



**ESCUELA
DE NEGOCIOS**
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SALTA



UCASAL
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SALTA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SALTA
FACULTAD ESCUELA DE NEGOCIOS**

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL (MGA)

**“Estudio de generación de residuos en una fábrica de termotanques solares y de
ensamblado de colectores de piscina de la provincia de Salta, año 2024”.**

Alumna: Ing. Florencia Agustina Rosas

Director: Mgt. Ariel Aguilar

Ciudad de Salta, 2025

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar la calidad y cantidad de residuos generados en una fábrica de termotanques solares y de ensamblado de colectores de piscina de la provincia de Salta, durante el año 2024. Para ello, se describió el proceso productivo de la fábrica y se relevó la productividad. Se diagnosticó el manejo y la gestión actual de los residuos dentro de la fábrica. Para la cuantificación y clasificación de residuos, se implementó un muestreo que permitió la recolección de datos por un período de tres meses.

Se utilizó el método de la Evaluación Multicriterio para analizar diferentes alternativas de valorización consideradas a fin de determinar las más recomendables y viables, considerando la disponibilidad de recursos por parte de la empresa, para lo cual se definió una serie de criterios propuestos para su ponderación. Se analizaron los beneficios esperados desde el punto de vista ambiental, económico y social.

Como conclusión, se obtuvo que la empresa es generadora de residuos comunes en su gran mayoría (80 %) y también, de residuos peligrosos (20 %). Por otro lado, se determinó que existe un gran potencial de valorización de las diferentes corrientes de residuos que se generan, y que el foco no está en qué es lo que se puede hacer con los residuos, sino en fomentar que los mismos se separen y se encuentren en condiciones para ser destinados a su aprovechamiento, ya que alternativas de valorización existen y resultan factibles para la empresa. De acuerdo al análisis efectuado, se obtuvo que, al comercializar las fracciones aprovechables, la empresa podría obtener una importante ganancia económica, sin embargo, se debe poner énfasis en localizar los posibles compradores de estos productos que los requieran como materia prima para sus procesos.

PÁGINA DE APROBACIÓN

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1. Descripción del problema	9
1.2. Formulación del problema	9
2. OBJETIVOS.....	10
2.1. Objetivo General.....	10
2.2. Objetivos Específicos.....	10
3. MARCO TEÓRICO	11
3.1. Antecedentes del tema	11
3.2. Definiciones y bases teóricas	12
3.2.1. Definición de residuo	12
3.2.2. Clasificación de residuos.....	13
3.2.3. Residuos sólidos urbanos	14
3.2.3.1. Propiedades físicas de los RSU	15
3.2.3.2. Propiedades químicas de los RSU	16
3.2.3.3. Propiedades biológicas de los RSU	17
3.2.3.4. Composición de los RSU.....	18
3.2.4. Residuos peligrosos.....	19
3.2.4.1. Características de peligrosidad	19
3.2.4.2. Sistemas de identificación de sustancias peligrosas	22
3.2.5. Gestión integral de residuos industriales.....	25
4. MARCO LEGAL	29
5. MARCO METODOLÓGICO	32
5.1. Tipo y diseño de investigación.....	32
5.2. Técnicas e instrumentos de investigación	32
5.3. Unidad de estudio	34
5.3.1. Descripción de la empresa. Ubicación y aspectos generales	34
5.3.2. Productos que fabrica	36
6. RESULTADOS.....	39
6.1. Producción de Termotanques Solares	39
6.1.1. Materia prima e insumos	39
6.1.2. Máquinas para la producción	40
6.1.3. Proceso productivo.....	40
6.2. Producción de climatizadores solares	44
6.2.1. Materia prima e insumos	44
6.2.2. Máquinas para la producción	45
6.2.3. Proceso de ensamblado	45
6.3. Diagrama de flujo de los procesos y residuos generados	47
6.4. Áreas de generación de residuos sólidos.....	49

6.5.	Inventario de residuos	49
6.6.	Manejo y gestión actual de los residuos.....	51
6.7.	Composición y volumen promedio de residuos sólidos generados	56
6.8.	Destino actual de los residuos	61
6.9.	Alternativas de valorización existentes	63
7.	PROPUESTAS DE MINIMIZACIÓN Y VALORIZACIÓN	69
7.1.	Minimización	69
7.2.	Fracciones a valorizar	70
7.3.	Análisis comparativo de las alternativas de valorización.....	71
7.3.1.	Descripción de las alternativas	71
7.3.2.	Definición de los criterios de evaluación	72
7.3.3.	Evaluación Multicriterio	72
7.4.	Beneficios esperados.....	76
7.4.1.	Beneficios ambientales.....	76
7.4.2.	Beneficios económicos.....	77
7.4.3.	Beneficios sociales	77
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	81
10.	ANEXOS	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1:	Pesos específicos y humedad de residuos sólidos domésticos. Fuente: Bergese, 2023.	16
Tabla N° 2:	Composición de residuos municipales en función del nivel de desarrollo (%). Fuente: Steve García, 2019.	18
Tabla N° 3:	Sistemas de identificación de sustancias. Fuente: adaptado de Tapia, 2012.	23
Tabla N° 4:	Marco legal aplicable.	29
Tabla N° 5:	Detalle de materia prima e insumos para la fabricación de termotanques. Fuente: Sungreen.	39
Tabla N° 6:	Detalle de maquinarias utilizadas en la fabricación de termotanques. Fuente: Sungreen.	40
Tabla N° 7:	Etapas de la fabricación de termotanques. Fuente: Sungreen.	40
Tabla N° 8:	Detalle de materia prima e insumos para el ensamblado de colectores. Fuente: Sungreen.	44
Tabla N° 9:	Detalle de máquinas y herramientas para el ensamblado de colectores. Fuente: Sungreen.	45
Tabla N° 10:	Etapas del ensamblado de climatizadores solares. Fuente: Sungreen.	45
Tabla N° 11:	Inventario de residuos sólidos. Fuente: Sungreen.	50
Tabla N° 12:	Generación de residuos en producción de termotanques solares.	57
Tabla N° 13:	Generación de residuos en producción de climatizadores solares.	58
Tabla N° 14:	Generación de residuos en administración.	58
Tabla N° 15:	Generación mensual por área de procedencia.....	58
Tabla N° 16:	Generación total mensual y anual por fracción.	58
Tabla N° 17:	Índice de generación de residuos.....	60
Tabla N° 18:	Entrega y venta de residuos durante el año 2024.....	62

Tabla N° 19: Incidencia de cada fracción en la composición de los residuos, de mayor a menor.	70
Tabla N° 20: Criterios de evaluación.	72
Tabla N° 21: Evaluación Multicriterio.	72
Tabla N° 22: Análisis económico de la inversión en una nueva trituradora.	74
Tabla N° 23: Aplicaciones de los productos resultantes del reciclado mecánico.	74
Tabla N° 24: Aplicaciones de los productos resultantes del reciclado químico.	75
Tabla N° 25: Modelo de entrevista a Gerencia.	83
Tabla N° 26: Resultados de la generación de residuos durante el período de muestreo en la producción de termotanques solares.	85
Tabla N° 27: Resultados de la generación de residuos durante el período de muestreo en el ensamblado de climatizadores solares.	85
Tabla N° 28: Resultados de la generación de residuos durante el período de muestreo en Administración.	86
Tabla N° 29: Registro de entrega de residuos durante el año 2024.	86

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1: Etapas del manejo de residuos industriales.	26
Imagen N° 2: Ubicación geográfica y vista general del establecimiento. Fuente: elaboración propia.	35
Imagen N° 3: Modelos de termotanques solares fabricados. Fuente: Sungreen.	37
Imagen N° 4: A la izquierda, modelos de colectores fabricados con su superficie neta de absorción. A la derecha, sistema instalado. Fuente: Sungreen.	38
Imagen N° 5: Diagrama de flujo del proceso de fabricación de tanque interno y residuos generados. Fuente: Sungreen.	47
Imagen N° 6: Diagrama de flujo del proceso de fabricación de tanque externo y residuos generados. Fuente: Sungreen.	48
Imagen N° 7: Diagrama de flujo del proceso de ensamblado de climatizadores y residuos generados. Fuente: Sungreen.	49
Imagen N° 8: Puntos de generación de residuos en la empresa. Fuente: Sungreen.	49
Imagen N° 9: Disposición inicial de residuos. Fuente: Sungreen.	52
Imagen N° 10: Depósito transitorio de residuos con su croquis correspondiente. Fuente: Sungreen.	52
Imagen N° 11: Trituradora. Fuente: Sungreen.	52
Imagen N° 12: Resultados de la trituración. Fuente: Sungreen.	53
Imagen N° 13: Gestión de residuos en la empresa. Fuente: Sungreen.	54
Imagen N° 14: Acopio de residuos de poliuretano expandido. Fuente: Sungreen.	55
Imagen N° 15: Acopio de residuos de telgopor. Fuente: Sungreen.	55
Imagen N° 16: Bolsas con PU y telgopor triturados sin destino. Fuente: Sungreen.	55
Imagen N° 17: Caja de madera, chatarra y vidrio roto. Fuente: Sungreen.	55
Imagen N° 18: Bolsas con EPDM y acopio en pallets en el depósito de residuos transitorio. Fuente: Sungreen.	56
Imagen N° 19: Acopio de tambores metálicos. Fuente: Sungreen.	56
Imagen N° 20: Balanza digital utilizada para el pesaje.	57

Imagen N° 21: Composición de los residuos generados en la empresa por mes.....	59
Imagen N° 22: Kilogramos de residuos generados durante el 2024 por fracción identificada.....	60
Imagen N° 23: Clasificación de residuos según su peligrosidad (anual).	60
Imagen N° 24: Índice de generación de residuos.	61
Imagen N° 25: Alternativas de valorización según fracciones.	71
Imagen N° 26: Modelo de formulario como instrumento de recolección de datos.	84

INTRODUCCIÓN

El inminente crecimiento poblacional con el consecuente desarrollo industrial ha derivado en el consumo de los recursos naturales sin criterios de sostenibilidad, lo cual llevó al agotamiento de los mismos y a una creciente degradación ambiental a lo largo de los años.

Gran parte de esa población mundial consume enormes cantidades de productos que en vez de ser agotados de manera directa y natural cuentan con un sinnúmero de paquetes, empaques y sistemas de protección que hacen que se gasten más recursos naturales y que, al mismo tiempo, sea mucho más lo descartado.

La problemática de los residuos es inminente. La cantidad de residuos que genera hoy el ser humano limita las posibilidades de recuperación, ya que nunca se puede recuperar o reciclar todo, y los espacios designados para guardar o sepultar tales residuos son cada vez más escasos.

El gran crecimiento demográfico y la deficiente planificación urbana de las ciudades, llevó a un punto en el que se volvió inviable continuar enterrando los residuos como solución a su generación, lo cual permitía en cierto modo “esconder” el problema, incluso no existir. Sin embargo, debido a la constante y creciente generación, a la mala o nula gestión, y a la falta de espacio destinado a tal fin, la problemática se volvió incontrolable e imposible de ignorar por los diversos impactos ambientales negativos que conlleva, la modificación del paisaje, la desvalorización de la tierra y la propiedad, y los graves problemas de salubridad.

En la actualidad, las empresas están tomando conciencia de las consecuencias de la contaminación ambiental, ya que ésta se genera en los procesos productivos o de servicios, los cuales emplean actividades e insumos contaminantes. Por ello, es cada vez mayor el interés de las organizaciones en alcanzar y demostrar un sólido desempeño ambiental mediante el control de los impactos de sus acciones.

Actualmente, es cada vez mayor la necesidad de implementar soluciones tecnológicas que usen como fuente de energía, fuentes renovables para diversos requerimientos. Unas de esas soluciones de gran importancia en la transición energética y que están relacionadas directamente al calentamiento del agua son los termotanques solares y climatizadores de piscina.

Adicionalmente, y en base a las circunstancias actuales globales ya mencionadas, la importancia de conocer el impacto ambiental que genera la producción de estas tecnologías es un dato importante para la gestión ambiental o para mejorar los procesos productivos. En este sentido, es necesario generar información para implementar planes de gestión ambiental orientados a la minimización de residuos.

La presente tesis se centra en un aporte sobre el estudio de la generación de residuos del proceso productivo de una fábrica de termotanques solares y colectores de piscina de la provincia de Salta. En dichos procesos se generan residuos sólidos comunes y residuos peligrosos. A su vez, la actividad

administrativa también contribuye a la generación de residuos. El principal problema de la industria radica en que, si bien cuenta con un plan de gestión de residuos sólidos para sus actividades, algunos de ellos no tienen una disposición final concreta hasta el momento, o bien, no posee del todo definidas las alternativas de valorización para esos residuos. Por lo tanto, establecer en qué cantidad y calidad se generan los residuos en los procesos productivos de la empresa, es indispensable para la correcta definición de dichas alternativas de valorización y disposición.

Se presentan los procesos productivos que se desarrollan en la instalación, con sus respectivas entradas y salidas, la identificación y cuantificación de los residuos que se generan, además de un diagnóstico de su gestión actual en la fábrica. Se muestran alternativas de aprovechamiento para las corrientes identificadas que posibilite beneficios económicos, sociales y ambientales, tanto para la empresa como para la sociedad.

Se destaca la necesidad y obligación como sociedad, de comenzar a pensar en alternativas para la reutilización de los residuos que se producen, además de hacer hincapié en la prevención y minimización de los mismos. Si existe la posibilidad de generar subproductos a partir de residuos, es un deber hacerlo, y con más razón, si los mismos generan un impacto positivo en el ambiente y en la sociedad.

Poder transformar el residuo en un recurso es algo muy positivo que no se debe desaprovechar. Al generar un nuevo producto, el cual se puede destinar a la venta, se generan nuevos ingresos que solventan el proceso o se destinan a otros fines dentro de la empresa.

De esta forma, todo el proceso productivo resulta beneficiario, además de los empresarios, los productores del recurso y la sociedad consumista del mismo, ya que resuelven una problemática ambiental adquiriendo un subproducto de valor que puede emplearse incluso como materia prima de otros procesos con un modelo de producción de economía circular.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La generación de residuos forma parte de las actividades diarias que realizan las empresas, en especial aquellas dedicadas a la producción. Sin embargo, actualmente algunas organizaciones e industrias no cuentan con un manejo de residuos sólidos, y en ocasiones, esto les genera problemas legales, ambientales y de salud.

Las organizaciones son cada vez más conscientes de la necesidad de un comportamiento responsable en la ejecución de sus actividades. En este punto, la gestión ambiental se torna un elemento empresarial muy novedoso y de alto valor agregado, adquiriendo gran relevancia principalmente para las industrias, considerando los innumerables beneficios que les proporciona en el desarrollo de sus procesos productivos.

La empresa objeto de estudio pertenece al rubro solar y se dedica principalmente a la fabricación de termotanques solares y al ensamblado de colectores de piscina, operando su fábrica en el Parque Industrial de la ciudad de Salta. Son cada vez más las personas que optan por el uso de soluciones tecnológicas que emplean como fuente de energía, fuentes renovables. Soluciones claves como éstas en la transición energética, son los termotanques solares y climatizadores de piscina. Sin embargo, la transformación de los sistemas energéticos actuales, basados en fuentes no renovables al uso de energías limpias, genera cierto impacto ambiental como cualquier sistema de producción, por lo que resulta necesario generar información para implementar planes de gestión ambiental orientados a la minimización de residuos.

Si bien la fábrica en cuestión cuenta con un plan de gestión de residuos sólidos para sus actividades, algunos de ellos no tienen una disposición final concreta hasta el momento, o bien, no posee del todo definidas las alternativas de valorización para esos residuos. Por lo tanto, establecer en qué cantidad y calidad se generan los residuos en los procesos productivos, es indispensable para la correcta definición de dichas alternativas de valorización y disposición.

1.2. Formulación del problema

Con este planteamiento, es importante establecer algunos interrogantes que permitan reflexionar sobre la gestión de residuos en la fábrica, a saber:

¿Cómo es la producción de residuos en una fábrica de termotanques solares y colectores de piscina en la Provincia de Salta, durante el año 2024?; ¿Cómo es la gestión actual de los residuos sólidos en la fábrica?; ¿Cuál es la composición y en qué volúmenes se generan los residuos?; ¿Cuál es el destino de estas fracciones actualmente?; ¿Cuáles son las alternativas de valorización y/o aprovechamiento de estas fracciones?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Estudiar la calidad y cantidad de residuos generados en una fábrica de termotanques solares y de ensamblado de colectores de piscina de la provincia de Salta, año 2024.

2.2. Objetivos Específicos

- Describir el proceso productivo de la fábrica y relevar la productividad.
- Diagnosticar el manejo y la gestión actual de los residuos dentro de la fábrica.
- Ajustar el diseño de muestreo para establecer la cantidad y calidad de residuos producidos.
- Implementar el muestreo de residuos, la segregación en corrientes y el pesaje.
- Analizar estadísticamente los datos de generación de residuos.
- Identificar alternativas de valorización y/o aprovechamiento para las corrientes de residuos en planta.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes del tema

Merino (2006), en su investigación basada en un Plan de Manejo de residuos sólidos en cinco empresas del Parque Industrial Ambato en Ecuador, señala que el notable desarrollo económico e industrial durante los últimos años ha aumentado considerablemente la generación de residuos industriales, afectando no sólo al ambiente, sino también la calidad de vida de la población. En el desarrollo de su estudio, elaboró un Plan de Manejo para cada empresa con el fin de valorizar a los residuos y convertirlos en subproductos, ya sean estos peligrosos o no peligrosos. Finalmente, elaboró un estudio económico, en el que realizó la cuantificación de los residuos generados y el valor que tiene cada uno de ellos, determinando el beneficio económico que adquirirían las empresas al comercializarlos.

Castillo (2015), desarrolla un Plan de Manejo para los residuos sólidos de la fábrica de contrachapados CODESA en Ecuador, con el fin de contribuir con la mejora de la gestión de los mismos, como parte de la responsabilidad social empresarial, la cual comprende la adopción de estrategias, medidas de prevención, mitigación y aquellas que aseguren un adecuado manejo, incluyendo minimización, separación en la fuente, almacenamiento, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final. Para ello, analiza la gestión actual de residuos sólidos para conocer la caracterización de los mismos e identificar las áreas generadoras. Realiza un diagnóstico sobre todos los aspectos que abarca el manejo actual de residuos sólidos en cada área, desde su almacenamiento inicial, recolección, manipulación, transporte, disposición final y/o eliminación.

Aramberri (2017), en su trabajo titulado “Análisis ambiental de los residuos de las industrias jugueras. El caso del alto Valle de Rio Negro y Neuquén”, intenta establecer el grado de concientización ambiental y percepción sobre el impacto ambiental de estos residuos, como así también, la importancia de transformarlos en recursos ambientales y agrícolas, para uso de la sociedad, demostrando los beneficios que los mismos aportan. Por último, plantea diferentes soluciones analizadas desde la sustentabilidad económica, ambiental y social.

Bergese (2023), establece propuestas de valorización de las diferentes fracciones de los residuos sólidos urbanos gestionados en el Centro Ambiental Jujuy (CAJ), para lo cual determina las diferentes fracciones que componen el flujo de residuos que ingresan en el CAJ, el cálculo de los volúmenes de cada una de ellas durante un año, y la formulación de propuestas de valorización de las mismas, con el correspondiente análisis desde los puntos de vista ambiental, económico y social. Debido a la gran cantidad de residuos que ingresan en el CAJ por día, para la determinación de las diferentes fracciones que componen el flujo de residuos que ingresan al mismo, Bergese realiza un muestreo seleccionando las cinco jurisdicciones o unidades operativas que más residuos generan.

3.2. Definiciones y bases teóricas

Durante la década de los años sesenta creció la preocupación por la contaminación ambiental causada por el progresivo desarrollo económico. Más se vio durante la década de los setenta en los países industrializados, cuando empezaron a notarse las consecuencias que traía aparejadas la lluvia ácida, el gradual uso de pesticidas y la generación de residuos y efluentes industriales, que motivó el desarrollo de una serie de hitos que instalaron visiones y prioridades: la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano llevada a cabo en Estocolmo en el año 1972; la incorporación del concepto de desarrollo sustentable a partir del Informe Brundtland, titulado “Nuestro Futuro Común” (Naciones Unidas, 1987); el Informe “Nuestra Propia Agenda” de la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe del año 1989; y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, de Río de Janeiro en el año 1992.

Es así que la temática ambiental empieza a formar parte de las agendas de estado, incorporándose la visión de gestión ambiental a través de la creación de políticas e instituciones vinculadas al ambiente.

En Argentina y en muchos países del mundo, los procesos industriales generan cientos de toneladas de residuos de distinta naturaleza sólida, pastosa, líquida o gaseosa, muchos de ellos con características peligrosas, los cuales presentan riesgos potenciales a la salud humana y al ambiente. La cantidad y calidad de los residuos depende del tipo de industria, su capacidad de fabricación, de producción, del proceso empleado y de las materias primas utilizadas.

3.2.1. Definición de residuo

Los residuos pueden entenderse como aquellos materiales provenientes de las actividades humanas que dejaron de ser útiles para la persona que los genera, pero que pueden tener valor o ser utilizados por otra, ya sea directamente o bien luego del proceso de reciclaje. Una porción de estos residuos puede no ser susceptible a ser reciclada y no tener valor para alguien más, denominándose comúnmente basura (Bergese, 2023).

En el caso de los residuos sólidos urbanos, se aplican términos más específicos a los residuos de alimentos putrescibles (biodegradables), llamados basura, y a los residuos no putrescibles, los cuales se designan simplemente como desechos. Los desechos incluyen diversos materiales, que pueden ser combustibles (papel, plástico, etc.) o no combustibles (vidrio, metal, mampostería, etc.). Existen residuos, en ocasiones llamados especiales, como los restos de las construcciones, restos de poda y la basura callejera, los automóviles abandonados y también los aparatos viejos, que se recolectan a intervalos esporádicos en diferentes lugares.

Desde el punto de vista legislativo, se trata intrínsecamente de un término subjetivo, que depende del punto de vista de los actores involucrados (esencialmente generador y fiscalizador).

3.2.2. Clasificación de residuos

Existen diversas posibilidades de clasificación de residuos. Dicha clasificación va a depender de la intención de agruparlos con alguna característica propia que estos posean y que sea de alguna utilidad para quien realice la clasificación.

Las clasificaciones más comunes se basan en su estado de agregación, origen, o bien por el tipo de manejo (Vesco, 2006).

Clasificación por estado: un residuo es definido por su estado según el estado físico en que se encuentre. Existen tres tipos de residuos desde este punto de vista: sólidos, líquidos (efluentes) y gaseosos (emisiones). Es importante notar que el alcance real de esta clasificación puede fijarse en términos descriptivos o, cómo es realizado en la práctica según la forma de manejo asociado. Por ejemplo, un tambor con aceite usado y que es considerado residuo, es un líquido, pero su manejo va a ser como un sólido, siendo que es transportado en camiones y no por un sistema de conducción hidráulica.

Clasificación por origen: se puede definir el residuo por la actividad que lo origine, esencialmente es una clasificación sectorial. Los tipos de residuos más importantes son:

- Residuos municipales: la generación de residuos municipales varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población.
- Residuos industriales: la cantidad de residuos que genera una industria es función de la tecnología del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados y los envases y embalajes del proceso.
- Residuos mineros: los residuos mineros incluyen los materiales que son removidos para ganar acceso a los minerales y todos los residuos provenientes de los procesos mineros (diques de colas, escombreras, etc.).
- Residuos hospitalarios: la composición de estos residuos varía desde el residuo tipo residencial y comercial, a residuos de tipo médico conteniendo sustancias peligrosas.

Clasificación por tipo de manejo: se puede clasificar un residuo por presentar alguna característica asociada al manejo que debe de recibir. Desde este punto de vista, se pueden definir dos grandes grupos: residuos peligrosos y residuos no peligrosos, diferenciándose en aquellos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y que pueden causar muerte,

enfermedad, o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.

Clasificación binaria: una de las clasificaciones más sencillas y ampliamente utilizada es la clasificación binaria del tipo “Orgánicos e Inorgánicos”, o bien “Reciclables y No Reciclables”. Estas permiten una segregación en origen rápida y fácil de aplicar, por lo que es ampliamente utilizada en sistemas de gestión de residuos.

Los residuos reciclables son aquellos que, mediante cierto proceso, pueden ser reutilizados como materia prima o como fuente de energía. Los no reciclables indefectiblemente deben ser tratados o dispuestos en sitios aptos para ellos.

