



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE  
**CIENCIAS  
ECONÓMICAS**

LICENCIATURA EN ADMINISTRACIÓN

*“Los residuos como recursos: Economía Circular en el Área  
Metropolitana de Mendoza”*

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Autor:

Caleau Zavattieri, Julián

julian.caleau@gmail.com

Directora: Mgter Sara Pettina.

Codirector: Ing. Roberto Fernando Svrsek.

**Mendoza, Argentina**

**2021**

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se analizó a la economía circular como una herramienta para el desarrollo sostenible de las economías y la sociedad, utilizando a la gestión de residuos para la creación de valor y considerando a estos últimos como materia prima dentro de procesos productivos para la generación de nuevos productos.

En dicho estudio se han planteado conceptos para una transición desde una economía lineal (en la cual los recursos naturales son explotados para producir nuevos productos, los cuales son comercializados, utilizados y por último desechados) hacia una circular (en donde los desechos son reinsertados ya sea como recursos o como energía en los ciclos productivos)

Luego de contextualizar la problemática que acarrearán los residuos en nuestra sociedad a nivel internacional, nacional y provincial, se ha presentado a la gestión integral de residuos sólidos urbanos como una herramienta clave para la disminución de los desechos dispuestos en el medio ambiente. De esta manera se logra preservar la salud humana, mejorando la calidad de vida de los habitantes, y protegiendo el medio ambiente y los recursos naturales no renovables.

De acuerdo al análisis realizado en este trabajo, se concluye que través de una correcta gestión de los residuos podemos generar un impacto positivo tanto en lo ambiental, como en lo social y económico, dando lugar a nuevas oportunidades de negocios en las cuales se considera a la basura, como un recurso que se encuentra en un lugar equivocado. Es así que se ha propuesto como caso de análisis al emprendimiento Maderas Plásticas Mendoza, como una empresa generadora de triple impacto, la cual contribuye en gran medida a la gestión de residuos con el reciclaje de plásticos como herramienta. Además, en la propuesta de mejora se plantea incrementar la capacidad efectiva sin necesidad de realizar inversiones.

**Palabras clave:** Economía circular, medio ambiente, gestión integral de residuos sólidos urbanos, triple impacto, capacidad.

# “LOS RESIDUOS COMO RECURSO: ECONOMÍA CIRCULAR EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MENDOZA”

## ÍNDICE

RESUMEN .....	2
INTRODUCCIÓN.....	1
Hipótesis de trabajo .....	2
Objetivos.....	3
<b>1  CAPÍTULO I: HACIA UNA ECONOMÍA CIRCULAR.....</b>	<b>4</b>
1.1  EL CAMINO HACIA LA ECONOMÍA GLOBALIZADA ACTUAL.....	4
1.2  RIESGOS ASOCIADOS A LA ECONOMÍA LINEAL.....	5
1.3  LAS INCIDENCIAS DE LAS REVOLUCIONES INDUSTRIALES .....	8
1.4  DE UNA ECONOMÍA LINEAL A UNA CIRCULAR.....	9
1.5  PRINCIPIOS Y VENTAJAS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR .....	11
1.5.1  Principios.....	11
1.5.2  Ventajas .....	12
1.5.3  Desventajas.....	13
1.6  ÁREAS Y SECTORES ESENCIALES PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR .....	13
1.6.1  Residuos.....	14
<b>2  CAPÍTULO II: RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....</b>	<b>16</b>
2.1  CONOCER LO QUE DESECHAMOS .....	17

2.2	LA NECESIDAD DE UN DESARROLLO SOSTENIBLE A TRAVÉS DE LAS 3 R .....	20
2.3	GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS .....	22
2.3.1	<i>Gestión Municipal de Residuos basada en la Limpieza</i> .....	23
2.3.2	<i>Gestión Municipal de Residuos de forma Integral</i> .....	23
2.4	ETAPAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE MANERA INTEGRAL .....	25
2.5	HERRAMIENTAS PARA EL TRATAMIENTO DE RSU.....	26
2.5.1	<i>El reciclaje</i> .....	27
2.5.2	<i>La biodigestión y el compostaje</i> .....	28
2.5.3	<i>Digestión anaerobia o biodigestión</i> .....	31
2.5.4	<i>Incineración con recuperación de energía</i> .....	32
2.5.5	<i>Rellenos sanitarios</i> .....	34
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO III: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS .....</b>	<b>37</b>
3.1	CONTEXTO INTERNACIONAL .....	37
3.1.1	<i>Generación de residuos</i> .....	37
3.1.2	<i>Composición de los RSU</i> .....	39
3.1.3	<i>Recolección y disposición</i> .....	40
3.2	CONTEXTO LATINOAMERICANO .....	43
3.2.1	<i>Generación y Composición de Residuos</i> .....	44
3.2.2	<i>Recolección de residuos</i> .....	45
3.2.3	<i>Disposición de los desechos</i> .....	46
3.3	CONTEXTO NACIONAL .....	46
3.3.1	<i>Breve descripción de la situación municipal en Argentina</i> .....	46
3.3.2	<i>Generación de RSU</i> .....	48
3.3.3	<i>Composición de los residuos en Argentina</i> .....	50
3.3.4	<i>Recolección de RSU</i> .....	51
3.3.5	<i>Tratamiento de RSU</i> .....	52
3.3.6	<i>Reciclado</i> .....	52

