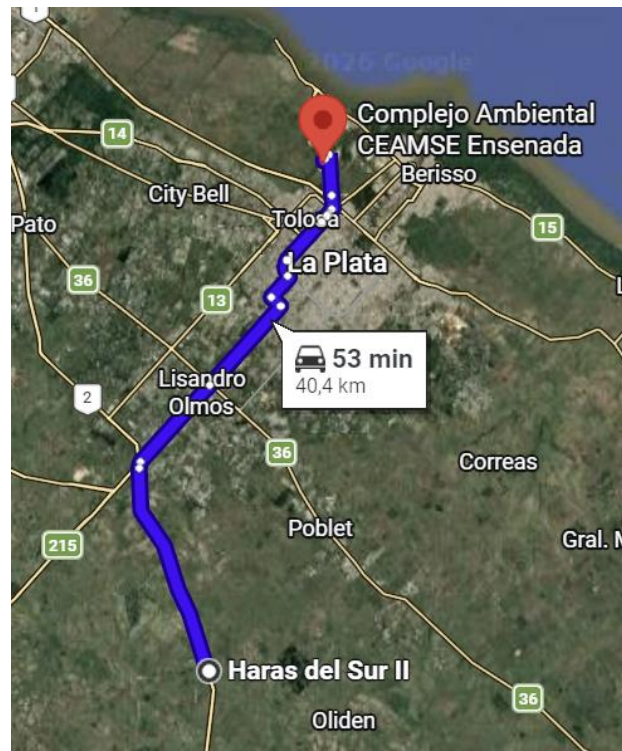
En la región capital de la provincia de Buenos Aires, la instalación ubicada en Ensenada funciona como centro de transferencia de residuos sólidos urbanos para los municipios de La Plata, Berisso y Ensenada. En esta planta los residuos recolectados son consolidados y compactados para su posterior transporte al relleno sanitario Norte III, donde se realiza la disposición final y el tratamiento de lixiviados y biogás. Este esquema logístico permite optimizar los costos de transporte y mejorar la eficiencia operativa del sistema regional de gestión de residuos.



Figura 13: Equipo de tratamiento RSU (1 de 2). Fuente: Informe de Letra P (2016)



Figura 14: Equipo de tratamiento RSU (2 de 2) Fuente: Informe de Letra P (2016)



El transporte de residuos desde Haras del Sur II hasta el centro de transferencia de Ensenada se realiza principalmente a través de la Ruta Provincial N°2 y su conexión con la Ruta Provincial 215 hacia la ciudad de La Plata, continuando luego por los accesos urbanos hacia Ensenada. La distancia total aproximada es de 35 a 42 km por tramo.

Mercado Substituto:

Dentro de las distintas alternativas y métodos disponibles para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos, orientados a su valorización y reutilización, se destacan las siguientes tecnologías:

Digestión anaeróbica

Es un proceso biológico en el cual los residuos orgánicos se degradan en ausencia de oxígeno mediante la acción de microorganismos. Como resultado se obtiene biogás, compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono, que puede utilizarse para la generación de energía térmica o eléctrica. El subproducto sólido y líquido, denominado digestato, puede ser

aprovechado como fertilizante o mejorador de suelos, siempre que cumpla con las condiciones sanitarias y normativas correspondientes.

Producción de alcohol

Esta alternativa consiste en la conversión de biomasa orgánica rica en carbohidratos en etanol u otros alcoholes mediante procesos de fermentación y posterior destilación. Los productos obtenidos pueden emplearse como biocombustibles, aditivos energéticos o materias primas para la industria química. Su implementación requiere una fracción orgánica relativamente homogénea, con alto contenido de azúcares o almidones, así como una logística adecuada que garantice la calidad del sustrato y evite su degradación previa al proceso.

Bioconversión de biomasa.

Se trata de procesos biotecnológicos, generalmente desarrollados a escala piloto o experimental, que transforman biomasa en combustibles alcohólicos mixtos como etanol y butanol. Estas tecnologías buscan maximizar el aprovechamiento energético de los residuos, aunque presentan aún desafíos en términos de costos, estabilidad del proceso y escalabilidad industrial.

Biodrying.

El biodrying es una técnica que combina actividad biológica aeróbica con ventilación controlada para reducir el contenido de humedad de los residuos orgánicos. El proceso disminuye significativamente el peso y el volumen del residuo, mejorando su poder calorífico y facilitando su transporte, almacenamiento o posterior valorización energética.

Gasificación.

La gasificación es un proceso termoquímico que convierte residuos orgánicos en gas de síntesis mediante la aplicación de altas temperaturas y un agente gasificante. El gas obtenido puede ser utilizado para la generación de energía, la producción de combustibles o como insumo industrial. Requiere un control estricto de las condiciones operativas y una adecuada preparación del residuo de entrada.

Gas plasma.

Esta tecnología es una evolución de la gasificación convencional, en la cual el gas de síntesis generado es tratado mediante plasma a muy altas temperaturas. El plasma permite la destrucción de compuestos peligrosos y la obtención de un gas más limpio, aunque implica elevados costos de inversión y operación, por lo que su aplicación se limita generalmente a proyectos de demostración.

Compostaje en barco.

Consiste en la realización del proceso de compostaje en instalaciones móviles o embarcaciones, permitiendo el tratamiento de residuos orgánicos en zonas remotas o con limitaciones de infraestructura. Si bien reduce la necesidad de transporte de residuos, su capacidad es limitada y requiere un manejo cuidadoso para evitar impactos ambientales.

Tratamiento

biológico

mecánico.

El tratamiento biológico mecánico combina etapas de separación mecánica con procesos biológicos, como compostaje o digestión anaeróbica. Su objetivo es estabilizar la fracción orgánica, reducir el volumen de residuos destinados a disposición final y recuperar materiales reciclables. Es una solución flexible, aunque con alta complejidad operativa.

Tratamiento térmico mecánico.

Este método integra la aplicación de calor con procesos mecánicos para reducir el volumen, la humedad y la carga orgánica de los residuos. Permite obtener productos más estables y con potencial de reutilización, aunque requiere un consumo energético significativo.

Oxidación en sales fundidas.

Es un proceso avanzado en el cual los residuos se introducen en un medio de sales fundidas a alta temperatura, donde se oxidan y descomponen. Permite la destrucción de contaminantes complejos, pero su uso es limitado debido a los elevados costos y a la complejidad tecnológica.

Eliminación de residuos mediante arco de plasma.

Utiliza un arco eléctrico para generar plasma a temperaturas extremadamente altas, logrando la descomposición total de los residuos. Los subproductos son gases y materiales vitrificados inertes. A pesar de su alta eficiencia, es una tecnología costosa y todavía poco difundida a gran escala.

Pirólisis.

La pirólisis consiste en la descomposición térmica de residuos orgánicos en ausencia de oxígeno. El proceso genera tres fracciones principales: un residuo sólido rico en carbono, aceites líquidos y gases combustibles. Su aprovechamiento depende del mercado de estos productos y del control del proceso.

Combustible derivado de residuos.

Este método acondiciona residuos para producir un combustible sólido con mayor poder calorífico, que puede utilizarse en hornos industriales o centrales de generación de energía. Requiere una adecuada clasificación y preparación previa para garantizar su calidad y estabilidad.

Tratamiento de aguas residuales.

Incluye los procesos necesarios para depurar las aguas generadas durante el tratamiento de residuos, eliminando contaminantes orgánicos y químicos. Su correcta implementación es fundamental para cumplir con la normativa ambiental y evitar impactos negativos en cuerpos de agua.

Túnel de compostaje.

Son instalaciones cerradas que permiten realizar el compostaje de grandes volúmenes de residuos orgánicos bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y aireación. Ofrecen mayor control del proceso y reducción de olores en comparación con el compostaje tradicional a cielo abierto.

UASB.

El reactor anaeróbico de flujo ascendente con manto de lodos es un sistema ampliamente utilizado para el tratamiento de residuos orgánicos líquidos o semilíquidos. Permite una alta carga orgánica y una producción eficiente de biogás, aunque requiere un control cuidadoso del proceso biológico.

Autoclave de residuos.

Este método emplea altas presiones y temperaturas para descomponer, esterilizar y sanitizar los residuos orgánicos. El material resultante puede ser separado y valorizado posteriormente, aunque el sistema presenta altos costos de inversión y consumo energético.

Mercado Proveedor:

Dentro de este mercado, los proveedores se dividen en dos categorías principales:

Proveedores de Equipos y Servicios de Mantenimiento:

IBIRCOM es un proveedor clave en esta categoría, ofreciendo tanto la máquina para el tratamiento de residuos como el servicio de mantenimiento a largo plazo. El mantenimiento incluye servicios regulares de revisión y reparación para asegurar el funcionamiento óptimo del equipo.

Empresas de Logística de Residuos Urbanos:

Estas empresas se encargan del transporte, recolección y gestión de residuos en distintas áreas urbanas. Su papel es fundamental para el manejo eficiente de los residuos generados y la integración de los procesos de tratamiento. Este proveedor correrá por lado del cliente que se ocupará de coordinar la logística dentro del barrio cerrado.

4 Estudio de Ingeniería

4.1 Introducción

El proceso por estudiar se divide en cinco pasos según nuestro sistema.



Figura 15: Proceso de recolección y tratamiento de RSU

Generación:

El presente esquema de gestión abarca la totalidad de los residuos generados dentro de los complejos Haras del Sur y sus distintas instalaciones, incluyendo el paseo comercial y el establecimiento educativo. Conforme a la normativa vigente, los residuos deben ser segregados en origen, mediante el uso de dos bolsas diferenciadas según su tipología.

Cabe destacar que Haras del Sur dispone de maquinaria y vehículos propios (tractores, camionetas y camiones volcadores de pequeña escala); sin embargo, estos recursos se destinan exclusivamente a tareas de mantenimiento interno, tales como:

- Corte de césped y poda.
- Movimiento de materiales de construcción.
- Mantenimiento de calles e infraestructura de servicios.

La gestión de los residuos verdes en barrios cerrados como Haras del Sur se orienta a la reducción de costos logísticos mediante el procesamiento in situ. Para ello, se utilizan chipeadoras que transforman las ramas en mulch decorativo y se aplican técnicas de compostaje

para el césped. El material que no puede ser reutilizado se traslada a un sector de acopio temporal, desde donde posteriormente es retirado mediante camiones batea. Si bien esta alternativa resulta operativamente viable, implica costos elevados debido al gran volumen transportado. Dado que no se dispone de información cuantitativa específica, dichos residuos no serán considerados en el presente análisis.

En la bolsa negra se disponen los residuos no reciclables ni valorizables, incluyendo restos de alimentos y desechos orgánicos, materiales contaminados por contacto con orgánicos, pañales descartables y residuos sanitarios, envoltorios de golosinas y empaques multicapa no recuperables, papeles y cartones sucios o grasos, colillas de cigarrillos, residuos de barrido y materiales rotos o sin posibilidad de reciclajes.

En la bolsa verde se depositan los residuos reciclables, tales como papel, cartón, vidrio, plásticos y metales, entre otros materiales susceptibles de ser reintroducidos en el ciclo productivo. Para garantizar la eficiencia del proceso de reciclaje, es fundamental que estos materiales se encuentren limpios y secos al momento de su disposición.

Recolección y Transporte:

El complejo Haras del Sur se encuentra en la zona sur del partido de La Plata. En esta zona, la recolección es de la siguiente forma.

- Bolsas Verdes (Reciclables): Se recolectan los Martes, Jueves y Sábados
- Bolsas Negras (No Reciclables): Lunes, Miércoles y Viernes.

En nuestro caso debemos recordar que el objetivo de este trabajo no es armar un sistema de logística de recolección, ya que no contribuye directamente al valor central del negocio ni a las competencias clave que la empresa pretende desarrollar. Si los clientes requieren servicios de logística, se contratarán proveedores especializados para este fin, y el costo se trasladará al cliente final.

Gestión de estaciones de transferencia:

Una vez que los residuos lleguen al centro de trabajo, se realizará una separación inicial para clasificar los plásticos reciclables, los no reciclables, y los metales de gran tamaño. Este

proceso se realizará manualmente por dos o más operarios y se pretende preparar la materia prima que se enviará a los dos sistemas de procesamiento.

Disposición final:

Esta disposición abarca la venta de los productos finales, la comercialización de materiales a otras entidades para su reciclaje futuro, y la eliminación segura de los residuos no recuperables. Así, se maximiza el aprovechamiento de los recursos reciclables y se asegura un manejo responsable de los desechos que no pueden recuperarse, garantizando que se cumplan las normativas ambientales y la sostenibilidad del proceso.

4.2 Definición de Residuos

Los residuos deben ser comprendidos en función de su disposición final, ya que esta determina la forma en que deben ser separados en origen y el tratamiento que recibirán posteriormente.

Material recuperable:

Esta definición se aplicará a todos los residuos metálicos, plásticos, cartón, papel y vidrio que puedan ser recuperados. Para ello, debe considerarse el estado físico de los materiales, dado que aquellos que se encuentren deteriorados o contaminados, como en el caso de vidrios rotos, no podrán ser recuperados ni valorizados.

Material no recuperable apto para procesar:

En este caso, se hace referencia a todos los residuos orgánicos que no puedan ser recuperados.

Algunos ejemplos comunes son:

- Envoltorios de golosinas, galletitas, chocolates y similares.
- Productos de higiene personal: papel higiénico, pañuelos, vendas, algodón, toallas femeninas y tampones.
- Pañales.
- Heces humanas y animales.
- Colillas de cigarrillos.
- Chicles.

- Cáscaras de huevo.
- Cartones y papeles húmedos
- Productos considerados compostables (comida)

Materiales no recuperables y no procesables:

Este caso incluye los siguientes residuos.

- Elementos cortopunzantes (deben ser acondicionados previamente para asegurar su manipulación segura).
- Medicamentos vencidos y sus envoltorios.
- Recipientes con restos de pintura, aguarrás y solventes.

4.3 Caracterización de viviendas

Esta sección tiene como objetivo establecer un parámetro de cuantas personas en promedio viven en un hogar en Argentina para facilitar el cálculo de RSU generados en la zona a tratar.

Para poder estimar cuantas personas habitan el complejo se utilizó como referencia el informe "Caracterización de hogares en Argentina" realizado por la Fundación Éforo. En él, se establece que en el país existen 9,2 millones de hogares con un promedio de 3,1 personas cada uno donde la mitad de estos hogares están formados por una pareja, con o sin hijos, denominados "biparentales núcleo". El 18,8% son "unipersonales", conformados por una sola persona, y el 14% son "monoparentales núcleo", donde un único responsable convive con sus hijos. A su vez, 1 de cada 10 viviendas son habitadas por una familia "tradicional", compuesta por madre, padre y dos hijos y se observó un crecimiento de las viviendas unipersonales. Por último, el 16,5% está ocupado por familias núcleo en convivencia con otros miembros.

Tipo de hogar	Cantidad	%	Promedio de miembros
Unipersonal	1.732.073	18.8	1
Monoparental Núcleo	1.291.178	14	2.7
Biparental Núcleo	4.655.105	50.7	3.5
Otros	1.512.359	16.5	4.5
TOTAL	9.190.715	100	3.1

TABLA II: Caracterización de hogares. Fuente: Fundación Éforo.

4.4 Cálculo de RSU generados

Para poder establecer la cantidad total de RSU generado en la zona tomaremos como referencia los parámetros calculados anteriormente. En Haras del Sur hay 3000 hogares compuestos por 2900 lotes y 100 departamentos, por otro lado, sabemos gracias a la caracterización de los hogares que en promedio hay 3,1 personas por hogar y estas generan 1,15 kg de RSU cada una. Además, se estimarán un total de 500 visitantes al supermercado por día, generando 1Kg de RSU por persona al igual que en los locales comerciales, que se estimarán 2 trabajadores y 10 visitantes diarios por unidad. Por último, contemplar que el colegio alberga en total 500 alumnos y su estimación es de 0,5 Kg de RSU por estudiante.

Teniendo en cuenta dichos números, los resultados serán los siguientes:

Sector	Personas	RSU / persona	Total Diario	Total Anual
Hogares	9.300	1,15 Kg	10.695 Kg	3.903.675 Kg
Supermercado	500	1 Kg	500 Kg	182.500 Kg
Comercios	420	1 Kg	420 Kg	153.300 Kg
Colegio	500	0,5 kg	250 Kg	91.250 Kg
Total			11.865 Kg	4.330.725 Kg

TABLA III: Generación de residuos en Haras del Sur según tipo de generador.

En total tendremos 11.865 Kg de RSU generados por día y 4.330.725 Kg Anuales. Clasificando estos resultados en base al tipo de material nos dará las siguientes unidades:

Material	%	Total Diario	Total Anual
Orgánicos	44,5	5.200 Kg	1.898 Kg
Plásticos	18,82	2.233 Kg	815.042 Kg
Papel y Cartón	13,07	1.550 Kg	556.025 Kg
Vidrio	4,25	504 Kg	184.055 Kg
Textil	4,1	486 Kg	177.559 Kg
Metales	1,97	223 Kg	85.315 Kg
Otros	13,3	1.578 Kg	575.986 Kg

TABLA IV: Cantidad de residuos generados.

Por último, clasificaremos el total de los plásticos según su tipo:

Plástico	%	Total Diario	Total Anual
PEBD	48	1120 Kg	408.741 Kg
PP	21	470 Kg	171.159 Kg
PET	16	358 Kg	130.407 Kg
PEAD	14	312 Kg	114.106 Kg
PS	6	134 Kg	48.902 Kg
PVC	4	89 Kg	32.601 Kg
Otros	3	67 Kg	24.451 Kg

TABLA V: Cantidad de residuos plásticos generados.

En función de la composición del total de los residuos, se definen los procesos y tecnologías a implementar, orientados a garantizar un tratamiento adecuado y una gestión ambientalmente sostenible. A continuación, se describen las distintas etapas del proceso mediante las cuales serán tratados los residuos orgánicos y plásticos respectivamente.

4.5 Overall equipment effectiveness

El Overall Equipment Effectiveness (OEE), o Eficiencia Global de los Equipos, es un indicador clave de desempeño utilizado para medir la eficiencia productiva de un equipo o sistema industrial. Este índice combina tres factores fundamentales: disponibilidad, rendimiento y calidad. La disponibilidad evalúa el tiempo que la máquina está efectivamente operativa respecto al tiempo planificado; el rendimiento mide si la máquina produce a su máxima velocidad teórica; y la calidad refleja la proporción de productos buenos sobre el total producido. En el contexto de este proyecto, el OEE permite cuantificar el grado de eficiencia de la planta de tratamiento de residuos, identificando pérdidas operativas y áreas de mejora en el funcionamiento del sistema. Su implementación no solo facilita una gestión más precisa de los recursos, sino que también contribuye a optimizar la productividad, reducir tiempos improductivos y aumentar la sostenibilidad operativa del proceso.

En el contexto de este proyecto, el índice OEE servirá como herramienta clave para evaluar la escalabilidad de la planta ante un posible aumento de la demanda. A través del indicador, será posible detectar cuellos de botella, tiempos muertos o pérdidas de eficiencia que

podrían limitar la capacidad de procesamiento futuro. Si la planta opera cerca de su OEE máximo establecido en 75%, se considerará que está cerca de su punto óptimo de saturación. Por el contrario, si el valor se mantiene estable en niveles inferiores con margen para mejoras, se interpretará como una señal de capacidad ociosa disponible que permite absorber un mayor volumen de residuos sin necesidad de inversiones inmediatas en infraestructura.

4.6 IBIRCOM 700

4.6.1 Introducción

La máquina IB-700, desarrollada por IBIRCOM, es un equipo innovador que transforma residuos en recursos 100% reutilizables. Esta tecnología disruptiva, patentada en más de 45 países, permite gestionar residuos de manera eficiente y sostenible. El proceso físico-mecánico implica la homogeneización de la corriente de residuos, que luego se introduce en un reactor sin aditivos. A través de ciclos de compresión, fricción y pulsos mecánicos, los residuos se convierten en productos. La energía es el único insumo, lo que reduce significativamente los costos de operación y mantenimiento.

La máquina puede procesar una variedad de residuos, incluyendo fracciones orgánicas de residuos sólidos urbanos, sustratos naturales e industriales, y materiales adecuados para RDF o biomasa. Los productos generados son altamente reutilizables y pueden utilizarse en industrias, como la cementera.

Figura 16: Operación completa del proceso IBIRCOM



El cuadro provisto por IBIRCOM muestra como aplica el conocimiento de económica circular y como se adapta a lo que ya hemos mencionado antes, desde la generación en el barrio privado hasta su tratamiento en la planta y disposición posterior

4.6.2 El proceso

El proceso de la máquina está dividido en cuatro partes: Separación, homogenización, Transformación y Salida.

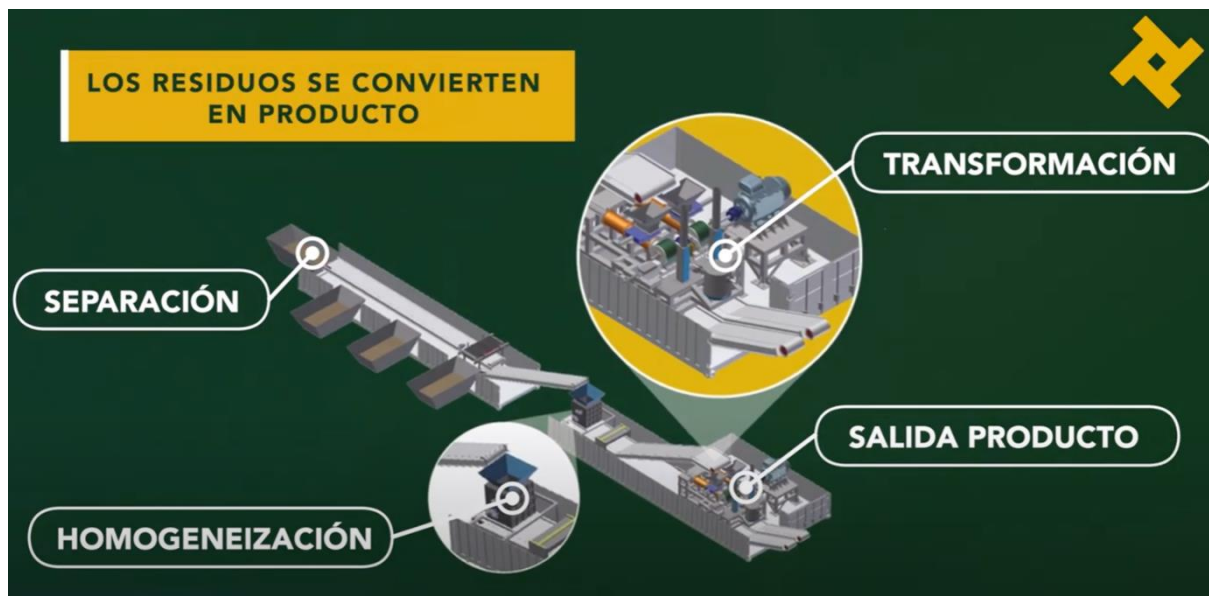


Figura 17: modelo conceptual del proceso según la máquina que está actualmente activa en el CEAMSE

Separación:

Mientras los residuos son transportados por la cinta transportadora son controlados y se retira de forma manual cualquier residuo que no cumpla con los estándares propuestos. Luego de esto pasan por un separador de metales ferrosos equipado con un potente electroimán. Este electroimán extrae los pequeños fragmentos de metal que no se separaron en etapas anteriores. Este paso es crucial para asegurar que los materiales sean adecuadamente clasificados y que los sistemas posteriores no se vean afectados por la presencia de metales indeseados. La eficiencia del proceso de separación mejora la calidad del material recuperado y contribuye a la seguridad y eficacia de las operaciones subsiguientes.

Homogenización:

El proceso de trituración mecánica permite obtener una corriente de residuos con una granulometría controlada y uniforme antes de su ingreso al reactor de transformación. Este proceso garantiza una mejor eficiencia en el tratamiento posterior, asegurando que el material se encuentre en las condiciones óptimas para la siguiente fase del reciclaje o tratamiento.

Transformación:

El proceso de trituración mecánica permite obtener una corriente de residuos con una granulometría controlada y uniforme antes de su ingreso al reactor de transformación. Este proceso garantiza una mejor eficiencia en el tratamiento posterior, asegurando que el material se encuentre en las condiciones óptimas para la siguiente fase del reciclaje o tratamiento.

Salida:

En esta etapa, una vez que se abre la compuerta de salida, el producto es transportado mediante una cinta transportadora a la zona de embolsado para su empaquetado y preparación para el despacho.

Aspectos técnicos y físicos de la Maquina:

<u>Equipo</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Potencia</u> <u>(HP)</u>	<u>Potencia</u> <u>(kW)</u>	<u>Consumo</u> <u>en vacío</u> <u>(kW)</u>	<u>Consumo</u> <u>plena carga</u> <u>(kW)</u>	<u>Factor de</u> <u>simultaneidad</u>	<u>Consumo</u> <u>estimado (kWh)</u>
<u>Reactor</u>	1	214.56	160.00	15.00	160.00	0.456	72.96
<u>Cinta</u> <u>Transportadora 1</u>	1	10.00	7.36	—	6.25	0.40	2.94
<u>Homogeneizador</u>	1	15.00	11.03	—	9.38	0.40	4.41
<u>Cinta</u> <u>Transportadora 2</u>	1	10.00	7.36	—	6.26	0.40	2.94
<u>Iluminación</u>	1	—	0.50	—	0.43	—	0.00
<u>Separador de</u> <u>Metales</u>	1	2.00	1.49	—	1.27	0.30	0.45
<u>Driver</u>	1	—	3.00	—	2.55	1.00	3.00
<u>Aire</u> <u>Acondicionado</u>	1	—	11.04	—	11.04	0.70	7.73
<u>⚙️ TOTALES</u>	—	251.56	201.78	15.00	197.17	—	94.43

TABLA VI: Información técnica máquina de Ibircom.

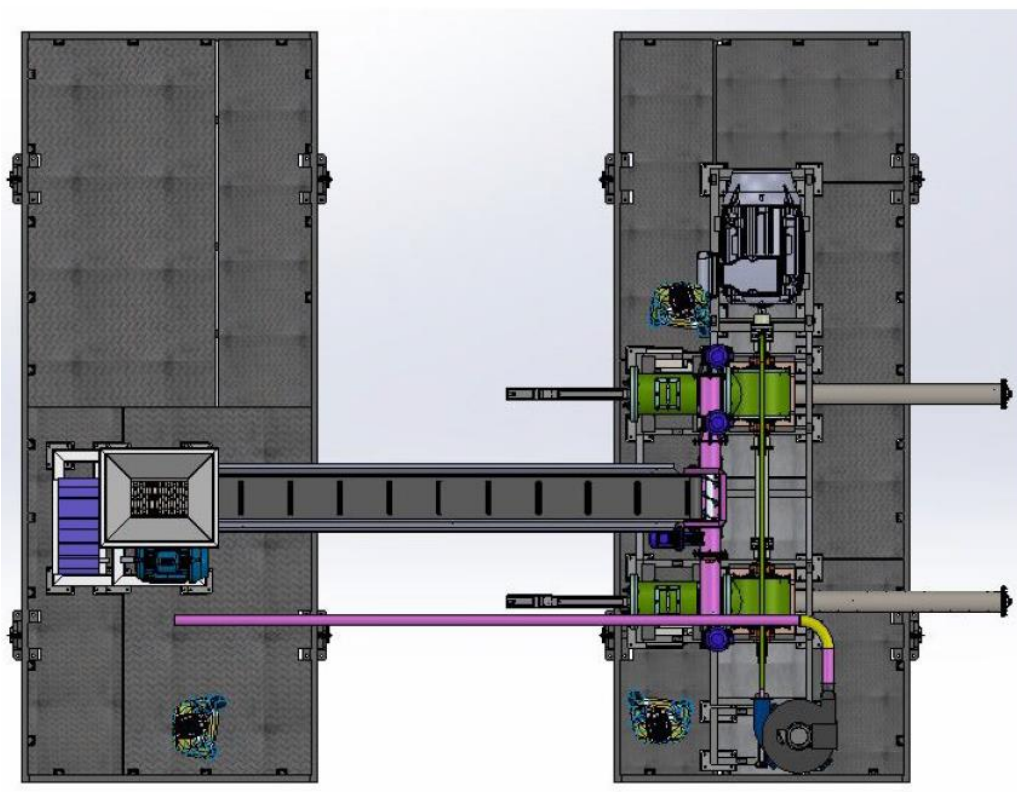


Figura 18: Máquina de Ibircom.

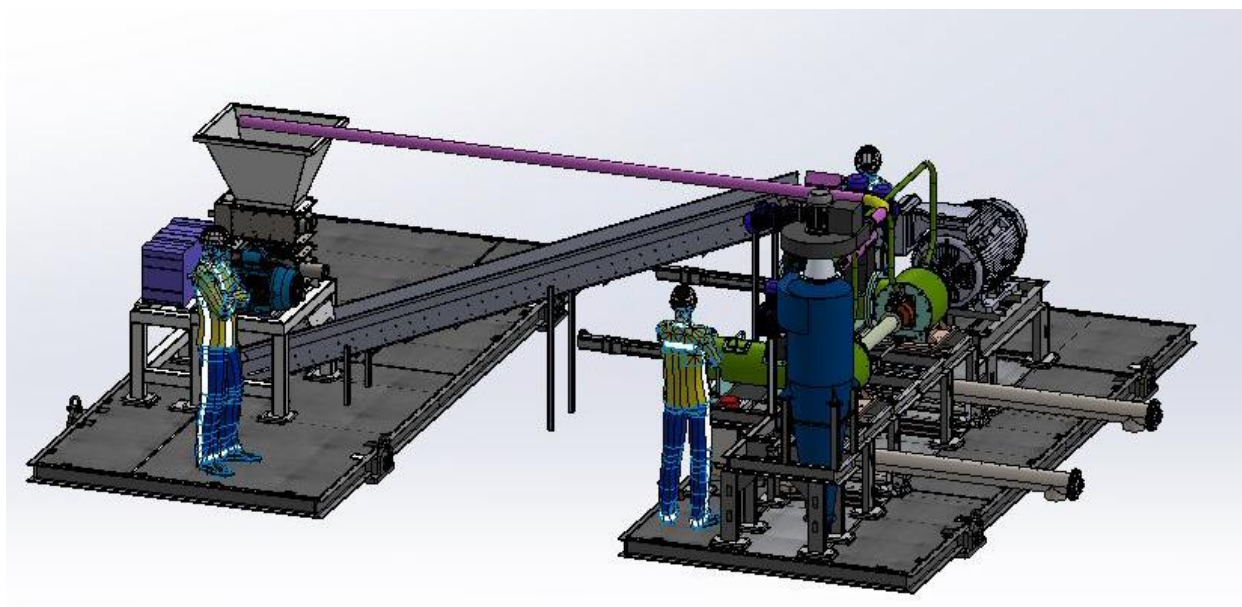


Figura 19: Máquina de Ibircom.