Los residuos inorgánicos tardan mucho tiempo en degradarse ya que no “se reintegran” en la naturaleza como ocurre con la gran mayoría de los residuos orgánicos. Algunos pueden hacerlo, pero tras el paso de los años y con la liberación de sustancias contaminantes nocivas para la salud y para el medioambiente. Por eso, muchos residuos inorgánicos están catalogados como residuos no biodegradables. En todo caso, es importante recalcar que la gran mayoría de los residuos inorgánicos son reciclables y pueden volver a utilizarse en la cadena de producción y consumo.

Los residuos orgánicos son aquellos derivados de compuestos biológicos, como restos de alimentos, residuos de poda, etc., que son considerados biodegradables. Estos compuestos en su mayoría son compostables, por lo que pueden ser reciclados o reutilizados mediante este proceso, para generar abono orgánico.

3.2.3. Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos (RSU) son considerados, dentro de una gran variedad de materiales sólidos y algunos líquidos, los que se tiran o rechazan por estar gastados, ser inútiles, sin valor, o estar en exceso. Estos pueden ser domésticos, industriales, agrícolas, comerciales, urbanos, incluyendo todos los residuos generados de viviendas residenciales, establecimientos comerciales, instalaciones institucionales, actividades de construcción y demolición, servicios municipales, etc. (Sánchez Olguín, 2007).

En general, se denominan residuos sólidos urbanos a todos los residuos generados en el ámbito de una ciudad, o bien de origen doméstico, aunque estos sean generados en espacios rurales. Muchos residuos generados en otros ámbitos también pueden asociarse a ellos, ya que se pueden considerar como asimilables a urbanos, cuando comparten características y composiciones. Son los residuos más comunes y los de generación masiva, ya que todos los habitantes del planeta los generan.

Este tipo de residuos se caracteriza por no poseer un grado de peligrosidad mayor, ya que los componentes que los constituyen son de uso diario y cotidiano, consistiendo en gran medida en restos

de alimentos o productos para la preparación de estos alimentos, embalajes, envoltorios, papeles, cartones, etc., así como una pequeña fracción de residuos con cierta peligrosidad, pero que cuando son generados en una instancia doméstica no se consideran como tal. Tal es el caso de tarros de pintura vacíos o con restos, luminarias de vapor de mercurio o de sodio, aceites minerales o filtros de aceite, pilas y baterías, incluso materiales patogénicos, como restos de algodón con sangre, etc.

Un método de ingeniería para la eliminación de residuos sólidos en la tierra son los vertederos controlados o rellenos sanitarios, de una forma tal que se protege la salud pública y el medio ambiente. El residuo se esparce en capas finas, compactándolo al volumen práctico más pequeño, y tapándolo con tierra y otro material apto, al final de cada día laboral. Éstos, en calidad pueden ir desde vertederos a cielo abierto totalmente sin control hasta rellenos sanitarios con procedimientos de selección y recuperación de materiales útiles de residuos sólidos para su reciclaje, o bien la obtención de energía mediante la conversión de residuos sólidos en calor producido en la incineración o procesos biológicos anaeróbicos de los mismos (Sánchez Olguín, 2007).

3.2.3.1. Propiedades físicas de los RSU

Dentro de las propiedades físicas de los residuos sólidos urbanos, se destacan las siguientes: humedad, peso específico y granulometría.

Es necesario conocer las principales propiedades de los residuos para prever y organizar los sistemas de recolección y tratamientos finales de recuperación o eliminación, y para decidir sistemas de segregación en el caso de que los residuos generen riesgos para el medio ambiente.

Peso específico: se define como el peso por unidad de volumen y se expresa en (kg/m³). Este peso específico hace referencia a residuos sueltos o compactados, es por ello que un valor medio de referencia de RSU dentro de un camión compactador sería 300 kg/m³ y cuando se dispone en vertedero, el rango de valor estaría entre 400 a 600 kg/m³. Con estas condiciones, la humedad sería de 15-40 %, pero todo dependerá de las características de los residuos y la compactación del camión (Tapia Acosta, 2020).

Contenido de humedad: se expresa como un porcentaje del peso del material húmedo. También puede expresarse como un porcentaje del peso seco del material. La humedad está definida como:

$$W = [P(\text{húmedo}) - P(\text{seco})] \times 100 / P(\text{húmedo})$$

En la Tabla N° 1 se presentan diferentes tipos de residuos domésticos, el peso específico y su contenido de humedad.

Tabla N° 1: Pesos específicos y humedad de residuos sólidos domésticos. Fuente: Bergese, 2023.

Tipos de residuos	Peso específico [kg/m ³]	Contenido de humedad [%]
Restos de comida	131-481	50-80
Papel	42-131	4-10
Cartón	42-80	4
Vidrio	160-481	1-4
Plástico	42-131	1-4
Textiles	42-101	6-15
Latas	50-160	2-4
Aluminio	65-240	2-4
Otros metales	131-1151	2-4
Goma	101-202	1-4
Cuero	101-261	8-12
Restos de poda	59-225	30-80
Madera	131-320	15-40
Ceniza	650-831	6-12

Capacidad de campo: se define como la proporción de humedad que pueden retener los residuos por acción de la gravedad. Varía con la presión y la descomposición de los desechos sólidos. Cuando el umbral de la capacidad de campo de los residuos se ve superado por exceso de agua, entonces ese excedente se transformará en lixiviados (Tapia Acosta, 2020).

Permeabilidad de los residuos compactados: la conductividad de los residuos compactados es una propiedad física que rige el movimiento de fluidos y gases dentro de un vertedero. Se expresa como:

$$K = [k \cdot P(\text{específico})] / \mu$$

Siendo:

k: permeabilidad intrínseca.

μ : viscosidad dinámica del agua.

Tamaño de partícula: es un dato muy relevante para la selección de los equipos que se instalan dentro de una planta de tratamiento, tales como los separadores magnéticos, el trómel y las cribas (Tapia Acosta, 2020).

3.2.3.2. Propiedades químicas de los RSU

Si se desea evaluar las opciones de procesamiento y recuperación, resulta muy importante además saber la composición química de los componentes que integran los residuos sólidos urbanos. Por ejemplo, para considerar la opción de utilizar los residuos sólidos como combustible, sería preciso conocer las cuatro propiedades más importantes, como son:

Análisis físico: se determina mediante ensayos las siguientes propiedades:

- Humedad: se mide la pérdida de humedad de una muestra que se calienta a 105 °C durante una hora.

- Materia volátil combustible.
- Carbón fijo.
- Ceniza.

Punto de fusión de la ceniza: temperatura a la cual la ceniza resultante de la incineración de residuos se transforma en sólido por la fusión y la aglomeración. Las temperaturas de fusión para la formación de escorias de residuos oscilan entre 1100 °C y 1200 °C.

Análisis elemental de los componentes: consiste en determinar el porcentaje de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y ceniza. Con los valores obtenidos se caracteriza la materia orgánica, además de definir la relación C/N, con la cual se define la mezcla adecuada de otras sustancias residuales, y así lograr relaciones de C/N óptimas, para que la transformación biológica se produzca a una velocidad más elevada en el proceso de compostaje.

Contenido energético: hace referencia al poder calorífico de un combustible. Se expresa en kcal/kg. Este valor se puede determinar por medio de una bomba calorimétrica de laboratorio o haciendo el cálculo si se conoce la composición de los elementos.

El poder calorífico inferior (PCI) es aquel para el cual se supone que toda el agua viene del combustible o se ha formado durante la combustión (Tapia Acosta, 2020).

3.2.3.3. Propiedades biológicas de los RSU

Gran parte de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos pueden transformarse o modificarse mediante un proceso biológico. Dentro de las cualidades biológicas de los componentes de los RSU, se pueden destacar las siguientes:

Biodegradabilidad: se define en función del contenido de lignina en los sólidos volátiles. Mientras mayor sea el contenido de lignina, menor será la biodegradabilidad de la mezcla. Puede inducir errores al medir la biodegradabilidad en función de los sólidos volátiles, ya que algunos componentes de los residuos sólidos volátiles son altamente volátiles, pero poco biodegradables (ejemplo, el papel de periódico). Usando el contenido de lignina de los residuos se puede estimar la fracción biodegradable, mediante la siguiente expresión:

$$FB = 0,83 - 0,028 \text{ C.L.}$$

Donde:

FB: fracción biodegradable expresada en función de los sólidos volátiles (SV).

0,83 y 0,028: constantes empíricas.

C.L.: contenido de lignina de los SV expresado como un porcentaje en peso seco.

Producción de olores: éstos se producen por la descomposición anaerobia. Los residuos adoptan un color oscuro, producto de la descomposición que genera sulfuros metálicos, los cuales emiten malos olores.

Reproducción de moscas: es un factor importante en todas las estaciones del año para los climas cálidos. Esto se debe a que las moscas, desde la puesta de huevos hasta convertirse en adultas, sólo necesitan dos semanas (Tapia Acosta, 2020).

3.2.3.4. Composición de los RSU

El estudio de la composición de los residuos sólidos básicamente trata de identificar en una base másica o volumétrica los distintos componentes de los residuos. Usualmente, los valores de composición de residuos sólidos municipales o domésticos se describen en términos de porcentaje en masa, también usualmente en base húmeda, como ser contenidos de materia orgánica, papeles y cartones, escombros, plásticos, textiles, metales, vidrios, etc.

La utilidad de conocer la composición de los residuos sirve para una serie de fines, entre los que se pueden destacar estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, investigación, identificación de residuos, estudio de políticas de gestión de manejo, entre otros. Asimismo, la composición de una corriente de residuos determinará el plan de gestión aplicado para esta y para sus diferentes fracciones.

En general, los valores de la distribución porcentual para los componentes en los RSU varían con la localización, la estación del año, las condiciones económicas, y otros muchos factores. En función del nivel de desarrollo de los países, se puede observar en la Tabla N° 2 la distribución de los residuos municipales generados en porcentajes.

Tabla N° 2: Composición de residuos municipales en función del nivel de desarrollo (%). Fuente: Steve García, 2019.

Fracción	Países desarrollados	Países subdesarrollados
Material orgánico	40-55	58-80
Papel - cartón	19-45	4-10
Vidrio	6-17	1-4
Plásticos	10-16	4-7
Textiles	3-7	2-4
Metales	4-8	1-2
Otros	1-8	6-18

Se observa que en los países subdesarrollados es mayor la generación de residuos orgánicos, ya que los alimentos se obtienen en general sin tanto procesamiento como en los países desarrollados. Del mismo modo, el papel y el plástico son menores, a causa del menor uso de material de embalaje.

3.2.4. Residuos peligrosos

La Ley Nacional N° 24.051 considera como residuo peligroso a todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. En particular, serán considerados peligrosos los residuos indicados en el Anexo I o que posean alguna de las características enumeradas en el Anexo II de la ley.

Es aquel residuo que, en función de sus características de corrosividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y patogenicidad, puede presentar riesgo a la salud pública o causar efectos adversos al medio ambiente. No incluye a los residuos radiactivos.

Los procesos industriales generan cientos de toneladas de residuos peligrosos de distinta naturaleza. Una vez originados los mismos, deben ser llevados desde el sitio de generación hasta el sitio de destino final, el que puede estar dentro del área industrial o fuera de ella. Esto implica operaciones de recolección, transporte y almacenamiento dentro de la propia industria; y sucesivamente recolección, transporte hacia los sitios de tratamiento y disposición final. El manejo externo de los residuos, en ocasiones, se hace a través de contratistas y la responsabilidad del manejo, la contaminación y sus consecuencias es compartida. Su gestión debe basarse en los principios de minimización, reutilización, tratamiento y eliminación segura.

Se ha puesto énfasis en las características de peligrosidad tal como se utilizan en los Estados Unidos y en otros países, y se han incluido las características de explosividad y patogenicidad. Así mismo se consideran peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

Por otro lado, los residuos radiactivos, aunque en términos reales presentan un peligro al ambiente, son por sus características de alto riesgo, controlados por agencias u organismos diferentes de la autoridad ambiental y no se incluyen en la definición de residuos peligrosos.

3.2.4.1. Características de peligrosidad

Se identifica un residuo como peligroso en base a sus características de riesgo, que figuran en el Anexo IV del Decreto Reglamentario N° 831/93 de la Ley Nacional N° 24.051.

Inflamabilidad: con esta característica se identifican residuos que presenten riesgo de ignielón, siendo inflamable bajo las condiciones normales de almacenaje, transporte, manipuleo, y disposición o bien que sean capaces de agravar severamente una combustión una vez iniciada, o que sean capaces de originar fuegos durante tareas rutinarias de manejo que puedan producir humos tóxicos y crear corrientes convectivas que puedan transportar tóxicos a áreas circundantes.

Un residuo exhibe la característica de inflamabilidad, si una muestra representativa del mismo, cumple alguna de las siguientes condiciones:

- 1) Líquido inflamable, de acuerdo al artículo 2, Anexo II, Código 113. Determinación según Norma IRAM I. A. P. A 65 -39 (punto de inflamación Pensky -Martens, vaso cerrado). Se asimila a la clase 3 del Reglamento de Transporte de Materiales Peligrosos (R. T. M. P.).
- 2) Sólido inflamable, de acuerdo al Anexo II de la Ley 24.051, Código H4. 1.
- 3) Sustancia o desecho, que presenta las características mencionadas en el Anexo II de la Ley 24.051, Código H4.3.
- 4) Gas inflamable, según se define en la Norma IRAM 3795 (gases inflamables); se asimila en la clase 2 del R. T. M. P.
- 5) Oxidante, de acuerdo al Anexo II de la Ley 24.051, Código H5.1.

Corrosividad: en base a esta característica se identifica a aquellos residuos que presenten un riesgo para la salud y el ambiente debido a que:

- 1) En caso de ser depositados directamente en un relleno de seguridad y al entrar en contacto con otros residuos, pueden movilizar metales tóxicos.
- 2) Requieren un equipamiento especial (recipientes, contenedores, dispositivos de conducción) para su manejo, almacenamiento y transporte, lo cual exige materiales resistentes seleccionados.
- 3) Pueden destruir el tejido vivo en caso de un contacto (Anexo II de la Ley 24.051, Código H8).

Reactividad: esta característica identifica a aquellos residuos que debido a su extrema inestabilidad y tendencia a reaccionar violentamente o explotar, plantean un problema para todas las etapas del proceso de gestión de residuos peligrosos (Anexo II de la Ley 24.051, Código H8).

Se considera que un residuo presenta características de reactividad, si una muestra representativa del mismo cumple alguna de las siguientes condiciones:

- 1) Es normalmente inestable y sufre cambios fácilmente sin detonación.
- 2) Reacciona violentamente con agua.
- 3) Forma mezclas potenciales explosivas con agua.
- 4) Cuando se mezcla con agua genera gases tóxicos, vapores o humos en cantidad suficiente como para representar un peligro para la salud y el ambiente.

5) Es portador de cianuros o sulfuros, por lo cual, al ser expuesto en condiciones de pH entre 2 y 12,5, puede generar gases, vapores o emanaciones tóxicas en cantidad suficiente como para representar un peligro para la salud o el ambiente.

6) Es capaz de detonar o reaccionar explosivamente si es sometido a una acción iniciadora fuerte o si es calentado en condición confinada, es decir en condición de volumen constante.

7) Es capaz de detonar fácilmente, de descomponerse o de reaccionar explosivamente en condiciones normales de presión y temperatura.

8) Es un explosivo, entendiéndose por tal a aquellas sustancias o mezclas de sustancias susceptibles de producir en forma súbita reacción exotérmica con generación de grandes cantidades de gases. Ejemplo: diversos nitroderivados orgánicos, pólvoras, determinados ésteres nítricos y otros (Ley N° 19.587, de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Capítulo 18 del Decreto Reglamentario). Se halla contemplado además en la Norma IRAM 3798 y se asimila a la Clase 1 del R. T. M. P.

Lixiviabilidad: con esta característica se identifican aquellos residuos que, en caso de ser dispuestos en condiciones no apropiadas, pueden originar lixiviados donde los constituyentes nocivos de dichos residuos alcancen concentraciones tóxicas.

Los parámetros cuyas concentraciones se determinan son: arsénico; bario; cadmio; cinc; cobre; cromo total; mercurio; níquel; plata; plomo; selenio; aldrín + dieldrín; atrazina; clordano; 2,4-D; endosulfián; heptacloro + heptacloro epoxi; lindano; MCPA; metoxicloro; paraquat; tipluralina; bifelinos policlorados; compuestos fenólicos; hidrocarburos aromáticos polinucleares.

Toxicidad: esta característica identifica a aquellos residuos o a sus productos metabólicos que poseen la capacidad de, a determinadas dosis, provocar por acción química o químico-física un daño en la salud, funcional u orgánico, reversible o irreversible, luego de estar en contacto con la piel o las mucosas o de haber penetrado en el organismo por cualquier vía.

Comprende a lo mencionado en el Anexo II de la Ley N° 24.051, Código H6.1, H11 y H12.

Se debe diferenciar entre:

- Toxicidad aguda: el efecto se manifiesta luego de una única administración.
- Toxicidad subaguda o subcrónica: el efecto se manifiesta luego de la administración o contacto con el material durante un período limitado. Ejemplo: de 1 a 3 meses.
- Toxicidad crónica: el efecto tóxico se manifiesta luego de una administración o contacto durante períodos mucho más prolongados.

A fin de cuantificar resultados de toxicidad, se emplea el índice LD50 o dosis letal media, la cual indica la dosis de una sustancia que dentro de un determinado período es mortal para el hombre o animal.

Infeciosidad: esta característica identifica a aquellos residuos capaces de provocar una enfermedad infecciosa. Un residuo se considerará infeccioso si contiene microbios patógenos con suficiente virulencia y en tal cantidad, que la exposición al residuo por parte de un huésped sensible puede derivar en una enfermedad infecciosa. Comprende a lo mencionado en el Anexo II de la Ley 24.051, Código H6.2.

Teratogenicidad: esta característica identifica a aquellos residuos que por su composición producen efectos adversos sobre el feto, pudiendo provocar la muerte del embrión u ocasionar deformaciones, o conducir a una merma del desarrollo intelectual o corporal.

Mutagenicidad: esta característica de riesgo, identifica a aquellos residuos que, en base a las sustancias que contienen, provocan mutaciones en el material genético de las células somáticas o de las células germinales. Las mutaciones en las células corporales pueden ser causantes de cáncer, mientras que las mutaciones en las células germinales (embrionarias y esperma) se pueden transmitir hereditariamente.

Carcinogenicidad: con esta característica se identifica a aquellos residuos capaces de originar cáncer.

Radiactividad: un residuo presenta esta característica si una muestra representativa del mismo emite espontáneamente radiaciones a un nivel mayor que el de base. Radiación significa la emisión de alguno o algunos de los siguientes elementos: neutrones alfa, beta, gama, o rayos X; y electrones de alta energía, protones u otras partículas atómicas; exceptuando ondas de sonido o de radio y de luz visible infrarroja o ultravioleta.

Los residuos con esta característica, escapan al ámbito de la Ley conforme su artículo 2, párrafo 3º, estando a cargo de la Comisión Nacional de Energía Atómica la normatización y fiscalización de su manejo.

3.2.4.2. Sistemas de identificación de sustancias peligrosas

La clasificación adoptada para los materiales considerados peligrosos en nuestro país, se ha efectuado con arreglo al tipo de riesgo que presentan, conforme a las recomendaciones sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas de las Naciones Unidas, decimoséptima Edición Rev. del año 2.011.

Los materiales peligrosos han sido clasificados en 9 Clases. Esta clasificación se ha efectuado teniendo en cuenta el “riesgo principal” de cada material. Si se habla de “riesgo principal”, significa que algunos materiales pueden generar otros riesgos (secundarios y terciarios). Las Clases 1, 2, 4, 5 y 6, se subdividen en Divisiones debido a la variación de riesgo dentro de estas clases. Las Clases se expresan por medio de un número de un sólo dígito (ej.: Clase 7), mientras que las divisiones se expresan por

números de dos dígitos, separados por un punto o una coma. El primer número, identifica a la Clase y el segundo, la variación dentro de esa Clase (ej: Comburente es de la Clase 5, División 1, y se enuncia como "División 5.1").

Cada clasificación numérica se complementa con un pictograma y un color de fondo en forma de rombo que ilustra la clase de riesgo, las cuales se muestran en la Tabla N° 3:

Tabla N° 3: Sistemas de identificación de sustancias. Fuente: adaptado de Tapia, 2012.

Clases	
Divisiones y pictogramas	
<p>Clase 1: EXPLOSIVOS</p> <p>a) Las sustancias explosivas, excepto las que son demasiado peligrosas para ser transportadas y aquellas cuyo principal riesgo comprende a otra clase.</p> <p>b) Los artículos explosivos, excepto los artefactos que contengan sustancias explosivas en cantidad o de naturaleza tales que su ignición o cebado por inadvertencia o por accidentes durante el transporte no produzca como resultado ningún efecto exterior al artefacto que pudiera traducirse en una proyección, en un incendio, en un desprendimiento de humo o de calor o en un ruido fuerte.</p>	<p>DIVISIÓN 1.1. Sustancias y artículos que presentan un riesgo de explosión en masa.</p> <p>DIVISIÓN 1.2. Sustancias y artículos explosivos que presentan un riesgo de proyección, pero no un riesgo de explosión de toda la masa.</p> <p>DIVISIÓN 1.3. Sustancias y artículos que presentan un riesgo de incendio y un riesgo de pequeños estallidos, o proyección o ambos, pero no un riesgo de explosión en masa.</p> <p>DIVISIÓN 1.4. Sustancias y artículos que sólo presentan un leve riesgo en caso de ignición o de cebado durante el transporte.</p> <p>DIVISIÓN 1.5. Sustancias muy insensibles que presentan un riesgo de explosión en masa. Se incluyen en esta división las sustancias explosivas tan insensibles que, en condiciones normales de transporte, presentan muy pocas probabilidades de que puedan cebarse o de que su combustión origine una detonación.</p> <p>DIVISIÓN 1.6. Artículos extremadamente insensibles, sin riesgo de explosión en masa.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
<p>Clase 2: GASES</p> <p>El gas es un material que a 50° C tiene una presión de vapor de más de 300 kPa, y está en estado completamente gaseoso a una temperatura de 20° C a la presión normal de 101,3 kPa.</p> <p>Las condiciones de transporte de un gas se describen de acuerdo a sus diferentes estados físicos, como:</p> <p>Gas comprimido: es un gas que está completamente gaseoso (excepto que esté en solución), cuando está acondicionado para el transporte a la temperatura de 20° C.</p> <p>Gas licuado: gas que, acondicionado para el transporte, está parcialmente líquido a la temperatura de 20° C.</p> <p>Gas licuado refrigerado: gas que, acondicionado para el transporte, está parcialmente líquido debido a su baja temperatura.</p> <p>Gas en solución: gas comprimido que, acondicionado para el transporte, está disuelto en un disolvente.</p>	<p>DIVISIÓN 2.1. Gases inflamables: gases que a una temperatura de 20 °C y una presión normal de 101,3 kPa., son inflamables en una mezcla de hasta el 13 % en volumen con el aire; o presentan un rango de variación de inflamabilidad con aire de no menos de 12 puntos porcentuales, prescindiendo del límite inferior de inflamabilidad.</p> <p>DIVISIÓN 2.2. Gases no inflamables, ni tóxicos: gases que son transportados a una presión mínima no inferior a 280 kPa a 20° C, o como líquidos refrigerados, y que son asfixiantes porque diluyen o sustituyen el oxígeno existente normalmente en el aire o en la atmósfera; o son oxidantes porque en general aportan más oxígeno, pueden causar o contribuir a la combustión de otro material en mayor grado que lo que el aire lo hace.</p> <p>DIVISIÓN 2.3. Gases tóxicos: presentan un riesgo para la salud de las personas. Se supone que son tóxicos o corrosivos para las personas porque presentan un valor de CL50 para toxicidad aguda por inhalación igual o inferior a 5.000 ml/m3 cuando han sido ensayados de acuerdo con lo indicado en el Apéndice 2.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
<p>Clase 3: LÍQUIDOS INFLAMABLES</p>	
<p>Los líquidos inflamables son líquidos, o mezcla de líquidos, o líquidos conteniendo sólidos en solución o suspensión (por ejemplo: pinturas, barnices, lacas, etc., pero no incluye a los materiales que hayan sido clasificados de forma diferente, en relación a sus características peligrosas) que despiden vapores inflamables a una temperatura igual o inferior</p>	

a 60,5 °C, ensayados en crisol cerrado o no, superior a 65,6° C, ensayados en crisol abierto, conforme a normas nacionales o internacionalmente aceptadas.



Clase 4: SÓLIDOS INFLAMABLES

DIVISIÓN 4.1. Sólidos inflamables: sólidos que en las condiciones que se encuentran para el transporte, son fácilmente combustibles o pueden causar o contribuir a un incendio por fricción; sustancias autoreactivas y afines que están propensas a sufrir una reacción fuertemente exotérmica; explosivos insensibilizados que pueden explotar si no están suficientemente diluidos.