3.3.7	<i>Disposición final</i> .....	52
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO IV: GIRSU Y ECONOMÍA CIRCULAR EN MENDOZA</b> .....	<b>53</b>
4.1	CONTEXTO PROVINCIAL.....	53
4.1.1	<i>Generación de Residuos</i> .....	54
4.1.2	<i>Composición de los Residuos</i> .....	55
4.1.3	<i>Recolección</i> .....	56
4.1.4	<i>Disposición Final</i> .....	57
4.2	DISPOSICIÓN FINAL Y COMPOSTAJE EN MAIPÚ .....	59
4.2.1	<i>Descripción del proceso operativo de la gestión de residuos en Maipú</i> .....	60
4.2.2	<i>Diagrama de flujo del procedimiento de la gestión de residuos en Maipú</i> .....	63
4.2.3	<i>Capacidad</i> .....	63
4.3	UN GRAN PASO HACIA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, Y UN APORTE A LA ECONOMÍA CIRCULAR. ....	64
4.3.1	<i>Godoy Cruz</i> .....	64
4.3.2	<i>Ciudad de Mendoza</i> .....	66
4.3.3	<i>Guaymallén</i> .....	66
4.4	EL ROL DE LOS RECUPERADORES URBANOS (RU) .....	67
4.4.1	<i>Cooperativa de Recuperadores de Mendoza, COREME</i> .....	68
4.4.2	<i>Descripción del proceso operativo de COREME</i> .....	70
4.4.3	<i>Diagrama de flujo del proceso operativo de COREME</i> .....	72
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO V: EL PLÁSTICO, UN EJEMPLO DE CIRCULARIDAD Y COMPLETA GIRSU EN MENDOZA</b> .....	<b>73</b>
5.1	BREVE INTRODUCCIÓN AL PLÁSTICO.....	74
5.2	MADERA PLÁSTICA MENDOZA .....	77
5.2.1	<i>Estructura Organizativa</i> .....	78
5.2.2	<i>Objetivos</i> .....	79
5.2.3	<i>Producto</i> .....	79
5.2.4	<i>Materias primas y proveedores</i> .....	80

5.2.5 <i>Proceso Productivo</i> .....	81
5.2.6 <i>Capacidad</i> .....	83
5.2.7 <i>Análisis FODA</i> .....	86
5.3 PROPUESTA DE MEJORA DE PRODUCTO .....	90
5.4 PROPUESTA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN MEDIANTE LA PLANIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD. ....	91
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>94</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>96</b>

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Perspectiva de la Extracción Global de Recursos .....	5
Ilustración 2: Evolución de los precios de mercancías y productos de 1900 a 2010.....	7
Ilustración 3: Marcos conceptuales de la Economía Circular .....	10
Ilustración 4: Origen y tipos de residuos valorizables.....	15
Ilustración 5: Tiempo de descomposición de Residuos.....	18
Ilustración 6: Impactos ambientales en las distintas etapas del ciclo de consumo .....	20
Ilustración 7: Esquema de la gestión basada en la Limpieza .....	23
Ilustración 8: Esquema de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.....	24
Ilustración 9: Herramientas para el Tratamiento de los RSU.....	27
Ilustración 10: Actores en el proceso de compostaje .....	30
Ilustración 11: Temperaturas en las Fases del compostaje.....	31
Ilustración 12: Componentes de un Biodigestor.....	32
Ilustración 13: Esquema de un Relleno Sanitario.....	34
Ilustración 14: Generación porcentual de residuos por región en el Mundo.....	38
Ilustración 15: Generación de residuos en toneladas por región .....	39
Ilustración 16: Composición de los Residuos según nivel de ingresos .....	40
Ilustración 17: Tasas de recolección de residuos por región .....	41
Ilustración 18: Tipos de tratamiento y Disposición de Residuos en el Mundo en porcentaje..	42
Ilustración 19: Prácticas de eliminación de residuos por nivel de ingreso y región.....	43
Ilustración 20: Generación y composición de residuos .....	44
Ilustración 21: Composición de residuos en América Latina.....	45
Ilustración 22: cobertura de recolección de residuos en América Latina y el Caribe .....	46
Ilustración 23: Generación de RSU por jurisdicción en Argentina. ....	49
Ilustración 24: Generación de RSU en Argentina entre el 2001 y 2015, por habitante.....	50
Ilustración 25: composición de los residuos en Argentina.....	51
Ilustración 26: Generación de residuos por municipios del AMM.....	55
Ilustración 27: Composición de los residuos en el AMM .....	56
Ilustración 28: Características de la Disposición Final de RSU en el AMM .....	58
Ilustración 29: Porcentajes totales por tipo de Disposición Final en el AMM.....	59
Ilustración 30 Instalaciones Maipú: Pozo y Brazo hidráulico .....	61
Ilustración 31 Instalaciones Maipú: Cinta transportadora .....	61
Ilustración 32 Instalaciones Maipú: Enfardado y acopiado.....	62

Ilustración 33: Camión para la Recolección Diferenciada en Godoy Cruz.....	65
Ilustración 34 kg de residuos recuperados por COREME 2019.....	69
Ilustración 35 Instalaciones COREME: Balanza, cinta transportadora y compactadora .....	71
Ilustración 36: Tipos de Plásticos y sus características .....	76
Ilustración 37: Representación esquemática de una extrusora a resistencia eléctrica. ....	82
Ilustración 38: Diagrama de Flujo del proceso productivo de Madera Plástica .....	82
Ilustración 39: Capacidad Máxima MPM .....	84
Ilustración 40: Utilización de la capacidad máxima de MPM.....	85
Ilustración 41: Margen de capacidad.....	86
Ilustración 42 Matriz FODA para Madera Plástica Mendoza .....	89
Ilustración 43 Aumento de la producción mediante la reorganización del trabajo .....	91
Ilustración 44: Aumento de la producción con tres turnos diarios .....	92



## INTRODUCCIÓN

Producimos, compramos, comemos, consumimos y descartamos, todos los días en todas partes se generan millones de toneladas de basura. La acumulación de residuos y la mala ejecución de los sistemas de tratamiento provocan consecuencias en la salud, en el ambiente y en la calidad de vida. ¿Cuáles son estas consecuencias? ¿Cómo se pueden reducir la cantidad de basura y los impactos que ésta genera?