El diseño siguiente representa la máquina que se instalará en nuestra planta. Esta máquina está diseñada para ser transportada de manera sencilla en comparación con otros productos, permitiendo que quepa en dos contenedores estándar de 20 pies. La razón de esto es que se ha diseñado pensando en un sistema modular lo que permite instalarla en diferentes configuraciones.



Figura 20: Dimensiones de un container. Fuente: roscalacontainer.es

A partir de esto podemos ver que la maquina instalada ocupara un espacio de 6 x 7 metros tomando en cuenta 2 metros de separación entre contenedores.

4.6.3 Producto final



Figura 21: Características de producto final.

El output final del proceso presenta múltiples ventajas. Entre ellas, se destaca la obtención de un producto final inodoro, con una significativa reducción de peso y volumen, lo que facilita su almacenamiento, transporte y manipulación logística. Asimismo, el material ha sido sometido a ensayos técnicos mediante el envío de distintas muestras para su análisis, cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma EPA 3050B, requisito fundamental para su clasificación como producto apto para disposición final.

En cuanto a sus aplicaciones, el material ha demostrado ser un mejorador de suelos eficiente. No obstante, su principal mercado se encuentra en la industria cementera. Los hornos cementeros utilizados para la producción de clínker representan una de las fuentes relevantes de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial. En este contexto, se han realizado pruebas que evidencian resultados satisfactorios del producto como aditivo mejorador de combustión, contribuyendo a optimizar el proceso y reducir el impacto ambiental asociado.

4.6.4 Subproductos generados

La máquina IBIRCOM tiene un solo subproducto generado que viene en forma de vapor producido por la deshidratación a altas temperaturas. Este vapor pasa por un sistema de filtros que permite liberarlo de forma segura al ambiente.

4.6.5 Máquina abre bolsas

Una máquina abre bolsas es un equipo utilizado en la industria para abrir y vaciar bolsas de residuos de forma automática. Su principal función es facilitar el manejo de los residuos que llegan empaquetados en bolsas cerradas, permitiendo que estos se procesen con mayor eficiencia en plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos (RSU). Dentro de las marcas y modelos se ha elegido la máquina AB 1400 del grupo SPR

Modelos

	AB 1400	AB 2200	AB 3000	AB PLUS *
Longitud del rotor	1.400 mm	1.400 mm	1.400 mm	1.400 mm
Diámetro del rotor	800 mm	800 mm	800 mm	800 mm
Potencia (kW)	22 - 37 o 55	22 - 37 o 55	22 - 37 o 55	22 - 37 o 55
Velocidad del rotor	4 - 10 rpm	4 - 10 rpm	4 - 10 rpm	4 - 10 rpm
Tipo de reductor	1 planetario	1 planetario	1 planetario	1 planetario

TABLA VII: Comparativa de modelos de SPR



Figura 22: Máquina abre bolsas.

Principales funciones:

- **Apertura automática:** La máquina corta o rompe las bolsas sin afectar el contenido, liberando los residuos.
- **Optimización del proceso de separación:** Al vaciar las bolsas, los residuos pueden pasar a las siguientes etapas del tratamiento, como la clasificación de materiales reciclables, orgánicos y no reciclables.
- **Mayor eficiencia:** Al automatizar la tarea de abrir bolsas, se reduce el tiempo de procesamiento y se disminuye la necesidad de intervención manual.
- **Seguridad para los operarios:** Minimiza la exposición de los trabajadores a residuos peligrosos o contaminantes.

4.6.6 Cálculo de Capacidad

Escalabilidad

En función de la demanda proyectada de 5,7 toneladas diarias de residuos orgánicos y textiles combinados con la capacidad de procesamiento de la máquina Ibircom que alcanza las 0.7 toneladas por hora, se observa que el nivel de utilización efectiva del equipo se sitúa en torno al 50 %. Este análisis se realiza bajo un total de 16 horas diarias de disponibilidad. No obstante, considerando un índice máximo de Eficiencia General de los Equipos (OEE) del 75 % para garantizar la estabilidad, el mantenimiento adecuado y la calidad del proceso, se establece que la máquina podría estar operativa hasta un máximo de 12 horas diarias sin comprometer su desempeño.

El siguiente gráfico ilustra el ciclo de trabajo semanal para el tratamiento de residuos sólidos urbanos (RSU) orgánicos. Para estos datos, se consideró la máquina operando a su capacidad mínima. Cabe recordar que la recolección de residuos se realiza los lunes donde se colecta aproximadamente 16.5 Toneladas de RSU orgánicos, miércoles y viernes donde se colectan 11 Toneladas más. En el gráfico, las letras 'M' y 'N' representa mañana y Noche marcando el comienzo y el fin de la jornada laboral.

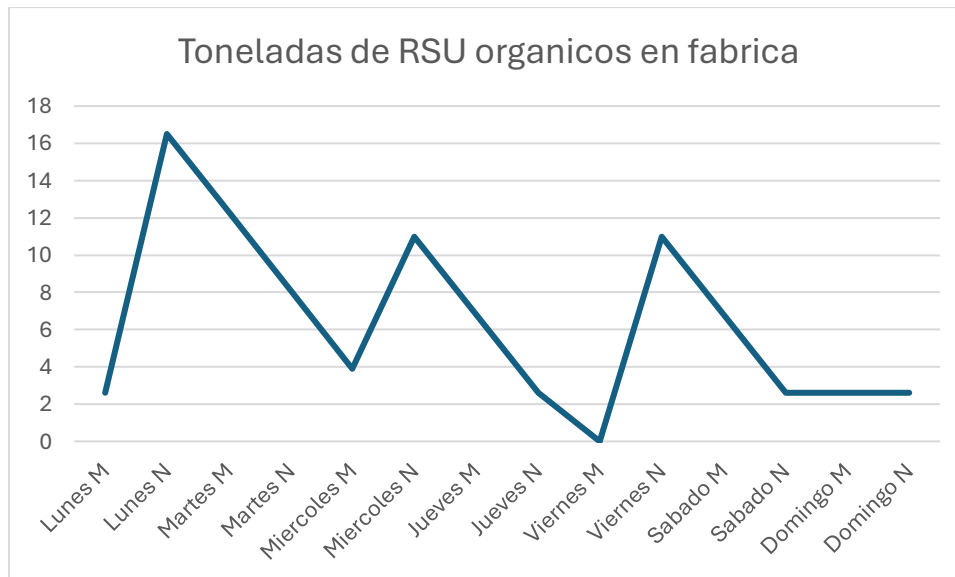


Figura 23: Stock de RSU en planta por día.

Teniendo en cuenta que el producto final tiene un peso aproximado al 30% del peso original el sistema producirá aproximadamente 11.55 toneladas por semana.

En este marco, el flujo de trabajo actual se encuentra holgadamente por debajo de ese umbral, lo cual permite concluir que el sistema de tratamiento de residuos orgánicos dispone de una capacidad operativa ociosa suficiente como para absorber un incremento de hasta el doble en la demanda.

4.7 Sistema de reciclaje de plásticos

4.7.1 Introducción

Los plásticos son materiales sintéticos que se producen a partir de derivados del petróleo, lo que les confiere características que los hacen ideales para una amplia variedad de usos. Una de sus principales ventajas es su ligereza, lo que reduce el consumo de combustibles durante el transporte. Además, su capacidad de aislamiento contribuye a la eficiencia energética en sistemas de calefacción y refrigeración.

Estos materiales son altamente duraderos y versátiles, y su producción es más económica que en otros tipos, como madera, metales, etc. Los plásticos pueden moldearse de varias formas y mantenerse permanentemente, a diferencia de los denominados elásticos que pueden volver a su estado original. La mayoría de los plásticos son transparentes, incoloros y tienden a ser frágiles, pero al añadir ciertos aditivos, es posible modificar sus propiedades para que sean más ligeros, flexibles, coloridos o aislantes. Debido a estas características, los plásticos se utilizan en casi todos los sectores industriales y se han vuelto omnipresentes en la vida cotidiana, siendo difíciles de reemplazar en muchas aplicaciones.

La producción de plásticos hoy se basa en la polimerización de compuestos derivados del petróleo crudo, el gas natural y el carbón. El proceso comienza con la extracción de petróleo y gas, seguido de la transformación de estas materias primas en sustancias intermedias como etileno, propileno y butileno, mediante la industria petroquímica. A través de reacciones químicas de polimerización, se crean largas cadenas de moléculas repetidas, conocidas como monómeros, que se unen para formar polímeros y, finalmente, plásticos. Los polímeros son materiales sintéticos que resultan de reacciones de síntesis a partir del petróleo, lo que les confiere una gran resistencia y estabilidad. Esta durabilidad significa que la naturaleza no puede

descomponerlos fácilmente, lo que lleva a que permanezcan en vertederos durante períodos prolongados.

4.7.2 Definición del PET

El PET (Tereftalato de polietileno) es el material más utilizado para fabricar botellas de plástico, desde que en 1976 empezó a utilizarse como envase de bebidas carbonatadas. Es un material muy resistente, económico y fácilmente reciclable; además de ser práctico, es uno de los más respetuosos con el medio ambiente. El PET se obtiene a partir de la polimerización del tereftalato de etileno, a diferencia del PE, el cual se obtiene a través de la polimerización del etileno. Este cambio lo vuelve un termoplástico más rígido y resistente, apto para la fabricación de envases de aceite, vino o bebidas carbonatadas, como botellas de refrescos y agua, mientras que el PE se utiliza en envases más flexibles, como bolsas de plástico y envoltorios.



Figura 24: Botellas PET.

Desde el punto de vista ambiental, se puede argumentar que el PET es de los materiales más amigables al ecosistema. No solo por ser uno de los plásticos más reciclados y reciclables del mundo, sino también porque su fabricación implica un menor gasto energético, comparado con plásticos como el PE o PVC. Como es ligero y con paredes finas se puede contener mucha presión, los envases plásticos de PET son óptimos para transportar bebidas gaseosas o carbonatadas con una diferencia insignificante en gasto energético comparado con líquidos a presión ambiental.

Durante la vida útil de las botellas de PET, las características del material cambian debido a las exposiciones térmicas a las que son sometidas, que provocan la reducción de la viscosidad intrínseca desde valores de cerca de $IV = 0,82 \text{ dl/g}$ a valores de aproximadamente IV

= 0,76 dl/g. Debido a que la viscosidad intrínseca es una medida del peso molecular de la resina, se puede afirmar que la integridad del material es afectada negativamente, provocando una disminución de la estabilidad y de la resistencia a la presión de la botella. Por otro lado, la contaminación de la pared de la botella, debido a la difusión de los mismos componentes del producto llenado en ella, representa un reto adicional en el manejo del material reciclado. Esto es especialmente cierto en los casos en que la botella ha estado expuesta a sustancias tan agresivas como ácidos, fertilizantes, detergentes para el hogar, etc. El objetivo de un proceso de reciclaje de PET debe ser el de convertir nuevamente el material en una resina apta para la producción de botellas. Esto implica en primer término que la viscosidad intrínseca debe volver a ser $IV \geq 0,82$ dl/g. Por otro lado, no deben existir sustancias contaminantes, como los aromáticos, y otros químicos como el acetaldehído y el glicol de etileno no deben presentarse en la pared del PET reciclado en cantidades no recomendadas. En el presente existen varias tecnologías que, aplicadas al tratamiento de los desperdicios de PET de cualquier origen, garantizan la recuperación de la resina con una calidad que se presta para la fabricación de nuevas botellas de bebidas de consumo humano; estas tecnologías también son denominadas procesos de recuperación "botella a botella". Se pueden clasificar en dos: aquellas que no emplean procesos químicos convencionales de tratamiento del material de desperdicio, y aquellas que sí lo hacen.

En el caso de este proyecto, se utilizará el proceso certificado y utilizado globalmente de Intarema, elaborado por Erema, la cual es una empresa austriaca dedicada a la fabricación de equipos y maquinaria para reciclaje de plástico. Se optó por esta marca principalmente ya que la legislación argentina aprobó el uso de este proceso para el contacto directo con alimentos. También nos garantiza valores de Viscosidad Intrínseca (IV) estables a pesar de que el material de entrada presenta niveles de humedad variables y valores de IV diversos. Esto hace que también sea posible procesar materiales de entrada con niveles de humedad elevados. Además, aumenta los valores de IV entre un 4% y 6%, dejándolos en valores cercanos al del PET virgen.

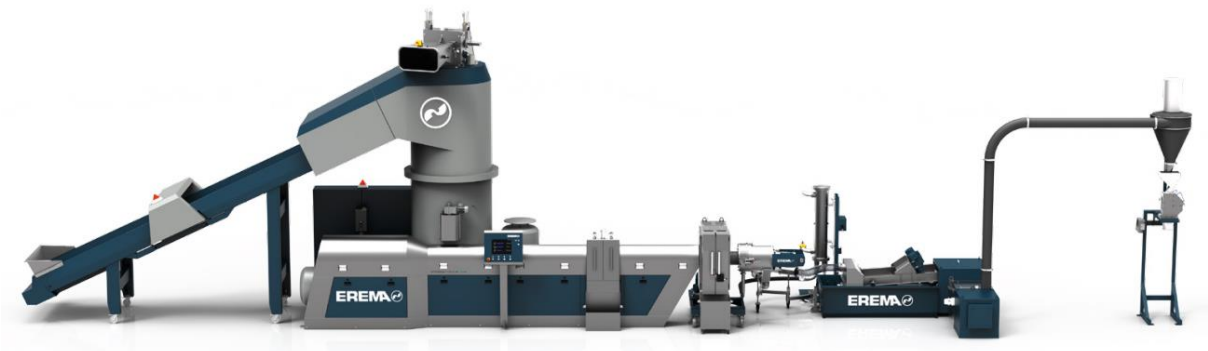


Figura 25: Máquina Intarema. Fuente: página oficial de Erema.

4.7.3 Proceso de Reciclaje

Separación: Al llegar el camión de RSU proveniente desde Haras del Sur, un operario se encargará de clasificar los plásticos que se encontraran en las bolsas “verdes”. Colocándolos en un lugar de almacenamiento especial para luego ser tratados.

Trituración: Las botellas de PET se trasladan por una cinta hacia la boca de entrada hidráulica que aprisiona el material para luego ser procesado por las cuchillas rotatorias en la cámara de trituración. Luego el plástico sale en pequeños pedazos llamados hojuelas o escamas y se depositan en una tina de lavado.



Figura 26: Tina de lavado de hojuelas de plástico.

Lavado: Estas hojuelas se lavan para eliminar cualquier contaminación, como etiquetas, tapas y restos de líquidos. El lavado es importante para garantizar la pureza del material reciclado. Este lavado se efectuará en una tina que tendrá agua caliente a unos 90 grados Celsius,

detergentes y soda cáustica, para ablandar y eliminar contaminantes como grasas, aceites y residuos persistentes. En esta pileta, la diferencia de densidad va a separar el PET de las etiquetas y tapas que están hechas de otros materiales, ya que estas últimas flotarán y las hojuelas de PET se hundirán hasta el fondo. El agua va a estar siendo agitada por chorros de agua para asegurar una distribución uniforme y un contacto efectivo con todas las superficies del plástico. El material plástico se va a mantener en la pileta caliente durante un tiempo específico, conocido como tiempo de residencia, que ronda en unos 3 minutos para permitir que el calor y el agua actúen en la eliminación de contaminantes. Mientras todo se va moviendo por la tina impulsada por los chorros van a haber 2 rascadores mecánicos que nos van a permitir recoger constantemente lo que está flotando en la superficie (pedacitos de etiquetas y tapas) y los retira. Luego las hojuelas de PET se extraen de la tina para ingresar en la Máquina Intarema.



Figura 27: Separación del plástico mediante la diferencia de densidad.

Proceso Intarema:

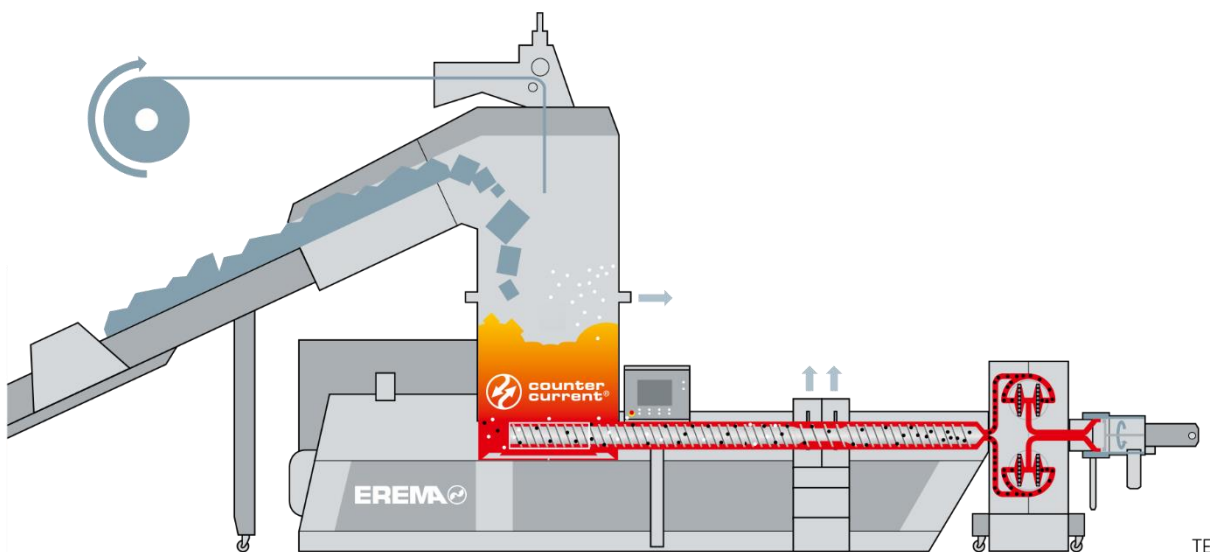


Figura 28: Funcionamiento Intarema.

La máquina INTAREMA de EREMA presenta significantes ventajas operativas que la una maquinaria altamente eficiente en el rubro del reciclaje. La tecnología Counter Current garantiza una producción constante y elevada a lo largo de un rango de temperaturas más amplio. Esto no solo aumenta la flexibilidad operativa al permitir el procesamiento de diferentes materiales, sino que también optimiza la productividad sin necesidad de ampliar el tamaño de la planta. Además, el sistema Smart Start facilita su uso, generando un manejo simplificado que incluye una pantalla táctil. contiene además una cortadora compactadora que asegura que el material esté preparado de manera óptima antes de ingresar a la extrusora, lo ahorra un proceso previo de triturado a comparación de otras maquinas del mismo rubro. La filtración ultrafina y el sistema de peletización de corte en caliente con tecnología Direct Drive garantizan un tratamiento de alta calidad de la masa fundida, aumentando la eficiencia del proceso.

La alimentación de la máquina se realiza de forma automática colocando en su cinta transportadora el material. En la unidad de acondicionamiento previo, el material se corta, mezcla, calienta, seca, compacta y se almacena en un búfer. Posteriormente, el extrusor conectado tangencialmente se llena de manera continua con material precalentado y precompactado. En el husillo del extrusor, el material se plastifica, homogeneiza y se desgasifica. El fundido se limpia en un filtro auto limpiante totalmente automático y, después de este proceso, se transporta al molde correspondiente peletizador, bajo una presión extremadamente baja. Este proceso integrado permite un reciclaje eficiente y de alta calidad del

material plástico, optimizando cada etapa para obtener un producto final con características casi idénticas al del plástico virgen.

Enfriamiento y almacenamiento: Los filamentos del material reciclado se enfrían y luego se almacenarán clasificándose por tipo de plástico. Terminado este proceso, ya estará cada material listo para el futuro transporte y venta.

4.7.4 Oportunidad de optimización del negocio

La máquina Intarema tiene la capacidad de poder trabajar con otros tipos de plásticos, por lo que en este proyecto también se aprovechará esta característica para hacer el negocio más rentable. Mediante un sistema electrónico que consta de una pantalla en la parte lateral de la máquina, el operario puede elegir que material es el que se va a transformar. Puntualmente, los tipos de plásticos que se van a agregar al proceso de reciclado son los siguientes: PEAD o HDPE (Polietileno de Alta Densidad), PEBD o LDPE (Polietileno de Baja Densidad) y El Polipropileno (PP). Gracias a este cambio, se pasará de reciclar solo el 14% del plástico total a un 87%, dejando sin trabajar el PS (poliestireno) y el PVC (policloruro de vinilo) entre los plásticos que son posibles de catalogar. Asimismo, el proceso por el cual deberán pasar estos 3 plásticos añadidos será el mismo que el PET, por lo que en la previa clasificación a la cinta transportadora también se deberán discriminar respectivamente cada tipo de plástico a tratar.

4.7.5 Definición de HDPE, LDPE Y PP

El HDPE (Polietileno de Alta Densidad) es un material ampliamente utilizado para la fabricación de envases plásticos, desde que comenzó a emplearse en la década de 1950. Es un material muy resistente, económico y fácilmente reciclable; además de ser práctico, es uno de los más respetuosos con el medio ambiente. El HDPE se obtiene a partir de la polimerización del etileno, a diferencia del PET, el cual se obtiene a través de la polimerización del tereftalato de etileno. Este cambio lo vuelve un termoplástico más rígido y resistente, apto para la fabricación de envases de productos químicos, detergentes, aceites, leche y agua, mientras que el PET se utiliza en envases más rígidos y transparentes, como botellas de refrescos y agua mineral. El HDPE se caracteriza por su alta densidad, lo que le confiere una gran resistencia y rigidez. Además, es un material muy resistente a la abrasión, impactos, productos químicos y a la intemperie. También tiene una excelente resistencia al agua, ideal para aplicaciones donde se requiere material duradero y confiable. Algunos de los usos más comunes del plástico HDPE

incluyen envases y embalajes, como botellas, recipientes, bolsas y otros envases para productos de limpieza, cosméticos y cuidado personal. También se emplea en la fabricación de tuberías, muebles de exterior, geomembranas y componentes automotrices.

Por su parte, el LDPE (Polietileno de Baja Densidad) es un polímero termoplástico que ha ganado popularidad, al igual que el HDPE, mediados del siglo XX. Se distingue por su elevada flexibilidad, bajo costo y fácil reciclaje, convirtiéndolo en una opción práctica y respetuosa con el medio ambiente. Su estructura molecular ramificada le otorga una densidad reducida, lo que lo hace más blando y maleable en comparación con el PET. Esto lo vuelve apto para la elaboración de películas, bolsas y envoltorios. Una de las principales características del LDPE es su elevada flexibilidad y resistencia a la humedad, convirtiéndolo en un material ideal para aplicaciones de embalaje. Además, es resistente a la mayoría de los productos químicos y posee una excelente barrera contra el agua. Su ligereza y transparencia parcial permiten su utilización en diversos productos donde se requiere visualizar el contenido del envase. Gracias a estas propiedades, el LDPE encuentra aplicación en una amplia gama de productos, que incluyen bolsas de compra, envoltorios de alimentos, películas protectoras y artículos moldeados.

Por último, el polipropileno (PP) es utilizado en diversas aplicaciones industriales y comerciales. Este material se caracteriza por su alta resistencia, durabilidad y versatilidad, lo que lo convierte en una opción preferida para la fabricación de envases, componentes automotrices y productos de consumo. El polipropileno se produce mediante la polimerización del propileno, utilizando catalizadores que permiten obtener diferentes estructuras, como el polipropileno isostático, que posee una alta cristalinidad. Estas propiedades le confieren una excelente resistencia a la temperatura y a la luz, lo que mejora su desempeño en comparación con otros plásticos. Entre las características más destacadas del polipropileno se encuentran su resistencia a la humedad y a muchos productos químicos, lo que lo hace ideal para aplicaciones que requieren durabilidad. Además, es ligero y puede ser reciclado, lo que contribuye a su sostenibilidad en el mercado. El polipropileno se utiliza en una amplia gama de productos, incluyendo envases de alimentos, tapones, juguetes, textiles y componentes para electrodomésticos. Gracias a su combinación de propiedades, el polipropileno sigue siendo un material fundamental en la industria del plástico, adaptándose a las necesidades cambiantes del mercado y de los consumidores.

4.7.6 Información Técnica de maquinaria

La máquina principal del proceso, Intarema 906 T, cuenta con las siguientes capacidades máximas para cada tipo de plástico.

Plástico	Capacidad Kg/hora
PET	300
PEAD	230
PEBD	280
PP	300

TABLA VIII: Capacidad máquina Intarema.

Teniendo en cuenta estos datos, la máquina deberá estar en funcionamiento 11 horas y 56 minutos, además se le sumarán 30 minutos entre material y material para configurar la máquina y asegurarse de que estén correctos todos los detalles. En total, la máquina llevará a cabo una jornada de 13 horas y 56 minutos. Por otro lado, es importante aclarar que durante el proceso, se perderá en total el 5 % aproximadamente de material total.

Plástico	KG trabajados	Capacidad (Kg/hora)	Horas	KG Resultantes
PET	358	300	1.2	340
PEAD	312	230	1.35	297
PEBD	1120	280	4	1064
PP	470	300	1.5	447
Intervalos			2	
Total	2260		10.05	2148

TABLA IX: Horas de trabajo máquina Intarema.

Escalabilidad

En base a los requerimientos actuales del proceso, se estima que la máquina Intarema operará durante aproximadamente 8 horas diarias. Este tiempo representa un 50 % de utilización dentro de una jornada total de 16 horas diarias. Tomando como referencia un valor máximo de Eficiencia General de los Equipos (OEE) del 75 %, que establece un límite razonable de operación sostenida para garantizar la estabilidad, la calidad y el mantenimiento preventivo de los equipos, se concluye que la máquina cuenta con una amplia capacidad operativa disponible.

Bajo este análisis, el sistema actual de procesamiento de residuos plásticos se encuentra considerablemente por debajo del umbral de saturación, lo que permite proyectar un margen de crecimiento significativo. En concreto, se estima que el flujo de trabajo podría incrementarse hasta en un 50 % respecto de la demanda actual sin comprometer el rendimiento del equipo ni requerir inversiones adicionales en capacidad instalada.

Dimensiones

Las dimensiones superficiales de la máquina principal son: 2, 9 metros de alto en su sector más elevado, 15.1 metros de largo y 2.7 metros de ancho. Su costo se estima en 750.000 USD.

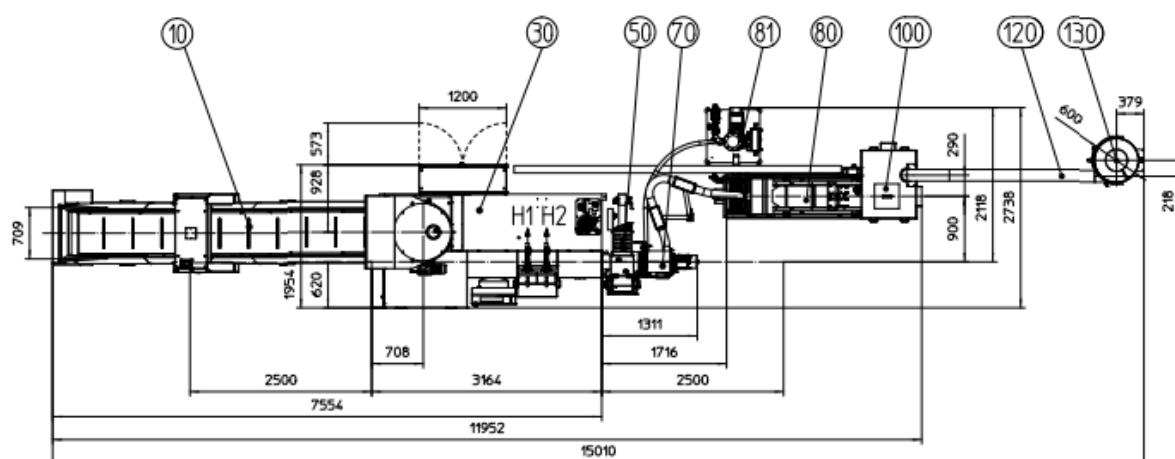


Figura 29: Croquis máquina Intarema.

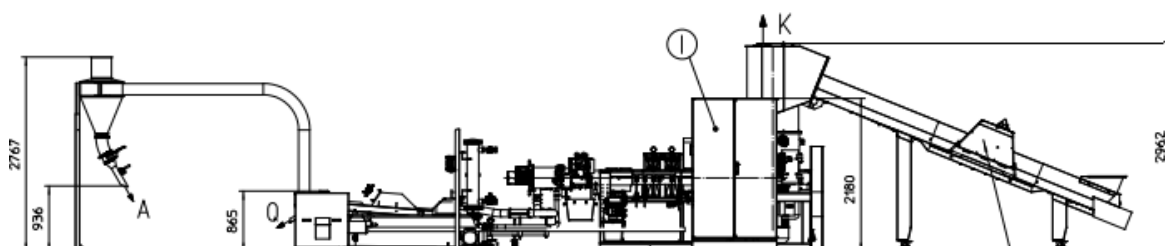


Figura 30: Croquis máquina Intarema.

Al inicio del proceso se necesitará una cinta transportadora para conectar la trituradora con la tina de lavado. Tendrá 10 metros de largo, 1.3 metros de ancho y 1.8 metros de alto. Su costo es de 7.000 USD por unidad.

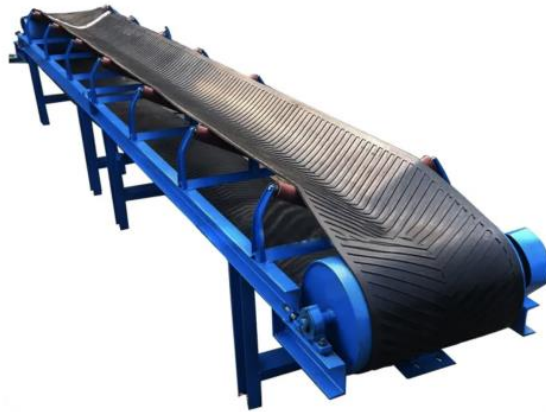


Figura 31: Cinta transportadora.

Por su parte, la máquina trituradora conlleva 1.7 metros de largo, 2.8 metros de ancho y 2.1 metros de alto. Su costo es de 13.000 USD.



Figura 32: Trituradora.

Por último, la pileta de lavado tiene las siguientes dimensiones: 5 metros de largo, 4 metros de ancho y 2.5 metros de alto. Su costo es de 9.000 USD. Por su parte, su consumo de agua es de 20 toneladas al día.



Figura 33: Tina de lavado.

En total, el costo de maquinarias asciende a 779.000 USD

Maquina	Costo (USD)	%
Intarema	750.000	96.27
Trituradora	13.000	1.68
Tina de lavado	9.000	1.15
Cinta transportadora	7.000	0.9
Total	779.000	100

TABLA X: Costo proceso de reciclado de plásticos.