DIVISIÓN 4.2. Sustancias propensas a combustión espontánea: sustancias que son propensas al calentamiento espontáneo bajo condiciones normales en el transporte, o al entrar en contacto con el aire (u otras circunstancias) y que entonces pueden inflamarse. Las sustancias a que se hace referencia son las sustancias pirofóricas y las que experimentan calentamiento espontáneo.

DIVISIÓN 4.3. Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables: sustancias que, por reacción con el agua, son propensas a hacerse espontáneamente inflamables o desprenden gases inflamables en cantidades peligrosas.



Clase 5: SUSTANCIAS OXIDANTES Y PERÓXIDOS ORGÁNICOS

DIVISIÓN 5.1. Sustancias oxidantes o comburentes: sustancias que, sin ser necesariamente combustibles, pueden generalmente, librando oxígeno, causar o contribuir a la combustión de otros materiales.

DIVISIÓN 5.2. Peróxidos orgánicos: sustancias orgánicas que tienen la estructura bivalente "-O-O-" y pueden ser consideradas en algunos casos como derivadas del peróxido de hidrógeno, donde uno de los átomos de hidrógeno o ambos han sido reemplazados por radicales orgánicos. Los peróxidos orgánicos son sustancias térmicamente inestables que pueden sufrir una descomposición auto acelerada exotérmica.



Clase 6: SUSTANCIAS TÓXICAS (VENENOSAS) Y SUSTANCIAS INFECCIOSAS

DIVISIÓN 6.1. Sustancias tóxicas (venenosas): pueden causar muerte, lesiones graves, o dañar seriamente la salud humana, si se absorben por ingestión, inhalación o por vía cutánea. En ausencia de información de los efectos que producen las sustancias sobre los seres humanos, se deben clasificar a éstos de acuerdo con los datos que se obtengan de los experimentos realizados con animales, según tres vías de administración: ingestión oral, contacto con la piel e inhalación de polvos, nieblas o vapores.

DIVISIÓN 6.2. Sustancias infecciosas: son las que contienen microorganismos capaces de desarrollar enfermedades por la acción de las bacterias, los virus, la rickettsia, los parásitos, los hongos, o una combinación, híbridos o mutantes, que se sabe o se cree que producen enfermedades a los animales o a las personas.



Clase 7: MATERIALES RADIACTIVOS

A los efectos del transporte, material radiactivo es todo material cuya actividad específica sea superior a 70 kBq/kg (kilobequerelios por kilogramo) o su equivalente aproximadamente 2 nCi/g (nanocurios por gramo). Son objetos o materias que contienen radionucleidos en los cuales, tanto la concentración de actividad como la actividad total de la remesa excedan los valores específicos mínimos.

GRUPO I; GRUPO II; GRUPO III



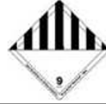
Clase 8: SUSTANCIAS CORROSIVAS

Las sustancias que, por su acción química, causan lesiones graves a los tejidos vivos con los que entran en contacto, o si se produce un derrame o fuga, pueden causar daños de consideración a otros materiales o a los medios de transporte, o incluso destruirlos, y pueden asimismo provocar otros riesgos.



Clase 9: SUSTANCIAS PELIGROSAS DIVERSAS

Son sustancias o artículos que durante el transporte presentan un riesgo distinto a los correspondientes a las demás clases. Son materias que suponen algún tipo de peligro no contemplado entre los anteriores: dioxinas, polvos finos que pueden provocar daños en las vías respiratorias, pilas de litio, materias peligrosas para el medio ambiente. Dentro de esta categoría, la mercancía más común es el Hielo seco (CO₂) que se usa para refrigerar diversos productos.



3.2.5. Gestión integral de residuos industriales

Según la Ley Nacional N° 25.612 de presupuestos mínimos de protección ambiental sobre gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicios, se entiende por residuo industrial a cualquier elemento, sustancia u objeto en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, obtenido como resultado de un proceso industrial, por la realización de una actividad de servicio, o por estar relacionado directa o indirectamente con la actividad, incluyendo eventuales emergencias o accidentes, del cual su poseedor productor o generador no pueda utilizarlo, se desprenda o tenga la obligación legal de hacerlo.

Se considera Generador a toda persona física o jurídica, pública o privada, que genere residuos industriales y de actividades de servicio. La responsabilidad del tratamiento adecuado y la disposición final de los residuos industriales es del generador.

La normativa en cuestión establece que los generadores de residuos industriales deben instrumentar las medidas necesarias para:

- a) Minimizar la generación de residuos que producen, adoptando tecnologías que prioricen la disminución, el reuso, el reciclado o la valorización;
- b) Separar en forma apropiada los residuos incompatibles entre sí, evitando el contacto de los mismos en todas las etapas de la gestión;
- c) Envasar los residuos industriales cuando las medidas de higiene y seguridad ambientales lo exijan, identificando los recipientes y su contenido;
- d) Tratar adecuadamente y disponer en forma definitiva los residuos industriales generados por su propia actividad in situ con el fin de lograr la reducción o eliminación de sus características de peligrosidad, o de no ser posible, deberá hacerlo en plantas de tratamiento que presten servicios a terceros debidamente habilitadas. El transporte se efectuará mediante transportistas autorizados;
- e) Reusar sus residuos, como materia prima o insumo de otros procesos productivos, o reciclar los mismos cuando sea posible.

La naturaleza y cantidad de residuos, su origen y transferencia del generador al transportista, y de éste a la planta de tratamiento o disposición final, así como los procesos de tratamiento o eliminación

a los que fueren sometidos, quedará documentada en un instrumento con carácter de declaración jurada, que llevará la denominación de manifiesto.

Las personas físicas y jurídicas responsables del transporte de residuos, sólo podrán recibir y transportar aquellos que estén acompañados del correspondiente manifiesto. Los residuos industriales y de actividades de servicio transportados serán entregados en su totalidad y, únicamente, en los lugares autorizados por las autoridades correspondientes, para su almacenamiento, tratamiento o disposición final, que el generador determine.

El manejo de residuos sólidos industriales consta de una serie de procesos: generación, segregación, recolección y transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final (Merino, 2006), como se observa en la Imagen N° 1:



Imagen N° 1: Etapas del manejo de residuos industriales.

Generación: los residuos pueden tener su origen en una amplia gama de actividades o procesos que se realizan en las industrias. La generación de desechos sólidos es parte indisoluble de las actividades que realiza una empresa.

Tras la aparición del residuo, éste puede ser tratado en el mismo lugar o ser transportado a un operador habilitado de residuos peligrosos o no peligrosos, para su tratamiento, almacenaje o reciclaje. La composición de los residuos dependerá de la actividad industrial, del grado de eficiencia del proceso industrial y del posible reúso interno.

Segregación: se clasifican los diversos materiales específicos del flujo de residuos, lo que facilita el reciclaje o continuar la próxima etapa de manejo. En esta primera etapa se separan los residuos de acuerdo a las características uniformes de los residuos producidos. Para ello, se debe establecer los colores a ser utilizados en los dispositivos de almacenamiento de residuos, con el fin de asegurar la identificación y segregación de los mismos.

Recolección y Transporte: la recolección selectiva no es más que la acción de recoger todos los residuos producidos previamente clasificados, los cuales tienen que estar debidamente separados de acuerdo a sus características uniformes, los que son transportados al centro de acopio o planta de aprovechamiento. Los residuos que no son factibles de ser reciclados son llevados al relleno sanitario para su disposición final. Los desechos clasificados como peligrosos tienen un sistema diferenciado de recolección y lo prestan exclusivamente Transportistas u Operadores habilitados.

Almacenamiento: el almacenamiento no es más que retener temporalmente los desechos sólidos, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos. Se debe realizar basándose en los principios de protección ambiental y de la salud humana, así como en el cumplimiento de lo establecido en normas y buenas prácticas.

Tratamiento y Disposición Final: es el proceso de transformación y modificación de las características físicas, químicas o biológicas de los residuos sólidos, con el objeto de modificar sus características o su potencial, controlar su agresividad ambiental y facilitar su gestión. Existen diferentes tipos de tratamiento para los residuos sólidos, los cuales se pueden realizar ya sea en el lugar en el que se genera el residuo o en lugares específicos, como son las plantas de recuperación o plantas de tratamiento de desechos sólidos.

- *Incineración:* es un proceso de destrucción de residuos orgánicos peligrosos a altas temperaturas. Técnicamente se define como la oxidación térmica de materia orgánica a dióxido de carbono, agua y cenizas inertes. Se pueden producir sustancias orgánicas parcialmente quemadas, materia inorgánica particulada (ceniza fina), gases ácidos (HCl) y óxidos de azufre (principalmente SO₂), según el material que se alimente y las condiciones de combustión. Este tratamiento reduce el volumen original de los residuos sólidos del 50 al 80%.

- *Reducción en la fuente:* para lograr una reducción efectiva se necesita planificar a dos niveles: Reducción cuantitativa de desechos sólidos: utilización interna de residuos; reducción del consumo eléctrico; elaboración de compost doméstico; evitar la adquisición de envases innecesarios.

Reducción cualitativa de residuos sólidos: significa evitar productos contaminantes, cuya fabricación, uso y eliminación producen emisión de elementos que dañan el ambiente. Por un lado, se trata de evitar la fabricación de sustancias nocivas y por otro lado, de evitar la transportación de materias dañinas en la basura.

- *Reciclaje:* es un proceso mediante el cual ciertos materiales de los desechos sólidos se separan, recogen, clasifican y almacenan para reincorporarlos como materia prima al proceso productivo. Es decir, es un proceso que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea al mismo en que fue generado u otro diferente. Existen diferentes tipos de materiales que pueden ser reciclados, entre los cuales los más importantes son:

Plásticos: son ligeros, duraderos y versátiles, así como resistentes a la humedad, a los productos químicos y a la degradación. Sin embargo, estas mismas propiedades también constituyen un desafío para los responsables de la gestión de los residuos sólidos. La utilización de los plásticos reduce la masa de los materiales requeridos en muchas aplicaciones y sectores, pero cuanto más numerosos, especializados, tecnificados se hacen los materiales plásticos, tanto más difícil será su recuperación, en especial por medio del reciclaje de los materiales que debe ser la primera de las opciones después de la reducción y la reutilización.

Papel y cartón: el papel es uno de los elementos con mayor viabilidad para ser reciclado. Este proceso convierte al papel en papel reciclado propiamente o papel ecológico. El papel reciclado es aquel que en su fabricación utiliza exclusivamente como materia prima el papel usado y recuperado. Por su parte, el papel ecológico es aquel que no ha sido blanqueado mediante productos químicos basados en el cloro.

Metales: metales como aluminio, plomo, hierro, acero, zinc, cobre, oro y plata son reciclados cuando no están mezclados con otras sustancias, porque pueden ser fundidos y cambiar de forma, o adoptar la misma forma anterior. De esos materiales, el hierro es el que tiene mayor demanda comercial.

Vidrio: desde el punto de vista de su aplicación, el vidrio para ser reciclado se debe clasificar en industrial y doméstico. Se entiende como vidrio industrial, aquel que no es utilizado como envase para productos alimenticios (almacenamiento de productos químicos, biológicos, vidrio plano). Se entiende como vidrio doméstico el que se emplea para almacenar productos alimenticios (conservas, vinos, yogures, etc.).

Materia orgánica: son aquellos residuos que pueden ser descompuestos por la acción natural de organismos vivos como lombrices, hongos y bacterias, principalmente. El problema con este tipo de residuos se presenta cuando su cantidad excede la capacidad de descomposición natural en un sitio determinado, es el caso de los vertederos no controlados.

- *Vertederos:* son lugares en los cuales se acumula la basura generada en las ciudades, ya sean de origen domiciliario o industrial. Un vertedero se considera sanitariamente controlado cuando se toman las medidas necesarias para evitar que resulte nocivo, molesto o cause deterioro al ambiente. Consiste en una depresión del terreno, natural o artificial, en la que se vierten, compactan y recubren con tierra diariamente los residuos acumulados. En ausencia de oxígeno, se produce una descomposición anaerobia de los mismos que degrada materia orgánica a formas más estables y da lugar a la formación de biogás.

- *Relleno sanitario:* es una técnica de eliminación final de desechos sólidos en el suelo que no causa molestias ni peligros para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Históricamente, la técnica del relleno sanitario ha sido el método más económico y ambientalmente más aceptable para la disposición final de los residuos. Como toda obra de ingeniería, éste tiene que ser planeado y diseñado previamente para asegurar su correcta construcción y operación. Se puede agregar valor a los residuos que entran a un relleno sanitario a través de la captación y uso subsecuente del biogás del relleno sanitario. Este gas proviene de la descomposición anaerobia de materia orgánica (Rodríguez Herrera, 2012).

4. MARCO LEGAL

La estructura normativa vigente en el país en materia de residuos parte de considerar los Acuerdos Multilaterales ratificados en lo relativo a residuos y sustancias químicas. En un segundo nivel, se encuentran las leyes de presupuestos mínimos de protección ambiental, incluyendo la Ley General del Ambiente, la Ley de Gestión Integral de Residuos Domiciliarios, la Ley de Gestión Integral de Residuos Industriales y Actividades de Servicio, y la Ley de Gestión y Eliminación de PCBs. Finalmente, se encuentran las leyes nacionales como ser la de Residuos Peligrosos.

Tabla N° 4: Marco legal aplicable.

NIVEL INTERNACIONAL
<i>Convenio de Basilea. Sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación</i>
Fue aprobado por la ley N° 23.922, publicada en el Boletín Oficial del 24 de abril de 1991. El mismo establece los lineamientos para el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación. Tiene por objetivo proteger la salud humana y el ambiente de los diversos desechos que, de acuerdo a su origen, características y efectos adversos, son calificados como peligrosos. El anexo I enumera los desechos que se clasifican como peligrosos y están sometidos a los procedimientos de control estipulados en el Convenio. El anexo II determina los desechos que requieren una consideración especial (“otros desechos” que mayormente refieren a los desechos recogidos de los hogares).
<i>Convenio de Estocolmo. Sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs)</i>
Regula el tratamiento de las sustancias químicas que perduran por tiempos prolongados, con el objetivo de proteger la salud humana y el ambiente. En el marco del Convenio, los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) son sustancias químicas que persisten en el ambiente, se bioacumulan en la cadena alimentaria y tienen potencial para transportarse a larga distancia, pudiendo llegar a regiones en las que no se han producido o utilizado. Este grupo de contaminantes prioritarios está compuesto de pesticidas, químicos utilizados en procesos industriales y otras sustancias generadas de forma no intencionada.
<i>Convenio Rotterdam. Sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional</i>
Busca promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos, a fin de proteger la salud humana y el ambiente. Mediante el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo (CFP), facilita el intercambio de información de las características de estos químicos, estableciendo un proceso nacional de adopción de decisiones sobre su importación y exportación y difundiendo esas decisiones a las Partes.
<i>SAICM. Enfoque Estratégico Internacional para la Gestión de los Productos Químicos</i>
Promueve la gestión racional de los productos químicos y los desechos peligrosos durante su ciclo de vida, con el objetivo de reducir al mínimo los efectos negativos significativos para la salud humana y el ambiente. Las temáticas que aborda esta estrategia son: el plomo en las pinturas; los químicos en productos; sustancias peligrosas en los productos eléctricos y electrónicos; nanotecnología y nanomateriales; contaminantes persistentes farmacéuticos; químicos perfluorados y la transición a alternativas más seguras; pesticidas altamente peligrosos.
NIVEL NACIONAL
<i>Constitución Nacional</i>
La reforma del año 1.994 consagra los derechos ambientales a través del capítulo segundo “Nuevos Derechos y Garantías”, en particular en los artículos 41, 43, 121, 122 y 124. Mediante el artículo 41 incorpora el derecho a un ambiente sano, apto y equilibrado estableciendo que “...corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales...”. Los alcances de la facultad nacional deben respetar lo dispuesto por el artículo 121 de la Constitución Nacional que establece que “...las provincias conservan todo el poder no delegado por esta Constitución al gobierno federal, y el que expresamente se haya reservado por pactos especiales al tiempo de su incorporación...”. Asimismo, cabe mencionar que mediante el artículo 75, se incorporan al plexo normativo los Tratados Internacionales, con jerarquía superior a las leyes.

<p><i>Ley N° 25.916 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental para la Gestión Integral de los Residuos Domiciliarios</i></p>
<p>Disposiciones generales. Autoridades competentes. Generación y Disposición inicial. Recolección y Transporte. Tratamiento, Transferencia y Disposición final. Coordinación interjurisdiccional. Autoridad de aplicación. Infracciones y sanciones. Disposiciones complementarias. (Compendio de Leyes Ambientales de Jujuy, 2017).</p>
<p><i>Ley N° 25.675 de Política Ambiental Nacional</i></p>
<p>Presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Principios de la política ambiental. Presupuesto mínimo. Competencia judicial. Instrumentos de política y gestión. Ordenamiento ambiental. Evaluación de impacto ambiental. Educación e información. Participación ciudadana. Seguro ambiental y fondo de restauración. Sistema Federal Ambiental. Ratificación de acuerdos federales. Autogestión. Daño ambiental. Fondo de Compensación Ambiental.</p>
<p><i>Ley N° 25.612 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental sobre la Gestión Integral de Residuos de Origen Industrial y de Actividades de Servicio</i></p>
<p>Presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional y derivados de procesos industriales o de actividades de servicios. Niveles de riesgo. Generadores. Tecnologías. Registros. Manifiesto. Transportistas. Plantas de tratamiento y disposición final. Responsabilidad civil. Responsabilidad administrativa. Jurisdicción. Autoridad de aplicación. Disposiciones complementarias.</p>
<p><i>Ley N° 25.670 de presupuestos mínimos para la gestión y eliminación de los PCBs</i></p>
<p>Presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de los PCBs, en todo el territorio de la Nación. Registro. Autoridad de Aplicación. Responsabilidades. Infracciones y sanciones. Disposiciones complementarias.</p>
<p><i>Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos</i></p>
<p>Ámbito de aplicación y disposiciones generales. Registro de Generadores y Operadores. Manifiesto. Generadores. Transportistas. Plantas de Tratamiento y disposición final. Responsabilidades. Infracciones y sanciones. Régimen penal. Autoridad de Aplicación. Disposiciones Complementarias.</p>
<p><i>Ley N° 19.587 Seguridad e Higiene en el trabajo</i></p>
<p>Alcance. Objetivos. Normas y medidas. Decretos reglamentarios. Obligaciones de los trabajadores.</p>
<p style="text-align: center;">NIVEL PROVINCIAL</p>
<p style="text-align: center;"><i>Constitución Provincial</i></p>
<p>En su artículo 30 establece que "...todos tienen el deber de conservar el medio ambiente equilibrado y armonioso, así como el derecho a disfrutarlo. Los poderes públicos defienden y resguardan el medio ambiente en procura de mejorar la calidad de vida, previenen la contaminación ambiental y sancionan las conductas contrarias...". En su artículo 80 afirma que "Es obligación del Estado y de toda persona, proteger los procesos ecológicos esenciales y los sistemas de vida, de los que dependen el desarrollo y la supervivencia humana. Los poderes públicos sancionan una ley general de recursos naturales que prevé los medios y estímulos para alcanzar los objetivos señalados y sanciona los actos u omisiones que los contraríen".</p>
<p><i>Ley N° 7.070 de Protección del Medio Ambiente, con su Decreto reglamentario N° 3.097</i></p>
<p>Aplica a todas las actividades públicas y privadas de la provincia de Salta en las que se encuentren comprometidos los recursos naturales, el patrimonio cultural y el desarrollo sustentable de la provincia. Los Municipios tienen facultades para establecer normas complementarias más estrictas, pero nunca más permisibles. En su Título V Capítulo II regula sobre los residuos en general, y en su Capítulo III, sobre los residuos peligrosos.</p>
<p><i>Decreto N° 1.365 Plan Provincial de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos</i></p>
<p>Plan Estratégico de Fomento de Buenas Prácticas Ambientales: herramientas básicas para la gestión y manejo de RSU para futuros profesionales. Asesoramiento Técnico para el manejo de RSU a funcionarios y empleados municipales. Programa de Educación Ambiental para actores de la comunidad en general. Plan de Desarrollo de Proyectos Locales y Regionales. Plan de Actualización Legislativa para la Provincia.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Resolución N° 224/06</i></p>
<p>Registro de Generadores, Transportistas y Operadores de Residuos Peligrosos de la Provincia de Salta.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Res. N° 374/06</i></p>
<p>Registro de Pequeños Generadores de Residuos Peligrosos.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Res. 022/12</i></p>
<p>Movimiento Interjurisdiccional de Residuos Peligrosos.</p>

Resolución N° 599/01
Tasa Ambiental prevista por la Ley N° 24.051 para todos los Generadores de Residuos Peligrosos.
Resolución N° 926/05
Establece el nuevo cálculo de la Tasa Ambiental Anual, el cual se aplica a partir de la correspondiente a 2005 (residuos generados en el año 2004 y subsiguientes).
Res. N° 11/01
Adopta como Norma Técnica de Naturaleza Ambiental para Volcamiento de Efluentes Líquidos Residuales y/o Industriales a Conducto Pluvial o Cuerpo de Agua Superficial y Absorción por el Suelo, a la Resolución 389/98 emitida por la Administración General de Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires (A.G.O.S.B.A.), la que será de aplicación obligatoria en todo el territorio provincial.
NIVEL MUNICIPAL
Ordenanza N° 5.491 Código de Medio Ambiente
Disposiciones generales y preliminares. Disposiciones especiales. Disposiciones orgánicas y procedimentales. Procedimientos. Disposiciones punitivas. Multas. Clausuras. Comiso. Disposiciones finales.
Ordenanza N° 8.782
Política Ambiental del Municipio formando parte del Código de Medio Ambiente como Anexo III.
Ordenanza N° 11.754
Política Ambiental del Municipio de la Ciudad conforme a la Ley Provincial N° 7.070. Principios claves de la Política Ambiental. Creación del Consejo Municipal del Medio Ambiente.
Ordenanza N° 15.415 Gestión Integral de Residuos Urbanos (G.I.R.U.)
Ámbito de aplicación. Principios fundamentales. Definiciones y objetivos. Etapas de la GIRU. Clasificación de la GIRU. Residuos Peligrosos Domiciliarios. Disposición de pilas. Competencias del municipio. Derechos, deberes y responsabilidades de los vecinos. Generación, disposición inicial y recolección. Transporte. Selección y transferencia. Tratamiento y disposición final. Generadores especiales. Campañas de educación y concientización ambiental. Recuperadores. Incentivos y promoción. Limpieza y estética. Sanciones.
Ordenanza N° 7.481
El Municipio de Salta adhiere a la Ley Nacional N° 24.051.

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1. Tipo y diseño de investigación

Para este proyecto se planteó un diseño de investigación en el marco de un estudio descriptivo y transversal.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2006), una investigación descriptiva consiste en presentar la información tal cual es, indicando cuál es la situación en el momento de la investigación, analizando, interpretando y evaluando lo que se desea. Por el periodo temporal en el que se realizó, es de corte transversal, ya que se recolectaron datos en un único momento determinado.

El paradigma de investigación es cuantitativo. Se define una investigación cuantitativa como aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables. La misma trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede. Tras el estudio de la asociación o correlación, pretende a su vez, hacer inferencia causal que explique por qué las cosas suceden o no, de una forma determinada (Pita Fernández & Pértegas Díaz, 2002).

Por el tipo de inferencia, el estudio corresponde a una investigación analítica. A partir del método de investigación propuesto, se busca estudiar los elementos que conforman el objeto de estudio, en este caso la generación de residuos en la empresa, que posibilite determinar sus causas, naturaleza y sus efectos. La investigación se basa en la observación del tema en particular y la obtención de datos, que se traduce en el conocimiento de la naturaleza del fenómeno que se estudia, y que permite explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.

Se estableció como población objeto de estudio a una empresa dedicada a la fabricación de termotanques solares y ensamblado de colectores de piscinas, ubicada en el Parque Industrial de Salta. Desde el año 2009, la empresa ofrece productos y servicios vinculados a la energía solar, con el objetivo principal de brindar soluciones energéticas confiables y accesibles para todos.

5.2. Técnicas e instrumentos de investigación

En primera instancia, se llevó a cabo una investigación de tipo documental a través de la recopilación bibliográfica de antecedentes de estudio que abordan la generación de residuos en industrias. Posteriormente, se procedió a la revisión y análisis documental de la empresa, a través de la cual se obtuvo toda la información posible sobre el establecimiento por medio de archivos existentes, documentos referidos a los productos y servicios que brinda (brochures), información en redes sociales, página web, entre otros.