Los últimos 150 años de evolución industrial han estado dominados por un modelo de producción y consumo lineal, según lo cual los bienes son producidos a partir de las materias primas, vendidos, utilizados y finalmente desechados como residuos. Este sistema económico ha obtenido importantes resultados, logrando un gran crecimiento económico, globalización e importantes avances tecnológicos. Pero a su vez se ha desatado una creciente escasez y sobreexplotación de recursos, haciendo evidente hoy, que los recursos no son ilimitados y que el cambio climático, generado en gran parte por esta forma de pensar la economía, es ciencia cierta.

Según estudios realizados por el Gobierno de Mendoza y la Universidad Nacional de Cuyo, de las 30 mil toneladas mensuales de desechos que según el Observatorio Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos genera el millón de personas que vive en los siete departamentos que conforman el Área Metropolitana de Mendoza (Capital, Godoy Cruz, Las Heras, Guaymallén, Llavallán, Maipú y Luján de Cuyo), en el año 2018 se estimaba que sólo el 0.9% era reutilizada a través de la cadena de recuperación, que comienza con la disposición final de los residuos (y su posterior selección y acopio) y finaliza en el reciclado de los materiales que son derivados hacia las diferentes industrias.

En los basurales clandestinos, las aguas se contaminan por la descomposición de residuos orgánicos, ya que, por efecto de la humedad, el sol y las lluvias, se liberan componentes que atraviesan el suelo que contaminan las napas, haciendo que el agua no sea apta para el consumo humano, animal, ni para las plantas.

Además, cuando hay mucha acumulación de basura en los suelos, éstos se degradan y dejan de ser saludables, para habitar, para producir alimentos o para otras actividades propias de la vida humana.

Son varias las problemáticas asociadas a una deficiente gestión de residuos y los impactos se observan sobre factores abióticos (suelo, agua, aire), bióticos (flora, fauna), sociales, culturales y económicos. Entre las principales están:

1. Generación de basurales a cielo abierto.
2. La transmisión de enfermedades.
3. La liberación de emisiones gaseosas de metano, cuyo efecto invernadero es superior al del dióxido de carbono.
4. La contaminación del aire y el entorno urbano.
5. El asentamiento de poblaciones vulnerables en los entornos de los basurales.
6. El deterioro de la salud, la deserción escolar y el trabajo infantil de estas poblaciones.

Metodológicamente, se adoptará una metodología de estudio descriptivo buscando obtener información e identificar características y aspectos considerables acerca de la generación de residuos sólidos en el AMM y su reincorporación al sistema económico.

Para ello se realizará una investigación documental basada en estudios e informes mencionados previamente en nuestro marco teórico, así como también consultas y entrevistas a los principales actores dentro de la economía circular en Mendoza.

Para una mejor comprensión por parte de los lectores, el informe se organizará en capítulos en los cuales se abordarán las dimensiones del tema en estudio. En este sentido, el capítulo uno presentará conceptualizaciones acerca de la económica circular, su relevancia e incidencia en los sistemas productivos sustentables. En el capítulo dos se abordan los Residuos Sólidos Urbanos y las distintas herramientas para la gestión de estos. En el capítulo tres se presenta información sobre la generación y gestión de residuos a nivel internacional y nacional. El capítulo analiza la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) en el Área Metropolitana. Finalmente, en el capítulo 5 se analizan las operaciones de Maderas Plásticas Mendoza, un caso real de economía circular y gestión integral de RSU en la provincia de Mendoza.

### **HIPÓTESIS DE TRABAJO**

Un modelo económico circular emergente crea valor y genera beneficio económico, logrando resultados positivos en cuanto a lo financiero, lo social y lo medioambiental. Una de sus herramientas es la gestión integral de residuos sólidos urbanos, siendo el reciclaje de éstos una fuente de oportunidades de mercado. Además, se puede mejorar la capacidad efectiva de empresas dedicadas a la producción de maderas plásticas que utilizan, como materia prima, una mezcla de distintos residuos plásticos.

## **OBJETIVOS**

Los objetivos de esta investigación están relacionados con la búsqueda de un cambio significativo del sistema económico, yendo de un modelo de Economía Lineal en donde se produce, se consume o utiliza y se tira, hacia uno Circular en el que el desecho se reintroduce al ciclo productivo:

- Evidenciar la necesidad de adoptar nuevos sistemas productivos que generen menor impacto ambiental.
- Posicionar la basura como un recurso que puede reincorporarse en el sistema económico para reducir drásticamente la generación de residuos y desechos.
- Identificar los actores e impulsores de una economía responsable en el AMM, realizando un análisis operativo de los mismos.
- Demostrar que la Economía Circular genera, además de beneficios económicos y ambientales de reciclado de los desechos, inclusión social y numerosos puestos de trabajo formal.
- Probar que es posible alcanzar un uso eficiente de los recursos y materias primas.
- Realizar propuestas de mejora para ampliar la capacidad efectiva de empresas dedicadas a la obtención de maderas plásticas a partir de residuos plásticos.