4.8 Medidas de control de riesgos laborales

La mascarilla N95 es un dispositivo de protección respiratoria que filtra al menos el 95% de las partículas en el aire, incluyendo aquellas que son tan pequeñas como 0.3 micrones. Dentro de sus equivalencias técnicas es considera equivalente a la FFP2, mascarilla diseñada para trabajar en ambientes industriales con concentraciones de micro plásticos en el aire.



Figura 34: Mascarilla de trabajo.

Para manipulación de RSU donde pueden estar presentes materiales cortopunzantes y químicos abrasivos los que se buscan son guantes de Nitrilo por su resistencia a sustancias químicas y que cumplan con la Norma EN 388, la norma europea que indica alta resistencia a esfuerzos de corte.



Figura 35: Guante Mapa Titan 388 Nitrilo

A continuación, se muestran equipos de protección auditiva con una reducción de 26 dB. Una planta industrial, según la norma ISO 1996, genera entre 90 y 100 dB, y el daño

auditivo se genera a partir de 85 dB, por lo que, en estos casos, esta protección será suficiente. Más adelante se hará un cálculo más exacto y se revisará la protección en caso de ser necesario.



Figura 36: Protector auditivo Libus Quantum

Teniendo en cuenta que estamos trabajando con productos en descomposición que pueden generar daño ocular en caso de salpicaduras, se busca protección que cumpla con la norma EN 166 (norma europea de protección ocular) o ANSI Z87.1 (norma de EE. UU.). Los siguientes lentes cumplen es estándar ANSI.



Figura 37: Lentes de protección 3M

Los movimientos de traslado se harán utilizando una zorra hidráulica manual. Esto se debe a que solo se realizan pocos traslados de carga en distancias cortas y de poco peso. La siguiente es una zorra hidráulica con una capacidad de 1500 kg.



Figura 38: Zorra de trabajo.

Diseñado para ser apilables y con tapa para poder reducir el olor de los residuos usaremos bins industriales para separar los residuos a tratados. Se manejarán como paletes y serán apilados mientras se trabaja. Aparte de ser tapados para reducir el olor.



Figura 39: Bin industrial de polietileno

Este contenedor de 805 litros, hecho de polietileno de alta densidad (PEAD) con aditivo anti-UV, tiene una capacidad de carga de 450 kg y puede soportar una compresión de hasta 4.500 kg. Sus dimensiones externas son 122 x 122 x 80 cm y pesa 48 kg. Es resistente a caídas

de hasta 3 metros, apilable hasta 10 unidades, y cuenta con una tapa de polietileno MAD. Además, es apto para contacto con alimentos según normas FDA.

De múltiples medidas, utilizado para transporta arena u otros materiales de construcción, los bolsones de polipropileno se colocarán al final de las máquinas para acumular su producto final. El ejemplo presentado aquí tiene 1.20 x0.9x0.9 m y una capacidad máxima de 1200 kg.



Figura 40: Bolsón de polipropileno

Para carga a camión para despacho o apilacion de bins utilizaremos un apilador auto elevador eléctrico. Por su fácil uso y tamaño reducido aparte de que se usara pocas veces por semanas, nos parece la opción correcta a elegir.



Figura 41: Auto apilador eléctrico con Batería

4.9 Diagrama de flujo

Nuestra materia prima va a poder seguir 3 diferentes caminos en base a su clasificación. Por un lado, están los plásticos que la máquina Intarema puede procesar, polietileno de alta densidad (PEAD), polipropileno (PP), polietileno de baja densidad (PEBD) y tereftalato de polietileno (PET). Por otro lado, los residuos catalogados como orgánicos y textiles que siguen el proceso de la máquina de Ibircom. Finalmente, el resto de los materiales que consisten en metales, papel y cartón, vidrio, residuos clasificados como “otros” y los plásticos PVC, PS.

Los plásticos que se podrán reciclar en la planta son separados por tipo para iniciar su proceso en la trituradora, luego pasan por la pileta de lavado y terminan su ciclo en la máquina Intarema. Estos productos finales son almacenados en la zona de despacho para su extracción.

Los orgánicos y textiles, luego de ser separados, pasarán por el proceso de Ibircom y finalmente serán depositados para su venta.

Por último, aquellos materiales que sean separados dentro de la planta pero que no sean sometidos a procesos de tratamiento propios serán igualmente gestionados para asegurarles un destino final adecuado. Para estas fracciones se buscará su comercialización o entrega a terceros

especializados, pertenecientes a los circuitos de recuperación y valorización existentes, con el objetivo de promover su aprovechamiento y generar un retorno económico asociado y aquellos que no puedan ser recuperados bajo ningún caso serán enviados al complejo ambiental Ensenada.

A cada material, ya se tratado o no por nuestro proceso, se le buscará un destino final y tratará de sacar rédito económico de ello.

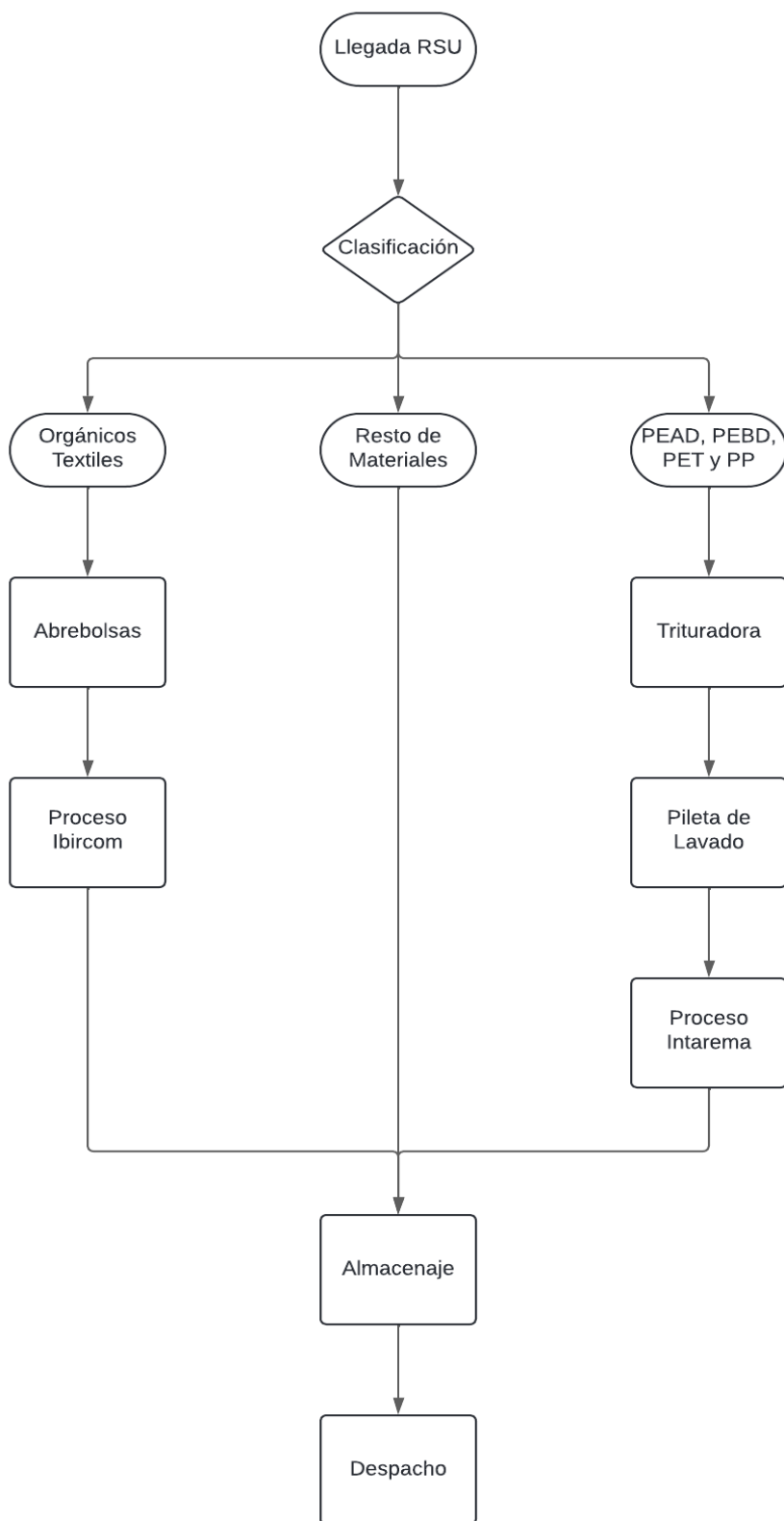


Figura 42: Flujo de procesos.

4.10 Layout

La planta de reciclaje se distribuye en dos pisos, la planta baja es destinada para los procesos productivos y el manejo de la materia prima, mientras que en el primer piso están todas las tareas administrativas. En total, la planta tendrá una base de 1000 metros cuadrados.

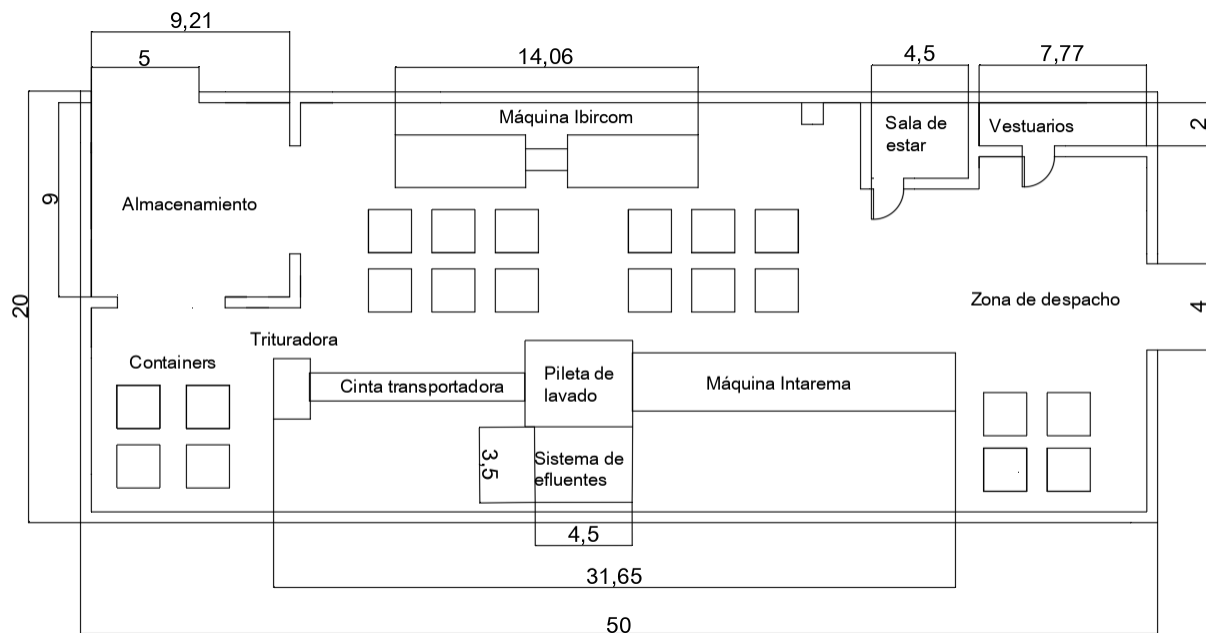


Figura 43: Lay Out planta baja.

En detalle, la planta inferior contará en el sector superior izquierdo con un sector de almacenamiento de 90 metros cuadrados destinados a la recepción de la materia prima, dejando entrar por un portón de 5 metros de largo a los diferentes camiones. Allí se clasifican los RSU para su posterior tratamiento.

Luego, habrá dos salidas de 5 metros de largo diferentes para los dos tipos de procesos que ocurren en la planta, por la salida inferior saldrán los plásticos que pasarán por la máquina Intarema, mientras que, por la salida de la parte derecha se destina al resto de los materiales. En cada una se ubican diferentes contenedores de 4 metros cuadrados que se encargan de transportar la materia prima por toda la planta.

En el sector superior se encontrará la máquina de la empresa Ibircom, que consta de un poco más de 14 metros de largo, mientras que en el sector inferior estarán la trituradora, la pileta de lavado con su correspondiente sistema de tratamiento de efluentes y la máquina Intarema de la empresa Erema, sumando así un total de casi 32 metros de largo.

Al final de cada proceso se ubican otros contenedores para poder transportar el producto final a la zona de despacho donde será retirada por los clientes.

Para concluir la planta baja, en el sector superior derecho se ubican el vestuario, de 15 metros cuadrados, y la sala de estar para los operarios, de 9 metros cuadrados. Al costado de estas dos salas, se ubica la escalera que comunica los dos pisos.

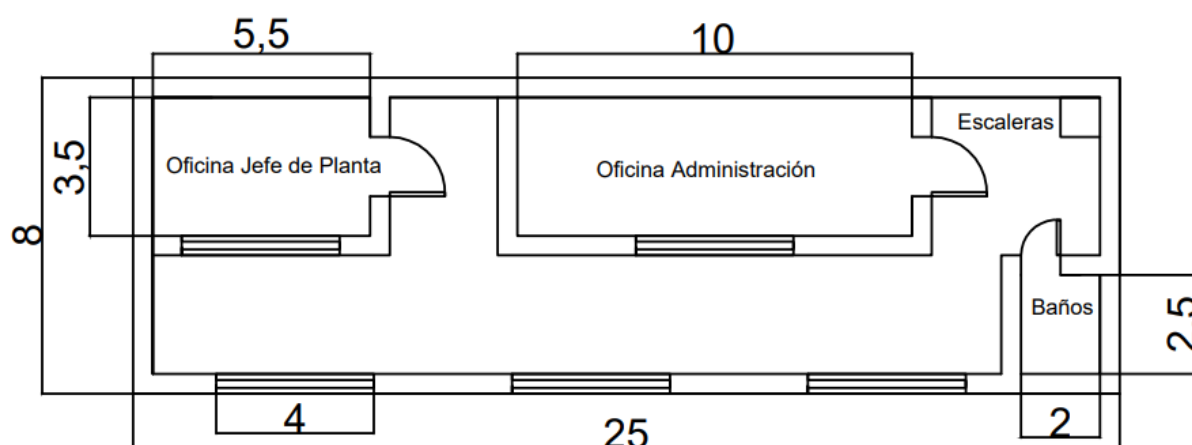


Figura 44: Lay Out planta alta.

En la planta superior, destinada a las tareas administrativas se encuentran principalmente dos salas, una para el jefe de planta, de unos 19 metros cuadrados aproximadamente y una destinada a los empleados administrativos de 35 metros cuadrados. Por último, un baño de 5 metros cuadrados y 3 ventanas para poder observar la planta inferior de 4 metros de largo cada una. El total de la segunda planta es de 200 metros cuadrados, lo que representa un 20% de las dimensiones del piso inferior.

5 Estudio de Localización

5.1 Introducción

El objetivo de esta sección es poder investigar sobre las diferentes opciones que se presentan para ubicar nuestra planta de reciclaje. Para esta elección analizaremos parámetros económicos, logísticos como sociales y se tendrá en cuenta su construcción tanto dentro del barrio Haras del Sur como también en parque industriales aledaños.

Como se ha mencionado previamente, desde el municipio de La Plata hasta el CEAMSE hay una distancia aproximada de 120 km lo cual significa que solo en transporte tenemos un gasto sustancial en combustible. Se estima que un camión de basura tiene un consumo de entre 2 y 3 litros por km debido a que estos vehículos son de alta cilindrada, contienen equipos auxiliares como su compactador que aumenta considerablemente su consumo y durante su servicio varían constátenme sus velocidades.

5.2 Concepto NIMBY

Una de las soluciones más prácticas y de menor costo logístico es la de desarrollar la planta dentro de Haras del Sur. Esto permitiría una alta sincronización con el transporte de RSU de cada uno de los 5 barrios y menor recorrido de camiones. Sin embargo, conversando con diferentes dueños de barrios similares, se llegó a la conclusión de que, a pesar de que la gran mayoría de personas está de acuerdo con implementar ideas de mejora ambiental, es muy difícil de convencer a los ciudadanos de instalar una planta de reciclaje muy cercana a sus hogares. Factores como el posible olor generando por los RSU, el movimiento constante de mano de obra y camiones son vitales para esta decisión. A este comportamiento social, países como Estados Unidos le asignaron un nombre que responde a las siglas NIMBY.

El fenómeno NIMBY, que traduce a "No en mi patio trasero", se refiere a la negación que manifiestan muchos ciudadanos de la instalación de infraestructuras en su entorno más cercano, aunque reconozcan la importancia de estas para la comunidad. Este comportamiento se observa frecuentemente en situaciones donde se proponen proyectos como plantas de reciclaje, incineradoras o incluso parques eólicos, donde los vecinos apoyan la idea en general, pero no quieren que se lleve a cabo cerca de sus hogares. Las personas que se identifican como

NIMBYs se aferran a las consecuencias negativas que podrían derivarse de estas instalaciones, como el olor, el ruido, etc. A pesar de que muchos están de acuerdo con la necesidad de mejorar el medio ambiente y fomentar el reciclaje, la proximidad de tales instalaciones genera resistencia. Este fenómeno ha ido creciendo en todo el mundo y es un desafío para la implementación de proyectos sostenibles.

Es por esto por lo que para este proyecto quedará descartado la implementación de la planta dentro del barrio y tendremos que buscar otras opciones, por lo que procederemos a investigar sobre parques industriales en las zonas aledañas.

5.3 Alternativas de Parques industriales

Los parques industriales de La Plata, Brandsen, Berazategui y Ensenada ofrecen diversas oportunidades para las empresas, cada uno con características únicas. El Parque Industrial de La Plata destaca por su infraestructura consolidada y su cercanía a la capital, facilitando el acceso a servicios y recursos. Brandsen, aunque en desarrollo, presenta costos accesibles y buenas conexiones viales. Por otro lado, Berazategui se posiciona como una opción atractiva gracias a su infraestructura avanzada y beneficios fiscales significativos, mientras que Ensenada se beneficia de su proximidad al puerto y servicios especializados para industrias pesadas. Ha de mencionarse que todos estos parques tienen sistema de desagües industriales para aguas de trabajo previamente tratadas en las plantas. Cada parque proporciona diferentes ventajas, lo que permite a las empresas elegir según sus necesidades logísticas y operativas

Característica	Parque Industrial de La Plata	Parque Industrial de Brandsen	Parque Industrial de Berazategui	Parque Industrial de Ensenada
Ubicación (Distancia a Haras del Sur)	Aproximadamente 15 km	Aproximadamente 25 km	Aproximadamente 30 km	Aproximadamente 35 km
Infraestructura	Servicios públicos consolidados (electricidad, gas, agua)	En desarrollo; servicios básicos disponibles	Infraestructura avanzada (electricidad, gas industrial, fibra óptica)	Infraestructura especializada para industrias pesadas
Beneficios Impositivos	Exenciones fiscales en impuestos provinciales y municipales	Reducciones de hasta un 50% en impuestos locales	Exenciones en Tasa de Seguridad e Higiene, Impuesto Inmobiliario	Exenciones en impuestos provinciales y municipales
Facilidades Tecnológicas	Acceso a programas de financiamiento estatal y asesoramiento	Oportunidades de crecimiento en desarrollo	Laboratorios y servicios de investigación en el Parque Tecnológico Intepark	Redes de servicios especializados para industrias pesadas
Acceso a Mano de Obra	Programas de capacitación laboral disponibles	Oportunidades de empleo en desarrollo	Acceso a mano de obra calificada de universidades cercanas	Oportunidades limitadas, pero en crecimiento
Costo por m²	USD 90-120 ⁷	USD 80	USD 100-140 ⁸	USD 40-60 ⁹

Tabla XI: Comparación de Parques industriales

⁷ <https://fredriksbienesraices.com.ar/propiedad/venta-lotes-parque-industrial-520-abasto-la-plata--220665>

⁸ https://terreno.mercadolibre.com.ar/MLA-1439863569-parque-tecnologico-e-industrial-berazategui-intepark-zona-sur-_JM#polycard_client=search-nordic&position=3&search_layout=grid&type=item&tracking_id=4c86a8e6-d4d7-465d-91e5-c3bd10ad0c32

⁹ <https://www.remax.com.ar/listings/lote-en-venta-en-ensenada-zona-industrial>



Figura 45: Vista aérea parque industrial de Berazategui.

5.4 Análisis por método de ponderación

Se ha realizado un método de ponderación para llegar a la conclusión en que parque debería estar la planta.

Factores	Peso relativo	La Plata	Brandsen	Berazategui	Ensenada
Ubicación	0.3	10	9	8	7
Infraestructura	0.1	9	6	10	9
Beneficios Impositivos	0.15	7	10	9	7
Facilidades Tecnológicas	0.15	9	6	10	8
Acceso a Mano de Obra	0.1	8	7	8	7
Costo USD/m2	0.2	6	7	5	10
	1	8.3	7.8	8.05	7.95

Tabla XII: Ponderación.

Terrenos disponibles y Ubicación final:



Figura 46: Terrenos parque industrial de la plata.

Teniendo en cuenta estos datos y las dimensiones de nuestro lay out, la mejor opción será ocupar un terreno que tenga accesos a una esquina de la arteria principal del parque. Principalmente esta decisión tendrá dos ventajas, será de fácil acceso ya que su ubicación es central y también permitirá desarrollar dos puntos de entrada, uno lateral y otro frontal, ya que da frente a dos calles diferentes. En este caso, entre los 4 terrenos enfrentados en la calle principal, se elegirá el que está ubicado en la parte superior derecha. Esta decisión contempla un cambio de disposición del lay out inicial, modificando su posición horizontal hacia una vertical.



Figura 47: Terreno elegido (marcado con un rectángulo rojo).

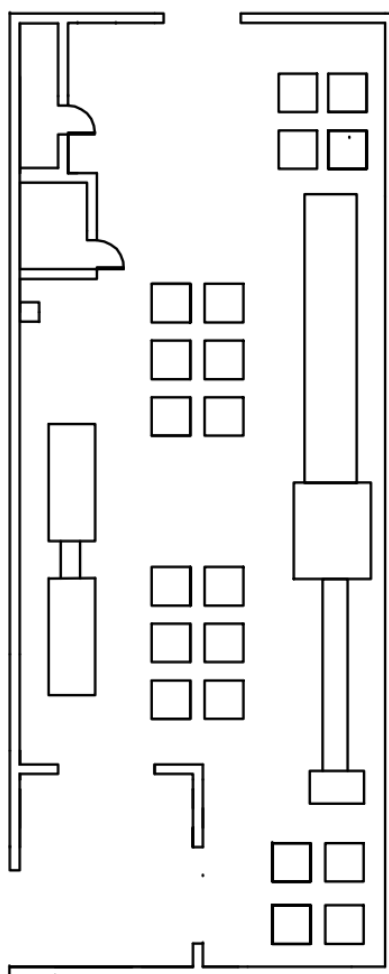


Figura 48: Lay out de la planta baja adaptado al terreno actual.

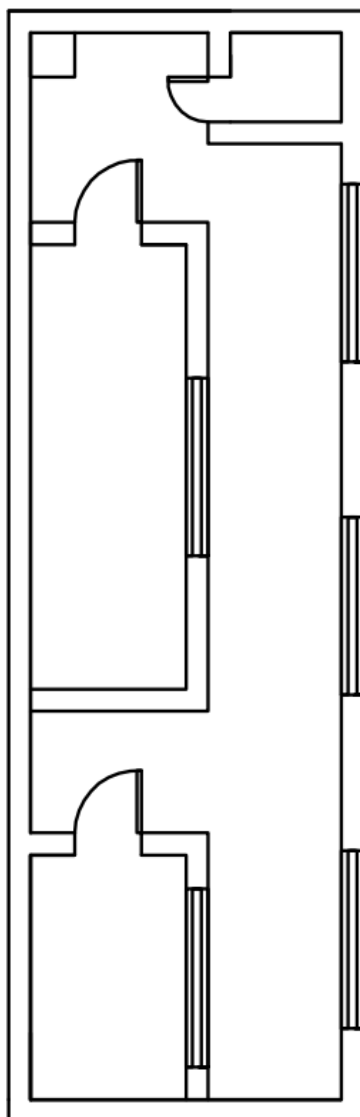


Figura 49: Lay out de la planta alta adaptado al terreno actual.

5.5 Ahorro generado en combustible

En el marco del estudio logístico del proyecto, se analizó la situación actual de disposición de residuos desde Haras del Sur hacia CEAMSE (Ensenada) y se la comparó con la alternativa propuesta, que contempla el traslado hacia el Parque Industrial La Plata. El objetivo del análisis es cuantificar la diferencia de distancias entre ambos destinos y estimar el

ahorro potencial en consumo de combustible y costos de transporte asociado a la implementación de la nueva ruta logística.

Cabe aclarar que este ahorro corresponde directamente a Haras del Sur, dado que es el propio generador quien se encarga de la recolección y el transporte de los residuos. Por lo tanto, la reducción de kilómetros recorridos impacta de manera directa en sus costos operativos.

Haras del Sur → Ensenada	Haras del Sur → Parque Industrial LP
35 km	15 km

Tabla XIII: Comparación de distancia entre las plantas de Ensenada y La plata con relación a Haras del Sur

La diferencia de distancia entre la situación actual, con disposición en CEAMSE (Ensenada), y la alternativa propuesta hacia el Parque Industrial La Plata impacta de manera directa en el consumo de combustible del camión compactador urbano encargado del traslado. Dado que Haras del Sur es quien asume la recolección y el transporte, esta variación se traduce en un ahorro operativo directo para el generador.

Un camión compactador en ruta presenta un consumo promedio estimado de 0,4 litros de gasoil por kilómetro, dependiendo de la carga transportada, la topografía y las condiciones de conducción. Asimismo, para el cálculo anual se consideró una frecuencia operativa de tres viajes por semana por cada camión, lo que permite proyectar el impacto económico real en función del esquema logístico habitual de operación.

Para el análisis económico se tomó como referencia un precio del gasoil Grado 2 de 0,86 USD por litro, lo que permitió cuantificar el costo operativo asociado a cada destino y

determinar el ahorro en combustible generado por la reducción de kilómetros al optar por el Parque Industrial La Plata en lugar de CEAMSE.

Escenario	Ida y vuelta (4 camiones)	Costo de combustible por día	Costo de combustible anual
Haras del Sur a Ensenada	280 km	96,32	15.067,2
Haras del Sur a La Plata	120 km	41.28	6.457,3

Tabla XIV: Ahorro de combustible.

A partir de los resultados expuestos en el cuadro, se observa que la alternativa de traslado hacia el Parque Industrial La Plata genera una reducción significativa en los costos de combustible en comparación con la disposición actual en CEAMSE (Ensenada).

En la situación vigente, considerando una distancia de ida y vuelta de 280 km para los cuatro camiones, el costo de combustible asciende a USD 96,32 por día, lo que representa un costo anual de USD 15.067,2. En cambio, bajo la alternativa propuesta hacia La Plata, la distancia se reduce a 120 km, con un costo de combustible de USD 41,28 por día y un costo anual de USD 6.457,3.

La diferencia entre ambas opciones implica un ahorro diario de USD 55,04 y un ahorro anual aproximado de USD 8.609,9 en concepto de combustible. Dado que el transporte es asumido por Haras del Sur, este ahorro impacta directamente en sus costos operativos, optimizando la eficiencia logística y reduciendo de manera concreta el gasto asociado al traslado de residuos

6 Evaluación de impacto ambiental

6.1 Introducción

Tras la presentación del diseño inicial de la planta, su maquinaria, procesos y localización, se llevará a cabo una evaluación de impacto ambiental. Este análisis tiene como objetivo identificar los posibles riesgos ambientales asociados al sistema y definir las estrategias de mitigación correspondientes. En esta sección, nos centraremos en los elementos de la producción que podrían ocasionar daños ambientales y describiremos los sistemas implementados para minimizar dichos impactos. Estudio de Impacto Ambiental Planta de Tratamiento de RSU (Haras del Sur)

6.2 NCA

De acuerdo con la normativa ambiental de la Provincia de Buenos Aires, los proyectos industriales se clasifican en tres categorías según su Nivel de Complejidad Ambiental (NCA). El NCA se calcula sumando puntajes en cinco criterios clave: Rubro, Localización, Dimensión, Riesgos potenciales y Calidad de emisiones, efluentes y residuos. En función del puntaje total, la industria resulta de Primera Categoría si tiene menos de 15 puntos, Segunda Categoría si tiene menos de 25 puntos o Tercera Categoría si supera los 25 puntos.

Factor de Complejidad Intrínseca (FCI):

Este componente corresponde a las características propias de la actividad o proyecto, sin considerar aún el lugar donde se emplaza. Para calcularlo, se evalúan varios aspectos del proyecto y a cada uno se le asigna un puntaje según su nivel de complejidad:

Rubro:

Se refiere a la naturaleza industrial del proyecto. Las actividades se agrupan en categorías de menor a mayor impacto potencial. A cada grupo se le asigna un valor base (por ejemplo, actividades de bajo impacto 1 punto, moderado 5 puntos y alto impacto 10 puntos). En el caso de este proyecto, que consiste de residuos orgánicos y reciclaje

de plásticos, el rubro se considera de alto impacto. Esto se debe a que la gestión y tratamiento de residuos puede generar efectos ambientales significativos. Por tanto, al rubro se le asigna el puntaje máximo dentro de la escala: 10 puntos.

Efluentes y Residuos generados:

Se califican los tipos de efluentes líquidos, emisiones gaseosas y residuos sólidos que el proyecto va a generar, considerando su calidad y peligrosidad. Existen estas categorías: Tipo 0 para emisiones inocuas, Tipo 1 para los de baja peligrosidad y así sucesivamente hasta Tipo 4 que representaría efluentes peligrosos de alta complejidad. Cada tipo tiene un valor asociado y el máximo es de 10 puntos. En este proyecto, la planta maneja principalmente residuos urbanos comunes y sus procesos están diseñados para minimizar la generación de residuos finales peligrosos. Las emisiones gaseosas esperadas son mínimas y el proceso de reciclaje de plástico puede tener alguna emisión controlada menor. Los efluentes líquidos provienen del lavado de plásticos que generará agua que contendrá suciedad y restos orgánicos, pero no sustancias altamente tóxicas. Dado este panorama, podemos considerar que los efluentes y residuos del proyecto se ubican en una categoría moderada de complejidad. Por lo tanto, se le asigna una categoría Tipo 2 (3 puntos).

Riesgos específicos:

Se evalúan los posibles riesgos accidentales asociados a la actividad que podrían afectar a la población o al ambiente. Por cada tipo de riesgo presente, se suma un punto. En la planta de tratamiento se identifican los siguientes potenciales riesgos:

- Existe riesgo acústico, ya que la maquinaria (trituradores, equipo IBIRCOM, cintas transportadoras, molino y extrusora de plástico) genera ruido que podría ser alto en proximidad. Sin embargo, este riesgo se acota al interior de la planta

con medidas de protección laboral y barreras acústicas, pero aun así se reconoce su presencia. Se asigna 1 punto por riesgo de ruido.