Ya con la información asimilada, se realizó un plan de inspección a la empresa, que abarcó las áreas y los procesos productivos. Se analizó los documentos sobre procedimientos y registros existentes. Con esta información, se elaboraron los diagramas de flujo correspondientes con la determinación de los puntos de los procesos en los que existe generación de residuos, la materia prima que ingresa, los lugares de almacenamiento y su disposición actual.

Paralelamente y a los fines de completar la información obtenida en la investigación documental, se realizó una entrevista a Gerencia (ANEXO Tabla N° 25) que posibilitó definir la actual gestión de residuos en la empresa, el cumplimiento de la legislación aplicable, frecuencia de capacitaciones en la temática, etc. A su vez, se realizó una entrevista al Responsable de Producción, que permitió la identificación de los impactos y riesgos de las operaciones. Para ello, se diseñó un instrumento de recolección de datos correspondiente a un formulario con preguntas abiertas y cerradas dirigidas personalmente. Este formulario, como método de observación sistemática aplicable a industrias, se elaboró teniendo claramente definido lo que se deseaba analizar (ANEXO Imagen N° 26).

Con respecto a la composición de los residuos y la generación promedio de cada una de las fracciones, se procedió en primer término a determinar cuáles son las fracciones que constituyen las corrientes de residuos de las diferentes procedencias (determinación cualitativa, qué fracciones hay), y luego los porcentajes promedio de cada una de ellas (determinación cuantitativa, cuánto hay de cada fracción).

Para la determinación cualitativa, se utilizaron fuentes de información primarias y secundarias. En cuanto a las primarias, se llevaron a cabo visitas a la empresa, en las que a través de la observación se determinaron las fracciones preponderantes en los residuos allí gestionados. Las fuentes secundarias estuvieron compuestas por informes internos solicitados a la empresa. Con dicha información, se elaboró un inventario de residuos clasificados según su peligrosidad en base a la legislación aplicable.

Para la determinación cuantitativa, tanto para el sector de fábrica como para administración, se requirió la ayuda del personal de la empresa. Se designó un encargado del pesaje para cada sector y se le entregó una ficha de generación de residuos en donde se indicó el tipo de residuo y el peso obtenido de cada uno de ellos tabulado por un intervalo de tiempo de una semana. La recolección de datos se realizó por un periodo de tres meses, específicamente en los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2024. Para el caso de fábrica, las mediciones se hicieron los días viernes de cada semana, mientras que, en el caso de Administración, se hicieron una vez al mes. Se estableció el lapso de una semana, teniendo en cuenta que los residuos generados luego de las operaciones son transportados al depósito temporal de residuos por cuestiones de comodidad para luego ser procesados.

Teniendo en cuenta que no se contaba con una balanza de alta precisión para pesar directamente los residuos, se optó por una balanza digital y se utilizó la técnica de medición de pesaje por diferencia

de peso de personas. De esta forma, se obtuvo los pesos restando el peso del operario al peso del operario sosteniendo cada residuo.

Para identificar y describir las alternativas de valorización y/o de aprovechamiento existentes para las fracciones de los residuos sólidos urbanos que se aplican en la actualidad para las corrientes determinadas, se utilizaron fuentes primarias y secundarias de investigación. Con respecto a las primarias, se empleó la técnica de la observación no estructurada aplicando una libreta de campo, recorriendo la fábrica para determinar el destino de las diferentes fracciones en la actualidad y su valorización si la hubiera. A su vez, en el formulario planteado anteriormente, se incluyó una pregunta en referencia al destino de las fracciones, por lo que también se obtuvo información para este punto mediante la misma, constituyendo otra fuente primaria de generación de datos.

Con respecto a las fuentes secundarias, se consultaron trabajos realizados que abordan la temática y se investigó posibles alternativas, haciendo foco en aquellas que fueran viables para el caso puntual de la fábrica. Dichas propuestas fueron analizadas y comparadas realizando una Evaluación Multicriterio, siguiendo la metodología empleada por Bergese (2.023), considerando la realidad local, la situación coyuntural y la disponibilidad de recursos por parte de la empresa, con el fin de determinar cuáles de esas alternativas de valorización resultan ser las más recomendables, adecuadas y por sobre todo viables para ser llevadas a cabo.

Para ello, se estableció una serie de criterios de evaluación con los que se analizaron las opciones, a fin de puntualizar y ponderar las características más sobresalientes a tener en cuenta de cada una de ellas, siguiendo la técnica de la ponderación lineal. Los resultados de la evaluación, así como los beneficios tanto ambientales como económicos y sociales que pueden ser alcanzados a través de la aplicación de las alternativas seleccionadas se resumen en los apartados finales del presente trabajo, con el objetivo de generar un impacto positivo en el ambiente y en la sociedad.

5.3. Unidad de estudio

5.3.1. Descripción de la empresa. Ubicación y aspectos generales

SUNGREEN es una empresa del rubro de la energía solar, tanto fotovoltaica como térmica, ubicada en el Parque Industrial de la ciudad de Salta, sobre Avenida Durañona (Imagen N° 2).

La empresa posee un área total de 2.144 m² construidos. Es una edificación nueva que se encuentra distribuida de la siguiente manera: en la parte frontal se encuentra el área de seguridad, comedor y vestuarios, en la parte posterior tienen lugar las oficinas y la nave industrial, donde se desarrollan todos los procesos productivos y a la vez, se encuentra el depósito de materia prima y de productos para la venta.

Posee un total de diecinueve empleados, once en administración y limpieza, y ocho en producción. Se trabaja en un único turno, de 8.30 a 16.30 horas, de lunes a viernes.

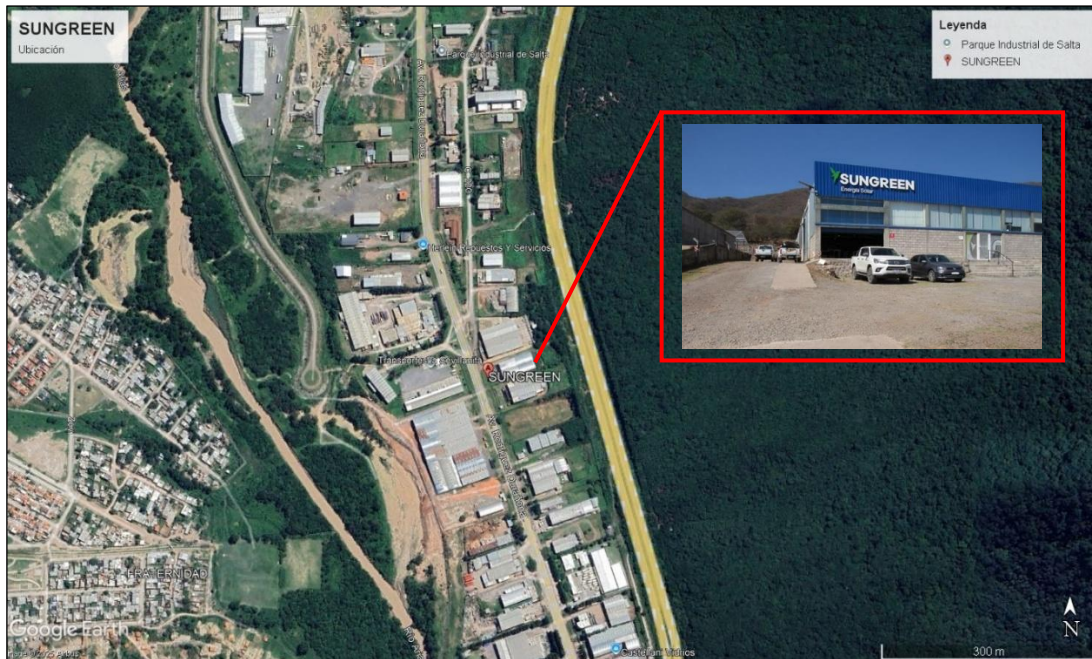


Imagen N° 2: Ubicación geográfica y vista general del establecimiento. Fuente: elaboración propia.

Nació en Buenos Aires en el año 2.009 con un fuerte alcance nacional, desarrollando una importante experiencia en soluciones solares para particulares y para empresas. Cuenta con oficinas comerciales y centros de distribución en Buenos Aires, Rosario y Salta.

A diferencia de la mayoría de las empresas del rubro, SUNGREEN es fabricante. Su fábrica de termotanques solares en las instalaciones del Parque Industrial es relativamente nueva, operando desde el año 2.022. La empresa se encuentra en crecimiento constante y gestiona todos sus procesos bajo normas internacionales de calidad.

Los sistemas de Energía Solar Térmica de SUNGREEN (termotanques solares, colectores y tanques térmicos) ofrecen soluciones sencillas, económicas y modulares para abastecer a las industrias y comercios de la energía térmica que requieren en sus procesos.

La empresa es pionera en Argentina en el desarrollo de colectores para climatización de piscinas. Con su producto Solarmat®, la empresa lidera las ventas y abastece el mercado nacional.

Por su parte, los sistemas de Generación Eléctrica Solar (paneles fotovoltaicos, micro redes, kits fotovoltaicos y bombeo solar) permiten suministrar energía eléctrica en situaciones donde el acceso a la misma es dificultoso u oneroso, brindando resultados satisfactorios y simplificando las operaciones en el campo de la Minería y del Agro.

El equipo de SUNGREEN también gestiona proyectos en forma integral y bajo la modalidad llave en mano. Ha llevado a cabo diversos trabajos exitosos, tanto en el sector público como privado, trabajando para numerosas empresas de primera línea.

5.3.2. Productos que fabrica

SUNGREEN es una empresa salteña dedicada a la fabricación e instalación de sistemas solares térmicos. La oferta principal se centra en termotanques solares no presurizables de diferentes capacidades y sistemas de climatización para piscinas de gran rendimiento, denominados Solarmat.

Termotanque solar: es el sistema más utilizado mundialmente para proveer agua caliente sanitaria debido al bajo costo de inversión y alto rendimiento.

El termotanque solar de tubos de vacío es un sistema compacto de calentamiento de agua para uso doméstico. El sistema de colección es mediante tubos evacuados de borosilicato con pintura selectiva. Para el almacenamiento del agua, posee un tanque térmico interno de acero inoxidable recubierto por una capa de 40 mm de poliuretano expandido, y un tanque externo de chapa galvanizada o inoxidable.

Mediante un proceso de circulación continua, el agua ingresa al termotanque, fluye por los tubos de doble vidrio y se calienta por la radiación del sol. El agua caliente sube por efecto termosifón y se almacena en el termotanque para ser utilizada.

El sistema se adapta a las necesidades de viviendas unifamiliares, edificios multifamiliares y establecimientos comerciales. Los productos se presentan en dos versiones, pudiendo ser fabricados en chapa externa de acero galvanizado o en chapa de acero inoxidable. Los modelos y capacidades se presentan en la Imagen N° 3.

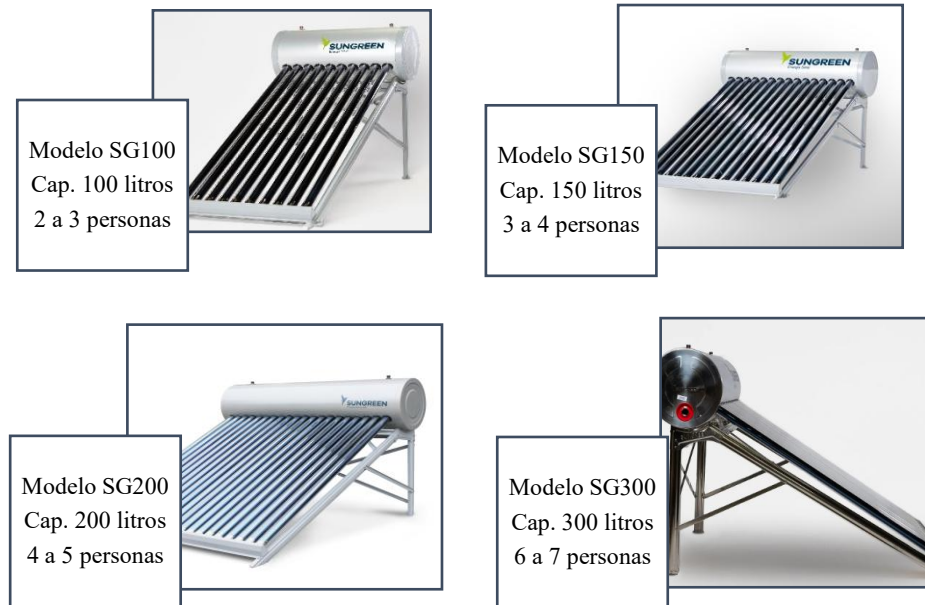


Imagen N° 3: Modelos de termotanques solares fabricados. Fuente: Sungreen.

Climatizador solar de piscinas “Solarmat”: este colector es un producto desarrollado especialmente para extender la temporada de uso de piletas al aire libre. Permite elevar entre 10 °C y 15 °C la temperatura del agua en piletas abiertas y/o generar un importante ahorro de energía en piletas cerradas. Es resistente a la exposición prolongada a la intemperie (exposición continua a la radiación ultravioleta del sol y temperaturas de -20 °C hasta 110 °C) y a las condiciones químicas agresivas del agua, tales como la elevada concentración de cloro, salinidad, dureza, amonio o cambios de pH.

El colector está constituido por dos bandas de material sintético polimérico aditivado (Etileno-Propileno-Di-monómero) y dos espigas en sus extremos para las conexiones de agua, ambos elementos desarrollados por Sungreen. Estas bandas poseen tubos de pequeño diámetro con material entre ellos, lo cual aumenta el área de captación solar proporcionando así mayor capacidad de calentamiento e incrementando la cantidad de energía por unidad de volumen de agua (Imagen N° 4).

El sistema solar se configura como un banco de colectores conectados en paralelo. El sol calienta el agua contenida en los colectores y la radiación es transferida a la piscina mediante la circulación de la bomba de filtrado. Se puede colocar un controlador digital que automatiza el encendido de la bomba, optimizando su tiempo de funcionamiento y la transferencia de calor en todo momento.

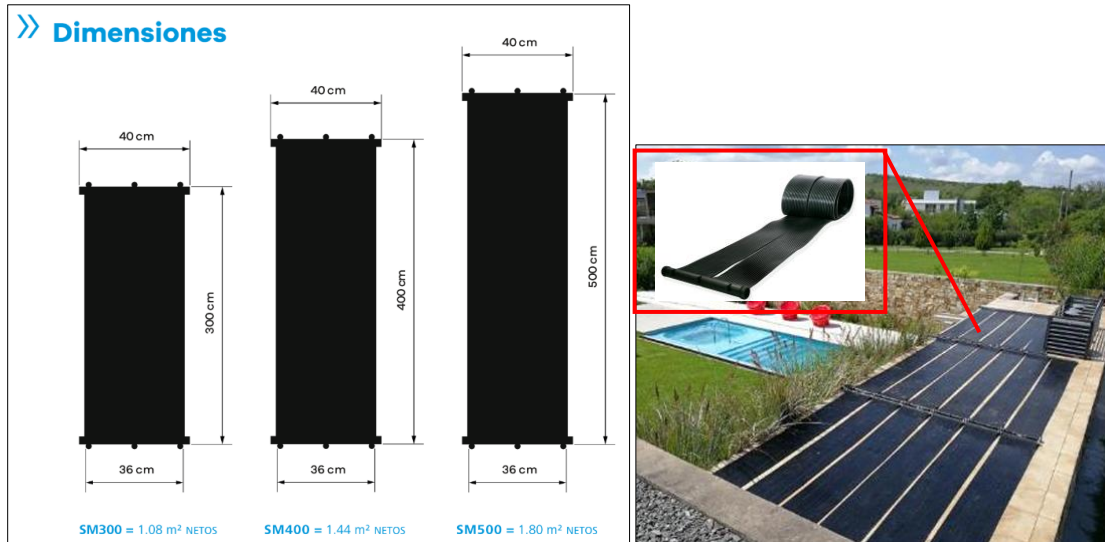


Imagen N° 4: A la izquierda, modelos de colectores fabricados con su superficie neta de absorción. A la derecha, sistema instalado. Fuente: Sungreen.

6. RESULTADOS

6.1. Producción de Termotanques Solares

En la fábrica de termotanques solares, la capacidad instalada es de 1.200 termotanques solares por mes, pero la producción real ronda las 300 unidades mensuales. Es decir, que se utiliza el 25% de la capacidad productiva de la industria. La producción se lleva a cabo durante todo el año y es por stock.

Los productos son comercializados dentro de todo el territorio nacional, llegando también a Paraguay y Bolivia.

6.1.1. Materia prima e insumos

Para la fabricación de termotanques solares se requiere de las siguientes materias primas que se detallan en la Tabla N° 5:

Tabla N° 5: Detalle de materia prima e insumos para la fabricación de termotanques. Fuente: Sungreen.

Ítem	Cantidad/mes	Proveedor
Chapas rectangulares de acero inoxidable precortada para tanques internos	300 u	Chino
Chapas rectangulares de acero galvanizado y de acero inoxidable precortada para tanques externos (grande y chica)	300 u	Chino
Tapas de acero inoxidable para tanques internos, con y sin agujero para resistencia	600 u	Chino
Tapas de acero galvanizado y de acero inoxidable para tanques externos, con y sin agujero para resistencia	600 u	Chino
Accesorios de acero inoxidable para soldar (conexiones de agua), de ¾" y 1,25", macho y hembra	1800 u	Chino
Carcasas y anillos de silicona para conexiones de ¾" y 1,25", macho y hembra	1800 u	Chino
Silicona neutra	25 u	Nacional
Poliuretano para inyección (poliol e isocianato)	2 tambores de 200 l	Nacional
Cajas de cartón para embalaje	300 u	Nacional
Bolsas de plástico para embalaje	300 u	Nacional
Cuñas de telgopor	12 u	Nacional
Lubricante	12 u	Nacional
Etiquetas	300 u	Nacional
Thinner	25 l	Nacional
Estopa	20 kg	Nacional

Cabe aclarar que en las instalaciones sólo se fabrica el tanque de almacenamiento del termotanque solar, siendo el soporte y los tubos de vidrio de borosilicato que hacen al producto final, importados.

6.1.2. Máquinas para la producción

En la Tabla N° 6 se detallan las máquinas utilizadas en la producción de termotanques solares.


Tabla N° 6: Detalle de maquinarias utilizadas en la fabricación de termotanques. Fuente: Sungreen.

Ítem	Descripción
Plegadora	Máquina manual para plegar los extremos y formar los filetes para vincular las chapas del tanque externo.
Prensa de espiga	Prensa manual de espiga para unión longitudinal no soldada de chapas del tanque externo.
Denteadora de chapa	Máquina automática para dentear extremos y facilitar la vinculación de las tapas del tanque externo.
Soldadora de punto	Soldadora de puntos para tanques internos.
Soldadora lineal	Soldadora lineal para tanques internos.
Costilladora	Máquina con ruedas y rodillos para formar costillas circunferenciales en tanque interno.
Soldadora TIG	Soldadora TIG para accesorios de tubería y boquilla de tanque interno.
Bridadora de extremos	Máquina bridadora de extremos de tanque interno para unión con tapa lateral.
Prensa de rodillos	Máquina prensa de rodillos para unión no soldada de extremos de tanque interno.
Probadora de hermeticidad	Máquina automática para probar hermeticidad de tanque interno.
Inyectora de poliuretano expandido	Máquina automática para inyectar mezcla de poliuretano expandido.

6.1.3. Proceso productivo

La producción de termotanques se desarrolla en dos líneas productivas, por un lado, la de tanques internos, y por otro la de tanques externos (Tabla N° 7).

Tabla N° 7: Etapas de la fabricación de termotanques. Fuente: Sungreen.

Proceso Tanque Interno (INNER TANK)	
<p>1. Unión de extremos por soldadura de puntos. Se pliega la chapa de forma cilíndrica ayudando a dar la forma con los flejes de una banca. Con la máquina soldadora de punto se realizan uniones cada 5 cm para mantener la forma antes de proseguir con la soldadora lineal.</p>	
<p>2. Unión lineal soldada. El lote punteado se dispone para realizar la soldadura lineal. Se realiza en una única maniobra. Los rodillos de la máquina giran automáticamente y arrastran la chapa mientras se produce la soldadura sobre los puntos ya realizados. Se emplea agua en el proceso para refrigerar los discos.</p>	



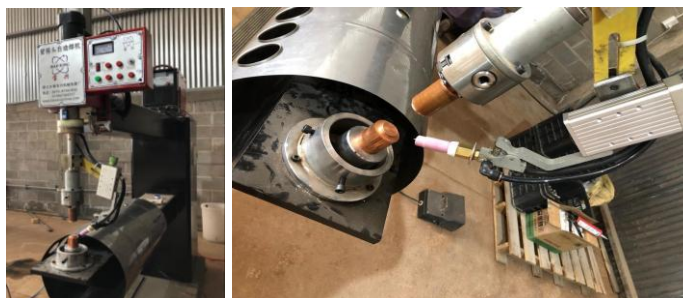
- 3. Costillado.** Los cilindros se introducen lateralmente en la máquina cuidando la ubicación para no maquinarse las costillas sobre los holes (agujeros para conexiones), sino entre ellos.



- 4. Plegado de virolas.** Se ubica el cilindro costillado en su posición, cuidando que la máquina esté regulada a la posición adecuada en función del volumen del tanque que se está produciendo. Una vez realizado esto, se acciona la máquina y automáticamente se produce el bridado en los tanques.



- 5. Soldadura de accesorios.** Una vez costillado y bridado, se procede a realizar la soldadura de accesorios mediante la soldadora TIG automática. Para realizar la operación, se ubica el cuerpo del tanque interno con el agujero del conector encastrado en la parte de la base de la torcha. Una vez posicionada la chapa, se coloca el conector y se presiona el pedal de la máquina para que descienda la torcha. Es importante verificar que la costura es continua y que rodea completamente a los conectores.



- 6. Unión no soldada de tapas.** Se procede a realizar el maquinado de las tapas. Para ello, se posiciona el cuerpo cilíndrico en la máquina, apoyado en los brazos. Por otra parte, se ubican las tapas (con silicona neutra fresca) en sus posiciones. Se acercan las partes con el sistema neumático hasta que se produce el encastre adecuado de las tapas. Finalmente, se presionan los accionadores de ambos motores para el maquinado.



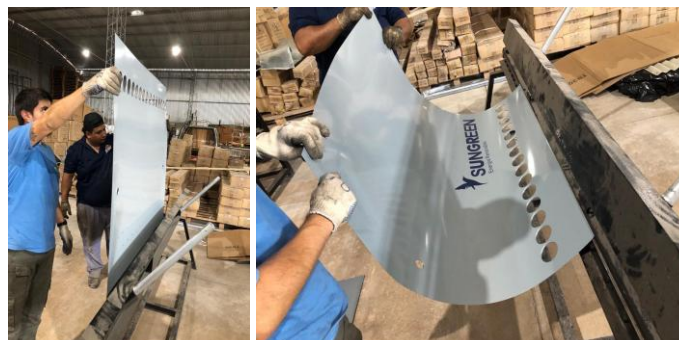
- 7. Prueba de hermeticidad.** Para realizar la prueba se colocan tapones y tapas en los conectores del tanque, y los holes de tubos son sellados con los conos de la máquina, que poseen muelles expansibles neumáticamente. Pasos:

- Bajada de bandeja móvil.
- Sellado. Los muelles de los conos se inflan para asegurar el sello del tanque a probar.
- Presurizado. La máquina presuriza el tanque a la presión seteada en el regulador de carga que se encuentra en el gabinete. Una vez estabilizada la misma, se detiene la etapa automáticamente.
- Sumergido en agua. El bloque móvil de conos baja solidario con el soporte del tanque y lo sumerge para evidenciar las fugas.
- Finalización. Los bloques suben solidarios hasta la posición stand by del soporte del tanque. Luego, despresuriza los conos y con ello también al tanque. Finalmente, la bandeja de conos sube a su posición stand by.



Proceso Tanque Externo (OUTER TANK)

- 8. Plegado de solapas en extremos.** El tanque externo se conforma con la unión de dos chapas de igual longitud: una chapa chica que posee las acanaladuras para los accesorios inferiores y, una chapa grande con los holes de tubos y los orificios para conectores superiores. Para la unión, es necesario realizar pliegues opuestos en las chapas que se habrán de unir.



- 9. Unión de solapas por prensado.** Las chapas con las solapas plegadas en los extremos se posicionan longitudinalmente, apoyando la unión sobre la línea de prensado. Una vez posicionado, se realiza el prensado con el rodillo ajustado en los dos sentidos.



- 10. Preforma dentada en extremos.** Una vez formados los cilindros que conforman los tanques externos, se debe realizar el preformado dentado en los extremos para asegurar una mejor sujeción de las tapas durante el proceso de inyección del poliuretano. El preformado se realiza automáticamente mediante el giro de rodillos solidarios a un bloque que baja y presiona la chapa.