# CAPÍTULO I: HACIA UNA ECONOMÍA CIRCULAR

## 1.1 EL CAMINO HACIA LA ECONOMÍA GLOBALIZADA ACTUAL

Desde los inicios de la globalización, los modelos económicos han estado basados en una metodología lineal de producción y consumo, en el que a partir de materias primas se crean productos para ser comercializados, utilizados y finalmente desechados. Si bien a lo largo de los años se ha buscado la eficiencia en el uso de los recursos, bajo este modelo se generan residuos y pérdidas energéticas a lo largo de toda la cadena de valor, acompañado de un consumo excesivo tanto de productos terminados como de materias primas para su elaboración (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

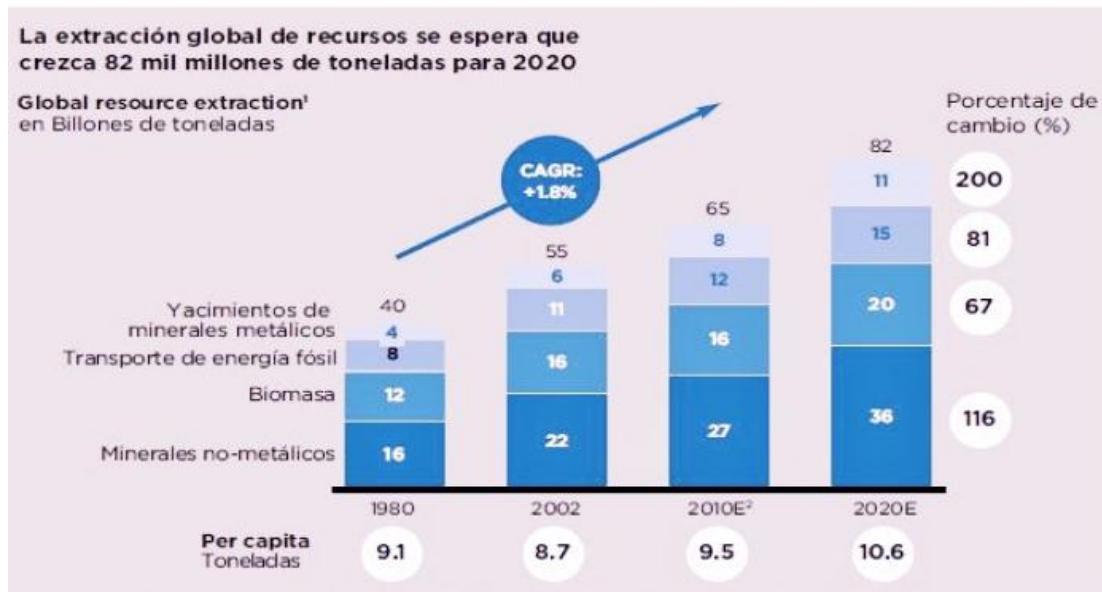
La creciente extracción de recursos naturales no renovables ha traído consigo cambios externos comprobables. Han aumentado los niveles de temperatura en todo el planeta, los polos se derriten, el nivel del mar ha crecido y los océanos están cada vez más calientes, los ríos se secan, las costas se inundan y en las ciudades hay más sequías. Todo esto explica a su vez la creciente ocurrencia de desastres naturales como huracanes, tornados o incendios forestales. (Gallopín, 2003)

Pensando de esta manera, buscar la eficiencia únicamente en el uso de los recursos no cambiará la naturaleza misma de éstos y seguirán siendo finitos. Por el contrario, lo único que se logrará es retrasar el agotamiento de las reservas naturales. Tras esto, es necesario empezar a pensar en cambiar los lineamientos de la economía tradicional, buscando modelos restaurativos.

Uno de los mayores impulsores de este nuevo pensamiento económico es la Fundación Ellen MacArthur, fundada en 2010. La fundación, que tiene como objetivo impulsar y marcar el camino hacia la economía circular, desde sus inicios se ha posicionado como un líder de pensamiento global al situar a la economía circular en las agendas de las grandes discusiones actuales. Uno de sus planteos gira en torno a lo mencionado anteriormente:

*Mientras que los principales avances se han hecho para mejorar la eficiencia de los recursos y explorar nuevas formas de energía, mucho menos pensamiento se ha dedicado para diseñar y minimizar sistemáticamente las pérdidas de materias primas y la eliminación de residuos. Sin embargo, cualquier sistema basado en el consumo, en lugar del uso restaurador de los recursos no-renovables, conlleva pérdidas significativas de valor y efectos negativos a lo largo de la cadena de material. (Ellen MacArthur Foundation, 2013)*

Ilustración 1: Perspectiva de la Extracción Global de Recursos



Fuente: Economía circular y sostenibilidad, Mauricio Espaliat Canú

Uno de los ejemplos más conocidos y relevantes de las pérdidas en las cadenas de valor es el de los alimentos. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) sostiene que el desperdicio de alimentos está asociado a las pérdidas ocurridas a lo largo de la cadena de suministros destinados al consumo humano (desde la producción inicial hasta el consumo final en las casas de familia). Si bien estas pérdidas pueden ser intencionales o accidentales, se genera una disminución importante de alimentos para el consumo mundial, cuando éstos se echan a perder antes de llegar al final de la cadena, es decir al consumidor (Recabarren, 2017).

Se estima que un tercio del total de la producción de alimentos es desperdiciado dando un total de 1300 millones de toneladas de alimento a cada año, el cual podría tener un costo de 750,000 millones de dólares. De esta manera se genera un grave daño social, económico y ambiental, considerando que hoy en día producimos más de un 30% de los alimentos que consumimos y que 820 millones de personas pasan hambre, representando un 26,4% de la población mundial, según datos de la ONU. (Organización de las Naciones Unidas, 2019).