- En cuanto a sustancias químicas, la planta en sí no emplea grandes volúmenes de químicos peligrosos en sus procesos. Por lo tanto, el riesgo por sustancias químicas peligrosas se considera bajo.
- Riesgo de explosión: En esta instalación es poco probable. No hay procesos que involucren gases explosivos ni reacciones químicas. Asignamos 0 puntos por riesgo de explosión.
- Riesgo de incendio: Se manejan materiales combustibles. La fracción orgánica seca resultante del IBIRCOM es un material sólido combustible y los plásticos son también altamente inflamables. Además, habrá almacenamiento temporal de residuos que ante descuidos podrían prenderse fuego. Por lo tanto, el proyecto debe contar con sistemas de prevención y combate de incendios para minimizar este riesgo. Se suma 1 punto por riesgo de incendio.

Sumando lo anterior, para Riesgos (Ri) será un total de 2 puntos asignados a este factor.

Dimensionamiento (Di):

Este factor valora la escala física del emprendimiento, lo cual incide en la complejidad. Se desglosa en tres sub-componentes cuantitativos:

- **Personal:** Se considera cuántas personas trabajarán en la instalación. La escala de puntaje es: hasta 15 empleados = 0 puntos; de 16 a 50 = 1 punto; 51 a 150 = 2 puntos; 151 a 500 = 3 puntos; más de 500 = 4 puntos. En concreto, nunca se superará el número de 15 empleados a la vez dentro de la planta, por lo que no se sumará puntos en esta sección.
- **Potencia instalada:** Se refiere a la potencia energética de la maquinaria. Indica el tamaño o intensidad de los procesos. La escala: hasta 25 HP = 0; de 26 a 100 HP = 1; de 101 a 500 HP = 2; más de 500 HP = 3 puntos. En nuestro caso, la potencia total instalada es de 250 HP. Por lo tanto, en este factor añadiremos 2 puntos.

Sumando los subcomponentes de dimensionamiento: Personal (0) + Potencia (2) = 2 puntos para el factor Di, lo que refleja una instalación de tamaño mediano.

Sumando todos los elementos del Factor de Complejidad Intrínseca (FCI) del proyecto: Rubro (10 puntos) + Efluentes/Residuos (3 puntos) + Riesgos (2 puntos) + Dimensionamiento (2 puntos) obtenemos unos 17 puntos aproximados como NCA inicial solo por la complejidad propia de la planta.

Factor de Localización (FL):

Una vez consideradas las características intrínsecas del proyecto, se incorpora el efecto de su emplazamiento geográfico y contexto local. La localización puede atenuar o agravar la

complejidad ambiental dependiendo del lugar donde se instala la actividad. Dos aspectos fundamentales suelen ponderarse:

- La zona donde se ubica: Las normativas asignan los siguientes puntajes: dentro de un parque industrial oficial = 0 puntos, en una zona industrial o rural común = 1 punto, en zonas urbanas no industriales = 2 puntos. En nuestro caso, al estar ubicada en un parque industrial, no se sumarán puntos.
- Infraestructura de servicios disponibles: Se analiza si el sitio cuenta con servicios básicos. En esta sección tampoco se sumarán puntos, ya que el parque industrial cuenta con todos los servicios básicos y zonas pavimentadas.

Así, el Factor de Localización (FL) no sumaría complejidad a este proyecto.

Factor de Sinergia (FS):

Finalmente, se considera si existen circunstancias particulares que puedan incrementar el impacto ambiental.

- Proximidad a otros usos sensibles o acumulación de impactos en el área: Este proyecto no está pegado a casas o zonas urbanas como para sumar puntos extra por ese motivo.
- Pluralidad de actividades en el mismo predio: Si en un mismo establecimiento se desarrollan múltiples procesos o actividades diferentes, el impacto global puede ser más complejo de gestionar. En este proyecto, no se realizan actividades dentro de la planta que no sean de reciclaje, por lo que no se suma puntos.

Considerando lo anterior, el Factor de Sinergia neto en este proyecto sería nulo.

En conclusión, el NCA final es de 17 puntos. Con este resultado, el proyecto se clasifica dentro de la Segunda Categoría de riesgo ambiental, que corresponde a proyectos de impacto moderado a significativo.

6.3 Impactos ambientales

A continuación, se describen los impactos ambientales potenciales y reales asociados al proyecto, discriminados por factor ambiental.

Agua:

El principal impacto sobre el agua proviene de la generación de efluentes líquidos industriales a partir del proceso de reciclado de plásticos. La planta incorpora una etapa de lavado de plásticos para eliminar suciedad y restos orgánicos de las hojuelas antes de su pelletizado. El consumo diario de agua sería del orden de 20 m³ (20.000 litros), lo cual genera un efluente equivalente. Este efluente líquido contiene principalmente partículas de suciedad, material orgánico desprendido, detergentes o aditivos del lavado y posiblemente trazas de microplásticos. Sin un tratamiento adecuado, su vertido podría contaminar cursos de agua superficiales o napas subterráneas, debido a la carga orgánica y turbidez. Asimismo, existe riesgo de infiltración al suelo en caso de pérdidas o derrames, lo que podría impactar la calidad de las aguas subterráneas locales. Por lo tanto, su magnitud es moderada, ya que el caudal de efluente generado es significativo en volumen, pero su carga contaminante es materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión.

Aire:

Los impactos al aire provienen de emisiones gaseosas de los procesos industriales y de la generación de olores propios de la gestión de residuos orgánicos. En cuanto a emisiones atmosféricas, el equipo IBIRCOM de tratamiento orgánico opera con tecnología térmico

mecánica. Este proceso produce vapores y gases derivados del calentamiento de la basura (principalmente vapor de agua, dióxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles COVs). Sin sistemas de control, tales emisiones podrían incluir monóxido de carbono (CO) y COVs odorosos o contaminantes. No obstante, el diseño incluye un catalizador en el sistema IBIRCOM para oxidar estos compuestos. Gracias a ello, contaminantes primarios como CO y COVs se convierten casi totalmente en CO₂ y H₂O, reduciendo drásticamente las emisiones nocivas. En resumen, las emisiones de chimenea esperadas son relativamente limpias, sin presencia significativa de partículas, óxidos de azufre o compuestos tóxicos. Por otra parte, la línea de reciclaje de plásticos implica fundir y extrusar plástico. Este proceso puede emitir humos o vapores de plástico calentado, que contienen hidrocarburos orgánicos y olores característicos. Serán emisiones puntuales en el área de extrusión, mitigadas con ventilación localizada; no obstante, deben ser consideradas en la calidad del aire interior y eventualmente exterior.

Otro impacto aéreo relevante son los olores. La descomposición de la fracción orgánica de los RSU produce compuestos volátiles (sulfuros, amoníaco, ácidos orgánicos) responsables de malos olores típicos. Sin medidas de control, el olor podría propagarse fuera del establecimiento y generar molestias.

Población humana:

La componente social del ambiente se ve influenciada por varios factores: ruido industrial, tránsito de vehículos pesados, etc.

El ruido es un impacto relevante durante la operación. La planta contiene múltiples equipos ruidosos. Sumando todas las fuentes sonoras, se ha estimado un nivel sonoro combinado de aproximadamente 98 dB(A) cuando la planta opera a plena capacidad. Este nivel se corresponde con el de una industria típica ruidosa y excede ampliamente los umbrales de confort auditivo humano, representando un riesgo para la salud de los trabajadores si no usan protección.

6.4 Residuos Sólidos

Como se mencionó anteriormente, todos los residuos sólidos separados que no puedan ser tratados y que sean considerados peligrosos serán almacenados de manera segura. Posteriormente, se coordinará con una empresa especializada en la disposición segura de estos residuos. El objetivo de esta planta es darle nuevo uso a la basura y todo lo que no pueda ser tratado por nosotros será llevado a organizaciones con capacidad para esto.

6.5 Efluentes Líquidos

Por su parte, solo habrá una máquina en todos los procesos que genere efluentes líquidos, que es la tina de lavado que limpia las hojuelas de los plásticos antes de que alimenten a la máquina Intarema. El abastecimiento de agua necesario para la operación de la se realizará a través de la red de servicios provista por el parque industrial. Teniendo en cuenta que para tratar un kilogramo de plástico se necesitan 10 kilogramos de agua, el consumo de esta máquina será de 20 toneladas al día, lo que representa 600 toneladas al mes. Para el tratamiento de este tipo de residuos existen dos caminos, el primero es instalar un sistema dentro de la planta, el segundo camino, mucho más simple, consta de contratar un servicio tercerizado encargado de trabajar este tipo de efluentes.

El objetivo es tratar esa agua para cumplir la normativa vigente, volcándola a la red pública sin reutilizarla. En Argentina, la Ley General del Ambiente (N.º 25.675) exige preservar y mejorar la calidad de los recursos hídricos y el Decreto Nacional 674/89 obliga a todo establecimiento industrial a instalar y operar sus propias unidades de tratamiento de vertidos. Es por esta razón que queda descartada la terciarización del tratamiento y se debe implementar nuestro propio sistema. En consecuencia, se debe garantizar que el efluente tratado ingrese al alcantarillado con parámetros aceptables (turbidez baja, DBO reducida, pH neutro, etc.), de acuerdo con los requisitos locales.

El vertido del efluente tratado a la red cloacal del parque industrial se realizará conforme a lo establecido por la Ley Provincial N.º 12.257 (Código de Aguas de la Provincia de Buenos Aires) y su Decreto Reglamentario N.º 3511/2007, así como a los límites de descarga establecidos en la Resolución ADA N.º 336/2003 y normativa complementaria (Resolución

AGOSBA 389/98 y Ley Provincial N.º 5965). Dichas normativas fijan los parámetros fisicoquímicos máximos admisibles para el vuelco de efluentes líquidos, garantizando la protección del recurso hídrico y del sistema cloacal.

Adicionalmente, debe considerarse la gestión de lodos sedimentados. La normativa provincial indica que los lodos (“residuos sólidos o semisólidos”) deben ser tratados hasta volverlos inocuos y dispuestos según la reglamentación de residuos industriales.

Se proyectó un sistema de drenaje de lixiviados en el sector de almacenamiento de residuos sólidos urbanos, compuesto por un piso impermeabilizado con pendiente del 2% hacia canaletas colectoras, las cuales conducen los efluentes a un pozo de acumulación impermeabilizado. La generación de lixiviados se estimó en 0,2 m³ por tonelada de residuo tratado, resultando en una producción aproximada de 2,4 m³/día para la capacidad proyectada. Este sistema permite prevenir la infiltración al suelo y la contaminación de napas, cumpliendo con los requisitos de la Ley 25.916 y la normativa ambiental vigente.

Diseño

El sistema de tratamiento propuesto para los efluentes líquidos generados por la planta de reciclaje se diseñó teniendo en cuenta las características específicas del agua proveniente del proceso de lavado de escamas plásticas (PET, PEAD, PEBD y PP). La carga contaminante principal está constituida por sólidos sedimentables (polvo, residuos de etiquetas, pequeñas partículas orgánicas), por lo que no es necesario un tratamiento biológico ni tecnologías complejas. El objetivo principal del diseño es asegurar el cumplimiento de los parámetros legales exigidos por la normativa vigente para el vertido en red cloacal, garantizando al mismo tiempo una instalación compacta, eficiente y económicamente viable.

El primer componente clave del sistema es un tanque de ecualización, cuya función principal será la de acumular el agua de lavado en forma continua, homogeneizar su calidad y regular el caudal hacia las siguientes etapas del tratamiento. Se utilizará un tanque de polietileno tricapa, de aproximadamente 15 metros cúbicos de capacidad, resistente a los agentes físicos presentes en el efluente. Además, este tanque incluirá una rejilla o trampa de sólidos en la

entrada, con el fin de retener partículas de gran tamaño como fragmentos de plástico, envoltorios o residuos flotantes que podrían dañar la bomba o reducir la eficiencia del sistema. Este primer paso permite eliminar parte de los sólidos gruesos y evitar saturaciones en los siguientes módulos.

A continuación, el agua será bombeada hacia un clarificador lamelar construido en acero inoxidable. Este equipo utiliza placas inclinadas para aumentar la superficie de decantación efectiva, permitiendo que los sólidos finos suspendidos sedimenten de forma acelerada sin requerir grandes volúmenes. Gracias a su diseño compacto, este tipo de clarificador es ideal para plantas con restricciones de espacio físico. Para mejorar el rendimiento del proceso de decantación, especialmente frente a partículas de pequeño tamaño, se recomienda instalar un sistema de dosificación de floculantes, compuesto por un tanque mezclador, bomba dosificadora y control por caudal o temporizador. Los floculantes permiten aglomerar partículas finas, facilitando su sedimentación y optimizando el rendimiento del sistema, sin requerir productos químicos agresivos.

Una vez clarificada, el agua se dirigirá mediante una bomba de impulsión hacia un sistema de filtración de pulido, que está conformado por un sistema de cartuchos filtrantes de microfibra. Esta etapa garantiza la remoción de los sólidos remanentes en suspensión, eliminando turbidez y asegurando que el efluente cumpla con los parámetros de vertido requeridos por la Autoridad del Agua y la empresa prestadora del servicio cloacal. Se incluirá un filtro de carbón activado, con la función de útil remover trazas de color, olores o compuestos orgánicos solubles.

En cuanto al control del sistema, se propone una automatización parcial, suficiente para garantizar un funcionamiento continuo sin necesidad de supervisión constante. Se instalarán sensores de nivel en el tanque de ecualización para activar automáticamente la bomba de impulsión. En términos de instrumentación, el sistema contará con un medidor de pH y sensores de turbidez para control en línea, además de un pozo de toma de muestras aguas abajo del filtro, construido según normativa (dimensiones mínimas $0,6 \times 0,6 \times 0,5$ metros), desde donde se realizarán las verificaciones periódicas de cumplimiento.

Una vez que el agua ha sido filtrada y estabilizada en sus parámetros fisicoquímicos, el efluente tratado será conducido hacia el sistema de red cloacal del parque industrial, conforme a los requisitos establecidos por la Autoridad del Agua de la provincia de Buenos Aires. En este punto, el líquido ya ha sido depurado de sólidos gruesos y finos, turbidez, restos orgánicos y trazas de compuestos potencialmente contaminantes, lo cual permite su vertido sin riesgos ambientales ni incumplimientos legales.

En términos de espacio físico, el diseño completo del sistema se ha pensado para ocupar un área de aproximadamente 3,5 metros por 4,5 metros, con disposición modular, permitiendo su adaptación al layout y futuras ampliaciones si fuera necesario.

Costos

Respecto a los costos, se presenta a continuación una estimación general en dólares estadounidenses (USD) basada en valores de mercado actualizados a 2025:

- Tanque de ecualización de 15m³ (polietileno): USD 1.200
- Trampa de sólidos inicial: USD 200
- Clarificador lamelar compacto (3 m³/h): USD 5.000
- Sistema dosificador de floculante (bomba + tanque): USD 800
- Bombas centrífugas (2 unidades): USD 1.600
- Sistema de filtración (arena o cartucho): USD 800
- Tanque: USD 500
- Cuadro de control eléctrico automatizado: USD 1.000
- Sensores de pH/turbidez, caudalímetro, válvulas y tuberías: USD 2.000
- Instalación, y montaje: USD 5.000

En conjunto, el costo total del sistema se estima entre USD 18.000, incluyendo equipos, instalación y puesta en marcha. Este diseño asegura el cumplimiento legal, optimiza el uso del espacio disponible y se adapta a las condiciones operativas de la planta.

6.6 Emisiones Atmosféricas

En nuestros procesos, es importante destacar que el sistema Ibircom está equipado con un catalizador, cuya función es acelerar la reacción de oxidación de los contaminantes. Este sistema convierte compuestos como el monóxido de carbono (CO) y los compuestos orgánicos volátiles (COVs) en dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O), reduciendo significativamente las emisiones contaminantes.

6.7 Sistemas de Control de Olores

En una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos (RSU), es esencial gestionar los olores generados para evitar su propagación más allá del área de trabajo. Para controlar esto, es necesario calcular y monitorear el factor de emisión de olor, lo que permitirá implementar medidas adecuadas de contención y filtrado.

El factor de emisión de olor es un coeficiente que se utiliza para estimar la cantidad de olor que se emite desde una fuente específica por unidad de actividad o cantidad de material procesado. Es un valor que indica cuántas Unidades de Olor (UO) se generan por cada unidad de masa, volumen, o actividad

Se estima que para RSU el factor de olor varía de 2 a 5 Unidades de Olor (UO) por kg. Para calcular la emisión hay que hacer el siguiente calculo:

$$E=Q \times F$$

Donde:

- E es la emisión de olor (UO/día).
- Q es la cantidad de residuos procesados (kg o toneladas/día).
- F es el factor de emisión de olor (UO/kg), que varía según el tipo de residuo.

En este caso, se aplicará la fórmula estimando un total de 16 toneladas de residuos orgánicos, considerando que este es el volumen máximo que la planta podría recibir. Es importante tener en cuenta que este valor está calculado por día, y que a medida que los residuos sean procesados, las emisiones disminuirán. Se estima que los residuos orgánicos pueden generar entre 2 y 5 unidades de olor (UO) por kilogramo, dependiendo de su grado de

descomposición. En este caso, se ha adoptado un factor de 3 UO por kilogramo, considerando que los residuos tendrán solo unos pocos días de descomposición. Esto resulta en una emisión total estimada de 54,000 UO/día.

Sistema	Descripción	Eficiencia	Costo	Mantenimiento	Aplicación Ideal	Ventajas	Desventajas
Biofiltros	Microorganismos descomponen compuestos olorosos en un lecho poroso.	Alta (80-95%)	Bajo	Moderado (reemplazo del lecho, control de humedad y temperatura)	Compuestos orgánicos volátiles, sulfuros, amoníaco	Ecológico, bajo costo operativo	Sensible a cambios de temperatura y humedad
Scrubbers Químicos	Los gases se lavan con soluciones químicas que neutralizan los compuestos olorosos.	Muy alta (>95%)	Medio/Alto	Alto (reposición de químicos, manejo de residuos líquidos)	Gases ácidos (H ₂ S, amoníaco, NO _x)	Alta eficiencia, control preciso	Costoso y genera residuos líquidos a tratar
Nebulización con Neutralizadores	Dispersión de una niebla de neutralizadores que reaccionan con los olores en el aire.	Moderada (60-80%)	Bajo	Bajo (reposición de neutralizadores)	Áreas abiertas, zonas de descarga y almacenamiento	Fácil de instalar, bajo costo	Solo enmascara olores en algunos casos, no elimina olores fuertes

Cubiertas Biológicas/Geome mbranas	Barreras físicas que cubren las áreas donde se acumulan residuos, reduciendo la emisión de gases.	Moderada (50-75%)	Muy bajo	Bajo (inspección ocasional, mantenimiento de la cubierta)	Áreas abiertas de acumulación, pilas de compostaje	Solución económica y pasiva para grandes áreas	Menos eficaz en áreas cerradas o con altas concentraciones de olores
---	---	----------------------	-------------	---	--	---	--

Tabla XV: Comparación sistemas de controles de olor

Después de comparar los diferentes sistemas, se llegó a la conclusión de que un sistema de biofiltros es la mejor opción para este caso. Este sistema se instalará en el exterior de la planta y se conectará a la ventilación del sector de almacenamiento de residuos.

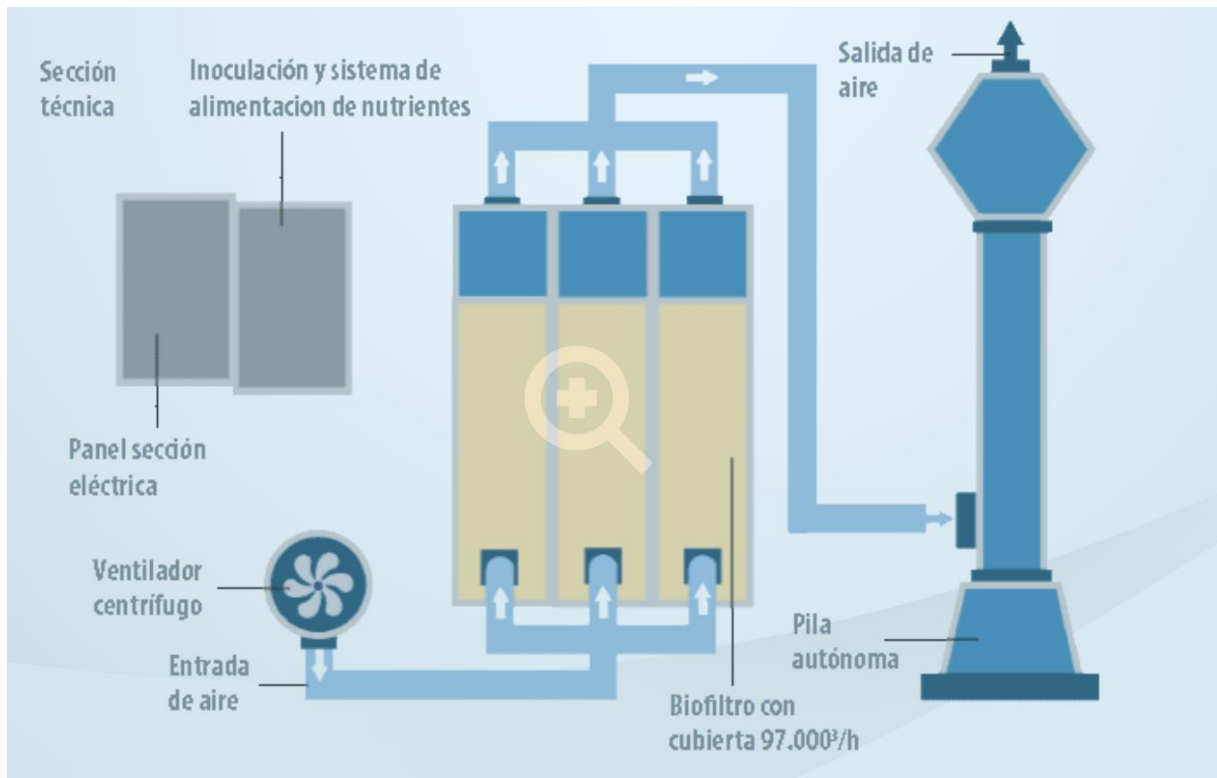


Figura 50: Sistema de biofiltros.

Flujo (m ³ /h)	Dimensiones de superficie	Potencia instalada (kW)
1.000	7 m ² x H 2 m	1,5
5.000	35 m ² x H 2 m	7,5
10.000	70 m ² x H 2 m	15
20.000	140 m ² x H 2 m	30
30.000	210 m ² x H 2 m	37
40.000	280 m ² x H 2,3 m	55
50.000	350 m ² x H 2,3 m	75
60.000	420 m ² x H 2,3 m	75

Tabla XVI: Biofiltros

Supongamos que cada UO corresponde a un volumen de efluente de aproximadamente 0.1 m³ (esto depende de la composición y el tratamiento específico, pero en este caso debería ser suficiente)

54000	UO/DIA
225	flujo m3/h

Tabla XVII: UO M3/H.

Con estos resultados llegamos a la conclusión que un biofiltro de 1000 m3/h sería suficiente.

6.8 Contaminación sonora

Actualmente la fórmula utilizada para medir el ruido es la siguiente

$$L_{\text{total}} = 10 \cdot \log_{10} \left(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10} \right)$$

Figura 51: Fórmula para medición del ruido.

Donde:

- Ltotal es el nivel de presión sonora total.
- L1, L2, ..., Ln son los niveles de presión sonora de las diferentes fuentes de ruido (en dB).

Equipos	Cantidad	Ruido según ISSO
Cintas transportadoras	4	75 - 85 dB(A)
Trituradoras de basura	1	85 - 95 dB(A)
Trituradora de plástico	1	85 - 95 dB(A)
Cargadoras o montacargas	1	80 - 90 dB(A)
Clasificadora de residuos	1	80 - 90 dB(A)
Motores eléctricos grandes	2	70 - 85 dB(A)

Abrebolsas	1	85 - 95 dB(A)
------------	---	---------------

Tabla XVIII: Ruido total generado.

Al aplicar la fórmula, se obtiene un nivel de ruido de aproximadamente 98 dB cuando la planta opera a máxima capacidad. Este resultado se alinea con la norma ISO 1996, que define que una planta industrial presenta un nivel de ruido entre 90 y 100 dB(A). Dada esta situación, se recomienda el uso de protección auditiva para garantizar la salud y seguridad de los trabajadores y recubrir zonas expuestas de las máquinas para reducir su impacto siempre y cuando no afecte a su uso.

6.9 Sistemas de control de incendios

Según la Ley 19.587 y su Decreto Reglamentario 351/79, toda planta industrial debe contar con sistemas de prevención y extinción de incendios acordes a la carga de fuego y nivel de riesgo de las operaciones. Estos incluyen extintores portátiles multipropósito, redes fijas de hidrantes, señalización, iluminación de emergencia y planes de evacuación. En instalaciones con elevada carga combustible, como plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos y reciclaje de plásticos, se recomienda además la instalación de sistemas automáticos de detección y rociadores, conforme a las normas IRAM y NFPA.

Cálculo de la carga de fuego

La carga de fuego es la cantidad total de energía calorífica potencial que pueden liberar los materiales combustibles de un sector si se incendian.

$$q = \frac{\sum(m_i \cdot H_i)}{A}$$

Donde

- m_i es la masa del material combustible i (kg)

- H_i es el poder calorífico del material (MJ/kg o kcal/kg)
- A equivale a la superficie del sector (m^2)
- q equivale a la carga del fuego

Carga de fuego (MJ/m ²)	Categoría
< 300	Bajo
300 – 1.000	Medio
1.000 – 3.000	Alto
> 3.000	Muy alto

Tabla XIX: Clasificación típica IRAM sobre carga de fuego y Riesgo.

Los distintos materiales presentes en nuestro proyecto son:

Material	Poder calorífico (MJ/kg)	kcal/kg
Plástico (PE, PP)	40	9.500
Papel/cartón	16	3.800
Madera	15	3.600
RSU	8–12	1.900–2.800
Caucho	30	7.200
Textiles	18	4.300

Tabla XX: Poder calorífico por kg de material presente.

Suponiendo una composición de residuos conforme al escenario planteado, y considerando la condición más desfavorable en términos de riesgo de incendio, se adoptó como caso crítico el día de mayor acumulación de materiales combustibles en el sector de almacenamiento. Dado que los metales y el vidrio son materiales incombustibles y no aportan carga de fuego, fueron excluidos del análisis. Asimismo, la fracción clasificada como “otros” fue asimilada a residuos orgánicos, a efectos de mantener un criterio conservador en la estimación.

El lunes se registra la mayor cantidad de residuos orgánicos, alcanzando un total de 16,5 toneladas, compuestas por un 91 % de materia orgánica y un 9 % correspondiente a textiles y otros materiales combustibles. Por su parte, el día martes ingresan residuos recuperables, con un volumen total de 11,4 toneladas, constituidos principalmente por plásticos y papel/cartón. Adicionalmente, se contempla la presencia simultánea de 7 toneladas de residuos orgánicos sin procesar en el área de almacenamiento, lo que incrementa la carga combustible acumulada.

En función de estos supuestos y considerando una superficie de almacenamiento de 82,89 m², se procedió a estimar el poder calorífico total del sector, a fin de determinar la carga de fuego correspondiente bajo el escenario crítico definido.

Material	Poder calorífico promedio (MJ/ton)	Cantidad (ton)	Poder calorífico total (MJ)
Orgánicos	10.000	5,46	54.600
Plásticos	40.000	5,56	222.400
Papel y cartón	16.000	5,78	92.480
Textiles	18.000	1,54	27.720
Total	—	18,34	397.200 MJ

Tabla XXI: Poder calorífico total de la carga en almacenamiento el martes.

$$q = \frac{397.200 \text{ MJ}}{82,89 \text{ m}^2} = 4.792 \text{ MJ/m}^2$$

De acuerdo con los valores obtenidos y conforme a la tabla de clasificación correspondiente, el sector analizado se encuadra dentro de la categoría de riesgo muy alto, en función de la carga de fuego específica calculada.

Medidas de protección contra incendios.

Considerando una carga de fuego de $q = 4.792 \text{ MJ/m}^2$, valor que se ubica en el rango más elevado de la escala de riesgo, se adoptó un factor de seguridad igual a 2, criterio habitualmente aplicado en escenarios de riesgo alto o muy alto. En consecuencia, el dimensionamiento de los sistemas de protección se realizó contemplando el doble de la carga térmica estimada, a fin de garantizar un margen adicional de seguridad ante condiciones extremas.

El sector de almacenamiento será diseñado con piso de hormigón armado, muros perimetrales con resistencia al fuego acorde a la carga calculada y sistema de drenaje para lixiviados. Dado el nivel de carga combustible presente, se prevé la instalación de extintores portátiles estratégicamente distribuidos, una red fija de hidrantes y un sistema automático de rociadores.

Asimismo, se incorporan pasillos cortafuego entre pilas de residuos para limitar la propagación horizontal del incendio, ventilación natural que favorezca la disipación de gases calientes y rutas de evacuación independientes, complementadas con señalización normalizada e iluminación de emergencia. Todas estas medidas se adoptan en cumplimiento de la normativa vigente en materia de higiene, seguridad y protección contra incendios.

Resto de las instalaciones.

Al aplicar la fórmula de cálculo de carga de fuego al resto de los sectores de la planta, se obtiene el valor correspondiente que se detalla a continuación, el cual permite clasificar cada área según su nivel de riesgo específico y definir las medidas de protección adecuadas en cada caso.

$$q = \frac{397.200 \text{ MJ}}{1000 \text{ m}^2} = 397,2 \text{ MJ/m}^2$$

Para los sectores clasificados con riesgo medio de incendio, se prevé la implementación de un conjunto integral de medidas de protección activa y pasiva. Entre las medidas activas se

incluyen extintores portátiles multipropósito tipo ABC, distribuidos conforme a la normativa vigente, red fija de hidrantes y sistema de detección y alarma temprana. Asimismo, se incorporan señalización normalizada e iluminación de emergencia para garantizar condiciones seguras de evacuación.

En cuanto a las medidas pasivas, se contempla la sectorización de áreas mediante elementos constructivos con adecuada resistencia al fuego, a fin de limitar la propagación del incendio, así como la correcta definición y dimensionamiento de las vías de evacuación. A nivel operativo, se implementará un plan de emergencia y evacuación, junto con programas periódicos de capacitación del personal. Complementariamente, se adoptarán medidas de orden y limpieza orientadas a reducir la carga de fuego efectiva y minimizar la probabilidad de ignición.

Cálculo de extintores.