- 11. Colocación de accesorios y montaje.** Se coloca un film protector al tanque interno y luego se encastra en el tanque externo, haciendo coincidir los conectores en los agujeros del tanque externo. Para finalizar el montaje, se colocan accesorios en los conectores y la tapa externa del lado de la resistencia.



- 12. Inyección de PU (poliuretano expandido).** Se ubican los tanques encastrados sobre los montantes, con la tapa de resistencia para el lado de la base y se ajustan con el plato móvil. Se colocan plugs en todos los orificios del termotanque para mantener su forma. Para la inyección, se debe presionar el accionador y disponer la mezcla en el interior de los termos, con movimientos circunferenciales favoreciendo una correcta distribución y crecimiento del material. Una vez que se alcanza el volumen completo del equipo, se coloca la tapa ciega con una perforación lateral por donde ingresa poliuretano fresco, y se finaliza con la colocación de un regatón plástico de tapa.



13. Expedición y empaquetado. Se procede a la limpieza de cada termotanque. Con cutter se remueven las rebabas de PUE que pudieran haberse formado alrededor de los plugs, con thinner se limpian las proyecciones del material sobre la chapa externa. Luego, se colocan los accesorios correspondientes. El equipo finalizado se envuelve con una bolsa tubo transparente y se dispone para el empaquetado en cajas con telgopor.



6.2. Producción de climatizadores solares

Se producen alrededor de 400 unidades por mes. La producción es por stock. Los productos son comercializados dentro de todo el territorio nacional, llegando también a Paraguay y Bolivia.

6.2.1. Materia prima e insumos

Para el ensamblado de colectores solares se requiere de las siguientes materias primas que se detallan en la Tabla N° 8.

Tabla N° 8: Detalle de materia prima e insumos para el ensamblado de colectores. Fuente: Sungreen.

Ítem	Cantidad/mes	Proveedor
Bandas de EPDM	2800 m	Nacional
Interconectores	56 m	Nacional
Espigas	800 u	Nacional
Abrazaderas	1600 u	Nacional
Sellador de poliuretano	15 u	Nacional
Silicona neutra	10 u	Nacional
Cajas de cartón para embalaje	200 u	Nacional
Bolsas de plástico para embalaje	300 u	Nacional
Etiquetas	400 u	Nacional
Estopa	10 kg	Nacional

6.2.2. Máquinas para la producción

En la Tabla N° 9 se detallan las máquinas y herramientas utilizadas en la producción de climatizadores solares.

Tabla N° 9: Detalle de máquinas y herramientas para el ensamblado de colectores. Fuente: Sungreen.

Ítem	Descripción
Guillotina	Máquina utilizada para cortar las bandas de EPDM con la longitud deseada.
Pistola de calor	Pistola para ablandar los extremos de la banda para su unión a los dientes de la espiga.
Pinza de presión	Pinza para incrustar los extremos de la banda a los dientes de la espiga.
Selladora de bolsas de plástico	Máquina para sellar bolsas con el producto final.

6.2.3. Proceso de ensamblado

En la Tabla N° 10 se detalla las etapas del ensamblado de climatizadores solares.

Tabla N° 10: Etapas del ensamblado de climatizadores solares. Fuente: Sungreen.

Ensamblado de climatizadores	
<p>Medición y corte de bandas. En la estación de trabajo, un miembro de la pareja de armadores ubica el rollo de banda en el montante. El otro miembro de la pareja extiende la banda en el sentido axial de la mesa que ya posee las medidas de 3 m y de 4 m. El otro armador marca la banda con marcador blanco. Finalmente, extienden la goma y la ubican para ser cortada con la guillotina. El proceso se repite hasta tener los segmentos necesarios para fabricar el lote completo en todas sus medidas.</p>   	
<p>Preparación y revisión. Uno de los ensambladores separa las espigas necesarias para la producción y realiza una inspección individual a cada pieza en búsqueda de defectos de extrudado, discontinuidades, deformaciones u otras fallas visibles. Una vez verificadas, el otro armador de la pareja identifica las espigas en parejas con el número de producto y con la marca de la empresa.</p>  	

Disposición. Un ensamblador encastra una espiga en la mesa de trabajo, mientras el otro ubica las dos bandas en posición perpendicular. La otra espiga del colector se coloca en el otro extremo de la mesa.



Montaje. Se procede a la aplicación de adhesivo de silicona líquida en la espiga, en ambos lados. Luego, la banda es calentada con la pistola de calor y encastrada en los microtubos de la espiga con las pinzas planas. Cuando llega al tope, se verifica que la penetración sea pareja y no quede ninguna manguera sin conectar. El paso se repite cuatro veces para encastrar las dos bandas en las dos espigas. Se procede a colocar con pistola inyectora de silicona una línea de 0,5 mm de espesor, pareja, en todo el largo de la unión banda-espiga, en ambas caras de la espiga, a modo de doble sellado.



Prueba de hermeticidad. Se realiza una prueba de hermeticidad para detectar posibles fugas o fallas. De superar esta prueba, continúa el proceso.



Empaquetado y almacenado. Cuando el producto tiene el visto bueno de los armadores, es enrollado y empaquetado dentro de la bolsa o caja correspondiente. En el caso de las bolsas, son selladas con máquina.



6.3. Diagrama de flujo de los procesos y residuos generados

En la

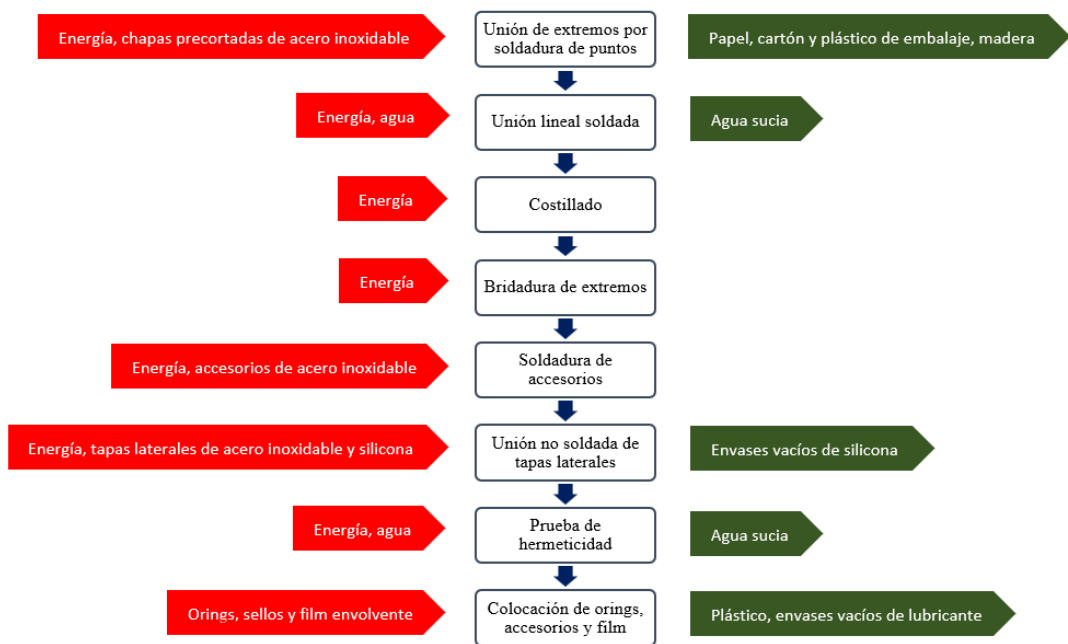


Imagen N° 5, Imagen N° 6 e Imagen N° 7 se describen los diferentes procesos de producción, la materia prima que ingresa y los residuos generados. Las flechas de color azul indican la secuencia de los procesos, las flechas de color rojo indican la materia prima/insumos que ingresa y las de color verde, los residuos generados.

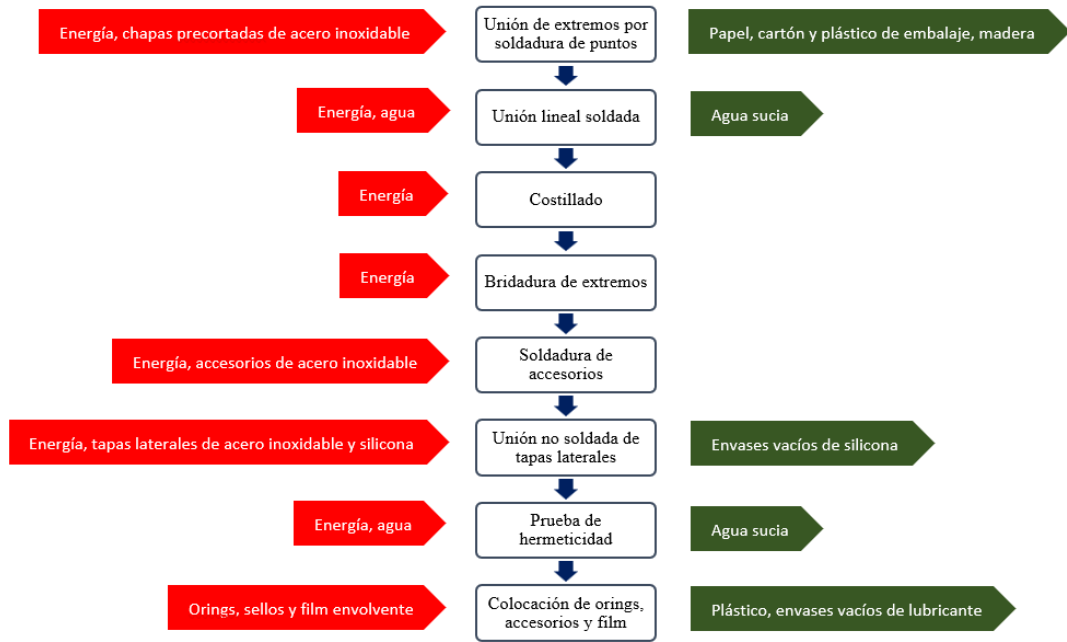


Imagen N° 5: Diagrama de flujo del proceso de fabricación de tanque interno y residuos generados. Fuente: Sungreen.

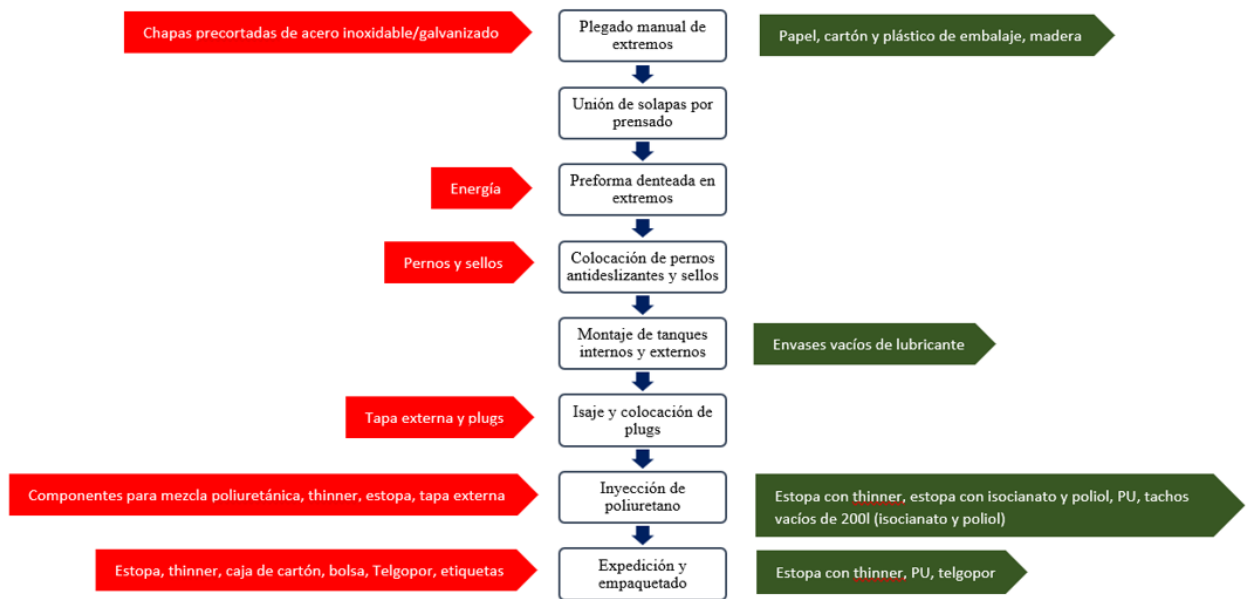


Imagen N° 6: Diagrama de flujo del proceso de fabricación de tanque externo y residuos generados. Fuente: Sungreen.

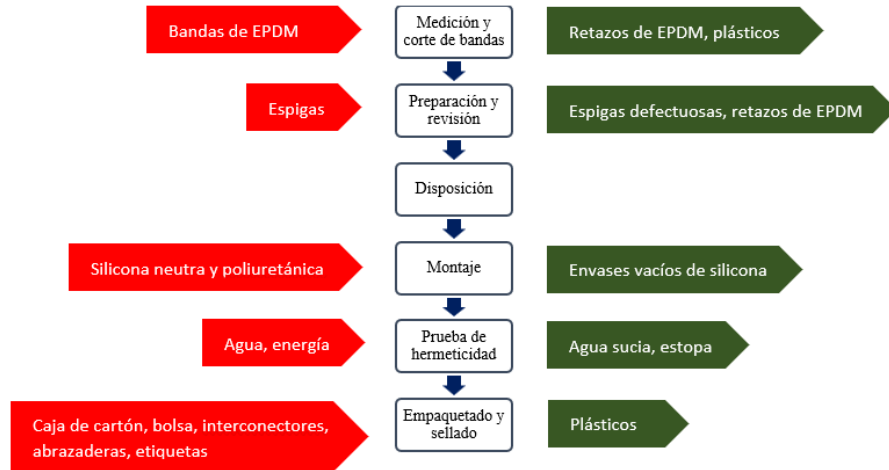


Imagen N° 7: Diagrama de flujo del proceso de ensamblado de climatizadores y residuos generados. Fuente: Sungreen.

6.4. Áreas de generación de residuos sólidos

En la Imagen N° 8 se identifican los puntos de generación de residuos sólidos en la empresa, así como el tipo de residuos producidos en las diferentes áreas, representado cada uno con un color específico.

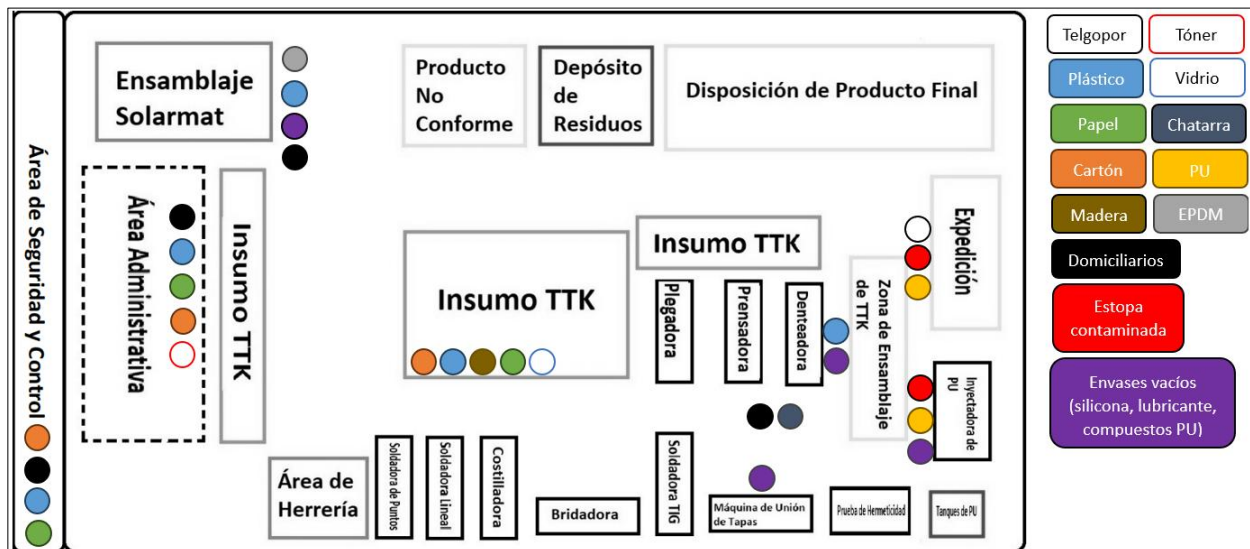


Imagen N° 8: Puntos de generación de residuos en la empresa. Fuente: Sungreen.

6.5. Inventario de residuos

Para determinar las diferentes corrientes que componen los residuos generados en la empresa se utilizaron los métodos descritos en el marco metodológico (fuentes primarias y secundarias). De este modo, se concluyó que las fracciones más preponderantes y por este motivo, las que fueron tenidas en cuenta para la determinación cuantitativa, fueron las que se mencionan en la Tabla N° 11:

Tabla N° 11: Inventario de residuos sólidos. Fuente: Sungreen.

Residuo	Tipo	Lugar de generación	Disposición inicial	Disposición final
Plásticos	Reciclable	Administración-Ensamblaje de tanques y Solarmat	Cesto azul	Reciclaje
Papel	Reciclable	Administración-Ingreso de materia prima	Cesto azul	Reciclaje
Cartón	Reciclable	Administración-Ingreso de materia prima	Caja	Reciclaje
Restos de comida, papel, cartón y plástico sucios, etc.	Domiciliario	Todas las áreas	Cesto verde	Relleno sanitario
EPDM	Reciclable	Ensamblaje de Solarmat	Bolsas	Sin definir
PU	Reciclable	Inyección de PU-Expedición	Cesto azul	Sin definir
Telgopor	Reciclable	Expedición	Bolsa/caja	Sin definir
Estopa contaminada	Peligroso Y48	Inyección de PU-Expedición	Cesto rojo	Incineración
Envase vacío de silicona	Peligroso Y48	Ensamblaje de Solarmat-Unión de tapas	Cesto rojo	Incineración
Envase vacío de lubricante	Peligroso Y48	Ensamblaje de tanques	Cesto rojo	Incineración
Otro envase vacío (hidráulico, etc.)	Peligroso Y8	Planta en general	Cesto rojo	Incineración
Tambor vacío de 200 l (isocianato y polioliol)	Peligroso Y48	Inyección de PU	Pallet	Reutilización/Sin definir
Chatarra	Reciclable	Planta en general	Caja	Reciclaje
Madera	Reciclable	Ingreso de materia prima	Caja	Reciclaje
Vidrio	Reciclable	Ingreso de materia prima	Caja	Sin definir
Tóner	Peligroso Y12	Administración	Caja	Incineración

Como puede observarse en la tabla, los residuos considerados peligrosos (estopa contaminada con thinner y con compuestos de PU, envases vacíos de silicona, de lubricante y de compuestos para la mezcla poliuretánica) son generados principalmente durante la unión mecánica de tapas de tanques internos, inyección de poliuretano y expedición. Por otro lado, también se originan durante el ensamblaje de colectores solares (envases de silicona). Los tóneres se generan en administración.

Es importante mencionar que pueden generarse envases vacíos de aceite hidráulico y similares, producto del funcionamiento y mantenimiento de las maquinarias. Generalmente, estos residuos se producen en forma esporádica, no forman parte de la generación de residuos en la producción diaria.

La madera, la chatarra, el vidrio y los tambores de 200 l son residuos que no se generan de forma rutinaria, por lo que no forman parte de la generación diaria. La madera procede de las cajas que contienen las chapas que forman los tanques, por lo que se van descartando de forma ocasional a medida que se van extrayendo las chapas para la producción. La chatarra se va acopiando cada vez que se desechan chapas y tapas por fallas o defectos de producción. El vidrio se genera cuando arriban las cajas

de tubos de vacío a la fábrica, ya que suelen romperse los tubos por el transporte o la mala manipulación del personal. Los tambores se van acopiando a medida que se consumen, por lo general cada mes.

Los residuos domiciliarios son generados tanto en el área administrativa como de producción. El papel, cartón y plástico se originan principalmente en administración y, generalmente, cuando se produce el ingreso de materia prima al proceso de producción, producto del embalaje de la misma (bolsas, sunchos, etc.).

El EPDM que se produce durante el ensamblaje de climatizadores, el PU durante la inyección y limpieza de termotanques, y el telgopor durante el embalaje de los mismos, son residuos que se generan en cantidad.

Con respecto al agua residual originada en algunas etapas de la producción, la misma no se tuvo en cuenta para su cuantificación, ya que se trata de volúmenes poco considerables, sin ningún contaminante peligroso, y cuyo destino final es la red de alcantarillado. Cabe mencionar que el agua no constituye una materia prima en la fabricación de los productos, sino más bien, es un insumo utilizado únicamente en las pruebas de hermeticidad y como refrigerante de los discos de la soldadora lineal.

6.6. Manejo y gestión actual de los residuos

Actualmente, la empresa posee un plan de gestión de residuos. En su procedimiento define los lineamientos que permiten desarrollar una correcta gestión de residuos sólidos en las etapas de recolección, separación, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final, en el desarrollo de las actividades productivas y administrativas de la empresa, en cumplimiento con la normativa ambiental vigente. Para lograr la mejora continua, dicho plan de gestión requiere de la participación y apoyo de la Gerencia. En este sentido, se necesita asignar fondos para dar un adecuado tratamiento a los residuos sólidos, tener una participación directa con los trabajadores de la planta, capacitándolos para la contribución de la gestión de los residuos y la constante innovación en la toma de decisiones.

Se describe el manejo que propone SUNGREEN para sus residuos (Imagen N° 13):

1. Se realiza la identificación de los residuos generados en los procesos de la empresa. Se clasifica los residuos en función a su peligrosidad para los seres humanos y el ambiente, según la Ley N° 24.051 (residuos peligrosos o domiciliarios).
2. Separación en origen: la separación se realiza inmediatamente después de su generación en el mismo lugar en el que se originan. Para ello, los puntos de generación deben estar acondicionados con los recipientes necesarios para depositarlos (Imagen N° 9). Estos recipientes deben tener características de diseño adecuadas al tipo de residuo que deben recoger, estar en buen estado e identificados. Los residuos peligrosos se colocan en cestos rojos, los reciclables en cestos azules y los domiciliarios en cestos verdes o negros. Se disponen tanto en el sector de fábrica, como en administración.



Imagen N° 9: Disposición inicial de residuos. Fuente: Sungreen.

3. Se realiza el pesaje de residuos mediante balanza, y el registro de los mismos en planilla.
4. Una vez que se pesaron los residuos, se procede con su transporte interno desde el lugar en el que se generan hasta el de su almacenamiento temporal (Imagen N° 10). El lugar debe ser de uso exclusivo para el depósito de residuos, estar debidamente señalizado y ser accesible para el transporte.



Imagen N° 10: Depósito transitorio de residuos con su croquis correspondiente. Fuente: Sungreen.

5. Tratamiento: los restos de telgopor y de poliuretano se destinan a trituración como alternativa para su aprovechamiento con el propósito de obtener algún rédito económico a través de la comercialización.



Imagen N° 11: Trituradora. Fuente: Sungreen.

6. Las bolsas resultantes con producto triturado de telgopor y poliuretano se venderán como aislante térmico y acústico a empresas de construcción.



Imagen N° 12: Resultados de la trituración. Fuente: Sungreen.

7. Transporte y disposición final: los residuos reciclables (papel, cartón, plásticos, etc.) son transportados por Sungreen a las instalaciones de la empresa de reciclado Econorte, quien realiza la compra de estos residuos.

La empresa se encuentra inscrita en el Registro de Generadores de Residuos Peligrosos de la provincia de Salta, bajo la categoría de control Y48. Los residuos peligrosos (estopas contaminadas, envases contaminados, etc.) son transportados por el Operador Hábitat Ecológico para su disposición final autorizada en sus instalaciones.

Los tambores de compuestos de poliuretano, si bien son residuos peligrosos, también son aprovechables, ya que una vez que se saca de éstos el remanente químico y se realiza un debido proceso de lavado y reacondicionamiento, se reutilizan como cestos para residuos, bateas de contención, etc. El líquido resultante de los lavados se almacena para ser gestionado por el Operador.

Los restos de goma EPDM se almacenarán paletizados para luego definir su disposición final.

8. El certificado de disposición final se obtiene de la empresa recicladora y del Operador de residuos peligrosos.
9. El resto de residuos domiciliarios (restos de comida, etc.), se los acondiciona para que sean retirados por el camión recolector de residuos municipal.