## 1.2 RIESGOS ASOCIADOS A LA ECONOMÍA LINEAL

El modelo económico actual, el cual impulsó la globalización, fue el responsable de grandes avances y desarrollos, tanto económicos como tecnológicos, pero también trajo consigo ciertos problemas que se fueron agravando y visibilizando con el pasar del tiempo. De acuerdo a Ellen MacArthur Foundation (2015): “La economía lineal actual, basada en «tomar, hacer, desechar» se basa

en grandes cantidades de materias y energía baratas y de fácil acceso, ha sido el elemento fundamental del desarrollo industrial y ha generado un nivel de crecimiento sin precedentes”

Las consecuencias que la economía lineal presenta son:

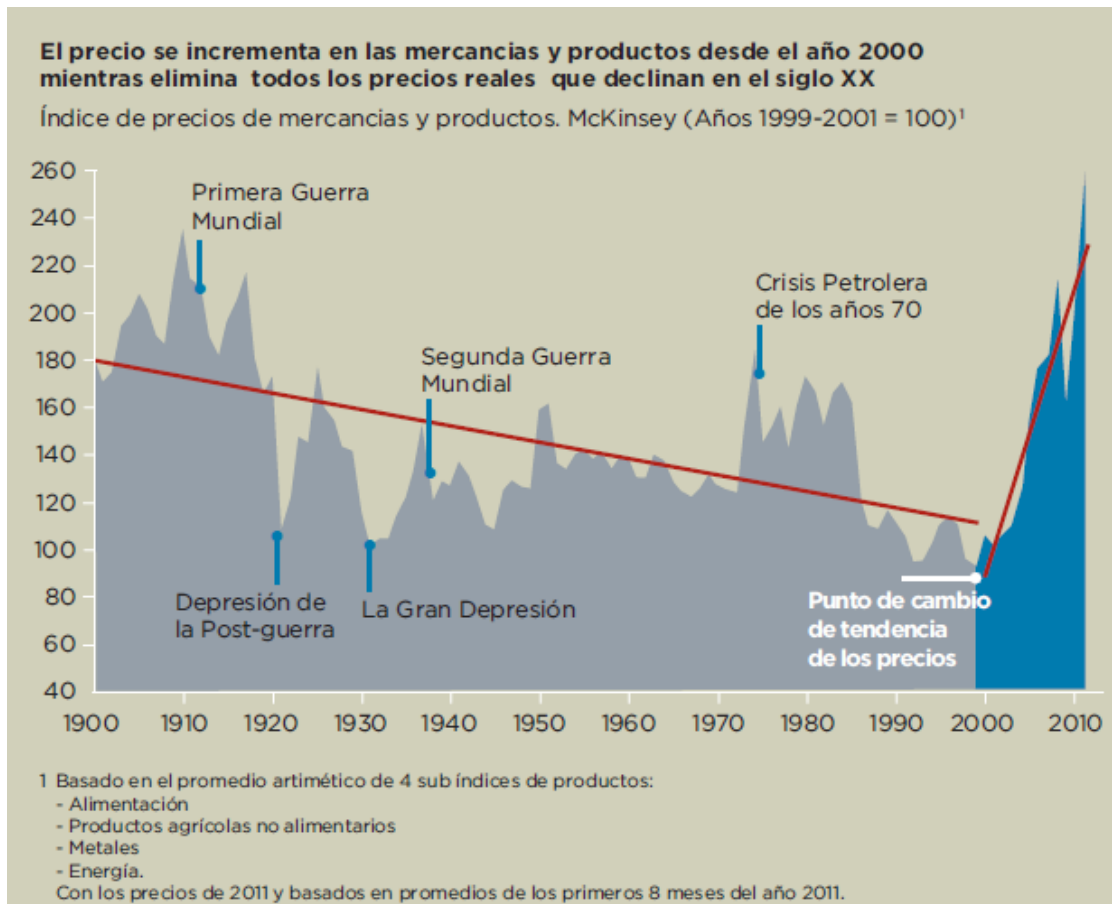
**Pérdidas económicas y residuos estructurales:** El modelo de creación de valor de la economía actual genera una cantidad asombrosa de residuos. En el Área Metropolitana de Mendoza (AMM), el reciclaje de materiales y la recuperación de energía basada en residuos, para el año 2019 capturaban y aprovechan sólo el 1% del valor original de las materias primas empleadas.

*“De las 30 mil toneladas mensuales de desechos que según el Observatorio Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos genera el millón de personas que vive en los siete departamentos que conforman el Área Metropolitana de Mendoza (Capital, Godoy Cruz, Las Heras, Guaymallén, Lavalle, Maipú y Luján de Cuyo), se estima que sólo el 0.9% es reutilizada a través de la cadena de recuperación que comienza con la disposición final de los residuos (y su posterior selección y acopio) y finaliza en el reciclado de los materiales que son derivados hacia las diferentes industrias. (Unidiversidad, 2019)”*

**Riesgos de precios:** En los últimos años se ha hecho notable que el modelo económico lineal genera una exposición a riesgos tras la creciente volatilidad en los precios de los recursos e interrupciones de suministros. Estos cambios en los precios de los recursos generan incertidumbre y afecta de forma directa al desarrollo económico, tanto de pequeñas, medianas y grandes empresas, como de las naciones. Durante la primera década del siglo XXI, las variaciones de precios de numerosos commodities fueron mayores que en ninguna otra década del siglo XX.