La determinación de la cantidad de extintores se realizó considerando la clasificación de riesgo medio del sector y los criterios de cobertura establecidos por la norma IRAM 3517 y el Decreto 351/79. Para este nivel de riesgo se adoptó una dotación mínima de un extintor cada 200 m² de superficie cubierta o, alternativamente, una distancia máxima de recorrido de 20 m hasta el equipo más cercano, aplicándose en cada caso el criterio más restrictivo.

Para una superficie total de 1.000 m² se obtuvo un requerimiento mínimo de cinco extintores. No obstante, a fin de reforzar las condiciones de seguridad, se recomienda la instalación de seis unidades tipo ABC, distribuidas estratégicamente en el perímetro del sector, complementadas con un extintor de dióxido de carbono (CO₂) ubicado en proximidad al tablero eléctrico principal.

En función de la carga de fuego calculada para los distintos sectores de la planta de tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), se implementarán medidas de prevención y mitigación del riesgo de incendio en cumplimiento de la Ley N.º 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, su Decreto Reglamentario 351/79, las normas IRAM aplicables y las

recomendaciones técnicas de la National Fire Protection Association (NFPA), garantizando así un adecuado nivel de protección para las instalaciones y el personal.

$$N = \frac{A}{A_c}$$

Donde:

- N = Número de extintores.
- A = Superficie del sector (m²).
- A_n = Superficie cubierta por extintor según riesgo.

$$N = \frac{1000}{200} = 5 \text{ extintores}$$

Por criterios de seguridad y accesibilidad, se adoptó la disposición de un extintor por perímetro, aplicando el criterio de una distancia máxima de recorrido inferior a 20 m hasta el equipo más cercano. En función de la geometría del sector, ello determina la instalación de seis extintores distribuidos estratégicamente en el perímetro, a los que se adiciona una unidad adicional destinada al sector de oficinas, totalizando siete extintores portátiles tipo ABC.

En cuanto a su capacidad, se prevé la instalación de unidades de 10 kg en las áreas clasificadas con riesgo medio, mientras que en los sectores de mayor carga de fuego — particularmente en las áreas adyacentes al almacenamiento de residuos— se dispondrán equipos de mayor capacidad, acordes al nivel de riesgo identificado y a la magnitud potencial del foco ígneo.

Otros sectores y medidas de seguridad.

Además del área de almacenamiento, se evaluaron las restantes zonas funcionales de la planta considerando la carga de fuego específica, los procesos desarrollados y las posibles fuentes de ignición asociadas.

El área de molienda y trituración presenta riesgo vinculado a la generación de chispas por fricción mecánica y a la eventual acumulación de polvo combustible. En consecuencia, se prevé la implementación de sistemas de detección térmica, adecuada puesta a tierra de equipos y mantenimiento preventivo periódico para minimizar condiciones de ignición.

El sector de lavado de plásticos se clasifica como riesgo medio, asociado principalmente a la presencia de instalaciones eléctricas en un entorno húmedo. Para este sector se contemplan extintores portátiles adecuados, protecciones eléctricas diferenciales y correcta canalización de conductores, reduciendo así el riesgo eléctrico.

Las oficinas y áreas administrativas presentan riesgo bajo, dado el tipo de materiales presentes y la limitada carga combustible. En estos espacios se dispondrán extintores portátiles tipo ABC, señalización normalizada y rutas de evacuación claramente definidas.

Los tableros eléctricos constituyen un punto crítico potencial de ignición, por lo que se prevé la utilización de gabinetes metálicos normalizados, correcta puesta a tierra, dispositivos de protección diferencial y termomagnética, así como mantenimiento periódico.

En función de esta clasificación integral, se definieron medidas específicas de protección contra incendios para cada sector de la planta, incluyendo extintores portátiles, red fija de hidrantes, sistemas de detección y alarma, sectorización constructiva y la implementación de un plan de emergencia y evacuación, garantizando un enfoque sistémico de prevención y mitigación del riesgo.

Emisiones reducidas.

La disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) mediante enterramiento en rellenos sanitarios o basurales constituye una de las principales fuentes de contaminación

ambiental a largo plazo. Si bien los rellenos sanitarios controlados reducen los impactos inmediatos sobre la salud pública, este método no elimina la contaminación, sino que la difiere temporalmente, generando pasivos ambientales persistentes durante varias décadas.

Desde el punto de vista de las emisiones atmosféricas, la degradación anaerobia de la fracción orgánica de los residuos genera biogás, compuesto principalmente por metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2). Se estima que por cada tonelada de RSU enterrada se producen entre 100 y 200 m^3 de biogás, con un contenido de metano del 50 al 60 %. En términos de impacto climático, esto equivale aproximadamente a entre 0,6 y 1,0 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO_2e) por tonelada de residuo dispuesto, considerando el potencial de calentamiento global del metano, que es significativamente superior al del CO_2 .

Asimismo, el enterramiento de residuos genera lixiviados como resultado de la percolación del agua de lluvia a través del cuerpo del relleno. Estos lixiviados presentan elevadas concentraciones de materia orgánica, nutrientes y contaminantes inorgánicos, con valores típicos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) entre 2.000 y 30.000 mg/L y Demanda Química de Oxígeno (DQO) entre 5.000 y 60.000 mg/L , además de compuestos nitrogenados, metales pesados, patógenos y microplásticos. Se estima que una tonelada de RSU puede generar entre 100 y 300 litros de lixiviado por año, acumulando entre 2.000 y 10.000 litros a lo largo de la vida útil del relleno, lo que representa un riesgo significativo para los recursos hídricos subterráneos y superficiales.

Por otro lado, la disposición en rellenos sanitarios contribuye a la contaminación del suelo mediante la liberación progresiva de metales pesados y compuestos orgánicos persistentes, así como la acumulación de microplásticos, los cuales pueden permanecer en el ambiente durante cientos de años. Adicionalmente, el enterramiento de residuos genera impactos secundarios tales como emisiones de olores, proliferación de vectores sanitarios, riesgos de explosión por acumulación de gases y problemas geotécnicos asociados a asentamientos diferenciales del terreno.

Si nosotros suponemos que nosotros trataremos 356 toneladas mensualmente de RSU de los cuales un 60% aproximado tendrá un destino final en relleno sanitario los resultados serían los siguientes.

Indicador	Por tonelada	Mensual (214 ton)	Anual (2.568 ton)
Emisiones GEI evitadas	1 t CO ₂ e	214 t CO ₂ e	2.568 t CO ₂ e
Lixiviados evitados	0,2 m ³	42,8 m ³	514 m ³
Volumen de relleno evitado	1,3 m ³	278 m ³	3.338 m ³
Olores evitados	10.000 ouE	2,14×10 ⁶ ouE	2,57×10 ⁷ ouE

Tabla XXII: Indicadores ecológicos

Indicador	Resultado anual	Equivalencia
Emisiones GEI evitadas	2.568 t CO ₂ e	1.700 autos fuera de circulación
Emisiones GEI evitadas	2.568 t CO ₂ e	430 hogares
Lixiviados evitados	514 m ³	514.000 litros contaminantes no infiltrados
Volumen relleno evitado	3.338 m ³	222 camiones compactadores
Volumen relleno evitado	3.338 m ³	Media cancha de fútbol cubierta de basura
Olores evitados	2,57×10 ⁷ ouE	Eliminación de foco odorífero relevante

Tabla XXIII: Equivalencias

7 Organización de la empresa y recursos humanos

El objetivo es establecer un esquema de trabajo que garantice el cumplimiento eficiente del plan de procesamiento de residuos. La organización general de la planta es esencial. La coordinación y gestión de la recepción y tratamiento de residuos, en relación con los plazos establecidos con los clientes o las autoridades, debe ser precisa y estar alineada con las capacidades operativas de la planta.

7.1 Organigrama

Empleados de la planta:

La planta cuenta con 16 personas trabajando dentro de esta. En su diseño inicial la planta trabajara dos 2 turnos los siete días de la semana. Los empleados estarán divididos de la siguiente forma:

- Gerente general:1
- Staff administrativo: 3
- Jefe de planta: 1
- Operarios, maquinistas y encargados: 11

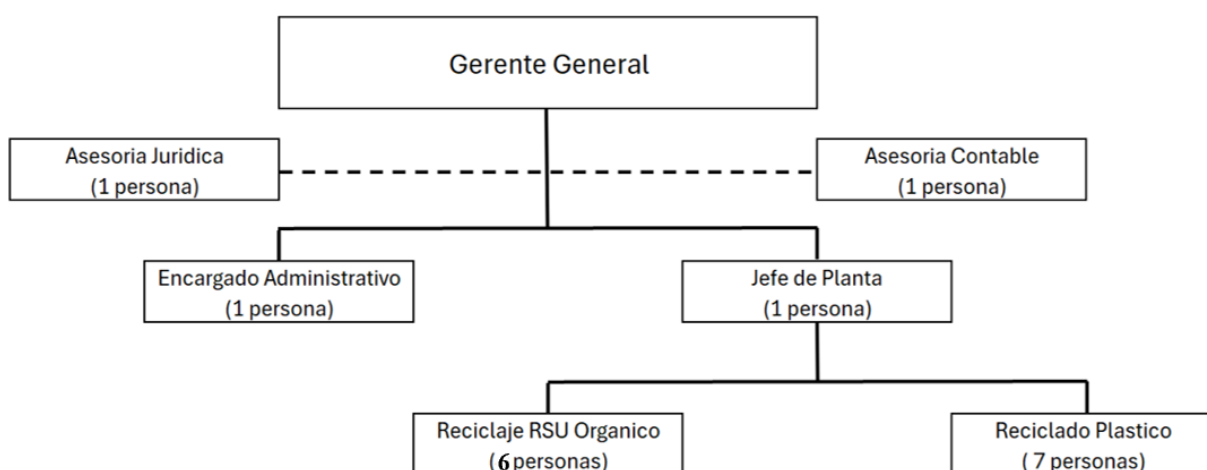


Figura 52: Organigrama de Planta

7.2 Jornada Laboral

En relación con la capacidad mano de obra necesaria para las maquinas, Los trabajadores de planta estarán sujetos a Ley de Contrato de Trabajo (Ley 20.744) y trabajarán 8 Horas diarias seis días a la semana en el caso del reciclado de plástico y cinco días a la semana en el caso del proceso de reciclaje de RSU.

La máquina de Ibircom está diseñada para requerir solo tres operarios trabajando de forma continua: dos de ellos se encargarán del transporte interno de los contenedores con la materia prima y de la posterior alimentación de la máquina, mientras que el tercer operario será responsable de controlar el proceso y asegurar que el producto final se genere correctamente. La jornada laboral y los francos correspondientes está pensada en función con los días de ingreso de basura y los días donde el trabajo será mínimo. En relaciona esto el Viernes por la mañana no se espera tener basura para procesar y los turnos del sábado a la noche y el domingo en ambos turnos se dará franco. Estos empleados trabajaran turnos de 8 a 16 horas, mientras que el segundo ocupará el rango horario de 20 a 4 horas.

Por su parte, el sistema de reciclado de plásticos necesitará de 2 turnos diarios contemplando 3 operarios en cada uno. Por su parte, habrá un séptimo empleado cuya función será cubrir los francos de los otros 6 empleados, por lo que trabajará en ambos turnos a lo largo de la semana. El primer turno será de 8 a 16 horas, mientras que el segundo ocupará el rango horario de 18 a 2 horas. Al igual que con el otro proceso, dos se encargarán de la distribución de la materia prima, tanto del transporte inicial como el control del producto final para su despacho. Por su parte, el tercer operario se encargará del control de la máquina Intarema, contemplando su debida alimentación y cambio de procesos en base al plástico que será trabajado.

Para finalizar, el staff administrativo, el jefe y el gerente de planta solo trabajarán 1 turno diario cinco días a la semana, de lunes a viernes, por lo que en estos puestos no se necesitarán administrar turnos ni días francos.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Operario Ibircom 1 TM							
Operario Ibircom 1 TN							
Operario Ibircom 2 TM							
Operario Ibircom 2 TN							
Operario Ibircom 3 TM							
Operario Ibircom 3 TN							
Operario Plásticos 1 TM							
Operario Plásticos 1 TN							
Operario Plásticos 2 TM							
Operario Plásticos 2 TN							
Operario Plásticos 3 TM							
Operario Plásticos 3 TN							
Operario plástico Comodín							

Tabla XXIV: Turnos empleados de procesos.

Este ciclo se repite también para los empleados del turno noche.

Manual de Empleados:

Nombre y Apellido
Sector:
Objetivo del Puesto:
Responsable de supervisar y coordinar los procesos de reciclaje de plástico y de residuos sólidos urbanos orgánicos, garantizando la eficiencia operativa, el cumplimiento de normativas de seguridad y medio ambiente, así como la optimización de recursos.

Funciones y Responsabilidades:

Planificar, coordinar y supervisar las operaciones diarias de las líneas de reciclaje de plástico y RSU orgánicos.

Establecer y monitorear los objetivos de producción, asegurando que se cumplan las metas establecidas en términos de cantidad y calidad de materiales reciclados.

Dirigir y liderar al equipo de operarios, fomentando un ambiente de trabajo colaborativo y motivador.

Asignar tareas y responsabilidades a los miembros del equipo, garantizando que estén capacitados para realizar sus funciones.

Realizar evaluaciones de desempeño y proporcionar retroalimentación continua a los empleados.

Asegurar el cumplimiento de las normativas de seguridad y salud en el trabajo, implementando prácticas seguras en todas las operaciones.

Coordinar el mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas y equipos de la planta, asegurando su óptimo funcionamiento.

Gestionar la capacitación en seguridad y manejo adecuado de residuos para todo el personal.

Implementar y supervisar procedimientos de control de calidad para asegurar que los productos reciclados cumplan con las especificaciones requeridas.

Realizar auditorías regulares de los procesos de reciclaje para identificar áreas de mejora y optimización.

Elaborar informes sobre el desempeño de la planta, incluyendo producción, eficiencia y costos operativos.

Presentar propuestas de mejora continua y optimización de procesos a la dirección de la planta.

Controlar el uso eficiente de los recursos (materias primas, energía, agua) en los procesos de reciclaje.

Establecer relaciones con proveedores y socios estratégicos para la adquisición de materiales y servicios necesarios para el funcionamiento de la planta.

Dependencia jerárquica:
Responderá al Gerente General
Requisitos del puesto:
Educación: Título universitario en Ingeniería Ambiental, Ingeniería Industrial o áreas afines. Experiencia: Mínimo 3 años de experiencia en la gestión de plantas de reciclaje o procesos industriales relacionados. Certificaciones: Cursos en gestión de residuos, seguridad industrial y medio ambiente son valorados. Conocimientos informáticos: Manejo de software de gestión y herramientas de análisis de datos.

Tabla XXV: jefe de Planta

Nombre y Apellido
Sector:
Objetivo del Puesto:
Responsable de gestionar las operaciones administrativas de la planta de reciclaje, asegurando el correcto funcionamiento en áreas como la gestión de recursos humanos, control financiero, compras y suministros, cumplimiento normativo y relación con proveedores.
Funciones y Responsabilidades:
Coordinar las actividades administrativas diarias de la planta, asegurando la correcta ejecución de los procedimientos internos. Mantener actualizados los registros y archivos, incluyendo facturas, contratos, reportes y correspondencia. Controlar el flujo de caja y realizar el seguimiento de las cuentas por cobrar y pagar, gestionando los pagos a proveedores y cobros a clientes. Elaborar reportes financieros periódicos sobre el estado de ingresos y egresos de la planta.

Preparar presupuestos y controlar la ejecución de este, detectando posibles desviaciones y proponiendo acciones correctivas.

Gestionar las nóminas y asegurar el pago puntual de salarios y beneficios a los empleados.

Llevar un control de las asistencias, permisos, horas extras y vacaciones del personal.

Coordinar el reclutamiento y selección de nuevos empleados, además de gestionar los trámites de contratación y finiquitos.

Gestionar las compras de insumos y materiales necesarios para el funcionamiento de la planta, negociando con proveedores para obtener las mejores condiciones de precio y calidad.

Controlar los inventarios de suministros y asegurar la disponibilidad de materiales para los procesos operativos.

Supervisar la logística de entrada y salida de materiales, asegurando que las entregas y despachos se realicen en tiempo y forma.

Asegurar el cumplimiento de las normativas legales y ambientales aplicables a la planta, en colaboración con otras áreas de la empresa.

Mantener la documentación legal actualizada, incluyendo permisos, licencias y otros requisitos regulatorios.

Coordinar auditorías internas y externas en materia administrativa, financiera y legal.

Gestionar las relaciones con proveedores clave para asegurar la calidad y continuidad del suministro.

Mantener una comunicación fluida con los clientes, resolviendo inquietudes o problemas administrativos relacionados con facturación, contratos u otros aspectos.

Elaborar informes administrativos y financieros para la dirección de la planta, detallando el rendimiento administrativo y proponiendo mejoras.

Analizar los costos operativos y proponer estrategias para la optimización y reducción de gastos innecesarios.

Dependencia jerárquica:

Responderá al Gerente General

Especificaciones del puesto:

Educación: Título en Administración de Empresas, Contabilidad, Finanzas o áreas afines.

Experiencia: Al menos 3 años de experiencia en un puesto administrativo, preferentemente en un entorno industrial o de reciclaje.

Conocimientos informáticos: Dominio de software de gestión administrativa y contable (ERP, Excel, etc.).

Habilidades adicionales: Conocimientos de legislación laboral y normativa ambiental serán valorados.

Tabla XXVI: Empleado Administrativo

Nombre y Apellido
Sector:
Objetivo del Puesto: El operario es responsable de la recepción, clasificación, procesamiento y manejo de los residuos sólidos en la planta, asegurando el cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente.
Funciones y Responsabilidades: Verificar y registrar la llegada de residuos sólidos a la planta. Inspeccionar los vehículos de transporte para garantizar la correcta identificación y clasificación de los residuos. Almacenamiento correcto hasta su subsecuente tratamiento. Carga y transporte ha zona de trabajo por lotes. Disposición segura utilizando la maquina abrebolsas de una a la vez sin sobrecargar el sistema ni exceder la capacidad de la cinta transportadora. Monitorear el funcionamiento de los equipos y reportar fallos o problemas técnicos al personal de mantenimiento. Mantener la limpieza y organización en el área de trabajo, asegurando un entorno seguro y eficiente. Control y recolección de todo residuo que no cumpla con los requerimientos mínimos

Almacenaje de residuos peligroso de forma segura. Recolección y transporte a zona de almacenamiento del producto final
Dependencia jerárquica:
Responderá al jefe de planta
Especificaciones del puesto:
Educación: Secundaria completa; preferentemente formación técnica en medio ambiente o áreas afines. Experiencia: Deseable experiencia previa en plantas de reciclaje o en el manejo de residuos. Certificaciones: Cursos en seguridad industrial y manejo de residuos son valorados. Condiciones físicas: Capacidad para realizar trabajo físico, incluyendo levantamiento de cargas y trabajo en ambientes ruidosos.

Tabla XXVII: Operario Ibircom

Nombre y Apellido
Sector:
Objetivo del Puesto: El operario es responsable de la recepción, clasificación, procesamiento y manejo de los residuos sólidos en la planta, asegurando el cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente.
Funciones y Responsabilidades: Verificar y registrar la llegada de residuos sólidos a la planta. Inspeccionar los vehículos de transporte para garantizar la correcta identificación y clasificación de los residuos. Clasificación y almacenamiento por tipo de plástico correctos hasta su subsecuente tratamiento. Carga y transporte a la zona de trabajo por lotes.

Disposición segura de los plásticos en la trituradora de una a la vez sin sobrecargar el sistema ni exceder la capacidad de la cinta transportadora. Monitorear el funcionamiento de los equipos y reportar fallos o problemas técnicos al personal de mantenimiento. Configurar en la función correspondiente la máquina Intarema y controlarla. Mantener la limpieza y organización en el área de trabajo, asegurando un entorno seguro y eficiente. Control y recolección de todo residuo que no cumpla con los requerimientos mínimos Almacenaje de residuos peligroso de forma segura. Recolección y transporte a zona de almacenamiento del producto final
Dependencia jerárquica:
Responderá al jefe de planta
Especificaciones del puesto:
Educación: Secundaria completa; preferentemente formación técnica en medio ambiente o áreas afines. Experiencia: Deseable experiencia previa en plantas de reciclaje o en el manejo de residuos. Certificaciones: Cursos en seguridad industrial y manejo de residuos son valorados. Condiciones físicas: Capacidad para realizar trabajo físico, incluyendo levantamiento de cargas y trabajo en ambientes ruidosos.

Tabla XXVIII: Operario Plásticos.

8 Estudio Económico y financiero

8.1 Introducción

En la siguiente sección elaboraremos un estudio detallado sobre todos los costos y beneficios que tendrá este proyecto con el fin de poder concluir si este es factible o no. Entre las aristas a analizar estarán: la mano de obra, costos de producción, las maquinarias, el terreno y su construcción, en el caso de los egresos y la disposición final de los productos terminados en la sección ingresos.

8.2 Egresos

Costos de desarrollo y construcción

Dentro de los costos para empezar este emprendimiento debemos tener en cuenta los gastos básicos y necesarios para la construcción de la planta. Teniendo en cuenta que la consta de 2 pisos, la planta baja de 1000 metros cuadrados y el primer piso de 200 metros cuadrados, el total de superficie a construir es de 1200 metros cuadrados. Para calcular el costo de construcción del galpón se tomó el valor promedio sobre metro cuadro según el Consejo Profesional de Agrimensores Ingenieros y Profesiones Afines y se trasladó al espacio de nuestro proyecto. Además, se debe tener en cuenta el costo del terreno, el cual asciende a \$100,000 debido al costo por m² (\$100) y los 1000 m² que cubre el terreno.

El presupuesto del edificio se calcula en función de la construcción de una planta industrial de 1.200 metros cuadrados, considerando un costo de construcción de \$420 por metro cuadrado. Esto arroja un valor inicial de \$501.600,00 para el edificio. Al finalizar su vida útil, estimada en 33 años, se prevé un valor residual de \$250.800,00, por lo que el valor amortizable asciende a \$250.800,00.

La amortización se distribuye a lo largo de los 33 años de vida útil mediante un sistema de cuotas crecientes, que permite reflejar de manera más realista la depreciación del inmueble

a lo largo del tiempo. Cada año se calcula una cuota de amortización específica, aplicando un coeficiente creciente sobre el valor amortizable.

La suma de todas las cuotas de amortización a lo largo de los 33 años equivale al valor amortizable total de \$250.800,00, asegurando que al final del período el edificio conserva el valor residual previsto.

Valor inicial	\$ 501.600,00
Valor Final	\$ 250.800,00
Valor amortizable	\$ 250.800,00

Vida Útil: 33 Años	
Suma Cuotas	561

Cuota Número	Valor Amortizable	Amortización Creciente	Valor Cuota	Valor Residual por Cuota
1	\$ 250.800,00	0,0018	\$ 447,06	\$ 501.152,94
2	\$ 250.800,00	0,0036	\$ 894,12	\$ 500.258,82
3	\$ 250.800,00	0,0053	\$ 1.341,18	\$ 498.917,65
4	\$ 250.800,00	0,0071	\$ 1.788,24	\$ 497.129,41
5	\$ 250.800,00	0,0089	\$ 2.235,29	\$ 494.894,12
6	\$ 250.800,00	0,0107	\$ 2.682,35	\$ 492.211,76
7	\$ 250.800,00	0,0125	\$ 3.129,41	\$ 489.082,35
8	\$ 250.800,00	0,0143	\$ 3.576,47	\$ 485.505,88
9	\$ 250.800,00	0,0160	\$ 4.023,53	\$ 481.482,35
10	\$ 250.800,00	0,0178	\$ 4.470,59	\$ 477.011,76
11	\$ 250.800,00	0,0196	\$ 4.917,65	\$ 472.094,12
12	\$ 250.800,00	0,0214	\$ 5.364,71	\$ 466.729,41
13	\$ 250.800,00	0,0232	\$ 5.811,76	\$ 460.917,65
14	\$ 250.800,00	0,0250	\$ 6.258,82	\$ 454.658,82
15	\$ 250.800,00	0,0267	\$ 6.705,88	\$ 447.952,94

16	\$ 250.800,00	0,0285	\$ 7.152,94	\$ 440.800,00
17	\$ 250.800,00	0,0303	\$ 7.600,00	\$ 433.200,00
18	\$ 250.800,00	0,0321	\$ 8.047,06	\$ 425.152,94
19	\$ 250.800,00	0,0339	\$ 8.494,12	\$ 416.658,82
20	\$ 250.800,00	0,0357	\$ 8.941,18	\$ 407.717,65
21	\$ 250.800,00	0,0374	\$ 9.388,24	\$ 398.329,41
22	\$ 250.800,00	0,0392	\$ 9.835,29	\$ 388.494,12
23	\$ 250.800,00	0,0410	\$ 10.282,35	\$ 378.211,76
24	\$ 250.800,00	0,0428	\$ 10.729,41	\$ 367.482,35
25	\$ 250.800,00	0,0446	\$ 11.176,47	\$ 356.305,88
26	\$ 250.800,00	0,0463	\$ 11.623,53	\$ 344.682,35
27	\$ 250.800,00	0,0481	\$ 12.070,59	\$ 332.611,76
28	\$ 250.800,00	0,0499	\$ 12.517,65	\$ 320.094,12
29	\$ 250.800,00	0,0517	\$ 12.964,71	\$ 307.129,41
30	\$ 250.800,00	0,0535	\$ 13.411,76	\$ 293.717,65
31	\$ 250.800,00	0,0553	\$ 13.858,82	\$ 279.858,82
32	\$ 250.800,00	0,0570	\$ 14.305,88	\$ 265.552,94
33	\$ 250.800,00	0,0588	\$ 14.752,94	\$ 250.800,00
Valor Amortizable		1,0000	\$ 250.800,00	\$ -

Tabla XXIX: Amortización edificio

COSTO POR m ² MES DE JULIO 2024			
Tipo	Superficie	Costo total	Costo por m ²
Vivienda FONAVI *	44 m ²	\$ 36,540,855.02	\$ 830,473.98
Vivienda 2 Plantas	249 m ²	\$ 193,092,542.11	\$ 775,472.06
Galpón H° A°	660 m ²	\$ 336,203,045.19	\$ 509,398.55
Galpón Metálico	660 m ²	\$ 331,768,296.30	\$ 502,679.24
Edificio	1.620 m ²	\$ 1,447,621,555.82	\$ 893,593.55
(*) La vivienda tipo FONAVI tiene incorporado el I.V.A. de 10.5 % y no se considera el Impuesto a las Actividades Económicas por estar exenta			

Figura 53: Costo por metro cuadrado según tipo de construcción.

Maquinaria y mantenimiento

El presupuesto de maquinaria se basa en la adquisición y uso de ocho equipos principales indispensables para el desarrollo del proyecto: una máquina Ibircom, una máquina abre bolsas, una máquina trituradora, una pileta de lavado, una máquina Intarema, dos máquinas transportadoras y un transformador de 500 KVA. El valor inicial conjunto de estos equipos asciende a \$1.519.000,00, mientras que el valor final estimado, al término de su vida útil, es de \$809.500,00.

La vida útil considerada para el cálculo de la amortización es de 5 años. El valor amortizable, que corresponde a la diferencia entre el valor inicial y el valor final de las máquinas, es de \$809.500,00. Este monto se distribuye de forma decreciente a lo largo de los cinco años, aplicando coeficientes que reflejan una depreciación acelerada de los activos. Se optó por este método debido a que las máquinas estarán sometidas a un desgaste significativo y continuo, especialmente durante los primeros años de operación del proyecto.

El sistema de amortización utilizado asigna cuotas anuales decrecientes, comenzando con una mayor depreciación en el primer año y reduciéndose progresivamente en los años

siguientes. De esta manera, la cuota de amortización del primer año es de \$269.833,00, la del segundo año es de \$215.866.67, la del tercer año es de \$161.900,00, la del cuarto año es de \$107.933,33 y la del quinto año es de \$53.966,67. La suma total de las cuotas de amortización durante los cinco años es igual al valor amortizable de \$809.500,00, asegurando así que al final del período la maquinaria mantiene un valor residual acorde a lo previsto.

Este método permite reflejar de manera precisa el impacto económico de la depreciación acelerada de los activos fijos en la estructura de costos del proyecto, alineando la asignación del gasto con el patrón real de uso y desgaste de los equipos.

Adicionalmente, se ha estimado un costo de mantenimiento anual para estos equipos. Dicho costo representa un 10% del valor inicial conjunto de la maquinaria, lo que se traduce en un gasto anual de \$198.900,00 destinado a asegurar el correcto funcionamiento y la prolongación de la vida útil de los activos a lo largo del proyecto.

Cantidad	Tipo de máquina	Valor inicial	Valor Final
1	Maquina Ibircom	\$ 800.000,00	\$ 400.000,00
1	Maquina Abre bolsas	\$ 50.000,00	\$ 25.000,00
1	Maquina Trituradora	\$ 13.000,00	\$ 6.500,00
1	Pileta de Lavado	\$ 9.000,00	\$ 4.500,00
1	Maquina Intarema	\$ 750.000,00	\$ 375.000,00
2	Máquina transportadora	\$ 7.000,00	\$ 3.500,00
1	Transformador 500 KVA	\$ 10.000,00	\$ 5.000,00
1	Sistema de Tratamiento de Efluentes	\$ 18.000,00	\$ 9.000,00
		\$ 1.637.000,00	\$ 818.500,00

Valor inicial	\$ 1.637.000,00
Valor Final	\$ 818.500,00
Valor amortizable	\$ 818.500,00

Vida Útil: 5 Años	
Suma Cuotas	15

Cuota Número	Valor Amortizable	Creciente	Valor Cuota	Valor Residual por Cuota
1	\$ 818.500,00	0,33	\$ 272.833,33	\$ 1.364.166,67
2	\$ 818.500,00	0,27	\$ 218.266,67	\$ 1.145.900,00
3	\$ 818.500,00	0,20	\$ 163.700,00	\$ 982.200,00
4	\$ 818.500,00	0,13	\$ 109.133,33	\$ 873.066,67
5	\$ 818.500,00	0,07	\$ 54.566,67	\$ 818.500,00
	Valor Amortizable	1,00	\$ 8.500,00	\$ -

Tabla XXX: Amortización maquinaria.

Mano de obra

El presupuesto de la mano de obra del área de fabricación se construye a partir de los sueldos mensuales brutos de cada trabajador, divididos en diferentes categorías según su función dentro del proyecto. En este caso, el equipo está compuesto por un total de 18 personas distribuidas entre mano de obra directa, indirecta y personal administrativo y de apoyo.

En la mano de obra directa, se consideran 6 operarios Ibircom con un sueldo mensual bruto individual de \$666,67, lo que representa un total de \$4.000,00 mensuales, y 7 operadores de línea plástica, con un sueldo mensual bruto individual de \$833,33, alcanzando un total mensual de \$5.833,33. El total mensual de sueldos para esta categoría asciende a \$9.833,33. Al sumar el pago de aguinaldo (\$819,44) y las cargas sociales (\$4.602,00), el costo mensual de la mano de obra directa asciende a \$15.254,78, generando un costo anual de \$183.057,33.