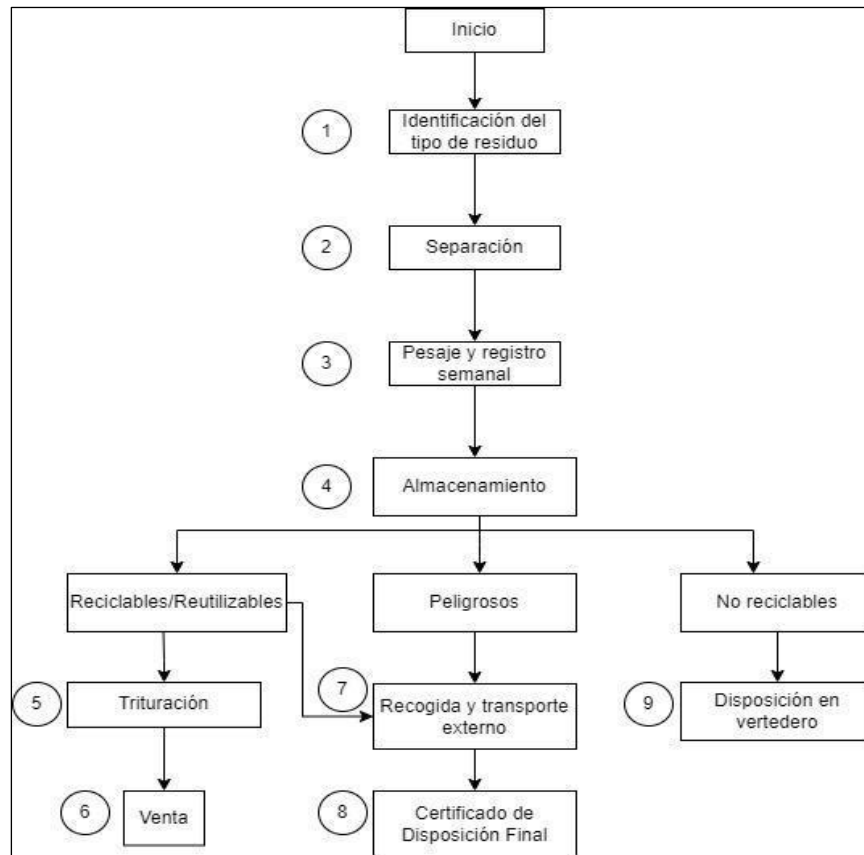


Imagen N° 13: Gestión de residuos en la empresa. Fuente: Sungreen.

Si bien la empresa definió el tratamiento de las fracciones aprovechables, hablando del telgopor y poliuretano, actualmente aún no termina de concretarse su disposición final. Como ya se mencionó anteriormente, estos residuos son procesados mediante una trituradora, pero al ser ésta de muy pequeña capacidad, tratándose simplemente de una chipeadora de hojas, el trabajo se dificulta, requiriendo demasiado tiempo operativo y de recurso humano. Debe tenerse en cuenta que, al pasar el tiempo, los restos de poliuretano adquieren demasiada dureza, por lo que requieren ser retaceados como paso previo a la trituración. Es por ello que, por falta de tiempo y personal, el residuo termina siendo almacenado en grandes cantidades sin poder ser procesado y fuera del recinto de acopio temporal por falta de espacio en el mismo. Sumado a esto, por el momento la empresa no consiguió un cliente que se encuentre interesado en este tipo de residuo en grandes cantidades, únicamente se lograron vender algunas bolsas de telgopor a pequeños emprendedores vía redes sociales.

A continuación, se presentan algunas imágenes del acopio de residuos potencialmente aprovechables:



Imagen N° 14: Acopio de residuos de poliuretano expandido. Fuente: Sungreen.



Imagen N° 15: Acopio de residuos de telgopor. Fuente: Sungreen.



Imagen N° 16: Bolsas con PU y telgopor triturados sin destino. Fuente: Sungreen.

Con respecto a la madera, la chatarra y el vidrio, los mismos se acopian hasta alcanzar un volumen considerable para proceder a la venta, en el caso de la chatarra, o a donación a particulares en el caso de la madera. El vidrio, por el momento, no se gestionó por ser de escasa cantidad.



Imagen N° 17: Caja de madera, chatarra y vidrio roto. Fuente: Sungreen.

En el caso del EPDM, es directamente acopiado en pallets sin una disposición final definida.



Imagen N° 18: Bolsas con EPDM y acopio en pallets en el depósito de residuos transitorio. Fuente: Sungreen.

De igual forma ocurre con los tambores de 200 l, quedando acopiados en las instalaciones sin una disposición final, ya que entregarlos al Operador para su disposición como residuo peligroso resulta económicamente inviable para la empresa.



Imagen N° 19: Acopio de tambores metálicos. Fuente: Sungreen.

Otro detalle con respecto a la gestión es que, si bien la empresa en su plan de gestión contempla el pesaje de los residuos, esto no se pudo constatar en las visitas realizadas, existiendo registros desactualizados.

6.7. Composición y volumen promedio de residuos sólidos generados

Para la determinación cuantitativa, tanto para el sector de fábrica como para administración, se designó un encargado del pesaje para cada sector y se le entregó una ficha de generación de residuos en la que se indicó el tipo de residuo y el peso obtenido de cada uno de ellos tabulado por un intervalo de tiempo de una semana. La recolección de datos se realizó por un período de tres meses, específicamente en los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2024.

Para el caso de fábrica, las mediciones se hicieron los días viernes de cada semana, mientras que, en el caso de Administración, se hicieron una vez al mes. Se empleó una balanza digital (Imagen N° 20) para los pesajes, marca Philco, modelo BA2010PPI.



Imagen N° 20: Balanza digital utilizada para el pesaje.

Se realizó el pesaje de papel, cartón, plástico, telgopor, PU, estopa contaminada, envases vacíos (lubricantes y siliconas), EPDM, domiciliarios (materia orgánica, etc.) y tóner. Para el caso de madera, chatarra y vidrio, los mismos no se incluyeron en la cuantificación semanal debido a que no hubo generación de los mismos durante el periodo de muestreo.

Los residuos domiciliarios no fueron discriminados por sector, directamente se calculó su generación total por mes. En cuanto a los tambores metálicos, se registró que el consumo ronda cuatro tambores por mes (dos de isocianato y dos de polioli), por lo que se obtuvo el peso de un tambor vacío para realizar los cálculos. Con respecto a la producción de cartuchos de tóner, se registró el consumo de dos unidades en los tres meses de mediciones.

Con el muestreo realizado para la determinación de la composición de los residuos, se pudo estimar la cantidad de residuos generados de cada una de las fracciones identificadas. La Tabla N° 12, Tabla N° 13 y Tabla N° 14 presentan las estimaciones de acuerdo al sector de procedencia. En Anexos se adjuntan las planillas con el detalle de las mediciones realizadas.

Tabla N° 12: Generación de residuos en producción de termotanques solares.

Producción de Termotanques Solares						
Fracción	Septiembre [kg]	Octubre [kg]	Noviembre [kg]	Promedio de generación mensual [kg]	% de incidencia en la composición total	Promedio de generación anual [kg]
Papel	9,43	10,75	13,63	11,27	6,38%	135,24
Plástico	6,94	6,5	6,66	6,7	3,79%	80,40
Cartón	47,33	55,67	54,7	52,57	29,76%	630,80
Telgopor	45,25	36,18	17,32	32,92	18,64%	395,00
PU	49,43	50,88	38,82	46,38	26,26%	556,52
Estopa contaminada	27,64	20,84	25,03	24,50	13,87%	294,04
Envases contaminados	3,1	1,7	2,06	2,29	1,29%	27,44
Tambores metálicos	80,00	80,00	80,00	80,00	31,17%	960,00

TOTAL	269,12	262,52	238,22	256,62	100,00%	3079,44
--------------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

Tabla N° 13: Generación de residuos en producción de climatizadores solares.

Producción de Climatizadores Solares						
Fracción	Septiembre [kg]	Octubre [kg]	Noviembre [kg]	Promedio de generación mensual [kg]	% de incidencia en la composición total	Promedio de generación anual [kg]
Plástico	1,71	1,72	2,63	2,02	1,49%	24,24
EPDM	126,23	115,08	151,18	130,83	96,36%	1569,96
Envases contaminados	2,34	1,66	4,76	2,92	2,15%	35,04
TOTAL	130,28	118,46	158,57	135,77	100,00%	1629,24

Tabla N° 14: Generación de residuos en administración.

Administración						
Fracción	Septiembre [kg]	Octubre [kg]	Noviembre [kg]	Promedio de generación mensual [kg]	% de incidencia en la composición total	Promedio de generación anual [kg]
Papel	1,27	2,14	3,25	2,22	1,40%	26,64
Cartón	6,58	3,5	2,95	4,34	2,74%	52,12
Plástico	2,24	11,7	2,24	5,53	3,40%	64,72
Domiciliarios	143,65	156,11	138,95	146,24	92,21%	1754,84
Tóner	0,39	0,39	0,39	0,39	0,25%	4,68
TOTAL	154,13	173,84	147,78	158,58	100,00%	1903,00

En la Tabla N° 15, Tabla N° 16, Imagen N° 21 e Imagen N° 22 se presenta la estimación de la generación total de residuos por área de procedencia y por otro lado, la generación total por mes y en el año según las fracciones de residuos.

Tabla N° 15: Generación mensual por área de procedencia.

Área	Promedio de generación mensual [kg]	Generación por área [%]
Fábrica de Termotanques	256,62	46,58%
Ensamblaje de Climatizadores	135,77	24,64%
Administración	158,58	28,78%
TOTAL	550,97	100%

Tabla N° 16: Generación total mensual y anual por fracción.

Fracción	Generación mensual [kg]	% de incidencia en la composición total	Generación anual [kg]
Papel	13,49	2,45%	161,88
Plástico	14,11	2,56%	169,36
Cartón	56,91	10,33%	682,92

Telgopor	32,92	5,97%	395,00
PU	46,38	8,42%	556,52
Estopa contaminada	24,50	4,45%	294,04
Envases contaminados	5,21	0,94%	62,48
EPDM	130,83	23,75%	1569,96
Domiciliarios	146,24	26,54%	1754,84
Tóner	0,39	0,07%	4,68
Tambores metálicos	80	14,52%	960
TOTAL	470,97	100%	6611,68

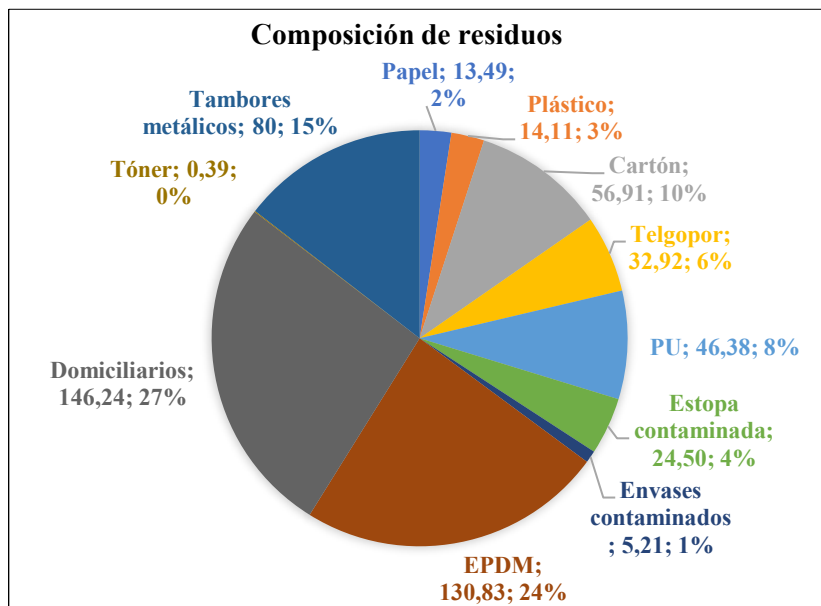


Imagen N° 21: Composición de los residuos generados en la empresa por mes.

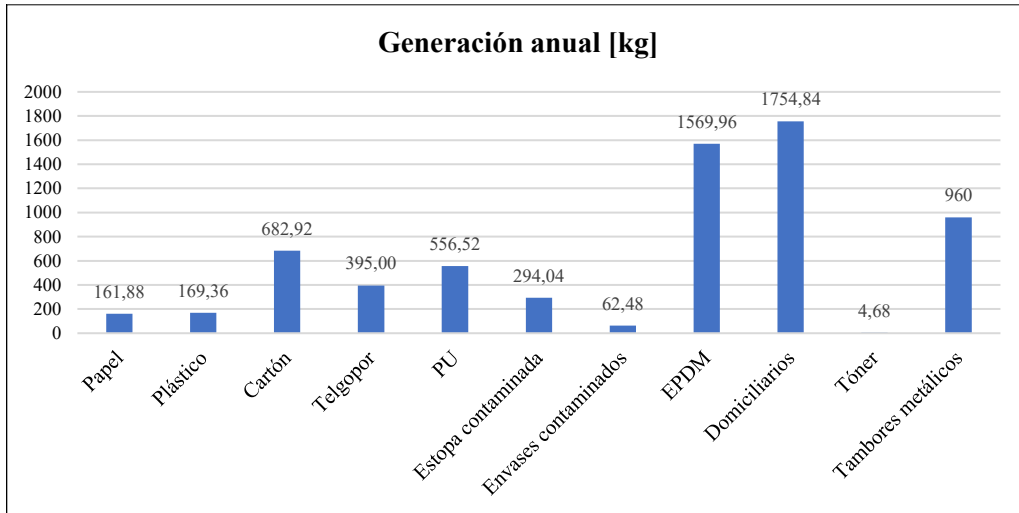


Imagen N° 22: Kilogramos de residuos generados durante el 2024 por fracción identificada.

Este gráfico constituye una representación de las diferentes fracciones estimadas en base al total de los residuos generados en la fábrica, sin consideraciones sobre cuál es el destino de los mismos hoy en día. Cada una de estas fracciones sería factible de ser sometida a un proceso de valorización y/o aprovechamiento, para lo cual se deberían cumplir una serie de condiciones y deberían realizarse algunos procesos y/o procedimientos previamente a los fines de hacer esto posible. Esto será analizado en el capítulo correspondiente a las propuestas de valorización.

En la Imagen N° 23 se presenta un gráfico con los residuos producidos en el año, clasificados según su peligrosidad.

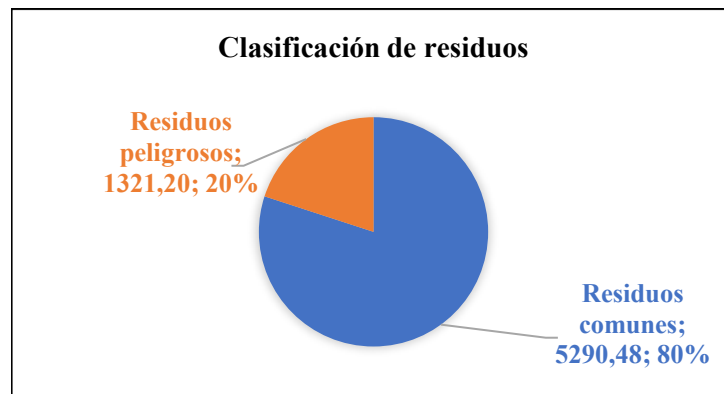


Imagen N° 23: Clasificación de residuos según su peligrosidad (anual).

Se relevó la productividad anual de la fábrica correspondiente al año 2024, lo que permitió calcular el índice de generación de residuos representado en la Tabla N° 17 e Imagen N° 24.

Tabla N° 17: Índice de generación de residuos.

Producto	Producción [unidades/año]	Residuo	Cantidad [kg/año]	Índice de generación de residuos [kg residuo/producción/año]
	3235	Papel	135,24	0,04

Termotanque Solar		Plástico	80,40	0,02
		Cartón	630,80	0,19
		Telgopor	395,00	0,12
		PU	556,52	0,17
		Estopa contaminada	294,04	0,09
		Envases contaminados	27,44	0,01
		Tambores metálicos	960	0,30
Climatizador solar	4690	Plástico	24,24	0,01
		EPDM	1569,96	0,33
		Envases contaminados	35,04	0,01

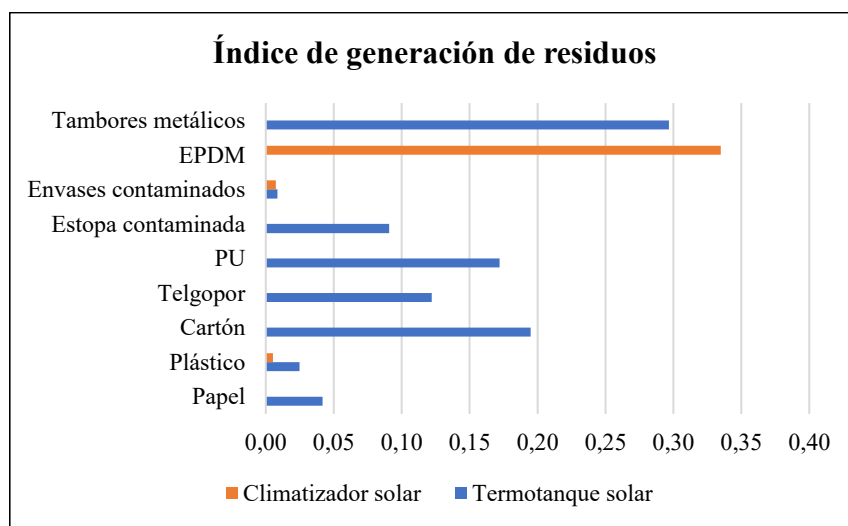


Imagen N° 24: Índice de generación de residuos.

6.8. Destino actual de los residuos

A partir de la información recolectada en la empresa, se concluyó que los residuos que se generan tienen los siguientes destinos posibles:

- Empresas recicladoras: las fracciones reciclables (papel, cartón, plástico y metal) se venden a plantas recicladoras dedicadas a la recuperación y tratamiento de materiales reciclables.
- Incineración: los residuos peligrosos (estopas contaminadas y envases vacíos) son entregados al Operador habilitado para su disposición final.
- Trituración: los restos de poliuretano expandido y de telgopor son triturados en la misma fábrica y almacenados en bolsas para una futura comercialización. Sin embargo, como ya se explicó en el apartado de Gestión Actual de Residuos, la máquina trituradora con la que cuenta la empresa es una chipeadora de restos de jardín, la cual no tiene la

capacidad de triturar los residuos en cuestión, tornándose un trabajo lento y demandador, tanto de personal como de tiempo. Es por ello, que la trituración se realiza de forma muy esporádica, lo que implica que los residuos quedan sin procesar en el depósito y en gran volumen, al punto que se vuelve insostenible.

- Almacenamiento en depósito: los restos de bandas de EPDM se paletizan y se disponen en el depósito transitorio de residuos. La Gerencia pretende obtener ganancias con este residuo a través de su comercialización, sin embargo, hasta el momento no se halló un comprador interesado en este residuo. Lo que informó el personal es que algunas empresas lo podrían recibir, pero sin pagar por él, lo que no resulta factible para el dueño. Por otro lado, los tambores resultantes de la inyección de poliuretano expandido también son almacenados sin una disposición definida. De igual forma sucede con los restos de vidrio rotos.
- Entrega a terceros: las cajas de madera que se van generando de forma esporádica se entregan a terceros sin ningún tipo de rédito económico, tanto a personal de la misma empresa que las requieren para usos personales o a recicladores que circulan por el Parque Industrial.
- Relleno sanitario: el resto de residuos es enviado al relleno sanitario sin ningún proceso de valorización.

Se obtuvo un registro de entrega y venta de residuos por parte de la empresa durante el año 2024. El mismo se detalla en Anexos (

Tabla N° 29). A continuación, en la Tabla N° 18 se presenta un resumen de las cantidades entregadas y vendidas, y los destinos correspondientes durante el año en estudio.

A excepción de los residuos peligrosos entregados a Hábitat Ecológico, todos los residuos fueron comercializados. Es importante remarcar que residuos como restos de vidrio, madera y tambores de 200 l no fueron tenidos en cuenta en el registro.

Tabla N° 18: Entrega y venta de residuos durante el año 2024.

Entrega de residuos Año 2024 [kg]		Destino
Telgopor	127	Particulares
Cartón	426	ECONORTE S.R.L.
Papel	105	
Plástico	134	
Chatarra	100	Particulares
Y48	255	HÁBITAT ECOLÓGICO S.A.
Total generado		5651,68 kg
Total valorizado		892 kg
% de valorización		15,8%

De la tabla anterior se deduce que en todo el año se valorizaron 892 kilos de residuos a través de la venta, equivalente a un porcentaje de valorización del 15,8 del total de residuos estimado.

6.9. Alternativas de valorización existentes

A partir de la identificación de cada una de las fracciones que componen los residuos que se generan en la empresa, se realizó un análisis bibliográfico para determinar las posibles alternativas de valorización de las mismas, de acuerdo con las prácticas más usadas en la actualidad en otros establecimientos. A continuación, se resumen las prácticas analizadas especificadas por cada una de las fracciones consideradas.

Cartón y papel: el papel es un material 100% reciclable. El residuo de papel es un material que puede volver a utilizarse para la fabricación de papel nuevo. El papel y el cartón usado y recogido se transporta a un almacén de un gestor (recuperador), donde se clasifica por tipos, se acondiciona, enfarda y se envía a la fábrica papelera. Básicamente, el residuo de papel tratado entra en la fábrica de papel por cintas transportadoras. Se mezcla con agua en el púlper y se agita. Se separan de las grapas, plásticos de las fibras de papel y se incorporan sustancias tensioactivas con el fin de eliminar la tinta que queda en la superficie del baño. La suspensión de las fibras se somete a un secado sobre una superficie plana, para recuperarlas. Después se las hace pasar por unos rodillos que las aplanan y compactan, saliendo finalmente la lámina de papel reciclado. El número de veces que se puede reciclar tiene un límite ya que se van perdiendo parte de las fibras que constituyen la pasta, por lo que se añade una pequeña proporción de fibras vírgenes (Bergese, 2023).

Plástico: para la gestión y tratamiento de esta corriente de residuos se emplean las siguientes tecnologías (Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2020):

Reciclado mecánico: es el proceso de reciclado más utilizado, el cual consiste en varias etapas de separación, limpieza y molido. Los plásticos escogidos y gruesamente limpiados (etiquetas, papeles, residuos de material biodegradable) pasan por un molino o una trituradora. El producto triturado, limpio, seco y homogéneo alimenta a una extrusora y, tras el proceso de granceado o pelletizado, se obtiene la granza lista para ser procesada por diferentes técnicas. La granza de plásticos reciclados se puede utilizar de diferentes maneras a través del reprocesado del residuo plástico por medios físicos para obtención de nuevos productos.

Reciclado químico: obtención de los monómeros a partir de un polímero mediante procesos de despolimerización u otros productos petroquímicos mediante procesos como gasificación o pirólisis. Es una tecnología compleja, poco extendida, pero con mucho potencial e impulso para su desarrollo.

Macro selección de componentes: se trata de la labor primaria que permite seleccionar y agrupar manual o automáticamente los artículos desechados de acuerdo con su naturaleza y destino. La selección de los polímeros con fines de reutilizarlos se realiza, en parte, empleando la codificación y recomendaciones dadas por la Sociedad de la Industria del Plástico (SPI), que clasifica a los polímeros en siete categorías. La identificación y agrupación de los polímeros mencionados se efectúa

identificando al código que se encuentra moldeado o impreso, en el producto respectivo, dentro de un triángulo visible asimismo moldeado o impreso tal como se aprecia en los envases plásticos de gaseosas y en los envases Tetrapak.

Micro selección de componentes: implica separar los polímeros en función de sus tipos, después de haber sido cortados y triturados en pequeños trozos. Actualmente, la micro separación comercial se aplica a las botellas PET de refrescos ya que es posible triturar la botella y separar los trozos de PET y de PE-HD y PP para obtener un producto de alta calidad. Este procedimiento implica utilizar una tecnología de flotación extraída de la industria minera en la que los materiales se separan por flotación aprovechando las diferencias de densidad. La tecnología de hidrociclones, empleando la fuerza centrífuga para acelerar la separación gravitacional, puede aplicarse con bastante eficacia para separar polímeros en base a su densidad dentro de un medio acuoso. También la trituración criogénica en la que polímeros se fracturan de forma distinta a temperaturas diferentes mediante su inmersión en nitrógeno líquido.

Selección molecular: este método de reciclaje consiste en separar los polímeros, por ejemplo, algunos embalajes modernos que tienen uno o más de ellos, mediante sus disoluciones en una solución. El procedimiento se basa en la temperatura de disolución que tiene cada polímero, que al final permite recuperarlos en capas. Otro tipo de separación molecular consiste en despolimerizar el polímero en su monómero original.

Modificación y procesamiento reactivo de polímeros: se destaca entre otras tecnologías como un desarrollo de alto impacto innovativo.