En la Ilustración 2 se muestra cómo fueron evolucionando los precios de productos y materiales desde el año 1900 al 2010, sus numerosas fluctuaciones y sus relaciones con diferentes hechos históricos que llevaron a distintas crisis a nivel mundial. También se puede ver el punto de quiebre ocurrido en el año 2000. “Este último indicador confirma el riesgo que representa el cambio de tendencia en relación con el aseguramiento de la disponibilidad de recursos finitos del planeta, así como la necesidad de adoptar medidas drásticas para evitar su agotamiento.” (CANU, 2017, pág. 13)

Ilustración 2: Evolución de los precios de mercancías y productos de 1900 a 2010



Fuente: Economía circular y sostenibilidad, Mauricio Espaliat Canú

**Riesgos de suministro:** Muchas regiones del mundo poseen escasas fuentes naturales propias de recursos no renovables, por lo que tienen que depender de las importaciones, lo cual se puede analizar en la comparativa entre el Producto Bruto Interno, (PBI, el cual mide las riquezas de un país) y el Producto Natural per cápita (el cual mide el valor monetario de los recursos naturales de un país por habitante). La Unión Europea importa seis veces más materias y recursos naturales de los que exporta. Según datos del Banco Mundial (Glenn-Marie Lange, 2018), Venezuela acumula más del 25% del total del petróleo del planeta y sumado a Rusia, Irán, Iraq, Canadá y Arabia Saudita, se llevan gran parte de las reservas de este combustible fósil. Además, el mismo informe nos dice que Singapur, uno de los países más prósperos y con PBI per cápita más alto del mundo (US\$52.000) sólo tiene un Producto Natural per cápita de US\$56, demostrando la altísima interdependencia para el suministro entre las naciones.

**Deterioro de los sistemas naturales:** Tanto la creciente extracción de reservas naturales como el aumento desmedido del consumo, generan un deterioro del capital natural generando así un gran impacto ambiental a través del cambio climático, la degradación del suelo, la contaminación del aire y del agua, y la pérdida de la biodiversidad.

### **1.3 LAS INCIDENCIAS DE LAS REVOLUCIONES INDUSTRIALES**

Los primeros antecedentes de la economía globalizada datan a mediados del siglo XVIII con la aparición de maquinaria accionada por vapor y agua, hito que marcó la conocida primera revolución industrial, la cual sentó las bases para futuras innovaciones tecnológicas y científicas. De este modo iniciaron una serie de cambios tecnológicos que generaron un gran impacto en la sociedad, tanto económicos, sociales culturales y ambientales.

Tras estos grandes cambios sociales y económicos, llegó a principios del siglo XX la segunda revolución industrial, acompañada de la aparición de las cadenas de montaje para la producción en serie y a gran escala gracias a la energía eléctrica y el petróleo. Estos dos hechos sentaron las bases para el crecimiento exponencial de la producción, el consumo y el poder adquisitivo que se produjo en el siglo XX.

En la década del 60 aparecen las primeras tecnologías digitales y las máquinas computarizadas, dando inicio a la tercera revolución industrial la cual termina de culminar con la explosión del internet a fines del siglo XX. Con estos revolucionarios cambios se generó una conectividad nunca antes vista gracias a los avances en las telecomunicaciones, significando avances importantes para el desarrollo económico y la globalización.

Si bien estas tres revoluciones industriales generaron progresos indiscutibles para la sociedad actual, se desarrollaron en momentos en los cuales se pensaba que los recursos naturales eran infinitos y que en los procesos productivos no había consecuencias considerables para el medio ambiente y las personas. En los últimos años esto se ha evidenciado y se ha empezado a ser consciente del impacto que ha generado la actividad industrial en la generación del cambio climático. Hoy, hechos como la emisión de gases de efecto invernadero son ciencia cierta y se está demostrando que si se sigue con los parámetros de crecimiento y globalización de los últimos siglos se generará un deterioro importante del ambiente.

Es así como la cuarta revolución industrial acompañada de las industrias 4.0 deberán desarrollarse bajo nuevos modelos productivos y económicos que enfrenten de manera adecuada un crecimiento verdaderamente sostenible, pensando siempre en una concepción restauradora acerca de la extracción de materias primas, la fabricación de productos durables y de más de un solo uso, y la adecuada gestión de los residuos generados tanto en la producción como en el consumo.

La cuarta revolución industrial trajo consigo desarrollos e innovaciones digitales tales como la inteligencia artificial, la nanotecnología, la biotecnología, el internet de las cosas (IoT), vehículos autónomos, entre numerosos avances, los cuales son parte de la Industria 4.0 para la automatización, digitalización y la intercomunicación dentro de los sistemas productivos. Para Espaliat Canú (Economía Circular y Sostenibilidad, 2017), es fundamental que todas estas nuevas tecnologías trabajen en vistas



de tres grandes retos: “asimilar los avances tecnológicos desarrollados por la denominada Industria 4.0, asumir el cambio de los modelos de producción, consumo y distribución desde un modelo lineal hacia una economía circular sostenible y responsable, y afrontar de manera efectiva la mayor amenaza a la que se ha visto expuesto el ser humano en toda su historia: el cambio climático”