En cuanto a la mano de obra indirecta, se cuenta con dos jefes de planta, cada uno con un sueldo mensual bruto de \$1.666,67, totalizando \$3.333,33 mensuales. Con el agregado del aguinaldo (\$277,78) y las cargas sociales (\$1.560,00), el costo mensual de este sector asciende a \$5.171,11, alcanzando un costo anual de \$62.053,33.

Dentro del sector administrativo y de apoyo, se incluyen: un vigilante con un sueldo de \$833,33, un ayudante contable con \$1.166,67, y dos personas de limpieza con \$833,33 cada una, totalizando \$1.666,66. El gasto mensual en este sector es de \$3.666,66, que al incluir el

aguinaldo (\$305,56) y las cargas sociales (\$1.716,00) asciende a un costo mensual de \$5.688,21, lo que resulta en un costo anual de \$68.258,54.

El costo mensual total en concepto de salarios, considerando los tres grupos (mano de obra directa, indirecta y administrativa), asciende a \$26.114,10. En términos anuales, incluyendo aguinaldo y cargas sociales, el costo total de mano de obra es de \$313.369,21.

Tabla de Aportes y Contribuciones - Seguridad Social

Contribuciones	Empleador	Trabajador
Jubilación	16%	11%
PAMI	2%	3%
Obra Social	6%	3%
Fondo Nacional de Empleo	1,5%	-
Seguro de Vida Obligatorio	00,3%	-
ART	(Lo que cotice la ART)	-

Figura 54: Porcentaje de contribuciones.

Cabe destacar que el cálculo de las cargas sociales se basa en la tabla de aportes y contribuciones establecida por el sistema de seguridad social vigente. Esta establece que el empleador realiza aportes del 16% para jubilación, 2% para PAMI, 6% para obra social, 1,5% para el Fondo Nacional de Empleo, 0,3% para el Seguro de Vida Obligatorio y un valor adicional correspondiente a la ART, totalizando un 30% de contribuciones patronales. A su vez, los trabajadores realizan aportes del 11% para jubilación, 3% para PAMI y 3% para obra social, lo que implica un descuento total del 17%.

Mano de Obra Directa

Puesto	Sueldo Mensual Bruto	Cantidad de personal	Total
Operario Ibircom	\$ 666,67	6	\$ 4.000,00

Operador Línea Plástico	\$ 833,33	7	\$ 5.833,33
Total mensual		13	\$ 9.833,33
Aguinaldo			\$ 819,44
Cargas Sociales			\$ 4.602,00
Costo Mensual MOD			\$ 15.254,78
COSTO ANUAL MANO DE OBRA DIRECTA			\$ 183.057,33

Mano de Obra Indirecta

Puesto	Sueldo Mensual Bruto	Cantidad de personal	Total
Jefe de Planta	\$ 1.666,67	2	\$ 3.333,33
Total Mensual		2	\$ 3.333,33
Aguinaldo			\$ 277,78
Cargas Sociales			\$ 1.560,00
Costo Mensual MOI			\$ 5.171,11
COSTO TOTAL ANUAL MANO DE OBRA DIRECTA			\$ 62.053,33

Administrativo y otros puestos

Puesto	Sueldo Mensual Bruto	Cantidad de personal	Total
Vigilancia	\$ 833,33	1	\$ 833,33
Ayudante contable	\$ 1.166,67	1	\$ 1.166,67
Limpieza	\$ 833,33	2	\$ 1.666,66
Total Mensual		3	\$ 3.666,66

Aguinaldo	\$ 305,56
Cargas Sociales	\$ 1.716,00
Costo Mensual Administrativo y otros	\$ 5.688,21
COSTO TOTAL ANUAL ADMINISTRATIVO Y OTROS	\$ 68.258,54

Costo mensual total	\$ 26.114,10
COSTO TOTAL ANUAL SALARIOS	\$ 313.369.21

Tabla XXXI: Costos mano de obra.

Muebles y útiles

El presupuesto de amortización de muebles y útiles contempla la adquisición de equipamiento básico para el desarrollo de las actividades del proyecto. Los productos incluidos en esta categoría son: sillas, mesas, estantes de almacén, protección del personal y escritorios. El valor inicial total de estos bienes asciende a \$1.166,67, mientras que el valor final estimado al término de su vida útil es de \$583,33. Esto genera un valor amortizable de \$583,33, que representa la depreciación acumulada a lo largo del tiempo.

Para el cálculo de la amortización se considera una vida útil de 5 años, con un total de 15 cuotas distribuidas de manera creciente, lo cual permite reflejar el mayor desgaste y pérdida de valor en los primeros años de uso. Aunque se aplican coeficientes distintos en cada cuota, la suma de todas las cuotas coincide con el valor amortizable total, lo que garantiza que el valor residual final de los bienes se mantenga según lo previsto.

Mueble	Valor inicial	Valor final
--------	---------------	-------------

Sillas	\$ 250,00	\$ 125,00
Mesas	\$ 166,67	\$ 83,33
Estantes	\$ 83,33	\$ 41,67
Protección	\$ 500,00	\$ 250,00
Escritorio	\$ 166,67	\$ 83,33
	\$ 1.166,67	\$ 583,33

Valor inicial	\$ 1.166,67
Valor Final	\$ 583,33
Valor amortizable	\$ 583,33

Vida Útil: 5 Años	
Cuotas	15

Cuota Número	Valor Amortizable	Creciente	Valor Cuota	Valor Residual por Cuota
1	\$ 583,33	0,07	\$ 38,89	\$ 1.127,78
2	\$ 583,33	0,13	\$ 77,78	\$ 1.050,00
3	\$ 583,33	0,20	\$ 116,67	\$ 933,33
4	\$ 583,33	0,27	\$ 155,56	\$ 777,78
5	\$ 583,33	0,33	\$ 194,44	\$ 583,33
	Valor Amortizable	1,00	\$ 583,33	

Tabla XXXII: Amortización muebles y útiles.

Electricidad

En este apartado se estimará el costo mensual de operación vinculado al consumo eléctrico, dado que el funcionamiento de la planta depende casi exclusivamente de energía eléctrica. La alimentación del sistema se realizará mediante conexión a media tensión, y los

datos tarifarios utilizados corresponden al cuadro tarifario vigente de mayo (EDELAP), distribuidora principal de la ciudad de La Plata.

Para realizar el cálculo, se consideró el consumo energético en una jornada completa de trabajo, con dos turnos diferenciados:

- Un turno operando en hora pico, donde el costo del kWh es más elevado.
- Un segundo turno en hora valle, correspondiente al período de menor demanda general.
- Además, se contempla un consumo base en hora resto, asociado al personal de guardia y tareas de mantenimiento durante el entre turno.

Por último, se definió una potencia contratada un 10% superior a la demanda estimada en régimen pleno, a fin de evitar penalizaciones por exceso de demanda y garantizar la estabilidad del suministro.

El presupuesto de electricidad contempla tanto la energía necesaria para el funcionamiento de la maquinaria como los cargos asociados a la contratación del suministro eléctrico. La potencia total requerida para operar el equipamiento asciende a 250,25 KWH. Este valor incluye la demanda de equipos como la máquina Ibicom, la máquina Abre bolsas, la máquina Trituradora, la pileta de lavado, la máquina Intarema, dos máquinas transportador, ocho luces galponeras de 50 W cada una, una heladera y la iluminación de oficinas.

El análisis de costos eléctricos se desglosa en distintos conceptos tarifarios, incluyendo cargos por suministro contratado tanto en punta como fuera de punta, además de los cargos por energía consumida en diferentes franjas horarias: hora pico, resto y valle. A su vez, se contemplan peajes por potencia y consumo en cada una de estas franjas, expresados en KWH o MWH según corresponda.

Los cargos principales se distribuyen en valores mensuales, como el suministro contratado en punta (\$2.986,61) y fuera de punta (\$1.498,06), así como el consumo de energía en hora pico (\$3.496,85), en hora resto (\$10,24) y en hora valle (\$3.393,52). También se incluyen los peajes por suministro y consumo, siendo los más relevantes el cargo por

suministro contratado en punta (peaje) con un valor mensual de \$1.810,98 y fuera de punta (peaje) con \$1.416,34, además de los cargos variables por energía en hora pico (peaje) de \$214,80, en hora resto (peaje) de \$0,63 y en hora valle (peaje) de \$114,72. El costo total estimado mensual por consumo y cargos fijos asciende a \$14.942,74, representando así una parte significativa dentro del esquema de costos operativos del proyecto.

Cantidad	Tipo de máquina	Potencia necesaria (KWH)
1	Maquina Ibircom	94,6
1	Maquina Abre bolsas	25
1	Maquina Trituradora	20
1	Pileta de Lavado	25
1	Maquina Intarema	70
2	Máquina transportadora	15
8	Luz galponera	0,4
1	Heladera	0,2
1	Iluminación	0,05
Total		250.25

Potencia por contratar	KWH	280	Periodo	Total
Cargo por suministro contratado en punta	\$/kW-mes	10,86	\$/mes	\$2.986,61
Cargo por suministro contratado fuera de punta	\$/kW-mes	5,45	\$/mes	\$1.498,06
Cargo Por energía en hora pico	\$/kWh	0,07	\$/mes	\$3.496,85
Cargo por energía en hora resto	\$/kWh	0,07	\$/mes	\$10,24
Cargo Por energía en hora valle	\$/kWh	0,06	\$/mes	\$3.393,52

Cargo por suministro contratado en punta(peaje)	\$/MW-mes	6965,31	\$/mes	\$1.810,98
Cargo por suministro contratado fuera de punta(peaje)	\$/MW-mes	5447,47	\$/mes	\$1.416,34
Cargo Por energía en hora pico(peaje)	\$/MWh	4,10	\$/mes	\$214,8
Cargo por energía en hora resto(peaje)	\$/MWh	4,03	\$/mes	\$0,63
Cargo Por energía en hora valle(peaje)	\$/MWh	3,97	\$/mes	\$114,72
Costo Total			\$/mes	\$14.942,74

Tabla XXXIII: Costos energía.

Tarifa N°3 (Grandes Demandas)	Unidad	BT	MT	AT
Cargo por Capacidad de Suministro Contratado en Punta <300KW	\$/kW-mes	16365.05	13032.48	6830.84
Cargo por Capacidad de Suministro Cont. Fuera de Punta <300KW	\$/kW-mes	8790.13	6536.97	1654.04
Cargo Variable por Energía en horario de pico <300KW	\$/kWh	88.2056	80.0719	73.1083
Cargo Variable por Energía en horario de resto <300KW	\$/kWh	86.7427	78.7504	71.8377
Cargo Variable por Energía en horario de valle <300KW	\$/kWh	85.5864	77.7059	70.8333
Cargo Variable por Energía en horario de pico >=300KW ORG. PUB. SALUD Y EDUC.	\$/kWh	88.6790	80.5453	
Cargo Variable por Energía en horario de resto >=300KW ORG. PUB. SALUD Y EDUC.	\$/kWh	87.2519	79.2596	
Cargo Variable por Energía en horario de valle >=300KW ORG. PUB. SALUD Y EDUC.	\$/kWh	86.0956	78.2151	
Cargo por Capacidad de Suministro Contratado en Punta >=300KW	\$/kW-mes	16365.05	13032.48	6830.84
Cargo Variable por Energía en horario de pico >=300KW	\$/kWh	8790.13	6536.97	1654.04
Cargo Variable por Energía en horario de resto >=300KW	\$/kWh	88.6790	80.5453	73.1083
Cargo Variable por Energía en horario de valle >=300KW	\$/kWh	87.2519	79.2596	71.8377
Cargo Variable por Energía en horario de valle >=300KW	\$/kWh	86.0956	78.2151	70.8333

Tarifas por peaje	Unidad	BT	MT	AT
Cargo por Capacidad de Suministro Contratado en Punta <300KW	\$/MW-mes	11.690.941.18	8.358.366.78	2.156.736.26
Cargo por Capacidad de Suministro Cont. Fuera de Punta <300KW	\$/MW-mes	8.790.133.61	6.536.965.47	1.654.040.85
Cargo Variable por Energía en horario de pico <300KW	\$/MWh	13052.18	4918.52	1991.28
Cargo Variable por Energía en horario de resto <300KW	\$/MWh	12825.34	4833.04	1956.67
Cargo Variable por Energía en horario de valle <300KW	\$/MWh	12646.03	4765.47	1929.31
Cargo Variable por Energía en horario de pico >=300KW ORG. PUB. SALUD Y EDUC.	\$/MWh	13052.18	4918.52	
Cargo Variable por Energía en horario de resto >=300KW ORG. PUB. SALUD Y EDUC.	\$/MWh	12825.34	4833.04	
Cargo Variable por Energía en horario de valle >=300KW ORG. PUB. SALUD Y EDUC.	\$/MWh	12646.03	4765.47	
Cargo por Capacidad de Suministro Contratado en Punta >=300KW	\$/MW-mes	11.690.941.18	8.358.366.78	2.156.736.26
Cargo por Capacidad de Suministro Cont. Fuera de Punta >=300KW	\$/MW-mes	8.790.133.61	6.536.965.47	1.654.040.85
Cargo Variable por Energía en horario de pico >=300KW	\$/MWh	13052.18	4918.52	1991.28
Cargo Variable por Energía en horario de resto >=300KW	\$/MWh	12825.34	4833.04	1956.67
Cargo Variable por Energía en horario de valle >=300KW	\$/MWh	12646.03	4765.47	1929.31

Figura 55: Cuadro Tarifario EDELAB S.A. Mayo 2025.

Nuestra empresa se encuentra ubicada en la ciudad de La Plata, por lo que el servicio de agua es provisto y regulado por Aguas Bonaerenses S.A. (ABSA).

El principal consumo de agua proviene de la pileta destinada al lavado de plásticos. Además, se considera el uso de agua para limpieza, aseo general y el consumo por parte del personal presente en la planta.

Para calcular el costo mensual del agua, se estima primero el consumo mensual en m³ y luego se lo multiplica por una serie de coeficientes establecidos por ABSA, de la siguiente manera:

$$\text{Costo mensual} = \text{Consumo mensual} \times \text{Valor del m}^3 \times \text{Coeficiente No Residencial} \times \text{Coeficiente por Consumo Intensivo} \times \text{Coeficiente de Cloacas}$$

Consumo Mensual(m3)	Costo \$/m3	Coeficiente por consumo no residencial	Coeficiente por uso intensivo	Coeficiente por Cloacas	Costo mensual (\$)
630	0,14	1,3	1,6	2	357,06

Servicio Medido de Consumo Intensivo (Decreto 3044/2024)

Valores determinados en la escala tarifaria precedente por los coeficientes establecidos.

TRAMOS m ³	COEFICIENTE
150 - 300	1,2
301 - 500	1,4
501 - 750	1,6
751 - 1000	1,8
1001 - 2000	2
2001 en adelante	2,2

Rodados

El presupuesto de vehículos para el proyecto contempla la adquisición de un auto elevador, dos zorras y cinco bins industriales de polietileno, todos ellos fundamentales para el

desarrollo de las operaciones logísticas y de manejo de materiales. El valor inicial total de estos vehículos y equipamientos asciende a \$14.294,33, mientras que el valor final estimado al término de su vida útil es de \$7.147,17, lo que determina un valor amortizable de \$7.147,17.

En el desglose de los bienes, el auto elevador representa la mayor inversión, con un valor inicial de \$12.000,00 y un valor final de \$6.000,00. Las dos zorras, en conjunto, tienen un valor inicial de \$628,33 y un valor final de \$314,17, mientras que los cinco bins industriales de polietileno suman un valor inicial de \$1.666,00 y un valor final de \$833,00. La amortización de estos activos se calcula utilizando el método lineal a lo largo de cinco años, distribuyendo el valor amortizable en cuotas anuales constantes de \$1.429,43 cada una.

Este sistema de amortización lineal asegura que la depreciación económica de los vehículos y equipamientos se refleje de manera uniforme durante toda su vida útil, facilitando la planificación financiera y el control de costos del proyecto. Al finalizar el período de cinco años, el valor residual de los activos coincide con el estimado, completando así el ciclo de amortización y garantizando una adecuada gestión del patrimonio del proyecto.

Tipo de vehículo	Valor inicial	Valor final
Zorra(x2)	\$ 628,33	\$ 314,17
Auto elevador	\$ 12.000,00	\$ 6.000,00
Bin Industrial del Polietileno(x5)	\$ 1.666,00	833
	\$ 14.294,33	\$ 7.147,17

Valor inicial	\$ 14.294,33
Valor Final	\$ 7.147,17
Valor amortizable	\$ 7.147,17

Vida Útil: 5 Años	
Suma Cuotas	15

Cuota Número	Valor Amortizable	Lineal	Valor Cuota	Valor Residual por Cuota
1	\$ 7.147,17	0,20	\$ 1.429,43	\$ 12.864,90
2	\$ 7.147,17	0,20	\$ 1.429,43	\$ 11.435,47
3	\$ 7.147,17	0,20	\$ 1.429,43	\$ 10.006,03
4	\$ 7.147,17	0,20	\$ 1.429,43	\$ 8.576,60
5	\$ 7.147,17	0,20	\$ 1.429,43	\$ 7.147,17
	Valor Amortizable	1,00	\$ 7.147,17	\$ -

Tabla XXXIV: Amortización Rodados.

Artículos informáticos

El presupuesto de amortización para equipos informáticos contempla la adquisición de tres dispositivos esenciales para el desarrollo administrativo y operativo del proyecto: dos notebooks Lenovo y una impresora HP Láser. El valor inicial total de estos equipos asciende a \$1.166,67, mientras que su valor final, una vez transcurrida su vida útil estimada en tres años, es de \$583,33. De esta manera, el valor amortizable asciende a \$583,33.

Este monto representa la depreciación esperada de los equipos y se distribuye a lo largo de tres años mediante un sistema de amortización decreciente. En este esquema, la primera cuota representa el 50% del valor amortizable, equivalente a \$583,33, mientras que las siguientes cuotas representan el 33% (\$388,89) y el 17% (\$194,44) respectivamente. Esta modalidad refleja una pérdida de valor más acelerada durante los primeros años de uso, lo cual

resulta adecuado considerando el ritmo de obsolescencia tecnológica característico de los equipos informáticos.

En el detalle de los bienes, cada notebook Lenovo tiene un valor inicial de \$583,33 y un valor final de \$291,67, mientras que la impresora HP Láser tiene un valor inicial de \$416,00 y un valor final de \$208,00. La suma de las cuotas de amortización durante los tres años es igual al valor amortizable de \$1.166,67, asegurando así que al final del período los equipos mantienen un valor residual acorde a lo previsto, completando el ciclo contable de los activos informáticos.

Tipo de máquina	Valor inicial	Valor final
Notebook Lenovo	\$ 583,33	\$ 291,67
Notebook Lenovo	\$ 583,33	\$ 291,67
Impresora HP Laser	\$ 416,00	\$ 208,00
	\$ 1.166,67	\$ 583,33

Valor inicial	\$ 1.166,67
Valor Final	\$ 583,33
Valor amortizable	\$ 583,33

Vida Útil: 3 Años	
Suma Cuotas	6

Cuota Número	Valor Amortizable	Decreciente	Valor Cuota	Valor Residual por Cuota
1	\$ 583,33	0,50	\$ 291,67	\$ 875,00
2	\$ 583,33	0,33	\$ 194,44	\$ 680,56
3	\$ 583,33	0,17	\$ 97,22	\$ 583,33
	Valor Amortizable	1,00	\$ 583,33	\$ -

Tabla XXXV: Amortización artículos informáticos.

Disposición final de residuos catalogados como “otros”

El manejo de los residuos clasificados como "otros", que no pueden ser procesados dentro del proyecto y deben ser dispuestos en el CEAMSE, implica un costo significativo que debe ser considerado en la planificación financiera. La cantidad mensual de residuos "otros" generados es de 47,34 toneladas. Teniendo en cuenta un costo de disposición de \$58 dólares por tonelada, el costo mensual para la gestión de estos residuos asciende a aproximadamente \$2.745,72 dólares.



C.A.B.A., 31 de julio de 2024.

SRES: Generadores Privados / Transportistas.

Por el presente se comunican las tarifas que a partir del día 1 de Agosto de 2024, serán aplicables a la operatoria de Generadores Privados.

TIPO DE RESIDUO	Importe Neto	IVA (21%)	Total	unidad
Estación de Transferencia (Transporte - Disposición Final)				
Residuo Común	55.668,60	11.690,41	67.359,01	\$ / Tonelada
Complejos Ambientales				
Residuo Común	29.291,04	6.151,12	35.442,16	\$ / Tonelada
Cueros curtidos. Pelos y grasas de pelambre	52.564,01	11.038,44	63.602,45	\$ / Tonelada
Pastinas	40.550,84	8.515,68	49.066,52	\$ / Tonelada
Tramites				
Inicio	30.667,25	6.440,12	37.107,37	\$
Descarga única / Decomiso	30.667,25	6.440,12	37.107,37	\$
Tarjeta adicional (por unidad)	1.916,75	402,52	2.319,27	\$
Cambio de domicilio	23.002,09	4.830,44	27.832,53	\$
Renovación de tramite	23.002,09	4.830,44	27.832,53	\$
Variación de residuos	23.002,09	4.830,44	27.832,53	\$
Ampliación de transportista	23.002,09	4.830,44	27.832,53	\$
Cambio de Razón social	30.667,25	6.440,12	37.107,37	\$
Cambio de transportista	30.667,25	6.440,12	37.107,37	\$
Día tecnico (por viáticos)	99.668,81	20.930,45	120.599,26	\$
Inicio tramitación Generadores Especiales de Residuos Solidos (CABA)	80.083,83	16.817,60	96.901,43	\$

Figura 56: Costos de disposición en el CEAMSE

Tratamiento de efluentes líquidos

El diseño e instalación de un sistema propio para el tratamiento de efluentes líquidos supone una inversión inicial significativa, indispensable para cumplir con la normativa ambiental vigente y manejar el volumen de agua utilizado en el proceso. Dado que la etapa de lavado de plásticos consume alrededor de 20 toneladas de agua por día (aproximadamente 600 toneladas al mes), se requiere un sistema capaz de depurar este caudal antes de su vertido a la red pública. Si bien inicialmente se evaluó la contratación de un servicio externo para el

tratamiento de estos efluentes, dicha alternativa fue descartada debido a exigencias legales (Ley General del Ambiente N° 25.675 y Decreto Nacional 674/89) que obligan a cada planta industrial a contar con un tratamiento interno de sus vertidos. Por lo tanto, se optó por implementar un sistema propio en la planta, asegurando el cumplimiento de los parámetros ambientales requeridos (baja turbidez, DBO reducida, pH neutro, etc.) y evitando sanciones legales.

En términos de costos, la inversión total estimada para la implementación del sistema de tratamiento de efluentes líquidos asciende a aproximadamente USD 18.000. Este monto incluye la adquisición de todos los equipos principales, la instrumentación necesaria y los gastos de instalación y puesta en marcha.

Tipo de costo	Mensual (USD)	Anual (USD)	Por tonelada (USD)
Costo MOD	15.254,78	183.057,36	42,86
Costo MOID	5.171,11	62.053,32	14,53
Costo ADM y otros	5.688,21	68.258,52	15,98
Costo Insumos	1.901,67	22.820,04	5,34
Costo Eléctrico	14.942,74	179.307	41,98
Costo de Mantenimiento	10.231,25	122.775	28,74
Costos no recuperables	2.745,13	32.941,56	7,71
Costos Totales	55.934,89	671.281,68	157,14

8.5 Activo fijo

El activo no corriente del proyecto contempla los bienes que serán utilizados en el desarrollo de las actividades a lo largo de varios años, y no están destinados a la venta. Estos bienes son fundamentales para el funcionamiento operativo del proyecto y representan

inversiones iniciales importantes. En el siguiente análisis, se detallan tanto los valores iniciales y residuales de los activos como su correspondiente amortización anual.

Inversión en Activo Fijo

En el Año 0, se realiza la inversión inicial en los distintos rubros de activos fijos. Los montos más significativos corresponden al edificio (\$501.600,00) y a las máquinas (\$1.637.000,00), que juntos constituyen la mayor parte de la estructura física del proyecto. También se incluyen otras categorías como muebles y útiles, rodados, informática y equipos varios, con valores menores pero necesarios para la operatividad.

A lo largo de los años, se observa una disminución en los valores de los activos debido a su uso y desgaste, reflejado en la reducción de sus valores contables. Por ejemplo, las máquinas bajan progresivamente desde \$1.637.000 en el año 0 a \$818.500 en el año 5. En forma complementaria, se registra un IVA crédito fiscal de \$452.597,81, correspondiente al impuesto que puede recuperarse al momento de realizar la inversión.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Edificio	\$ 501.600,00	\$ 501.152,94	\$ 500.258,82	\$ 498.917,65	\$ 497.129,41	\$ 494.894,12
Muebles y útiles	\$ 1.166,67	\$ 1.127,78	\$ 1.050,00	\$ 933,33	\$ 777,78	\$ 583,33
Rodados	\$ 14.294,33	\$ 12.864,90	\$ 11.435,47	\$ 10.006,03	\$ 8.576,60	\$ 7.147,17
Informática	\$ 1.166,67	\$ 875,00	\$ 680,56	\$ 583,33	\$ -	\$ -
Máquinas	\$ 1.637.000,00	\$ 1.364.166,67	\$ 1.145.900,00	\$ 982.200,00	\$ 873.066,67	\$ 818.500,00
Inversión Activo Fijo	\$ 2.155.227,67	\$ 1.880.187,29	\$ 1.659.324,85	\$ 1.492.640,35	\$ 1.379.550,46	\$ 1.321.124,62
IVA Crédito Fiscal	\$ 452.597,81					

Tabla XXXVI: Activo fijo.

Amortización

La amortización refleja la depreciación anual de los activos, es decir, el reconocimiento contable de su desgaste o pérdida de valor con el paso del tiempo. En el primer año (Año 1), la

amortización total asciende a \$ 275.040,38, con la mayor parte atribuida a las máquinas (\$272.833,33). En los años siguientes, esta cifra va disminuyendo progresivamente, en función de los valores residuales y las tasas de amortización aplicadas a cada activo.

Por ejemplo, en el Año 5, la amortización total es de solo \$58.425,84, dado que gran parte de los activos ya han cumplido con la mayor parte de su vida útil contable. Cada rubro de activo tiene su propia tasa y forma de amortización; los rodados, por ejemplo, se amortizan con un valor constante de \$1.429,43 anual desde el año 1 al año 5.

Valores iniciales, residuales y cuotas.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Edificio	\$ -	\$ 447,06	\$ 894,12	\$ 1.341,18	\$ 1.788,24	\$ 2.235,29
Muebles y útiles	\$ -	\$ 38,89	\$ 77,78	\$ 116,67	\$ 155,56	\$ 194,44
Rodados	\$ -	\$ 1.429,43	\$ 1.429,43	\$ 1.429,43	\$ 1.429,43	\$ 1.429,43
Informática	\$ -	\$ 291,67	\$ 194,44	\$ 97,22	\$ -	\$ -
Máquinas	\$ -	\$ 272.833,33	\$ 218.266,67	\$ 163.700,00	\$ 109.133,33	\$ 54.566,67
AMORTIZACIÓN	\$ -	\$ 275.040,38	\$ 220.862,44	\$ 166.684,50	\$ 112.506,56	\$ 58.425,84

Tabla XXXVII: Amortización general.

8.4 Ingresos

Este apartado tiene como finalidad definir el destino final correspondiente a cada tipo de residuo procesado y almacenado en la planta, estableciendo el esquema de valorización y disposición final aplicable a cada fracción. Asimismo, se busca determinar y justificar los precios de comercialización de cada uno de los productos recuperados, en función de su calidad, mercado de destino y condiciones de venta, a fin de estructurar de manera integral el modelo económico del proyecto.

La generación estimada asciende a 11.865 kilogramos diarios de residuos sólidos urbanos, lo que representa un total aproximado de 4.330.725 kilogramos anuales. Para la

gestión integral de estos residuos, se establece un canon de 58 (mismo precio que CEAMSE) dólares estadounidenses por tonelada tratada. Este servicio incluye la recepción, procesamiento, recuperación y disposición final certificada de las fracciones no valorizables, garantizando la trazabilidad mediante la emisión del correspondiente certificado de disposición final avalado por el CEAMSE.

La clasificación de los residuos en función de su tipo de material permite determinar las cantidades específicas de cada fracción, obteniendo las siguientes unidades:

Material	Total Diario (KG)	Total Anual (KG)
Producto Ibircom	2.274	830.010
Pellets de PET	340	124.100
Pellets PEAD	297	108.405
Pellets PEBD	1064	388.360
Pellets PP	447	163.155
PVC	89	32.485
PS	134	48.910
Otros plásticos	67	24.455
Papel y Cartón	1.550	556.025
Vidrio	504	184.055
Metales	223	85.315

TABLA XXXVIII: Cantidad de residuos generados.

Producto Ibircom:

Este producto final se venderá directamente a la industria cementera, dado que IBIRCOM ya cuenta con un acuerdo con Loma Negra para su adquisición. Su utilización será como agregado para la combustión en el horno cementero y su precio de venta se fija en 30

USD por tonelada, lo que representa un ingreso anual estimado de USD 24.563. La recolección y el transporte hasta la planta cementera quedan a cargo del cliente, quien contratará y gestionará la logística necesaria para su retiro.

Pellets de PET, PEAD Y PEBD:

Los pellets reciclados serán vendidos a diferentes empresas de varias industrias de la zona del AMBA, en base al plástico vendido y su cantidad generada. Gracias a contactar a diferentes industrias, no dependeremos solo de un cliente y su demanda, sino que diversificaremos nuestros posibles clientes para tener siempre solicitudes de materia prima.

Los pellets de Polietileno Tereftalato (PET) pueden comercializarse con empresas como Cabelma S.A., ubicada en General Pacheco, especializada en el reciclaje de PET para la fabricación de envases y productos plásticos reciclados. El precio de venta es de USD 0,45 por kg, con una producción anual valuada en USD 55.845.

Los pellets de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) pueden venderse a Altaplastica S.A., situada en Pilar, que utiliza PEAD en la producción de diversos productos plásticos. El precio es de USD 0,40 por kg, lo que representa un ingreso anual de USD 42.768.

Los 1064 kg diarios de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) pueden ser adquiridos por Eco Industrias SRL, con sede en Temperley, dedicada a la producción y comercialización de materias primas plásticas recicladas, incluyendo PEBD para la fabricación de bolsas plásticas y films. El precio es de USD 0,30 por kg, con un valor anual generado de USD 116.508.

Por último, los pellets de Polipropileno (PP) pueden comercializarse con REXI-PLAST S.A., ubicada en La Tablada, que se especializa en la transformación de desechos plásticos en materia prima reciclada, incluyendo PP para la fabricación de diversos productos plásticos. El precio de venta es de USD 0,25 por kg, sumando un ingreso anual de USD 40.230.