Madera: hay tres destinos principales para este material.

- Fabricación de tablero aglomerado: paneles formados por virutas o partículas encoladas con resinas sintéticas. Es el destino de entre el 80% y el 90% de la madera recuperada.
- Valorización energética con producción de electricidad, como incineración, pirólisis y gasificación por plasma. De estas tecnologías, la incineración es la más desarrollada y cuenta con baja aceptación social.
- Fabricación de compost y usos ganaderos.

Metal: entre los diferentes metales, se destaca el hierro, el acero, el cobre, el aluminio y el plomo, entre otros. Los metales reciclables, como el acero, destacan porque pueden ser reutilizados infinitas veces y no pierden sus propiedades tras pasar el proceso de recuperación. A continuación, se describe el proceso de reciclado de metales.

Separación: aquellos que estén en buen estado se separan de los que presenten un daño serio (como la oxidación) y/o de otro tipo de materiales como plásticos y madera.

Preparación y trituración: una vez separados, el siguiente paso es compactar los metales para facilitar su manejo. Tras ello comienza el proceso de trituración, con el objetivo de reducir el volumen de los residuos metálicos para ahorrar energía en la fundición.

Fundición: las láminas o piezas de metal resultantes de la trituración pasan por un horno para ser fundidos. Este es el proceso que marca la diferencia con la fabricación de metales completamente nuevos, ya que el reciclado utiliza mucho menos calor y agua que el proceso de producción de metales desde cero.

Purificación: el siguiente paso es asegurarse de que los metales procesados están libres de impurezas. Para ello se emplean técnicas como electrólisis o mecanismos magnéticos que eliminen posibles restos de metales o materiales indeseados. Finalmente, el metal fundido pasa por un proceso de enfriamiento que lo deja listo para ser reutilizado y reincorporado a distintas cadenas de suministro.

Vidrio: en el proceso de vitrificación un residuo industrial o ceniza proveniente de su incineración, se incorpora a una matriz vítrea, pasando los elementos contaminantes a formar parte de esta matriz. En este proceso se obtienen vidrios o, en caso de producir una recristalización controlada, materiales vitrocerámicos con aplicaciones concretas que dependerán de sus características. Para su adecuado reciclaje, el vidrio es separado y clasificado según su tipo, el cual por lo común está asociado a su color. El proceso de reciclado luego de la clasificación requiere que todo material ajeno sea separado, como son tapas metálicas y etiquetas, luego el vidrio es triturado y fundido junto con arena, hidróxido de sodio y caliza para fabricar nuevos productos que tendrán idénticas propiedades con respecto al vidrio fabricado directamente de los recursos naturales. En algunas ciudades del mundo se han implementado programas de reciclaje de vidrio, en ellas pueden encontrarse contenedores especiales para vidrio en lugares públicos (Aliaga y Rojas Orellana, 2009).

En el caso de los tubos de vidrio de los termotanques solares, estos sí pueden ser reciclados, aunque no siempre es un proceso sencillo o común. El vidrio utilizado en estos tubos es típicamente borosilicato, un tipo de vidrio resistente al calor y a los cambios bruscos de temperatura, lo que facilita su reciclaje. Sin embargo, la disponibilidad de instalaciones de reciclaje específicas para este tipo de vidrio puede variar según la ubicación.

Orgánicos: dadas las características de este tipo de residuos, se cuenta con una variedad amplia de alternativas para su aprovechamiento a partir de procesos biológicos, termoquímicos y físico-químicos (Moreno y Viancha, 2019):

Biológicos y Bioquímicos:

- Producción de lombriz roja californiana, humus sólidos y líquido derivado del proceso.
- Generación de abono orgánico mediante el proceso de compostaje.
- Producción de biogás mediante procesos de digestión anaerobia.

Termoquímicos:

- Combustión para la generación de energía.
- Gasificación para la producción de biogás.
- Producción de combustible líquido mediante procesos de Licuefacción.
- Producción de carbón vegetal mediante procesos de pirólisis.

Fisicoquímicos:

- Producción de alcohol etílico a partir de la fermentación.
- Producción de Biodiesel a partir de residuos vegetales.
- Utilización de residuos orgánicos para la alimentación animal.

Compostaje: es el proceso de valorización de materia orgánica más utilizado. Consiste en un proceso biológico mediante el cual las materias orgánicas se convierten en abono orgánico, por medio de la intervención de microorganismos que generan el proceso de fermentación. Existen distintas formas de realizar el compostaje. Los distintos sistemas de compostaje pretenden conseguir una aireación óptima y llegar a las temperaturas termófilas. Se debe tratar de eliminar los microorganismos patógenos durante el proceso, ya que muchos de los residuos a compostar pueden contenerlos, por lo que se considera un sistema efectivo aquel que logre transformar gran parte de la materia orgánica contenida en los residuos.

Generación de biogás: el biogás es el gas resultante de la degradación de la materia orgánica. Está compuesto principalmente por metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) y diversas impurezas. El porcentaje de metano que se puede obtener de un residuo depende de su contenido en proteínas, carbohidratos y lípidos. A partir de la digestión anaerobia se genera el biogás. La digestión anaerobia ocurre de forma espontánea en la naturaleza. El biogás obtenido puede utilizarse en aplicaciones tan diversas como calefacción por combustión en calderas de vapor, generadores eléctricos, combustible de motores, heladeras, incubadoras de animales y termotanques, entre otras.

Incineración: consiste en la combustión de la materia orgánica en una atmósfera con exceso de aire, aprovechando el calor generado para la obtención de electricidad. La incineración requiere de instalaciones de purificación de los gases de escape para limitar las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera. También se hace necesario el tratamiento de los residuos sólidos (cenizas) ya que contienen gran contenido en metales pesados como el mercurio.

Gasificación: consiste en la oxidación parcial de la materia orgánica bajo condiciones sub-estequiométricas de oxígeno. Así se obtiene un gas de síntesis que puede ser utilizado como combustible, en motores de combustión interna o en turbinas, para la obtención de electricidad. Dependiendo de la composición del gas de síntesis, tanto el poder calorífico como las posibles emisiones se verán afectados.

Pirólisis: consiste en la descomposición térmica de la materia orgánica en ausencia de un agente oxidante. Al igual que la incineración, se trata de un proceso endotérmico ya que necesita un aporte energético para llevarse a cabo. Para lograr descomponer los últimos compuestos volátiles es necesario llegar a temperaturas de 800 °C. Las emisiones que se generan con esta tecnología son menores que con la incineración y con la gasificación. Mediante el calor generado se obtiene de nuevo electricidad (Cuesta López, 2015).

Telgopor o poliestireno expandido: es un material plástico celular, generalmente de color blanco, compuesto esencialmente de aire (hasta un 98%). Actualmente, se han empleado los siguientes

tratamientos para el reciclaje de telgopor: primario, secundario, terciario y cuaternario (López y Mora, 2019).

Tratamiento primario: los residuos resultantes del posconsumo pueden reutilizarse por medio de la trituración, pues facilita la eliminación del espumado y su posterior utilización en nuevos productos, ya que este material no pierde las características químicas iniciales. Dentro de otros usos, los restos de telgopor una vez triturados y deshechos se emplean para ser combinados con material edáfico y de esta forma, mejorar su drenaje y aireación. También pueden destinarse a la aireación de los residuos orgánicos compostables constituyendo una opción válida para la obtención del bioabono. De igual manera, los residuos de telgopor tras su molido a diferentes tamaños de grano, se mezclan con materiales de construcción, lo que le da al material propiedades de aislante térmico y porosidad mayor.

Tratamiento secundario: refiere al proceso que consiste en calentar el material, aglutinarlo y formar un bloque de este mismo, minimizando su volumen, pero con elevado consumo de energía en el proceso.

Tratamiento terciario: o reciclado químico, se basa en el uso de solventes para solubilizar el material. El poliestireno es un compuesto apolar, con lo cual, para el proceso de reciclaje terciario, se debe usar un solvente apolar para llegar a formar soluciones, dando buenas características y llegando a soluciones saturadas, garantizando la disolución total del material. Cuando se emplean solventes, en particular el d-limoneno y el p-cimeno (solventes verdes), el telgopor aumenta su densidad con lo cual reduce su volumen y se obtiene una resina apta para aplicaciones, como adhesivos, pinturas y recubrimientos aislantes, con agradable olor y bajo espumado.

Tratamiento cuaternario: consiste en la incineración del material con el fin de generar energía, proceso que es muy criticado socialmente por los problemas ambientales que puede generar. Este método es interesante desde el punto de vista de recuperación de energía de los materiales plásticos, los cuales tienen como característica un elevado poder calorífico (polietileno, 43 MJ/kg; polipropileno, 44 MJ/kg; poliestireno, 40 MJ/kg; cloruro de polivinilo PVC, 20 MJ/ kg, entre otros). Este proceso de combustión debe estar sujeto a fuertes controles de emisiones para neutralizar los residuos sólidos y los efluentes gaseosos que podrían contribuir negativamente al medio ambiente y a la salud humana.

Poliuretano expandido: existen dos métodos para el reciclaje de poliuretanos: reciclaje físico y químico (López y Mora, 2019).

Físico: los desechos de poliuretano se trituran, cambiando sólo su forma física. Este cambio puede ser en forma de hojuelas, gránulos o polvo. Estas partículas no son reactivas, por lo que se pueden usar directamente para procesar nuevos artículos, como almohadas, juguetes, etc., si el reciclaje es primario, o como sustrato en algún otro proceso, si el reciclaje es secundario. Para las espumas rígidas, se usa el corte con cuchilla de precisión.

Químico: este reciclaje sigue el principio de degradación. Los grupos funcionales del poliuretano se pueden despolimerizar gradualmente a otros oligómeros y compuestos orgánicos pequeños. Este reciclaje es mucho más demandante que el físico, debido a los costos, a las altas

temperaturas, y a los disolventes y compuestos adicionales para llevar a cabo las reacciones. Entre los métodos químicos se encuentran: hidrólisis; hidroglicólisis; aminólisis; fosforólisis; glicólisis; gasificación; pirólisis; hidrogenación.

EPDM: el reciclaje de EPDM (Etileno Propileno Dieno Monómero) es posible y se está volviendo cada vez más común. El EPDM, un tipo de caucho sintético, puede ser reciclado de varias maneras, incluyendo el reciclaje mecánico, químico y la recuperación de energía. Esto permite que el material sea reutilizado en nuevas aplicaciones (Castaño, 2012).

Reciclaje mecánico: implica triturar el EPDM en partículas más pequeñas, que luego se pueden utilizar como relleno o agregados en nuevos productos.

Reciclaje químico: este proceso busca romper los enlaces químicos del EPDM para devolverlo a su estado original o a componentes químicos que pueden ser utilizados en la producción de nuevos materiales. Un ejemplo es la desvulcanización, que permite reprocesar el EPDM para usarlo en nuevas aplicaciones.

Recuperación de energía: el EPDM, al ser un material basado en hidrocarburos, puede ser utilizado como combustible para generar energía, reduciendo la necesidad de combustibles fósiles.

7. PROPUESTAS DE MINIMIZACIÓN Y VALORIZACIÓN

Tanto la minimización como la valorización de residuos son estrategias complementarias para una gestión de residuos más eficiente y sostenible, buscando reducir la cantidad de desechos que terminan en vertederos. La minimización se centra en reducir la cantidad de los residuos generados en origen, mientras que la valorización busca dar una segunda vida a los residuos que no se pueden evitar, a través de procesos como el reciclaje, la reutilización o la conversión en energía.

7.1. Minimización

Se proponen algunas ideas generales para lograr la minimización de residuos durante los procesos productivos y administrativos en la empresa.

- Mantenimiento periódico de maquinarias: el mantenimiento de la maquinaria es una práctica fundamental para minimizar la generación de residuos. Un adecuado mantenimiento preventivo y predictivo ayuda a prevenir averías, prolongar la vida útil de los equipos y optimizar su rendimiento, reduciendo así la necesidad de reemplazos frecuentes y la generación de residuos asociados. Según pudo conversarse con los operarios de la fábrica, la generación varía según se produzcan situaciones particulares durante la operación. Por ejemplo, es común que la máquina inyectora de poliuretano sufra una descalibración o algún desperfecto técnico y como consecuencia de las reiteradas puestas en marcha de la máquina luego de las intervenciones, se genere más desperdicio de poliuretano de lo habitual. En consecuencia, aumenta también la generación de estopas contaminadas con este producto durante la limpieza de la máquina. El mantenimiento preventivo de forma programada para inspeccionar, limpiar y reemplazar componentes antes de que fallen, evitaría averías mayores y la generación innecesaria de residuos.
- Control de stocks: al llevar un registro preciso de los productos que entran y salen del depósito, se puede evitar la sobreproducción, el exceso de inventario y la caducidad de materia prima, reduciendo así la cantidad de residuos generados. Un buen control de stock permite conocer con exactitud la demanda de los productos, evitando así producir más de lo necesario.
- Reducción en la fuente: fomentar la compra de productos con menos envases y a granel.
- Capacitaciones al personal: es de gran importancia que la empresa capacite a sus empleados en el uso eficiente de productos, principalmente isocianato y polioliol, brindándoles las herramientas técnicas necesarias para hacer un uso adecuado y responsable de estos materiales. Optimizar el uso de insumos y energía en todas las etapas de producción y consumo es imprescindible para reducir la cantidad de residuos y evitar desperdicios.
- Reutilización: implica darles un segundo uso a los materiales antes de desecharlos o venderlos. En este sentido, el telgopor y poliuretano triturado podrían emplearse durante el proceso de embalaje de productos frágiles, como ser los termotanques solares y los tubos de vidrio. De esta forma, las compras de telgopor se verían reducidas y por consiguiente, habría menos

desperdicio. Por otro lado, la reutilización de papel también es una práctica que no debería perderse.

- Educación y sensibilización: promover prácticas de consumo responsable dentro de la empresa, la implementación de diferentes alternativas de valorización de residuos y la innovación constante entre sus miembros.

7.2. Fracciones a valorizar

Si se analiza los datos presentados en los capítulos anteriores, es considerable el bajo porcentaje de valorización de los residuos en la empresa (alrededor del 15%). Particularmente, si se tiene en cuenta que este bajo porcentaje de reutilización de residuos se traduciría directamente en una vida útil del relleno sanitario más corta que la que tendría si se valorizara un mayor porcentaje de los mismos. Además, en este contexto se está desperdiciando recursos, ya que muchos residuos que terminan acopiados o en el relleno sanitario poseen un alto valor de recuperabilidad y de reuso.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la caracterización de residuos que se generan en la empresa, se observa que la fracción con mayor incidencia está representada por los residuos domiciliarios, asociados principalmente a los restos de alimentos. En segundo lugar, se ubica la fracción EPDM. En tercer y cuarto lugar, se observan los tambores metálicos y cartones, respectivamente. Seguidamente, las fracciones de poliuretano expandido, telgopor, plástico y papel. Los residuos peligrosos no son tenidos en cuenta en la valorización, ya que los mismos se disponen a través de incineración por medio del Operador.

A continuación, se presenta los resultados mencionados en la Tabla N° 19.

Tabla N° 19: Incidencia de cada fracción en la composición de los residuos, de mayor a menor.

Orden	Fracción	% de incidencia en la composición total
1°	Domiciliarios	26,54%
2°	EPDM	23,75%
3°	Tambores metálicos	14,52%
4°	Cartón	10,33%
5°	PU	8,42%
6°	Telgopor	5,97%
7°	Estopa contaminada	4,45%
8°	Plástico	2,56%
9°	Papel	2,45%
10°	Envases contaminados	0,94%
11°	Tóner	0,07%
	TOTAL	100%

7.3. Análisis comparativo de las alternativas de valorización

A los fines de determinar cuáles son las alternativas de valorización existentes analizadas en el capítulo precedente, que resultan las más adecuadas y viables de aplicar en el contexto de la organización en estudio, considerando principalmente la disponibilidad de recursos por parte de la empresa, se presenta a continuación una Evaluación Multicriterio (EMC).

7.3.1. Descripción de las alternativas

A los fines de realizar la EMC, se agruparon las propuestas de valorización analizadas de acuerdo con criterios medibles y comparables, sin especificar en detalle el proceso a llevar a cabo en cada caso.

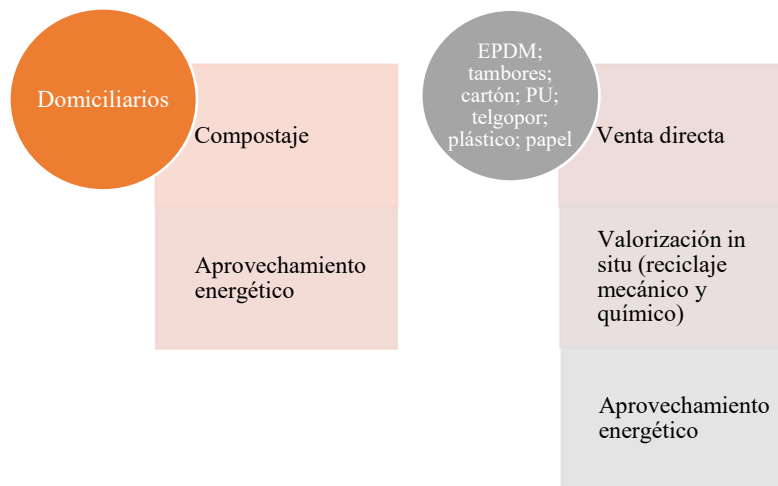


Imagen N° 25: Alternativas de valorización según fracciones.

De este modo, para la fracción domiciliarios (orgánicos) se analizaron las siguientes alternativas:

- Compostaje: el proceso de compostaje ya fue descrito con anterioridad. Para su implementación se requiere tecnología de mediana complejidad, una inversión inicial consistente en la adquisición de los equipos necesarios y un costo asociado a la operación.
- Aprovechamiento energético: del mismo modo que en el caso anterior, el aprovechamiento energético de los residuos orgánicos requiere la instalación de infraestructura y tecnologías específicas de elevado costo y complejidad, pudiendo ser en este caso tanto incineración como generación de biogás.

Mientras que, para la fracción inorgánicos se evaluaron las siguientes alternativas:

- Venta directa: consiste en la comercialización de los diferentes productos (papel, cartón, metal, plástico, etc.) a compradores de manera directa. Para esta alternativa, se considera que se deben

realizar operaciones de clasificación y acondicionamiento previo de los residuos, pero sin elevados costos ni procesos de elevada complejidad.

- Valorización in situ: esta alternativa considera el agregado de valor a los residuos previamente clasificados y acondicionados, a los fines de realizar su comercialización con cierto procesamiento previo, obteniendo así una mayor rentabilidad. Ejemplos de ello pueden ser la trituración de plástico, EPDM, PU y telgopor, la compactación de los metales, o el reciclado químico de telgopor. Requiere contar con equipamientos e infraestructura de escaza a media complejidad.
- Aprovechamiento energético: incluye la incineración de los residuos previamente clasificados y acondicionados con el fin de generar energía. Esta alternativa implica la instalación de infraestructura y tecnología específicas de elevado costo y complejidad.

7.3.2. Definición de los criterios de evaluación

Para la realización de la EMC se consideraron los criterios que se resumen en la Tabla N° 20.

Tabla N° 20: Criterios de evaluación.

Criterio	Descripción	Valoración
Costos	Tiene en cuenta los costos asociados (inversión, transporte, costos operativos, etc.) a la implementación de la alternativa de valorización.	Alto (1) Medio (2) Bajo (3)
Rentabilidad económica	Beneficio económico a percibir con la aplicación de cada una de las alternativas.	Alto (3) Medio (2) Bajo (1)
Dificultad técnica	Esfuerzo necesario a realizar de acuerdo a la dificultad de implementación de cada alternativa (recurso humano, etc.).	Alto (1) Medio (2) Bajo (3)
Capacidad de acceso a la tecnología	Disponibilidad de los insumos necesarios para la instalación de las estructuras requeridas para la implementación de cada una de las alternativas.	Alto (3) Medio (2) Bajo (1)

7.3.3. Evaluación Multicriterio

A continuación, en la Tabla N° 21 se presenta la matriz que resume las alternativas de valorización propuestas y evaluadas, de acuerdo a los criterios descriptos anteriormente.

Tabla N° 21: Evaluación Multicriterio.

Fracción	Alternativa de valorización	Criterios				Valoración
		Costos	Rentabilidad económica	Dificultad técnica	Acceso a la tecnología	
Orgánicos	Compostaje	2	1	2	2	7
	Aprovechamiento energético	1	2	1	1	5

Inorgánicos	Venta directa	3	1	3	3	10
	Valorización in situ	2	2	2	3	9
	Aprovechamiento energético	1	2	1	1	5

A partir de los resultados obtenidos en la tabla con respecto a los residuos orgánicos, la alternativa más recomendable es la del compostaje, debido principalmente a la baja inversión requerida para su implementación. Si bien la rentabilidad es menor, la tecnología necesaria para su desarrollo es de baja complejidad y de fácil obtención. Sin embargo, el principal problema a resolver es el de mejorar la separación en origen de los residuos para que los restos de comida puedan ser utilizados para compostaje.

Siguiendo con los resultados de la tabla y de acuerdo a las condiciones actuales de la empresa en cuanto a su disponibilidad de infraestructura y recursos, se determina que la opción más recomendable para los residuos inorgánicos es la venta directa del material a los posibles compradores locales para circuitos comerciales ya instalados. Esta práctica ya se viene implementando en la empresa para el papel, plástico, cartón y algunos metales, por lo que la correcta clasificación y adecuación de los residuos previo a su venta es una práctica adquirida. Es importante mencionar que por la fracción EPDM no se encuentra reciclador que pague por ella sin previo tratamiento.


Esta alternativa requiere bajos costos de inversión y es de implementación inmediata. De esta forma, los residuos son directamente vendidos a los recicladores del medio, quienes luego aplican alguno de los procesos descritos en el apartado de alternativas de valorización existentes, o bien proceden a revenderlos a otras empresas que lleven a cabo estos procesos. Cualquiera sea el caso para estas fracciones, el foco debe ser puesto en el modo en que se gestionan en el origen, ya que, si se mezclan con materias orgánicas o se ensucian, su posterior comercialización o reutilización se verá perjudicada.

En segundo lugar, la valorización in situ resulta ser una alternativa para considerar. En este sentido, el reciclaje mecánico o trituración es el tratamiento más conveniente para los residuos de telgopor, poliuretano y EPDM. Tal como se comentó en los apartados anteriores, esta práctica también se desarrolla en la empresa para el telgopor y en escasa cantidad, poliuretano, pero con algunos inconvenientes. La trituradora actual sirve para chipear restos de jardinería, por lo que la potencia no es la adecuada para los residuos en cuestión. Esto lleva a que se requiera demasiado tiempo de procesamiento y, además, recurso humano para recortar los residuos a un tamaño adecuado para poder ser ingresados a la máquina, por lo que los mismos terminan siendo acopiados en el depósito sin un tratamiento. Teniendo en cuenta que el telgopor y el poliuretano poseen un volumen considerable en relación a su peso, conlleva un gran problema si se considera el espacio.

A continuación, en la Tabla N° 22 se presenta un análisis de las ganancias que resultarían si se invirtiera en un molino triturador de mayor potencia, que permita el procesamiento de telgopor, poliuretano y EPDM. Se debe considerar que estos residuos se producen todos los años, por lo que invertir en la maquinaria adecuada por única vez se torna necesario desde el punto de vista ambiental,



teniendo en cuenta además que la inversión se recuperaría en un año si se consigue comercializar todas las bolsas con producto triturado resultantes.

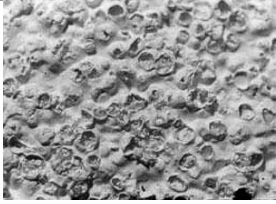


Tabla N° 22: Análisis económico de la inversión en una nueva trituradora.

	Telgopor	Poliuretano	EPDM
Inversión inicial: Molino triturador 5 HP (plásticos, caucho, etc.).	 \$5.281.244,24 (precio Mercado Libre)		
Generación anual	395 kg	556,52 kg	1.569,96 kg
Densidad	20 kg/m ³	40 kg/m ³	135 kg/m ³
Volumen equivalente anual	19,75 m ³ = 19.750 l	13,91 m ³ = 13.913 l	11,63 m ³ = 11.629,33 l
Volumen bolsas	170 l	170 l	170 l
Producción de bolsas con material triturado anual	117 u	82 u	68 u
Precio en el mercado x bolsa (molido grueso)	\$11.000,00	\$13.000,00	\$31.050,00
Ganancia anual	\$1.287.000,00	\$1.066.000,00	\$2.111.400,00
Recupero de inversión	1 año		

Por otro lado, en la Tabla N° 23 se presentan algunos usos posibles de los productos obtenidos por el reciclado mecánico, tanto dentro de la empresa como para otros rubros. De esta forma, se pretende ampliar el abanico de posibilidades de comercialización.