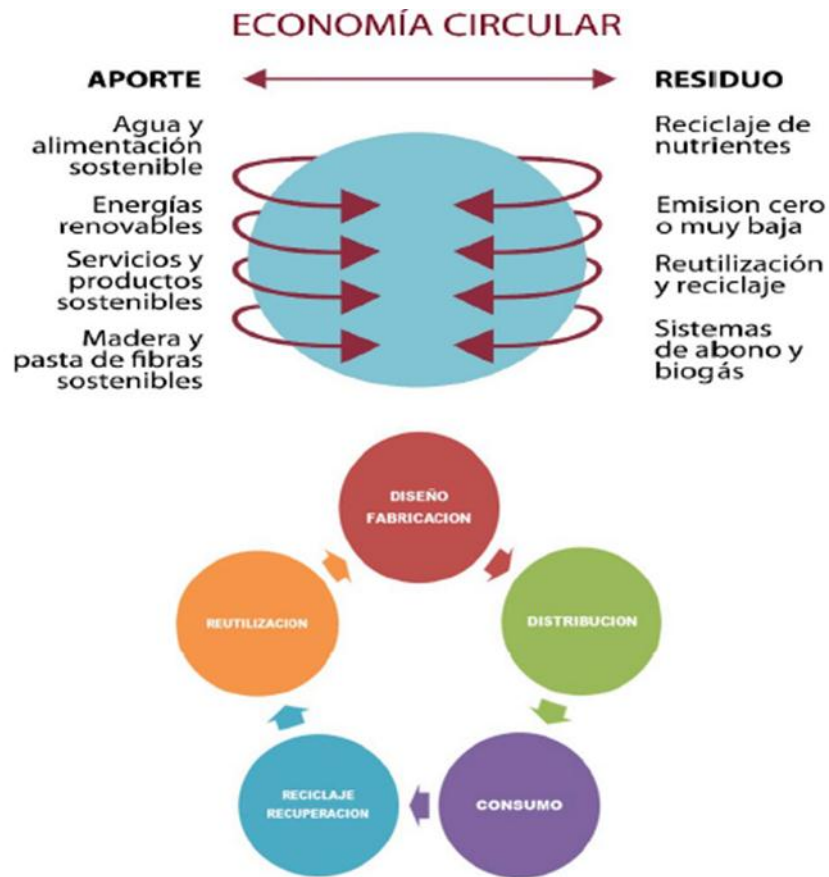
#### **1.4 DE UNA ECONOMÍA LINEAL A UNA CIRCULAR**

Mauricio Espaliat Canú, ingeniero chileno y experto en sostenibilidad, salud ambiental y economía circular, planteaba en su libro “Economía circular y sostenibilidad” este enunciado sobre el actuar de las empresas bajo un modelo económico lineal.

*Una empresa cuyo único objetivo sea el de facturar e incrementar su volumen de negocio descuidando la profesionalidad de sus procedimientos productivos, está destinada, tarde o temprano, al fracaso más rotundo y al desprestigio, por anteponer un esquema de negocio especulativo al de la calidad y de la ética. Por otro lado, la sociedad civil es cada vez más culta y preparada, está mejor informada desde todo punto de vista, y, en consecuencia, sus exigencias y demandas son crecientes y rigurosas, tanto en términos de precio como de calidad. La creencia de que “lo barato es mejor” ha perdido terreno en el entorno contemporáneo, y en cambio es importante destacar que los conceptos de “calidad” y de “función” tienden a prevalecer sobre los de “bajo precio”. (Canu, 2017, 35)*

Es así como nace con ímpetu una nueva noción de intercambio en el que los consumidores toman nuevos modos empresariales, en los cuales acceden a servicios en lugar de adquirir los productos que utilizan, convirtiéndose así en usuarios, en vez de propietarios. Estas nuevas formas de plantear la economía deberían funcionar bajo tres ejes fundamentales. Por un lado, una explotación y obtención de recursos y materias primas más controlada, y una utilización de fuentes de energía renovables. Como segundo punto, la fabricación de productos más durables, funcionales y de fácil reparación. Por último, una mejor gestión de los residuos y desechos propios del consumo. Para esto se debe lograr una mayor conciencia y responsabilidad, tanto de los productores como consumidores.

Ilustración 3: Marcos conceptuales de la Economía Circular



Fuente: Economía Circular y Sostenibilidad (CANU, 2017)

En oposición a la economía lineal, la economía circular es, conceptualmente, “restauradora” y “regenerativa”. Bajo estos principios promueve que tanto materias primas, productos y servicios, mantengan su valor y su utilidad de modo permanente a lo largo de toda su vida útil y en su descarte. De este modo busca como objetivo que tanto las materias primas como los productos y los recursos se mantengan dentro del ciclo productivo el mayor tiempo posible, dejando de lado el habitual indicador de desarrollo, el PBI, que se basa exclusivamente en el volumen de consumo de productos acabados.

La economía circular propone esquemas de pre y post producción que valoricen a los productos, subproductos y residuos en servicio el mayor tiempo posible, procurando su reutilización constantemente. La economía circular es aquella que es restaurativa y regenerativa en un verdadero sentido, la que trata de que productos y sus componentes puedan tener un uso y valor constante, conciliando los ciclos técnicos con los principios de equilibrio y resiliencia propios de los ciclos biológicos. De esta manera se separaría el concepto de desarrollo económico, del consumo de materiales con una vida útil limitada.

La economía circular es un modelo económico que se enmarca en el avance sostenible, y cuyo propósito es la producción de bienes y servicios reduciendo el consumo y el desperdicio de materias

primas, agua y energía, apoyado en el inicio de "cerrar el período de vida" de elementos, productos, servicios, residuos y materiales.

El diseño y los procesos productivos tienen que ser ajustados a la producción de bienes de extendida durabilidad, bien sea por medio del aumento de su vida útil, o admitiendo la suplencia de elementos durante su período de vida por medio de configuraciones de reparación, reacondicionamiento o reconstrucción, principios que están del todo reñidos con la repudiable costumbre de la "obsolescencia programada" que algunas industrias adoptan en sus procesos de construcción con el objetivo de aumentar la venta de productos nuevos.

Surgen así tres áreas críticas que necesitan atención de modo urgente y prioritario: la gestión de residuos, el ciclo del agua y el ciclo energético. La primera, constituye una importante ocasión para crear provecho económico y ambiental. La segunda y la tercera se enfocan en la protección de recursos naturales valiosos para la humanidad, hoy en día considerados escasos, que tienen que ser tratados con seriedad, como lo son el agua y otros combustibles fósiles.

## **1.5 PRINCIPIOS Y VENTAJAS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR**

### **1.5.1 Principios**

Según lo que plantea Mauricio Espaliat Canú en su libro *Economía Circular y Sustentabilidad*, este nuevo modelo económico está basada sobre tres principios que la sustentan, detallados a continuación:

**Principio 1:** Preservar y mejorar el capital natural, controlando las reservas finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables, desmaterializando la utilidad y ofreciendo ventajas cualitativas y de forma virtual siempre que sea posible. Cuando se necesitan recursos, el sistema circular los selecciona de forma sensata y elige tecnologías y procesos que utilizan recursos renovables o de mayor rendimiento, siempre que sea viable.