Estos acuerdos no solo garantizan un flujo constante de nuestros productos hacia clientes que valoran la calidad y la sostenibilidad de nuestros materiales reciclados, sino que

también nos permite contribuir al desarrollo de productos ecológicos que satisfacen las necesidades de una amplia gama de industrias, promoviendo un ciclo de reciclaje cerrado y sostenible.

Resto de plásticos:

La producción diaria incluye 89 kg de residuos de PVC, 134 kg de residuos de PS (poliestireno) y 67 kg de plásticos clasificados como “otros”, que no pertenecen a las categorías habituales. Los potenciales clientes deberán poder reciclar por ellos mismos los productos:

El cliente final de estos residuos plásticos no tratados es *Reciclar S.A.*, una empresa especializada en la valorización y reciclaje de distintos tipos de plásticos. *Reciclar S.A.* utiliza estos materiales como insumo para su procesamiento y posterior transformación en productos reciclados. Gracias a este proceso, contribuyen a la reducción de residuos que van a disposición final, fomentando prácticas sostenibles y fortaleciendo la economía circular.

Los precios aproximados de los residuos generados diariamente son los siguientes:

El precio de venta estimado del PVC es de USD 0,20 por kg, lo que genera un ingreso anual de USD 6.408. El de PS es de USD 0,20 por kg, con un ingreso anual de USD 9.648. Por último, el precio de "Otros" plásticos es de USD 0,10 por kg, lo que representa un ingreso anual de USD 2.400.

Papel y cartón:

Los residuos de papel y cartón generados en nuestra planta, que ascienden a 1.550 kg diarios, pueden ser comercializados a un precio de USD 0.20 por kilogramo. con empresas especializadas en la recuperación y reciclaje de estos materiales en la provincia de Buenos Aires. A continuación, se detallan algunas opciones:

Sumyc está ubicada en Parque Patricios, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Es una empresa con más de 25 años de experiencia en la recuperación de papel y cartón. Ofrecen servicios de compra de diversos tipos de papel, cartón, diarios y revistas, atendiendo a talleres

gráficos, imprentas e industrias. Cuentan con logística propia para el retiro de materiales y garantizan la destrucción de archivos confidenciales.

Refinpel se dedica a la compra de residuos de papel, cartón y derivados, ofreciendo soluciones integrales que incluyen transporte, almacenamiento y empaquetado. Refinpel se enfoca en brindar precios competitivos y procesos sustentables, facilitando el contacto rápido con proveedores y clientes.

Oxipel se especializa en la compra de papel y cartón por kilo, ofreciendo servicios de destrucción de archivos confidenciales, provisión de canastos y logística para el retiro de materiales. Su sede se encuentra en Buenos Aires, Argentina.

Charpel es una empresa familiar que compra materiales reciclables como papel, cartón y plásticos. Atienden a fábricas, imprentas, editoriales y clientes particulares, ofreciendo servicios de retiro a domicilio y destrucción de archivos para empresas. Su depósito está ubicado en Piñeyro, Avellaneda, Buenos Aires.

Vidrio:

Los 504 kg diarios de residuos de vidrio pueden ser destinados a un precio de USD 0.15 por KG, entre varias empresas, a Reciqlo, que se dedica a transformar envases de vidrio recolectados en nuevos productos, reintegrándolos al mercado y fomentando el desarrollo de una economía circular mediante la colaboración con cooperativas de recicladores urbanos. Otra opción es Glass Beads, ubicada en Avellaneda, que trabaja en el reciclaje de vidrio incoloro, float y laminado, con el objetivo de reducir la cantidad de residuos enviados a disposición final y optimizar el proceso de fabricación de nuevos productos. Además, Reciclados Gamba e Hijos, en Lanús, recibe y clasifica materiales reciclables, incluyendo vidrio, para su posterior procesamiento y reutilización en diversas aplicaciones industriales. Al canalizar nuestros residuos hacia estas empresas, aseguramos una gestión eficiente y sostenible, disminuyendo el impacto ambiental y promoviendo la reutilización de materiales reciclados en distintas industrias. Este compromiso no solo refuerza la calidad de nuestros procesos, sino que también impulsa un modelo de negocio sustentable y alineado con la economía circular.

Metales:

Los 223 kg diarios de residuos metálicos pueden destinarse a un precio promedio de USD 0,40 por kg, a diversas empresas comprometidas con la gestión sostenible de metales reciclados. Entre ellas, se encuentra Metales Retex, que se especializa en el reciclaje y recuperación de chatarra metálica, contribuyendo a reducir el impacto ambiental mediante la reutilización de metales como hierro, aluminio y cobre. Otra opción es Hierros Desimet S.A., ubicada en Avellaneda, que trabaja en el acopio, clasificación y procesamiento de metales ferrosos y no ferrosos, optimizando el ciclo de producción industrial. Asimismo, Reciclados San Miguel, en Quilmes, recibe metales reciclables para su posterior procesamiento y aplicación en diversas industrias, con el objetivo de disminuir la cantidad de residuos enviados a disposición final.

Nombre del Producto	TN ventas mensuales	Precio de Venta	Ingresos Mensuales	Ingresos anuales	% Participación por producto
Producto Ibircom	68,23	\$ 30,00	\$ 2.046,96	\$ 24.563,52	5%
Pellets Pet	10,20	\$ 450,00	\$ 4.590,00	\$ 55.080,00	12%
Pellets PEAD	8,91	\$ 400,00	\$ 3.564,00	\$ 42.768,00	9%
Pellets PEBD	31,92	\$ 300,00	\$ 9.576,00	\$ 114.912,00	25%
Pellets PP	13,41	\$ 250,00	\$ 3.352,50	\$ 40.230,00	9%
PVC	2,67	\$ 200,00	\$ 534,00	\$ 6.408,00	1%
PS	4,02	\$ 200,00	\$ 804,00	\$ 9.648,00	2%
Otros plásticos	2,00	\$ 100,00	\$ 200,00	\$ 2.400,00	1%
Papel y cartón	46,50	\$ 200,00	\$ 9.300,00	\$ 111.600,00	24%
Vidrio	15,12	\$ 150,00	\$ 2.268,00	\$ 27.216,00	6%
Metales	6,69	\$ 400,00	\$ 2.676,00	\$ 32.112,00	7%
	210	\$ 241,25	\$ 38.911,46	\$ 466.937,52	

Tabla XXXIX: Ingresos.

8.6 Punto de equilibrio

Una vez determinados los costos fijos y variables del proyecto, así como los ingresos provenientes de la comercialización de los productos recuperados, cuyos precios se encuentran establecidos por las condiciones de mercado, la variable estratégica a definir es el precio del servicio por tonelada de RSU procesado.

En este contexto, el análisis económico se orienta a determinar una tarifa de tratamiento que permita cubrir la totalidad de la estructura de costos y garantizar la sostenibilidad financiera del proyecto. El cuadro siguiente presenta la comparación entre los costos variables anuales y los ingresos generados por la venta de materiales recuperados, tanto en términos totales como por tonelada procesada, lo que permite visualizar la diferencia existente entre ambos conceptos. Esta brecha constituye el monto que debe ser cubierto mediante la tarifa de servicio, estableciendo así el fundamento técnico y económico para la determinación del precio por tonelada necesario para alcanzar el equilibrio operativo.

	Anual (USD)	Por tonelada (USD)
Costos variables	671.218,65	157,14
Ingresos sin agregado por tonelada procesada	466.937,52	109,32
Diferencia entre ingresos y costos	-17.408,39	-47,82

Tabla XL: Diferencia entre ingresos y costos variables.

Dado que el modelo requiere necesariamente la incorporación de una tarifa por tonelada de RSU procesada para completar los ingresos del sistema, el objetivo de esta etapa es cuantificar cuál debe ser ese valor para cubrir la brecha económica que aún persiste considerando únicamente la venta de materiales recuperados.

Para ello, se proyectaron los costos e ingresos del proyecto en un horizonte de cinco años y se determinó la tarifa mínima necesaria para que el resultado final sea neutro. En este escenario, para alcanzar el punto de equilibrio en un período de cinco años, el precio del servicio debería establecerse en 153,12 USD por tonelada de RSU procesada. Con este valor, el proyecto cubre la totalidad de sus costos y el resultado económico se iguala a cero, sin generar ganancias adicionales.

Año	Toneladas procesadas	Costos fijos	Costos Variables	Costo Totales	Ingresos sin considerar el precio por tonelada procesada	Diferencia
0	0	\$2.225.653,64	\$ -	\$2.225.653,64	0	\$ (2.225.653,64)
1	4271,4	\$2.225.653,64	\$ 671.218,65	\$2.896.872,29	\$ 466.937,52	\$ (2.429.934,77)
2	8542,8	\$2.225.653,64	\$ 1.342.437,30	\$3.568.090,94	\$ 933.875,04	\$ (2.634.215,90)
3	12814,2	\$2.225.653,64	\$ 2.013.655,95	\$4.239.309,59	\$ 1.400.812,56	\$ (2.838.497,03)
4	17085,6	\$2.225.653,64	\$ 2.684.874,60	\$4.910.528,24	\$ 1.867.750,08	\$ (3.042.778,16)
5	21357	\$2.225.653,64	\$ 3.356.093,25	\$5.581.746,89	\$ 2.334.687,60	\$ (3.247.059,29)

Tabla XLI: Ingresos y costos a 5 años.

Considerando un horizonte de recuperación más amplio, el análisis se replantea bajo un período de diez años, lo que permite distribuir la inversión inicial en un plazo mayor y reducir la exigencia anual sobre la tarifa de tratamiento.

Bajo este supuesto, el precio necesario para alcanzar el equilibrio económico se reduce a 99,93 USD por tonelada de RSU procesada. Con esta tarifa, el proyecto logra cubrir la totalidad de los costos al finalizar el período de diez años, obteniendo un resultado final igual a cero, sin generación de ganancias adicionales.

Año	Toneladas procesadas	Costos fijos	Costos Variables	Costos Totales	Ingresos sin considerar el precio por tonelada procesada	Diferencia
0	0	\$2.225.653,64	\$ -	\$2.225.653,64	0	\$ (2.225.653,64)
1	4271,4	\$2.225.653,64	\$ 671.218,65	\$2.896.872,29	\$ 466.937,52	\$ (2.429.934,77)
2	8542,8	\$2.225.653,64	\$ 1.342.437,30	\$3.568.090,94	\$ 933.875,04	\$ (2.634.215,90)
3	12814,2	\$2.225.653,64	\$ 2.013.655,95	\$4.239.309,59	\$ 1.400.812,56	\$ (2.838.497,03)
4	17085,6	\$2.225.653,64	\$ 2.684.874,60	\$4.910.528,24	\$ 1.867.750,08	\$ (3.042.778,16)
5	21357	\$2.225.653,64	\$ 3.356.093,25	\$5.581.746,89	\$ 2.334.687,60	\$ (3.247.059,29)
6	25628,4	\$2.225.653,64	\$ 4.027.311,90	\$6.252.965,54	\$ 2.801.625,12	\$ (3.451.340,42)
7	29899,8	\$2.225.653,64	\$ 4.698.530,55	\$6.924.184,19	\$ 3.268.562,64	\$ (3.655.621,55)
8	34171,2	\$2.225.653,64	\$ 5.369.749,20	\$7.595.402,84	\$ 3.735.500,16	\$ (3.859.902,68)
9	38442,6	\$2.225.653,64	\$ 6.040.967,85	\$8.266.621,49	\$ 4.202.437,68	\$ (4.064.183,81)
10	42714	\$2.225.653,64	\$ 6.712.186,50	\$8.937.840,14	\$ 4.669.375,20	\$ (4.268.464,94)

Tabla XLII: Ingresos y costos a 10 años.

Cabe aclarar que los valores previamente calculados corresponden a un escenario de equilibrio operativo y no incorporan la depreciación de la inversión inicial ni otros costos financieros asociados, tales como gastos de financiamiento, costo de oportunidad del capital o eventuales contingencias económicas.

Al considerar estos factores adicionales, resulta técnicamente prudente establecer un margen que otorgue mayor solidez al esquema financiero del proyecto. En este sentido, se propone adoptar un precio de referencia de 150 USD por tonelada procesada, valor que no solo permite absorber posibles variaciones económicas y fortalecer la sostenibilidad del emprendimiento, sino que además coincide con el precio actualmente aplicado por la empresa IBIRCOM en contratos directos, lo que valida su razonabilidad desde el punto de vista de mercado.

8.6 Flujo de Caja

A continuación, se desarrolla el análisis del flujo de caja del proyecto, herramienta fundamental para evaluar su viabilidad financiera en el tiempo. El flujo de fondos permite

proyectar los ingresos y egresos esperados, estimar la recuperación de la inversión y calcular los principales indicadores financieros que respaldan la toma de decisiones.

En este contexto, se analizan dos esquemas posibles de estructuración financiera: uno con financiamiento externo y otro sin financiamiento. La incorporación de deuda permite distribuir el esfuerzo de inversión a lo largo del tiempo y evaluar el efecto del apalancamiento financiero sobre la rentabilidad del proyecto. De este modo, el estudio compara ambos escenarios a fin de determinar cuál presenta mejores resultados desde el punto de vista económico.

La evaluación se plantea para un horizonte de diez años, proyectando los flujos netos de fondos bajo distintas hipótesis. Para estandarizar la comparación y descontar los flujos a valor presente, se adopta una tasa de descuento del 9,24%, correspondiente al WACC en dólares estimado para empresas del sector de gestión de residuos según el portal Damodaran Online. A partir de estos supuestos, se calcularán los principales indicadores financieros que permitirán determinar la conveniencia económica del proyecto.

Flujo de caja a 10 años (sin préstamo)

Año	0	1	2	3	4	5
Inversion	\$ (2.155.227,67)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingresos	\$ -	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52
Costos operativos	\$ -	\$ (675.503,40)	\$ (675.503,40)	\$ (675.503,40)	\$ (675.503,40)	\$ (675.503,40)
EBITDA	\$ -	\$ 432.144,12	\$ 432.144,12	\$ 432.144,12	\$ 432.144,12	\$ 432.144,12
Amortizaciones	\$ -	\$ (275.040,38)	\$ (220.862,44)	\$ (166.684,50)	\$ (112.506,56)	\$ (58.425,84)
EBIT	\$ -	\$ 157.103,74	\$ 211.281,68	\$ 265.459,63	\$ 319.637,57	\$ 373.718,29
Impuesto a las Ganacias	\$ -	\$ (54.986,31)	\$ (73.948,59)	\$ (92.910,87)	\$ (111.873,15)	\$ (130.801,40)
Flujo neto de caja	\$ (2.155.227,67)	\$ 377.157,81	\$ 358.195,53	\$ 339.233,26	\$ 320.270,98	\$ 301.342,72

Año	6	7	8	9	10	Total
Inversion	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$(2.155.227,67)
Ingresos	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$11.076.475,20
Costos operativos	\$ (675.503,40)	\$ (675.503,40)	\$ (675.503,40)	\$ (675.503,40)	\$ (675.503,40)	\$(6.755.033,96)
EBITDA	\$ 432.144,12	\$ 432.144,12	\$ 432.144,12	\$ 432.144,12	\$ 432.144,12	\$4.321.441,24
Amortizaciones	\$ (2.682,35)	\$ (3.129,41)	\$ (3.576,47)	\$ (4.023,53)	\$ (4.470,59)	\$ (851.402,07)
EBIT	\$ 429.461,77	\$ 429.014,71	\$ 428.567,65	\$ 428.120,59	\$ 427.673,54	\$3.470.039,17
Impuesto a las Ganacias	\$ (150.311,62)	\$ (150.155,15)	\$ (149.998,68)	\$ (149.842,21)	\$ (149.685,74)	\$(1.214.513,71)
Flujo neto de caja	\$ 281.832,50	\$ 281.988,97	\$ 282.145,45	\$ 282.301,92	\$ 282.458,39	\$ 951.699,86

Tabla XLIII: FCF a 10 años sin préstamo.

WACC	9,24%
VAN(0%)	\$951.699,86
VAN(9.24)	-\$129.945,51
TIR	8%

Tabla XLIV: Indicadores financieros a 10 años sin préstamo

En el escenario evaluado a diez años sin financiamiento externo, el proyecto genera flujos de caja positivos a lo largo del período, alcanzando un flujo neto acumulado de USD 951.699,86. Sin embargo, al descontar dichos flujos a una tasa del 9,24 por ciento correspondiente al WACC del sector, el Valor Actual Neto resulta negativo en USD 129.945,51, lo que indica que el proyecto no logra cubrir el costo de oportunidad del capital bajo estas condiciones.

Asimismo, la Tasa Interna de Retorno obtenida es del 8 por ciento, valor inferior a la tasa de descuento adoptada. Esto confirma que, en este escenario sin financiamiento, la rentabilidad generada por el proyecto no alcanza el rendimiento mínimo exigido por el mercado para inversiones de similar riesgo.

En consecuencia, si bien el proyecto presenta generación de caja positiva en términos nominales, desde el punto de vista financiero no resulta económicamente atractivo bajo una estructura íntegramente financiada con capital propio y considerando el costo de capital sectorial como referencia.

Flujo de caja a 10 años (Con préstamo)

En el presente análisis se asume una empresa de gran escala, con capacidad de acceso a financiamiento de largo plazo en el mercado de capitales. No obstante, resulta fundamental considerar el contexto macroeconómico argentino, caracterizado por elevados niveles de incertidumbre, volatilidad financiera y riesgo país. En este escenario, si bien podrían contemplarse tasas de descuento relativamente competitivas, como un 7 por ciento anual, se incorporan también escenarios alternativos con tasas del 10 por ciento y 12 por ciento, a fin de reflejar condiciones más conservadoras y realistas. Este enfoque permite evaluar la sensibilidad del proyecto frente a distintos costos de capital y fortalecer la robustez del análisis financiero.

En cuanto al financiamiento, el préstamo se modela utilizando una Tasa Nominal Anual bajo el sistema francés de amortización. Este sistema se caracteriza por cuotas constantes a lo largo del período del crédito, donde la proporción correspondiente a intereses es mayor en las primeras cuotas y disminuye progresivamente con el tiempo, mientras que la amortización de capital aumenta en forma gradual. En consecuencia, los intereses devengados y descontados en cada período resultan decrecientes a medida que se reduce el saldo de deuda, lo cual impacta favorablemente en la estructura financiera del proyecto en los últimos años del horizonte de análisis.

Préstamo 1

TASA	7%
Préstamo	\$2.155.227,6
Cuotas	120
Valor	\$25.024,02
Anual	\$300.288,25
Total	\$3.002.882,48

Tabla XLIV préstamo a 7% TNA

Año	0	1	2	3	4	5
Inversion	\$ (2.155.227,67)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Prestamo recibido	\$ 2.155.227,67	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingresos	\$ -	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52
Costos operativos	\$ -	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)
EBITDA	\$ -	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87
Amortizaciones	\$ -	\$ (275.040,38)	\$ (220.862,44)	\$ (166.684,50)	\$ (112.506,56)	\$ (58.425,84)
EBIT	\$ -	\$ 161.388,49	\$ 215.566,43	\$ 269.744,37	\$ 323.922,31	\$ 378.003,03
Intereses de la cuota	\$ -	\$ (145.977,52)	\$ (134.822,38)	\$ (122.860,84)	\$ (110.034,60)	\$ (96.281,15)
Impuesto a Ganacias	\$ -	\$ (5.393,84)	\$ (28.260,42)	\$ (51.409,23)	\$ (74.860,70)	\$ (98.602,66)
Flujo neto de caja	\$ -	\$ 431.035,03	\$ 408.168,45	\$ 385.019,64	\$ 361.568,17	\$ 337.826,21
Cuota a pagar	\$ -	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)
Beneficio total	\$ -	\$ 130.746,78	\$ 107.880,21	\$ 84.731,39	\$ 61.279,92	\$ 37.537,96

Año	6	7	8	9	10	Total
Inversion	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (2.155.227,67)
Prestamo recibido	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.155.227,67
Ingresos	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 11.076.475,20
Costos operativos	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (6.712.186,50)
EBITDA	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 4.364.288,70
Amortizaciones	\$ (2.682,35)	\$ (3.129,41)	\$ (3.576,47)	\$ (4.023,53)	\$ (4.470,59)	\$ (851.402,07)
EBIT	\$ 433.746,52	\$ 433.299,46	\$ 432.852,40	\$ 432.405,34	\$ 431.958,28	\$ 3.512.886,63
Intereses de la cuota	\$ (81.533,46)	\$ (65.719,66)	\$ (48.762,68)	\$ (30.579,87)	\$ (11.082,63)	\$ (847.654,81)
Impuesto a Ganacias	\$ (123.274,57)	\$ (128.652,93)	\$ (134.431,40)	\$ (140.638,91)	\$ (147.306,48)	\$ (932.831,14)
Flujo neto de caja	\$ 313.154,30	\$ 307.775,94	\$ 301.997,47	\$ 295.789,96	\$ 289.122,39	\$ 3.431.457,56
Cuota a pagar	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (3.002.882,48)
Beneficio total	\$ 12.866,05	\$ 7.487,69	\$ 1.709,22	\$ (4.498,29)	\$ (11.165,85)	\$ 428.575,08

Tabla XLVI: FCF a 10 años con préstamo al 7%

WACC	9.24%
VAN(0%)	\$433.968
VAN(9.24)	\$352.990

Tabla XLVII: Indicadores financieros a 10 años con préstamo al 7%

Préstamo 2

TASA	10%
Préstamo	\$2.155.227,67
Cuotas	120
Valor	\$28.481,49
Anual	\$341.777,91
Total	\$3.417.779,09

Tabla XLVIII: Préstamo a 10% TNA

Año	0	1	2	3	4	5
Inversion	\$ (2.155.227,67)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Prestamo recibido	\$ 2.155.227,67	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingresos	\$ -	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52
Costos operativos	\$ -	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)
EBITDA	\$ -	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87
Amortizaciones	\$ -	\$ (275.040,38)	\$ (220.862,44)	\$ (166.684,50)	\$ (112.506,56)	\$ (58.425,84)
EBIT	\$ -	\$ 161.388,49	\$ 215.566,43	\$ 269.744,37	\$ 323.922,31	\$ 378.003,03
Intereses de la cuota	\$ -	\$ (209.572,28)	\$ (195.728,62)	\$ (180.435,35)	\$ (163.540,68)	\$ (144.876,91)
Impuesto a Ganacias	\$ -	\$ -	\$ (6.943,23)	\$ (31.258,16)	\$ (56.133,57)	\$ (81.594,14)
Flujo neto de caja	\$ -	\$ 436.428,87	\$ 429.485,64	\$ 405.170,71	\$ 380.295,30	\$ 354.834,73
Cuota a pagar	\$ -	\$ (341.777,91)	\$ (341.777,91)	\$ (341.777,91)	\$ (341.777,91)	\$ (341.777,91)
Beneficio total	\$ -	\$ 94.650,96	\$ 87.707,73	\$ 63.392,80	\$ 38.517,39	\$ 13.056,82

Año	6	7	8	9	10	Total
Inversion	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (2.155.227,67)
Prestamo recibido	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.155.227,67
Ingresos	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 11.076.475,20
Costos operativos	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (6.712.186,50)
EBITDA	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 4.364.288,70
Amortizaciones	\$ (2.682,35)	\$ (3.129,41)	\$ (3.576,47)	\$ (4.023,53)	\$ (4.470,59)	\$ (851.402,07)
EBIT	\$ 433.746,52	\$ 433.299,46	\$ 432.852,40	\$ 432.405,34	\$ 431.958,28	\$ 3.512.886,63
Intereses de la cuota	\$ (124.258,80)	\$ (101.481,71)	\$ (76.319,56)	\$ (48.522,60)	\$ (17.814,93)	\$ (1.262.551,42)
Impuesto a Ganacias	\$ (108.320,70)	\$ (116.136,21)	\$ (124.786,50)	\$ (134.358,96)	\$ (144.950,17)	\$ (804.481,65)
Flujo neto de caja	\$ 328.108,17	\$ 320.292,66	\$ 311.642,37	\$ 302.069,91	\$ 291.478,70	\$ 3.559.807,05
Cuota a pagar	\$ (341.777,91)	\$ (341.777,91)	\$ (341.777,91)	\$ (341.777,91)	\$ (341.777,91)	\$ (3.417.779,09)
Beneficio total	\$ (13.669,74)	\$ (21.485,25)	\$ (30.135,53)	\$ (39.708,00)	\$ (50.299,21)	\$ 142.027,96

Tabla XLIX: FCF a 10 años con préstamo al 10%

WACC	9,24%
VAN(0%)	\$ 171.025,81
VAN(9.24)	\$142.027,96

Tabla L: Indicadores financieros a 10 años con préstamo al 12%

Préstamo 3

TASA	12%
Préstamo	\$2.155.227,67

Cuotas	120
Valor	\$30.921,26
Anual	\$371.055,07
Total	\$3.710.550,69

Tabla LI: Préstamo a 12% TNA

Año	0	1	2	3	4	5
Inversion	\$ (2.155.227,67)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Prestamo recibido	\$ 2.155.227,67	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingresos	\$ -	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52
Costos operativos	\$ -	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)
EBITDA	\$ -	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87
Amortizaciones	\$ -	\$ (275.040,38)	\$ (220.862,44)	\$ (166.684,50)	\$ (112.506,56)	\$ (58.425,84)
EBIT	\$ -	\$ 161.388,49	\$ 215.566,43	\$ 269.744,37	\$ 323.922,31	\$ 378.003,03
Intereses de la cuota	\$ -	\$ (145.977,52)	\$ (134.822,38)	\$ (122.860,84)	\$ (110.034,60)	\$ (96.281,15)
Impuesto a Ganacias	\$ -	\$ (5.393,84)	\$ (28.260,42)	\$ (51.409,23)	\$ (74.860,70)	\$ (98.602,66)
Flujo neto de caja	\$ -	\$ 431.035,03	\$ 408.168,45	\$ 385.019,64	\$ 361.568,17	\$ 337.826,21
Cuota a pagar	\$ -	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)
Beneficio total	\$ -	\$ 130.746,78	\$ 107.880,21	\$ 84.731,39	\$ 61.279,92	\$ 37.537,96

Año	6	7	8	9	10	Total
Inversion	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (2.155.227,67)
Prestamo recibido	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.155.227,67
Ingresos	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 1.107.647,52	\$ 11.076.475,20
Costos operativos	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (6.712.186,50)
EBITDA	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 436.428,87	\$ 4.364.288,70
Amortizaciones	\$ (2.682,35)	\$ (3.129,41)	\$ (3.576,47)	\$ (4.023,53)	\$ (4.470,59)	\$ (851.402,07)
EBIT	\$ 433.746,52	\$ 433.299,46	\$ 432.852,40	\$ 432.405,34	\$ 431.958,28	\$ 3.512.886,63
Intereses de la cuota	\$ (81.533,46)	\$ (65.719,66)	\$ (48.762,68)	\$ (30.579,87)	\$ (11.082,63)	\$ (847.654,81)
Impuesto a Ganacias	\$ (123.274,57)	\$ (128.652,93)	\$ (134.431,40)	\$ (140.638,91)	\$ (147.306,48)	\$ (932.831,14)
Flujo neto de caja	\$ 313.154,30	\$ 307.775,94	\$ 301.997,47	\$ 295.789,96	\$ 289.122,39	\$ 3.431.457,56
Cuota a pagar	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (3.002.882,48)
Beneficio total	\$ 12.866,05	\$ 7.487,69	\$ 1.709,22	\$ (4.498,29)	\$ (11.165,85)	\$ 428.575,08

Tabla LII: FCF a 10 años con préstamo al 12%.

WACC	9.24%
VAN(0%)	\$-70.763,74

Tabla LIII: Indicadores financieros a 10 años con préstamo al 12%.

Al evaluar los flujos de caja correspondientes a los tres escenarios con financiamiento externo a diez años, se observa que la incorporación de deuda modifica sustancialmente el perfil financiero del proyecto en comparación con el esquema sin préstamo. En los casos analizados con tasas del 7%, 10% y 12%, el flujo operativo del negocio continúa siendo sólido, pero el resultado final depende del costo del financiamiento y de su efecto sobre el valor presente de los fondos generados.

En términos generales, cuando se descuenta el flujo a la tasa del 9,24% utilizada como referencia, los escenarios con financiamiento a tasas moderadas presentan una mejora respecto al caso sin préstamo, dado que el desembolso inicial propio se reduce y el impacto de las cuotas se distribuye en el tiempo. Esto permite que el proyecto conserve valor actual positivo o, al menos, significativamente superior al escenario sin financiamiento. Sin embargo, a medida que la tasa del préstamo se incrementa, el beneficio financiero se reduce, y el margen de rentabilidad se vuelve más ajustado.

Comparando los tres escenarios, la alternativa con financiamiento a una tasa del 7% resulta la más favorable desde el punto de vista del equilibrio financiero y la generación de valor, seguida por el escenario al 10%, que mantiene viabilidad, aunque con menor margen. En cambio, con una tasa del 12%, el proyecto continúa siendo operativamente sostenible, pero la rentabilidad se comprime de forma considerable, acercándose al límite de conveniencia económica.

En conclusión, dentro de los esquemas evaluados a diez años, la utilización de financiamiento externo se presenta como una alternativa financieramente conveniente siempre que la tasa de interés se mantenga en niveles moderados y compatibles con la rentabilidad esperada del proyecto. Bajo estas condiciones, el apalancamiento permite reducir significativamente el desembolso inicial de capital propio, mejorar el rendimiento sobre el equity y distribuir el riesgo financiero a lo largo del horizonte de análisis, suavizando el impacto de la inversión inicial sobre la estructura patrimonial. Asimismo, al escalonar los pagos en el tiempo, se optimiza el flujo de fondos y se preserva la liquidez operativa, fortaleciendo la sostenibilidad financiera en el largo plazo y otorgando mayor flexibilidad ante escenarios macroeconómicos inciertos.

No obstante, desde el punto de vista comercial, es fundamental analizar la propuesta no solo en términos de costo directo sino también en función del valor diferencial que incorpora. El proyecto no replica el esquema tradicional de disposición final, sino que introduce mejoras sustanciales en materia ambiental. Reduce de manera significativa el volumen enviado a relleno sanitario, disminuye las emisiones asociadas al transporte y a la generación de metano, elimina lixiviados, permite la valorización material y energética de los residuos y garantiza trazabilidad integral conforme a la Resolución 190 2024. Asimismo, se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y fortalece la imagen institucional del barrio como desarrollo comprometido con la sustentabilidad, anticipándose a mayores exigencias regulatorias y agregando valor reputacional a la comunidad.