Tabla N° 23: Aplicaciones de los productos resultantes del reciclado mecánico.

Aplicaciones	Telgopor/Poliuretano expandido
 Relleno para embalaje	Utilización de telgopor y poliuretano triturado para proteger principalmente aquellos productos frágiles de la empresa durante el transporte, como ser los termotanques solares y los tubos de vidrio de vacío, ya sea reforzando o reemplazando el que usan normalmente.
Aplicaciones	Poliuretano expandido
 Aislante térmico durante la etapa de inyección	Reutilización durante la etapa de inyección de isocianato y polioliol (sujeto a estudio técnico de factibilidad). Se debe comprobar que la incorporación del triturado no afecte el normal llenado del tanque con los líquidos, que éstos logren adecuarse a los sólidos y no afecten la densidad final de la mezcla.
Aplicaciones	Telgopor/Poliuretano expandido

 <p style="text-align: center;">Construcción</p> 	<p>Mezclas de residuos de poliestireno expandido conglomerados con yeso para constituir placas y paneles para su uso en la construcción, aportando mayora ligereza y reacción al fuego en relación a las convencionales (Madariaga, 2008). Alivianadores de losas de hormigón y relleno de pendiente. Rendimiento: 0,20m³ de hormigón alivianado = 1 bolsa de 170 l.</p>
Aplicaciones	EPDM
 <p style="text-align: center;">Relleno flexible</p>	<p>Relleno para juegos infantiles, bolsas de boxeo y colchonetas, paisajismo, canchas deportivas. Alternativa al relleno y viruta de madera. Incorporación en mezclas asfálticas. Fabricación de pisos y baldosas en gimnasios.</p>

Dentro de la valorización in situ, además del reciclaje primario del telgopor y poliuretano, debería considerarse el reciclaje terciario o químico (Tabla N° 24). Por este método, se transforma el material a través del uso de solventes que lo descomponen a nivel molecular y de esta forma, se obtiene un líquido similar a una resina apta como adhesivo, recubrimiento impermeable, etc. Esta propuesta no implica dificultades técnicas para llevarse a cabo, pero sí requiere de la compra de solvente en grandes cantidades dependiendo de la aplicación que se defina.

Tabla N° 24: Aplicaciones de los productos resultantes del reciclado químico.

Aplicaciones	Telgopor/Poliuretano expandido
 <p style="text-align: center;">Pegamento</p>	<p>Utilización como pegamento en el proceso de embalaje en reemplazo de otros adhesivos.</p>
Aplicaciones	Telgopor/Poliuretano expandido
 <p style="text-align: center;">Impermeabilizante para pisos, techos, etc.</p>	<p>Impermeabilización del suelo de la fábrica, principalmente del sector de inyección de poliuretano, lo que facilitaría su limpieza diaria.</p>

Con respecto a los tambores metálicos, si los mismos no se entregarán al Operario autorizado para su disposición final, los mismos deberán ser acondicionados para proceder a su reciclado.

Primeramente, se debe realizar el correcto lavado de los mismos para eliminar todo resto de sustancia peligrosa que pudieran contener. El líquido resultante debe ser tratado y dispuesto como residuo peligroso. Para su comercialización, las empresas recicladoras reciben los mismos en estado compacto. Sin embargo, una maquinaria de este tipo resulta demasiado costosa para la empresa en estos momentos, por lo que una opción es tercerizar este servicio para luego proceder a la venta. En caso contrario, se debería insistir en la venta directa de los mismos a particulares, ya que el proveedor de estos insumos no los recibe como parte de pago.

7.4. Beneficios esperados

Son diversos los beneficios que se generarían a partir de la implementación de las alternativas de valorización de las diferentes corrientes de residuos que se producen en la empresa, tanto para el ambiente como para la economía de la misma empresa, lo que se traduce en beneficios para la sociedad. Los mismos se detallan a continuación.

7.4.1. Beneficios ambientales

Actualmente, la problemática de los residuos es cada vez mayor, por lo que contar con una adecuada gestión de los mismos en las ciudades, empresas y hogares, es crucial para la minimización de los impactos que se derivan de ellos.

La valorización de residuos, ya sea por reciclaje o valorización energética, disminuye la cantidad de desechos que terminan en vertederos, reduciendo la contaminación del suelo, agua y aire. La descomposición de residuos en vertederos genera líquidos y gases contaminantes, por lo que disminuir su acumulación es crucial.

Al usar residuos como materia prima, se disminuye la necesidad de extraer recursos naturales vírgenes, lo que a su vez reduce la presión sobre estos recursos, el consumo de agua y la energía necesaria para su producción. Si bien el proceso de reciclaje también consume energía y agua, generalmente estos valores son inferiores a los de la producción a partir de materias primas vírgenes, lo que constituye un beneficio significativo para el medio ambiente.

La producción de compost mediante la gestión adecuada de los residuos orgánicos ofrece múltiples beneficios: genera un abono natural que mejora la calidad y fertilidad del suelo, reduce la necesidad de fertilizantes químicos sintéticos, ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (como el metano), y contribuye a cerrar el ciclo de los nutrientes.

Por último, la valorización de residuos fomenta un modelo de economía circular, en el que los materiales se mantienen en uso durante el mayor tiempo posible, reduciendo la generación de residuos y promoviendo un uso más eficiente de los recursos.

7.4.2. Beneficios económicos

La valorización de residuos ofrece múltiples beneficios económicos, incluyendo la reducción de costos de producción al reutilizar materiales, la generación de ingresos a través de la venta de materiales reciclados, la creación de empleos en la industria del reciclaje y la promoción de la economía circular.

Para la empresa, la reutilización de materiales reciclados puede ser más económica que la compra de materias primas nuevas, reduciendo los gastos de producción. Tal es el caso de la reutilización del telgopor y poliuretano triturado en el embalaje de los productos o la utilización de poliuretano triturado durante el proceso de inyección, lo que generaría una disminución del consumo de los componentes. De esta forma, se reduce la dependencia de la empresa de materias primas que adquiere de otras provincias, promoviendo la autonomía y la seguridad del suministro.

Por otro lado, la empresa puede obtener ingresos adicionales vendiendo los materiales reciclados que obtiene de sus procesos de valorización. En este sentido, la valorización de residuos puede dar lugar a la creación de nuevos negocios y servicios relacionados con el reciclaje, la recuperación de materiales y la producción de energía a partir de residuos, generando nuevas fuentes de ingresos.

En general, la valorización de residuos impulsa la creación de empleos en la industria del reciclaje, desde la recolección y clasificación de residuos hasta el procesamiento y la comercialización de materiales reciclados.

7.4.3. Beneficios sociales

La valorización de residuos no sólo es beneficiosa para el medio ambiente, sino que también tiene un impacto positivo en la sociedad, generando empleo, mejorando la calidad de vida y promoviendo un modelo de desarrollo más sostenible.

Como se mencionó anteriormente, la gestión de residuos genera puestos de trabajo en diversas etapas, incluyendo la recolección, clasificación, tratamiento y transformación de los residuos.

La valorización de residuos reduce la contaminación ambiental evitando que terminen en el vertedero, lo que a su vez mejora la salud pública y el bienestar de las comunidades.

Se promueve la economía circular. Al transformar los residuos en recursos, se reduce la dependencia de la extracción de materias primas, se minimiza el impacto ambiental y se impulsa un modelo de producción más sostenible.

Por otro lado, la gestión responsable de los residuos demuestra el compromiso de la empresa con la sostenibilidad, mejorando su reputación y atrayendo a clientes y empleados sensibilizados con el medio ambiente.

Se fomenta una mayor conciencia ambiental tanto dentro de la empresa como en la comunidad, fomentando la adopción de prácticas más sostenibles.

Por último, la búsqueda de nuevas formas de valorizar los residuos impulsa la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Actualmente, la generación de residuos sólidos en las industriales es considerada como uno de los impactos ambientales de mayor importancia, ya que año tras año la producción aumenta las cantidades de materiales que se devuelven al medio ambiente de una forma degradada, amenazando potencialmente los recursos renovables y no renovables de la ciudad y del mundo en general.

El presente trabajo permitió estudiar la situación particular de una empresa dedicada a la fabricación de termotanques solares y al ensamblado de colectores de piscina, la cual se encuentra en gran crecimiento, por lo que su sistema de gestión de residuos también atraviesa un proceso de cambio constante.

La empresa es generadora de residuos comunes en su gran mayoría (80 %) y también, de residuos peligrosos (20 %). La misma se encuentra inscripta en el Registro de Generadores, Transportistas y Operadores de residuos peligrosos de la provincia de Salta, según lo establece la Resolución N° 224/06 de la Secretaría de Ambiente, bajo la categoría de control y constituyente Y48.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la caracterización de residuos que se generan en la empresa, se observó que la fracción con mayor incidencia está representada por los residuos domiciliarios, asociados principalmente a los restos de alimentos.

Por otro lado, se utilizó la producción como unidad de referencia para el cálculo del índice de generación de residuos. Este índice se considera una herramienta fundamental para medir el impacto ambiental de las operaciones de una empresa, permitiendo identificar oportunidades de optimización, reducción, reutilización y reciclaje para avanzar hacia una economía circular y, con ello, disminuir costos, cumplir regulaciones y fortalecer la sostenibilidad del negocio. A través de su cálculo, posibilita identificar qué tipos de residuos se generan en mayor volumen y en qué procesos, para así implementar medidas correctivas efectivas y aprovechar el potencial de los materiales. Se obtuvo que los residuos que se generan en mayor volumen son los tambores metálicos (0,30 kg/termotanque/año) durante el proceso de producción de termotanques solares, y por otro lado, EPDM (0,33 kg/colector/año) durante el ensamblado de colectores solares.

Actualmente, la empresa comercializa el papel, plástico y cartón a empresas recicladoras. Realiza la trituración del telgopor y poliuretano expandido de forma esporádica, ya que, al contar con una chipeadora de poca potencia para restos de poda, los residuos quedan acumulados en el depósito sin tratamiento. Las bandas de EPDM directamente se paletizan y se acopian también en el depósito transitorio, sin una disposición final.

La separación de residuos es una práctica adquirida dentro de la instalación, se fomenta la misma entre los trabajadores a través de capacitaciones y charlas periódicas. Sin embargo, se verificó que no se realiza la separación de restos de comida o de poda, lo que sería interesante para destinar estos

residuos a compostaje como forma de valorización, teniendo en cuenta que los residuos domiciliarios constituyen la fracción con mayor porcentaje de generación.

La empresa realiza una correcta gestión de los residuos peligrosos, separándolos y acondicionándolos correctamente para luego ser entregados al Operador habilitado para su disposición final, en el caso de las estopas contaminadas y envases vacíos de productos químicos. No es así en el caso de los tambores metálicos que se generan luego del consumo de isocianato y polioli. Esta es una situación que no se controla dentro de la empresa, ya que por el afán de encontrar compradores de los tambores o alguna forma de poder venderlos y obtener alguna ganancia, terminan acumulados en el depósito sin la correcta disposición final. Sumado a que, económicamente, no resulta viable para la empresa pagar por su disposición.

De acuerdo a los datos obtenidos durante los días de pesaje de los residuos, se observó lógicamente, que la generación depende de la cantidad de productos elaborados. De esta forma, la generación de residuos es proporcional a la producción. Sin embargo, según lo conversado con los operarios, la generación también varía según se produzcan situaciones particulares durante la operación. Por ejemplo, es común que la máquina inyectora de poliuretano sufra una descalibración o algún desperfecto técnico y como consecuencia de las reiteradas puestas en marcha de la máquina, se genera más desperdicio de poliuretano de lo habitual. En consecuencia, aumenta también la generación de estopas contaminadas con este producto durante la limpieza de la máquina.

La minimización de los residuos en la empresa se puede llevar a cabo mediante un periódico mantenimiento de la maquinaria utilizada, el cual se aconseja que se haga cada mes, sobre todo en aquellos procesos en los que la generación de residuos es mayor, como ser la inyección de poliuretano expandido, con el propósito de lograr la mayor eficiencia posible en el proceso y así reducir el volumen de los residuos. Además, teniendo en cuenta que la maquinaria es de origen chino y relativamente nueva, se aconseja reemplazar la inyectora por una de origen nacional, que posibilite acceder a repuestos con mayor facilidad.

Se ha determinado que existe un gran potencial de valorización de las diferentes corrientes de residuos que se generan, y que en realidad el foco no está en qué es lo que se puede hacer con los residuos, sino en fomentar que los mismos se separen y se encuentren en condiciones para ser destinados a su aprovechamiento, ya que alternativas de valorización existen y son accesibles. De acuerdo al análisis efectuado, se determinó que al comercializar las fracciones de telgopor, poliuretano y EPDM triturados, la empresa podría obtener una ganancia anual de \$4.500.000,00. En lo que se debe insistir es en conseguir los compradores de estos productos que los requieran como materia prima para sus procesos.

La empresa mostró interés en la realización de este estudio debido a que es consciente de que, como industria, genera residuos y, por lo tanto, como agente de cambio debe ser ambientalmente

responsable con la sociedad, por lo que uno de sus objetivos es darles tratamiento adecuado. Entiende que, si bien se debe trabajar en la minimización, los residuos que genera son los existentes y la única forma de evitar que vayan a parar al vertedero es dándoles un valor agregado.

Por último, la eficacia de este trabajo dependió en gran medida del aporte y apertura recibida por parte de la Gerencia de la empresa. El apoyo dado por la industria ayudó a que los resultados obtenidos sean lo más precisos posible.

Algunas recomendaciones finales:

- Ser perseverantes en el dictado de capacitaciones al personal, en lo que refiere a la correcta separación de residuos, particularmente al personal nuevo que ingresa a la empresa.
- Capacitar al personal en el consumo eficiente de productos durante las operaciones, como ser, isocianato y polioliol durante la etapa de inyección de poliuretano, evitando el desperdicio y la generación innecesaria de residuos, adoptando un enfoque consciente y responsable.
- Trabajar en la minimización de residuos, elaborando un plan de mantenimiento de maquinarias, principalmente de la inyectora de poliuretano, reutilizando telgopor y poliuretano triturado en el proceso de embalaje, etc.
- Realizar la disposición final correspondiente de los tambores metálicos con el Operador habilitado.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Bergese, Pablo Armando (2023). Propuestas de valorización de las diferentes fracciones de los residuos sólidos urbanos gestionados en el Centro Ambiental Jujuy (CAJ). Universidad Católica de Salta. Facultad Escuela de Negocios. Disponible en:
http://bibliotecas.ucasal.edu.ar/opac_css/index.php?lvl=cmspage&pageid=24&id_notice=74189
- Castaño Ciro, N. (2012). Incorporación de residuos de caucho vulcanizado pos industrial obtenidos por trituración mecánica a mezclas puras de EPDM.
- Cuesta López, Jorge (2015). Obtención de biogás a partir de Residuos Sólidos Urbanos para su inyección a Red. Trabajo Fin de Grado. Universidad Carlos III de Madrid. Disponible en:
https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/23542/TFG_Jorge_Cuesta_Lopez.pdf
- Estructura normativa de residuos. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Presidencia de la Nación. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/estructura-normativa-de-residuos-1_0.pdf
- Hernández Sampieri R., Fernández Collado C. y Baptista Lucio P. (2006), Metodología de la investigación- 6ta Edición- Disponible en:
<https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Huaman Aliaga, M. Y., & Rojas Orellana, Y. (2009). Estudio de reciclaje del vidrio para la elaboración de productos en la ciudad de Huancayo.
- Innovadora, A. (2020). Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. MINCyT (2013b): Núcleo Socio-Productivo Estratégico Componentes Electrónicos. Plan Operativo.
- Ley N° 24.051, de 17 de diciembre de 1991, Residuos Peligrosos Régimen General. Boletín Oficial del Estado. Argentina, 17 de enero de 1992, N° 27.307.
- Ley Nacional N° 25.612. <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/75000-79999/76349/norma.htm>

- López, L. A., & Mora, W. P. (2019). Alternativas de bajo impacto ambiental para el reciclaje del poliestireno expandido a nivel mundial. *Informador técnico*, 83(2), 209-219.
- Madariaga, F. J. G. (2008). Mezclas de residuos de poliestireno expandido (EPS) conglomerados con yeso o escayola para su uso en la construcción. *Informes de la Construcción*, 60(509), 35-43.
- Merino, B. (2006). Plan de manejo de residuos sólidos en cinco empresas del parque industrial Ambato (Doctoral dissertation, Universidad Internacional SEK).
- Moreno Gómez, D. S., & Viancha Rincón, L. T. (2019). Identificación de alternativas de aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos domiciliarios en el municipio de Tauramena Casanare.
- Pita Fernández, S., & Pértegas Díaz, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. *Cad aten primaria*, 9(1), 76-78.
- Rodríguez Herrera, H. (2012). Gestión Integral de residuos Sólidos. Fundación Universitaria del Área Andina. Disponible en: <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/518>
- Tapia, S. (2012). Gestión de Residuos Peligrosos. Universidad Nacional de Salta.
- Transporte de Mercancías Peligrosas de las Naciones Unidas, decimoséptima Edición Rev. 2011.
- Vesco, L. (2006). Residuos sólidos urbanos: su gestión integral en Argentina. Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. <http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC071962.pdf>

10. ANEXOS

Tabla N° 25: Modelo de entrevista a Gerencia.

Modelo de entrevista
Gerencia
1. ¿Podría desarrollar el proceso productivo de la fabricación de termotanques solares y ensamblado de climatizadores de piscina?
2. ¿Cuáles son las etapas de los procesos en las que se genera la mayor cantidad de residuos?
3. ¿La empresa certifica Normas de Calidad?
4. ¿Cuáles son los principales residuos que genera la fábrica?
5. ¿Existe generación de residuos peligrosos? ¿Qué corrientes?
6. ¿Cuál es el/los destinos de los residuos generados por la industria?
7. ¿En qué cantidad se generan?
8. ¿Con qué frecuencia se capacita al personal en gestión de residuos?

Información general de la planta						
1. Datos generales						
Nombre de la empresa:						
Rama industrial:						
Productos principales:						
Año de inicio de actividades:			m2 de construcción:		m2 de terreno:	
2. Ubicación						
Calle y número:						
Provincia y localidad:						
C.P.:						
Teléfono:						
3. Tiempo de operación del personal						
Régimen de operación:			Continuo:		Por temporada:	
Días por semana:			Número de turnos:		1 2 3	
Horas de operación por año:			Teóricas:		Reales:	
Número de empleados en oficina:				Número de empleados en fábrica:		
4. Generación de residuos						
Residuos No Peligrosos						
Tipo	Unidad	Cantidad mensual	Acumulado	Aprovechado	Transportado/Dispuesto	Observaciones
Plástico						
Papel						
Cartón						
Vidrio						
Chatarra						
Telgopor						
PU						
Otros						
Residuos Peligrosos						
Tipo	Unidad	Cantidad mensual	Acumulado	Aprovechado	Transportado/Dispuesto	Observaciones
Estopa contaminada						
Envases contaminados						
Otros						
5. Sensibilización ambiental						
Separa los residuos			SI	NO		
Entrega los residuos a recicladores			SI	NO		
Aprovecha los residuos			SI	NO		
6. Personal relacionado con el estudio de generación de residuos						
Nombre:				Cargo:		
7. Descripción del proceso productivo						
Observaciones						
Fecha:			Elaboró:		Vo. Bo.:	

Imagen N° 26: Modelo de formulario como instrumento de recolección de datos.

Tabla N° 26: Resultados de la generación de residuos durante el período de muestreo en la producción de termotanques solares.

GENERACIÓN DE RESIDUOS								
Fecha	Producción [unidades]	PRODUCCIÓN TERMOTANQUES						
		RESIDUOS COMUNES [kg]					RESIDUOS PELIGROSOS [kg]	
		Papel	Cartón	Plástico	Telgopor	PU	Estopa contaminada	Envases contaminados
2-6/09	65	2,13	11,85	1,9	5,44	11,71	16,47	0,57
9-13/9	86	2,51	10,45	0,82	13,47	20	3,94	0,94
16-20/9	125	3,02	11,58	3,22	17,58	8,51	2,82	0,28
23-27/9	75	1,77	13,45	1	8,76	9,21	4,41	1,31
30-4/10	51	1,11	12,63	0,98	4,88	13,21	2,33	0,38
7-11/10	96	3,84	17,63	1,34	14,44	9,64	2,98	0,17
14-18/10	75	2,25	13,87	1,54	5,42	14,37	8,87	0,49
21-25/10	117	3,55	11,54	2,64	11,44	13,66	6,66	0,66
28-1/11	75	3,91	12,56	1,46	5,47	9,78	5,28	0,33
4-8/11	40	2,47	11,78	1,85	2,76	8,64	4,99	0,32
11-15/11	50	3,55	10,54	1,45	3,36	8,25	6,63	0,97
18-22/11	50	2,6	9,31	1,2	2,93	6,32	5,61	0,27
25-29/11	35	1,1	10,51	0,7	2,8	5,83	2,52	0,17


Tabla N° 27: Resultados de la generación de residuos durante el período de muestreo en el ensamblado de climatizadores solares.

GENERACIÓN DE RESIDUOS				
Fecha	Producción [unidades]	PRODUCCIÓN CLIMATIZADORES DE PISCINA		
		RESIDUOS COMUNES [kg]		RESIDUOS PELIGROSOS [kg]
		Plástico	EPDM	Envases contaminados
2-6/09	100	0,31	20,45	0,46
9-13/9	120	0,52	25,37	0,55
16-20/9	100	0,55	48,63	0,7
23-27/9	90	0,33	31,78	0,63
30-4/10	115	0,43	30,98	0,45
7-11/10	120	0,39	17,58	0,27
14-18/10	100	0,27	25,89	0,36
21-25/10	70	0,63	40,63	0,58
28-1/11	100	1,11	33,02	0,14
4-8/11	120	0,14	47,07	0,15
11-15/11	80	0,56	18,65	0,29
18-22/11	100	0,37	31,32	3,77
25-29/11	70	0,45	21,12	0,41

Tabla N° 28: Resultados de la generación de residuos durante el período de muestreo en Administración.

GENERACIÓN DE RESIDUOS					
Fecha	ADMINISTRACIÓN				
	RESIDUOS COMUNES [kg]				RESIDUOS PELIGROSOS [kg]
	Papel	Cartón	Plástico	Domiciliarios	Tóner
Septiembre	1,27	6,58	2,64	143,65	1,17
Octubre	2,14	3,5	11,7	156,11	
Noviembre	3,25	2,95	2,24	138,95	

Tabla N° 29: Registro de entrega de residuos durante el año 2024.

		Registro entrega/venta de residuos			
Operario	Tipo de Residuo	Cantidad [kg]	Fecha	N° comprobante	
Recicladores independientes	Telgopor	8	4/1/24	61257576	
		2	8/1/24	66912244	
		10	10/1/24	66912345	
		15	15/1/24	66912346	
		4	17/1/24	66912347	
ECONORTE S.R.L.	Cartón	14	19/1/24	66002287	
	Papel	10			
	Plástico	14			
Recicladores independientes	Telgopor	4	31/1/24	43071988	
		20	9/2/24	66912348	
		20	22/2/24	66912349	
		4	26/2/24	66912350	
ECONORTE S.R.L.	Cartón	45	14/3/24	66911322	
	Plástico	5			
	Papel	7			
ECONORTE S.R.L.	Plástico	15	26/4/24	66195844	
	Papel	8	26/4/24		
ECONORTE S.R.L.	Cartón	37	26/4/24	66244856	
HÁBITAT ECOLÓGICO S.A.	Y48	123	15/5/24	Manifiesto 215398	
Recicladores independientes	Telgopor	5,7	29/6/24		
		11,7	9/8/24		
ECONORTE S.R.L.	Cartón	46	15/8/2024	66478546	
	Plástico	47			
	Papel	9			
ECONORTE S.R.L.	Cartón	9	6/9/24	9224/24	
	Papel	17			
	Plástico	8			
ECONORTE S.R.L.	Cartón	50	11/10/24	9481/24	
	Plástico	20			
HÁBITAT ECOLÓGICO S.A.	Y48	24	25/10/24	Manifiesto 225144	
ECONORTE S.R.L.	Cartón	160	14/11/24	9787/24	
	Plástico	8			

	Papel	12		
Particular	Chatarra	100	6/12/24	61257568
	Telgopor	4,5	6/12/24	61257568
		10	15/12/24	66912241
		6		66912242
		2	19/12/24	66912243
ECONORTE S.R.L.	Cartón	65	15/12/24	9841/24
	Plástico	17		
	Papel	42		
HÁBITAT ECOLÓGICO S.A.	Y48	108	21/12/24	Manifiesto 246577