Sin embargo, aun considerando estas ventajas ambientales, sociales y estratégicas, la comparación estrictamente económica frente al esquema actual resulta determinante. El precio de referencia adoptado de 150 USD por tonelada procesada, necesario para sostener la estructura de inversión y operación del sistema propuesto, se encuentra muy por encima de los aproximadamente 58 USD por tonelada que actualmente representa la alternativa tradicional de disposición. Esta diferencia, cercana al triple del valor vigente, constituye una barrera competitiva difícil de absorber por parte de los propietarios, incluso contemplando el valor agregado ambiental. En consecuencia, si el análisis se limita a criterios de competitividad precio servicio sin la existencia de subsidios, incentivos regulatorios o mecanismos que internalicen económicamente los beneficios ambientales generados, el proyecto no lograría competir en igualdad de condiciones frente al esquema actual, comprometiendo su viabilidad económica desde una perspectiva estrictamente de mercado.

8.7 Modelo de gestión comunitaria del proyecto

Hasta el momento, el análisis económico y financiero se ha desarrollado bajo la premisa de evaluar la viabilidad del proyecto como una unidad de negocio independiente, considerando ingresos por tonelada procesada, indicadores de rentabilidad y esquemas de financiamiento externo. Sin embargo, dadas las limitaciones competitivas observadas frente al sistema actual

de disposición final, particularmente en lo que respecta al precio de mercado por tonelada, resulta pertinente plantear un enfoque alternativo.

En esta sección se propone analizar el proyecto desde una lógica diferente: no como un emprendimiento con expectativa de rentabilidad, sino como una iniciativa estratégica adoptada directamente por Haras del Sur. Bajo este esquema, el barrio asumiría la titularidad y gestión del sistema de tratamiento, eliminando el objetivo de generar utilidades y orientando el análisis exclusivamente a la cobertura de costos totales. El precio por tonelada a considerar será, por lo tanto, aquel que permita alcanzar un resultado económico nulo, es decir, un punto de equilibrio operativo sin margen de ganancia.

Este modelo transforma la naturaleza del proyecto. Deja de tratarse de un servicio ofrecido a un cliente externo y pasa a ser una inversión institucional orientada a la sostenibilidad ambiental, el cumplimiento normativo integral conforme a la Resolución 190 2024 y el posicionamiento estratégico del complejo como el primer barrio ecológico de Argentina gestionado de manera autónoma por sus propios residentes. En consecuencia, la evaluación económica que se presenta a continuación buscará determinar si, bajo esta lógica de autogestión y sin fines de lucro, el proyecto resulta financieramente sostenible para el conjunto de propietarios.

El análisis financiero se estructura bajo la premisa de sostenibilidad económica del sistema, entendida como la capacidad del proyecto para cubrir la totalidad de sus costos operativos, de inversión y financieros a lo largo de un horizonte de evaluación de diez años. El estudio se desarrolla considerando la estructura de financiamiento adoptada para la implementación del proyecto, la cual contempla la obtención de un préstamo a una tasa nominal anual del 7%. Dado que el proyecto se modela bajo un esquema de equilibrio económico, en el cual no se proyecta la generación de utilidades imponibles, el impuesto a las ganancias no presenta impacto en el flujo de fondos y, en consecuencia, no se incorpora como egreso dentro de la modelización financiera.

Bajo estas condiciones, el análisis se orienta a identificar el nivel de precio por tonelada procesada que permita equilibrar los ingresos con los egresos totales del sistema, garantizando

la cobertura integral de todos los costos involucrados y asegurando la sostenibilidad económica del proyecto bajo el esquema de autogestión propuesto.

Año	0	1	2	3	4	5
Inversion	\$ (2.155.227,67)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Prestamo recibido	\$ 2.155.227,67	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingresos	\$ -	\$ 971.518,00	\$ 971.518,00	\$ 971.518,00	\$ 971.518,00	\$ 971.518,00
Costos operativos	\$ -	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)
EBITDA	\$ -	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35
Amortizaciones	\$ -	\$ (275.040,38)	\$ (220.862,44)	\$ (166.684,50)	\$ (112.506,56)	\$ (58.425,84)
EBIT	\$ -	\$ 25.258,97	\$ 79.436,91	\$ 133.614,85	\$ 187.792,79	\$ 241.873,51
Intereses de la cuota	\$ -	\$ (145.977,52)	\$ (134.822,38)	\$ (122.860,84)	\$ (110.034,60)	\$ (96.281,15)
Flujo neto de caja	\$ -	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35
Cuota a pagar	\$ -	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)
Beneficio total	\$ -	\$ 11,10	\$ 11,10	\$ 11,10	\$ 11,10	\$ 11,10

Año	6	7	8	9	10	Total
Inversion	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (2.155.227,67)
Prestamo recibido	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.155.227,67
Ingresos	\$ 971.518,00	\$ 971.518,00	\$ 971.518,00	\$ 971.518,00	\$ 971.518,00	\$ 9.715.180,02
Costos operativos	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (671.218,65)	\$ (6.712.186,50)
EBITDA	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35	\$ 3.002.993,52
Amortizaciones	\$ (2.682,35)	\$ (3.129,41)	\$ (3.576,47)	\$ (4.023,53)	\$ (4.470,59)	\$ (851.402,07)
EBIT	\$ 297.617,00	\$ 297.169,94	\$ 296.722,88	\$ 296.275,82	\$ 295.828,76	\$ 2.151.591,45
Intereses de la cuota	\$ (81.533,46)	\$ (65.719,66)	\$ (48.762,68)	\$ (30.579,87)	\$ (11.082,63)	\$ (847.654,81)
Flujo neto de caja	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35	\$ 300.299,35	\$ 3.002.993,52
Cuota a pagar	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (300.288,25)	\$ (3.002.882,48)
Beneficio total	\$ 11,10	\$ 11,10	\$ 11,10	\$ 11,10	\$ 11,10	\$ 111,04

Tabla LIV: Flujo de caja teniendo en cuenta un precio de 118 USD por tonelada procesada.

TASA	7%
Préstamo	\$2.155.227,67
Cuotas	120
Valor	\$25.024,02
Anual	\$300.288,25
Total	\$3.002.882,48

Tabla LV: Información del préstamo solicitado.

En línea con el enfoque planteado, se determinó que el costo necesario para que el proyecto alcance un resultado económico nulo es de 118 USD por tonelada procesada. Este valor no incorpora margen de ganancia y surge del precio que permite cubrir la totalidad de los costos de inversión, operación, mantenimiento y financiamiento lo largo del horizonte del proyecto, asegurando que el flujo de fondos acumulado sea igual a cero.

Considerando una generación estimada de 4.330 toneladas anuales de residuos sólidos urbanos, el costo total anual del sistema bajo este esquema asciende a 510.940 USD. En contraposición, si ese mismo volumen de residuos fuese gestionado bajo el esquema actual de disposición final mediante CEAMSE, tomando como referencia un valor de 58 USD por tonelada, el desembolso anual sería de aproximadamente 251.140 USD.

Tal como fue desarrollado previamente en la sección de estudio de localización, la implementación del sistema propio genera un ahorro anual en concepto de combustible estimado en 8.609,9 USD, derivado de la reducción en las distancias de transporte. No obstante, aun considerando dicho beneficio, la diferencia entre ambos esquemas representa un excedente anual aproximado de 251.190,10 USD respecto del modelo tradicional.

USD/TN propuesto	118 USD
USD/TN CEAMSE	58 USD
TN anuales	4.330
USD total anual propuesto	510.940 USD
USD total anual CEAMSE	251.140 USD
Ahorro combustible	8.069,9 USD
Excedente total anual	251.190,1 USD

Tabla LVI: Comparación costos entre el escenario propuesto y actual.

En términos prácticos, el excedente anual previamente determinado de 251.190,10 USD debe analizarse en función de su impacto individual sobre el conjunto de propietarios.

Considerando que Haras del Sur cuenta con aproximadamente 3.000 unidades funcionales entre lotes y departamentos, dicho monto distribuido de manera equitativa implica un costo adicional anual de 83,73 USD por propietario.

Expresado en términos mensuales, el esfuerzo económico requerido para adoptar el modelo de autogestión ambiental asciende a aproximadamente 6,97 USD por propiedad. Esta cifra permite dimensionar el diferencial no desde una escala macro anual, sino desde su incidencia concreta en cada residente.

Excedente anual	Cantidad de propiedades	Costo anual por propietario	Costo mensual por propietario
251.190,1 USD	3000	83,73 USD	6,97 USD

Tabla LVII: Costo por propietario.

En consecuencia, bajo este nuevo enfoque, la evaluación ya no debe formularse en términos de rentabilidad empresarial, sino de conveniencia institucional. Mientras que el proyecto analizado como unidad de negocio presenta limitaciones claras frente al precio de mercado vigente, su implementación directa por parte de Haras del Sur modifica sustancialmente la ecuación. El diferencial económico identificado se traduce en un aporte aproximado de 6,97 USD mensuales por propietario, monto que, en términos individuales, resulta marginal frente al presupuesto habitual del barrio y, en términos colectivos, permite financiar un sistema integral de tratamiento propio.

Desde esta óptica, la propuesta se configura como una decisión estratégica de alto impacto a muy bajo costo relativo. Por un valor mensual inferior a 7 dólares por unidad funcional, el barrio podría obtener control total sobre la gestión de sus residuos, cumplimiento normativo integral, reducción efectiva de su huella ambiental y la posibilidad de posicionarse como el primer barrio ecológico de Argentina gestionado de manera autónoma. En este sentido, más que un gasto adicional, el proyecto puede interpretarse como una oportunidad institucional significativa, donde el esfuerzo económico requerido es reducido y el valor ambiental y reputacional potencial es considerable.

9 Conclusión

Si se toma como referencia que el proyecto propuesto será llevado adelante por la propia comunidad de Haras del Sur, asumiendo sus miembros tanto la logística operativa y la gestión integral del sistema, el estudio de factibilidad técnica, económica, legal y ambiental desarrollado a lo largo de este trabajo permite concluir que la implementación de una planta de tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos destinada al complejo no solo es viable, sino estratégicamente conveniente en el corto y mediano plazo. La propuesta no debe entenderse como un emprendimiento comercial orientado a la maximización de utilidades, sino como una decisión comunitaria de inversión en calidad ambiental, autonomía operativa y valorización urbana. Bajo ese enfoque, el proyecto adquiere una dimensión superadora, donde el objetivo central no es competir en precio con los modelos tradicionales de disposición final, sino transformar estructuralmente la forma en que el barrio gestiona sus residuos.

El crecimiento sostenido de los barrios cerrados en el conurbano bonaerense ha generado nuevas dinámicas demográficas, logísticas y ambientales. Haras del Sur, considerando su máxima ocupación proyectada, supera las 3.000 unidades habitacionales, cuenta con un colegio de tres niveles y mantiene un centro comercial activo con múltiples rubros. Esta configuración urbana produce aproximadamente 11,8 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos, lo que representa más de 4.300 toneladas anuales. Este volumen, lejos de ser marginal, posiciona al barrio como un generador significativo de RSU dentro del esquema regional, obligando a repensar el paradigma actual basado en el traslado hacia rellenos sanitarios que presentan limitaciones de capacidad y sostenibilidad a largo plazo. En este contexto, la alternativa de tratamiento deja de ser una opción complementaria y pasa a convertirse en una respuesta estratégica frente a una problemática estructural.

La tecnología propuesta, basada en el sistema IBIRCOM para el tratamiento físico-mecánico de la fracción orgánica, permite transformar residuos que tradicionalmente serían enterrados en un producto seco, homogéneo y reutilizable, con demanda concreta en la industria

cementera como combustible alternativo. Este proceso, realizado sin aditivos químicos y con trazabilidad absoluta, reduce el volumen y peso de los residuos, elimina patógenos y disminuye significativamente la necesidad de disposición final. En paralelo, la línea de reciclaje de plásticos contempla la clasificación, trituración y pelletizado de materiales como PET, PEAD, PEBD y PP, permitiendo reincorporarlos a la cadena productiva y extendiendo su ciclo de vida útil. Este esquema integral responde directamente a los principios de la economía circular, donde el residuo deja de ser un pasivo ambiental para convertirse en un recurso valorizable.

Uno de los pilares centrales que sostiene la viabilidad del proyecto radica en su impacto ambiental positivo. La instalación de la planta dentro del entorno del parque industrial seleccionado reducirá drásticamente el volumen de residuos enviados a relleno sanitario, disminuirá las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas tanto a la descomposición anaeróbica en vertederos como al transporte prolongado hacia centros de disposición final, y permitirá una gestión con trazabilidad completa desde la generación hasta el destino final. Asimismo, contribuirá a minimizar la proliferación de vectores, olores y riesgos sanitarios, elevando la calidad ambiental del entorno inmediato. Esta mejora no es únicamente técnica, sino perceptible en la vida cotidiana de los residentes.

Desde el punto de vista normativo, el proyecto se encuentra plenamente alineado con el marco legal vigente, particularmente con la Resolución MA 190/24 de la Provincia de Buenos Aires, que establece la obligación de los barrios cerrados de presentar y ejecutar planes de gestión integral de RSU cuando superan determinados niveles de generación. La propuesta desarrollada en este estudio no solo cumple con dicha exigencia, sino que la supera al ofrecer un sistema propio, auditable y certificado de tratamiento y valorización. En este sentido, Haras del Sur no solo se adecua a la normativa, sino que adopta una posición proactiva frente a la responsabilidad ambiental que le compete como gran generador.

En el plano económico, el análisis financiero realizado demuestra que el proyecto no resulta competitivo como negocio independiente en el mercado tradicional de gestión de residuos, dado que el costo por tonelada tratada supera el valor actualmente abonado por disposición externa. Sin embargo, este resultado no invalida la viabilidad del sistema cuando se lo analiza bajo una lógica comunitaria sin fines de lucro. Si la comunidad distribuye el costo

total entre sus miembros, el impacto individual mensual resulta reducido en términos relativos, mientras que los beneficios colectivos en materia ambiental, social y de posicionamiento institucional son sustanciales. El proyecto, entonces, deja de evaluarse bajo criterios estrictamente comerciales y pasa a medirse en términos de valor agregado urbano, autonomía estratégica y diferenciación sustentable.

Adicionalmente, el diseño modular y escalable de la planta permite adaptarse al crecimiento proyectado del barrio e incluso abrir la posibilidad de prestar servicios a urbanizaciones vecinas en el futuro. Esta característica otorga flexibilidad operativa y fortalece la sustentabilidad del sistema en el tiempo, evitando que la inversión quede sobredimensionada o subutilizada ante variaciones en la generación de residuos. La posibilidad de expansión interbarrial posiciona a Haras del Sur como potencial referente regional en tratamiento sostenible de RSU, consolidando una imagen de liderazgo ambiental.

En el plano social, la implementación de la planta genera un impacto positivo adicional. Se crearán puestos de trabajo locales tanto calificados como operativos, se fomentará la capacitación técnica en gestión de residuos y se promoverá una cultura ambiental activa dentro de la comunidad. La integración de los vecinos en el proceso refuerza el sentido de pertenencia y consolida una identidad comunitaria asociada a la responsabilidad ambiental.

Desde una perspectiva estratégica más amplia, la concreción de este proyecto ubica a Haras del Sur a la vanguardia de la sustentabilidad urbana en la región metropolitana de Buenos Aires. Mientras la mayoría de los barrios cerrados continúa dependiendo de modelos centralizados de disposición final, esta iniciativa demuestra que es posible avanzar hacia un esquema descentralizado, eficiente y alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente aquellos vinculados a ciudades sostenibles, producción responsable y acción climática.

En conclusión, el desarrollo de una planta de tratamiento de RSU dentro del barrio cerrado Haras del Sur es técnicamente factible, legalmente compatible, ambientalmente beneficioso y económicamente viable bajo un modelo comunitario sin fines de lucro. Aunque no resulta competitivo como emprendimiento comercial independiente debido al costo por

tonelada tratada, sí representa una inversión estratégica en sustentabilidad, autonomía y calidad de vida cuando es asumido por la propia comunidad. El proyecto transforma un flujo constante de residuos en una oportunidad de generación de valor, fortalece la imagen institucional del barrio y establece un precedente replicable para otras urbanizaciones. En definitiva, constituye una decisión estructural que proyecta a Haras del Sur hacia un futuro más limpio, eficiente y ambientalmente consciente, consolidando un modelo urbano alineado con las exigencias y desafíos del siglo XXI.

Bibliografía

1. Grupo Haras del Sur. Página oficial del grupo HARAS DEL SUR. [Consulta 25 abril 2024] <https://www.grupoharasdelsur.com>
2. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Informe del estado del ambiente 2020. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/residuos.pdf>
3. Ibircom. Página oficial de Ibircom. [Consulta 25 abril 2024] <https://ibircom.com>
4. Fundación eForo Público. (2023). Caracterización de hogares en Argentina. [Consulta 25 abril 2024] https://elauditor.info/actualidad/fundacion-eforo-publico-un-informe-sobre-la-caracterizacion-de-hogares-en-argentina_a627e63577e2a64ae94a1fe8a
5. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. (2023). Guía para la Implementación de la Gestión Integral e Inclusiva de Residuos. [Consulta 25 abril 2024] https://www.ambiente.gba.gob.ar/imagenes/ruec/011_rsu_guia_giirsu_feb23.pdf
6. Organismo provincial para el desarrollo sostenible Provincia de Buenos Aires. Resolución 137/13. Plan de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos para Clubes de Campo y Barrios Cerrados. [Consulta 3 mayo 2024] <https://www.ambiente.gba.gob.ar/sites/default/files/RESOLUCION%20137%2013.pdf>
7. Infobae. (2023). Vivir en un barrio cerrado: por qué sigue muy alta la demanda de departamentos en urbanizaciones privadas [Consulta 3 mayo 2024]. <https://www.infobae.com/economia/2023/09/19/vivir-en-un-barrio-cerrado-por-que-sigue-muy-alta-la-demanda-de-departamentos-en-urbanizaciones-privadas/>
8. El Economista. Informe sobre caracterización de hogares en Argentina. [Consulta 5 mayo 2024] <https://eleconomista.com.ar/sociedad-redes/informe-sobre-caracterizacion-hogares-argentina-n53257#:~:text=En%20Argentina%20existen%209%2C2,de%20tres%20personas%20por%20hogar>

9. Environmental Protection Agency (EPA). (2021). Guía sobre gestión de residuos sólidos. [Consulta 5 mayo 2024] https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-02/documents/swm_guide-spanish-reducedfilesize_pubnumber_october.pdf
10. Argentina. Ley de Gestión Integral de Residuos Domiciliarios, Ley N.º 25.916, promulgada el 4 de agosto de 2004. [Consulta 10 mayo 2024] <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25916-98327/texto>
11. Provincia de Buenos Aires. Resoluciones N.º 317/20, N.º 139/13, N.º 137/13 y N.º 85/14. [Consulta 10 mayo 2024] https://www.ambiente.gba.gob.ar/contenido/residuos_s%C3%B3lidos_urbanos
12. Erema GmbH. Sistema de reciclaje de plásticos. Intarema, Erema. [Consulta 13 mayo 2024] https://www.erema.com/assets/media_center/folder/intarema_t_te_2014_07_es.pdf
13. Erema GmbH. Sistema de reciclaje de plásticos. Intarema, Erema. [Consulta 13 mayo 2024] https://www.erema.com/en/intarema_t_te_technical_data/
14. Envaselia. Plástico PET. [Consulta 20 mayo 2024] <https://www.ensavelia.com/blog/tereftalato-de-polietileno-id12.htm>
15. Envaselia. Plástico HDPE. [Consulta 20 mayo 2024] <https://www.ensavelia.com/blog/que-es-el-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-o-pead-id18.htm>
16. Linseis Thermal Analysis. Plástico LDPE. [Consulta 20 mayo 2024] <https://www.linseis.com/es/conocimiento/polietileno-de-baja-densidad-ldpe-resumen/>
17. CONICET. Plástico PP. [Consulta 20 mayo 2024] <http://www.gp.santafe-conicet.gov.ar/cursos/b/b.21b.pdf>
18. Carbono News. NIMBY Queremos ese avance, pero lejos de aquí. [Consulta 27 mayo 2024] <https://www.carbono.news/activismo/el-fenomeno-nimby-queremos-ese-avance-pero-lejos-de-aqui/C>
19. Parque industrial La Plata [Consulta 29 mayo 2024].
<https://www.ambiente.gba.gob.ar/sites/default/files/PCAbstract/PC_RESUMEN%20Estudio%20de%20Impacto%20Ambiental%20-%20Parque%20Industrial%20La%20Plata%20202.pdf>

20. Parque industrial La Plata 2. [Consulta 29 mayo 2024].
<https://www.ambiente.gba.gob.ar/sites/default/files/PCAbstract/PC_RESUMEN%20Estudio%20de%20Impacto%20Ambiental%20-%20Parque%20Industrial%20La%20Plata%202.pdf>
21. Lvdao Machine. Trituradora de plástico: máquina trituradora de botellas PET y máquina de reciclaje de plástico. [Consulta 29 de junio 2024]
<https://www.alibaba.com/product-detail/China-Plastic-Shredder-pet-Bottle-Shredder-Machine-plastic-Crushing-Machine-Recycled-Plastic-Machine-Lvdao-Machine_1600131918560.html>
22. Alibaba. Cinta transportadora personalizada de 600 mm de ancho y 10 m de largo con motor reductor, utilizada en minería. Consulta 29 de junio 2024]
<https://www.alibaba.com/product-detail/Customized-600mm-Width-10m-Long-Fixed-Belt-Conveyor-With-Gear-Motor-Used-In-Mining_1600131918560.html>
23. Terrenos parque industrial La Plata. [Consulta 29 de junio 2024]. <
<https://fredriksbienesraices.com.ar/propiedad/venta-lotes-parque-industrial-520-abasto-la-plata--220665>>
24. Sistema de tratamiento aguas residuales [Consulta 14 de julio 2024]. <
<https://es.retechmachine.com/product/sewage-treatment-system-for-plastic-recycling-washing-plant.html>>
25. Sistema Suez [Consulta 14 de Septiembre 2024]. <
<https://www.idealist.org/es/empresa/a1f0abbfed4f4e70ba3964a3469725df-suez-water-technologies-solutions-comuna-1>>
26. Sistema Suez Water Handbook [Consulta 14 de Septiembre 2024] <
<https://www.suezwaterhandbook.com/processes-and-technologies>>
27. Sistema biofiltros.[Consulta 14 de Septiembre 2024]
<<https://condorchem.com/es/biofiltros/>>
28. Ibircom.[Consulta 8 de Mayo 2024]
<<https://www.linkedin.com/company/ibircom/about/>>
29. Ley 25916-98327. [Consulta 8 de Mayo 2024].<<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25916-98327>>.

30. Regularización barrios cerrados. [Consulta 8 de Mayo 2024]. <
<https://www.iprofesional.com/impuestos/326824-impulsan-regularizacion-fiscal-de-desarrolladores-de-countries>>
31. Cae economía argentina. [Consulta 8 de Mayo 2024]<<https://elpais.com/argentina/2024-07-16/el-fmi-advierte-de-que-la-economia-argentina-caera-este-ano-mas-de-lo-previsto.html>>
32. Proceso residuos. [consulta el 6 de Mayo 2024]< <https://fundacioncarlosslim.org/>>
33. Estado barrios cerrados en región metropolitana. [consulta el 10 de Mayo 2024] <
<https://www.perfil.com/noticias/opinion/region-metropolitana-de-buenos-aires-ya-tiene-351-barrios-cerrados-para-50000-personas.phtml>>
34. Carranza, O., & Sabrià, F. (2004). Logística mejores prácticas en Latinoamérica. Thomson
35. Informe EPA (Agencia protección ambiental Estados Unidos) octubre del 2020 [Consulta 6 de Mayo 2024]. < https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-02/documents/swm_guide-spanish-reducedfilesize_pubnumber_october.pdf>
36. Aumento generación RSU [Consulta 6 de Mayo 2024]. <
https://www.clarin.com/ciudades/alarma-basura-rellenan-ultimo-lote-ceamse-anos-lugar_0_SkyWLwvrM.html>
37. Precios parque industrial La Plata. [Consulta 14 de Septiembre 2024]. <
<https://fredriksbienesraices.com.ar/propiedad/venta-lotes-parque-industrial-520-abasto-la-plata--220665>>
38. Terrenos parque industrial Berazategui. [Consulta 14 de Septiembre 2024].<https://terreno.mercadolibre.com.ar/MLA-1439863569-parque-tecnologico-e-industrial-berazategui-intepark-zona-sur-_JM#polycard_client=search-nordic&position=3&search_layout=grid&type=item&tracking_id=4c86a8e6-d4d7-465d-91e5-c3bd10ad0c32>
39. Kanawaty, G. (Ed.). (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (4.^a ed. revisada). Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo. [Consulta 14 de Septiembre 2024]
40. Terrenos Parque industrial Ensenada. [Consulta 14 de Septiembre 2024]
<<https://www.remax.com.ar/listings/lote-en-venta-en-ensenada-zona-industrial>>

41. UNE standards. UNE EN 388:2016+A1:2018 Protective gloves against mechanical risks (Endorsed by Asociación Española de Normalización in April of 2019.) [Consulta 24 de Septiembre 2024] < https://www.en-standard.eu/une-en-388-2016-a1-2018-protective-gloves-against-mechanical-risks-endorsed-by-asociacion-espa-ola-de-normalizacion-in-april-of-2019/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw4Oe4BhCcARIsADQ0csn9zf7bdfBiNmnAMPrCNF_AoP0c5Z7KxmSj5NOcCva6Ca8n-GtsZX4aApJwEALw_wcB>
42. Gaither, N., & Frazier, G. (2000). Administración de producción y operaciones. Thomson.
43. Objetivos de desarrollo sustentable [Consulta 24 de septiembre 2024] <https://gtagenda2030.org.br/ods/>
44. Giménez, C. M. (Ed.). (2001). Gestión y costos: beneficio creciente y mejora continua. Macchi
45. Brealey, R. A., Myers, S. C., & Franklin, A. (2020). Principios de finanzas corporativas. McGraw-Hill.
46. Ross, S. A. (2022). Finanzas corporativas. McGraw-Hill.
47. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. [Consulta 5 de Febrero de 2026]. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
48. World Bank. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. [Consulta 5 de Febrero de 2026]. <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>>
49. Tchobanoglous, G., Theisen, H., y Vigil, S. *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill, 1993. [Consulta 5 de Febrero de 2026].
50. Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. [Consulta 5 de Febrero de 2026]. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-19587-633>
51. Decreto 351/79. Reglamentación de la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. [Consulta 5 de Febrero de 2026]. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-351-1979-1779>

52. Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). Norma IRAM 3517: Extintores portátiles. [Consulta 5 de Febrero de 2026].
<https://www.iram.org.ar/>
53. Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). Norma IRAM 3546: Colores y señales de seguridad. [Consulta 5 de Febrero de 2026].
<https://www.iram.org.ar/>
54. Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires. Resumen Ejecutivo ECRSU Invierno. [Consulta 5 de febrero 2026]
https://cms.fi.uba.ar/uploads/resumen_ejecutivo_ECRSU_invierno_VF_3_ddcb455ba_d.pdf
55. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Plásticos. [Consulta 5 de febrero 2026]
<https://www.argentina.gob.ar/servicios-inti/plasticos>
56. Ministerio del Interior Argentina. Residuos Sólidos Urbanos. [Consulta 5 de febrero 2026] <https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/control/rsu>
57. República Argentina. Resolución 1639 2007. [Consulta 5 de febrero 2026]
<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-1639-2007-134704/texto>
58. Tecnologías de tratamiento de residuos sólidos. Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI. 2017. [Consulta 5 de febrero 2026]
<https://www.argentina.gob.ar/inti/tecnologias-de-tratamiento-de-residuos>
59. Tratamientos biológicos y mecánicos de residuos sólidos. Revista Ingeniería y Competitividad. 2018. [Consulta 5 de febrero 2026]
<https://revistas.uta.edu.ec/index.php/ingenic/article/view/1015>
60. Biodrying como alternativa técnica de valorización de residuos sólidos. Revista Ingeniería Ambiental. 2020. [Consulta 5 de febrero 2026]
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982020000200205
61. Pirolisis y gasificación de residuos sólidos urbanos. Revista Iberoamericana de Ingeniería. 2019. [Consulta 5 de febrero 2026]
<https://revistas.unam.mx/index.php/iberoamericana/article/view/78934>

62. Valorización energética de residuos sólidos urbanos. Revista Tecnología y Ciencias del Agua. 2021. [Consulta 5 de febrero 2026]
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44913937009>
63. Evaluación de impacto ambiental Procedimientos y técnicas. Editorial Académica Española. 2018. [Consulta 5 de febrero 2026] <https://www.eae-publishing.com/catalog/details/store/es/book/9786200591239/evaluacion-de-impacto-ambiental>
64. Normas y regulaciones ambientales para la gestión de residuos sólidos urbanos en Argentina. Editorial Jurídica Argentina. 2021. [Consulta 5 de febrero 2026]
<https://www.editorialjuridicaargentina.com.ar/producto/normas-y-regulaciones-ambientales-para-la-gestion-de-residuos-s%C3%B3lidos-urbanos>
65. Evaluación de impacto ambiental en proyectos de ingeniería. Publicación de la Universidad Tecnológica Nacional. 2017. [Consulta 5 de febrero 2026]
<https://repositorio.utn.edu.ar/bitstream/handle/123456789/18987/Evaluaci%C3%B3n%20de%20Impacto%20Ambiental.pdf>
66. Gestión de residuos sólidos urbanos en Argentina Diagnóstico y perspectivas. Revista Ambiente y Desarrollo. 2019. [Consulta 5 de febrero 2026] <https://www.ambiente-desarrollo.com.ar/index.php/ayd/article/view/258>
67. Planes de gestión integral de RSU en municipios argentinos. Asociación Civil Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático. 2020. [Consulta 5 de febrero 2026] <https://ramcc.net/recursos/plan-gesti%C3%B3n-rsu/>
68. Criterios para el manejo de residuos sólidos urbanos y su trazabilidad. Boletín Técnico Ministerio de Ambiente Argentina. 2021. [Consulta 5 de febrero 2026]
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/marco_trazabilidad_rsu.pdf
69. IPCC. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006. [Consulta 5 de febrero 2026]
<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
70. IPCC. *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019. [Consulta 5 de

febrero 2026] <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>

71. World Bank. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, DC: World Bank, 2018.
72. Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill, New York, 1993.
73. United States Environmental Protection Agency (EPA). *Solid Waste Management Guide*. October 2020. [Consulta 5 de febrero 2026]
<https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-11/swm-guide-flyer-general-2020-08-07.pdf>
74. United States Environmental Protection Agency (EPA). *Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) User's Guide*. U.S. EPA, Washington DC. [Consulta 6 de febrero 2026] <https://www.epa.gov/land-research/landfill-gas-emissions-model-landgem>
75. Ley N.º 19.587 LEY DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO [Consulta 5 de febrero 2026] <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/15000-19999/17612/norma.htm>

ⁱ <https://www.linkedin.com/company/ibircom/about/>