**Principio 2:** Optimizar el rendimiento de los recursos distribuyendo productos, componentes y materias procurando su máxima utilidad en todo momento, tanto en los ciclos técnicos como biológicos. Esto implica diseñar para refabricar, reacondicionar y reciclar con el propósito de mantener los componentes técnicos y materias circulando, contribuyendo de este modo a optimizar la economía. Los sistemas circulares maximizan también el número de ciclos consecutivos y/o el tiempo empleado en cada ciclo, aumentando la vida útil de los productos y favoreciendo la reutilización. A su vez, compartir recursos incrementa el grado de utilización de productos y de reutilización de subproductos y residuos valorizables.

**Principio 3:** Promover la eficacia de los sistemas detectando y eliminando del diseño los factores negativos externos. Esto incluye evitar, o al menos reducir, los posibles daños en ámbitos tales como la alimentación, la movilidad, la educación, la sanidad y el ocio, y controlar adecuadamente los factores externos de importancia, tales como el uso del suelo, la contaminación del aire y del agua, o el vertido de sustancias tóxicas.

## 1.5.2 Ventajas

El mismo autor plantea diversas áreas en las que la economía circular aporta diversas ventajas.

### 1.5.2.1 Ventajas económicas

- Crecimiento económico
- Ahorros netos de costos de materias primas
- Creación de valor
- Creación de empleo
- Innovación

### 1.5.2.2 Ventajas ambientales

- Prevención de riesgos y gestión equilibrada de recursos naturales
- Reducción de emisiones de dióxido de carbono
- Reducción del consumo de materias primas
- Mejora de la productividad y de la calidad del suelo
- Reducción de externalidades negativas

### 1.5.2.3 Ventajas empresariales

- Incremento de la productividad y de la competitividad
- Generación de beneficios
- Reducción de la volatilidad y aumento de la seguridad de los suministros
- Generación de demanda de nuevos servicios empresariales
- Estímulo de mayor interacción con los clientes

### 1.5.2.4 Ventajas para la sociedad y para los ciudadanos

- Incremento de la renta disponible
- Aumento de la calidad y reducción del precio de productos y servicios
- Reducción de la obsolescencia

- Mejoras en prevención, seguridad y salud ambiental

### 1.5.3 Desventajas

Como en todo modelo económico, político o social, además de identificarse ventajas será también lógico encontrar desventajas. Hoy en día las desventajas que presenta la economía circular están relacionadas o surgen del modelo económico lineal con en el cual se rigen las sociedades. Es así que podemos mencionar las siguientes desventajas:

- Gran cantidad de productos no son fácilmente reciclables y se producen de manera tal que sus componentes no se pueden separar, por lo cual no siempre se pueden aplicar las herramientas y principios de economía circular.
- Muchas veces la transición hacia una economía circular puede ser muy costosa, tanto económica como culturalmente.
- Dependiendo el contexto internacional y nacional, en determinadas ocasiones se puede dar que la explotación de nuevos recursos no renovables y su transformación hacia otros productos sea más económica que el reciclaje.

## 1.6 **ÁREAS Y SECTORES ESENCIALES PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR**

Los conceptos vistos anteriormente sobre la economía circular demuestran que aplicar una gestión basada en los principios de dicho modelo en diversas áreas y sectores traen consigo beneficios económicos, sociales y ambientales. Algunos de estos sectores son:

- Residuos
- Recursos hídricos
- Energía
- Entorno urbano y edificios
- Industria
- Agricultura y alimentación
- Biomasa y bioeconomía
- Movilidad y logística
- Medio ambiente

El propósito de este trabajo de investigación está centrado principalmente en la gestión integral de los residuos de AMM, siendo así fundamental adentrarnos en el primer sector mencionado.

### 1.6.1 Residuos

En el mundo la generación de residuos se ha transformado en un problema que repercute más allá del medio ambiente, afectando a los individuos y a la sociedad, cuando su gestión es deficiente. Hoy en día las actividades generan residuos en todas sus etapas, y sin importar si se trata de industrias, agro, actividades urbanas servicios y hasta las propias actividades domésticas. Ha dejado de ser una cuestión de tamaño y condición específica. Es por ello por lo que es muy importante el manejo eficiente durante la manipulación, transporte, procesamiento y destino de los residuos, aplicando rigurosos procedimientos de seguridad y prevención de riesgos, con mayor razón si tomamos en consideración la enorme cantidad de residuos y las diversas fuentes de generación.

Tradicionalmente las sociedades han adoptado para la gestión de residuos métodos que generan grandes costos económicos, sociales y ambientales durante su recogida, traslado y procesamiento, como lo son la incineración y el depósito en vertederos o basurales a cielo abierto; residuos que año a año representan una cantidad y una variedad cada vez mayor. Estos métodos de gestión de residuos traen consigo un impacto notable, causando, por ejemplo, contaminación del aire, generación de gases de efecto invernadero y la contaminación de aguas superficiales y subterráneas por lixiviación y escurrimiento. Estos impactos ambientales se agravan cuando no tenemos en cuenta que todo residuo es un producto capaz de ser reaprovechado al ser reutilizado, reciclado o recuperado, sumando así impacto económico.

*Como algunos afirman, “un residuo es un recurso situado en un lugar equivocado”, y su existencia es la demostración patente de que algo no está funcionando bien en los procesos productivos y en la prestación de servicios de la era globalizada.*  
(CANU, 2017)

Esto demuestra que es necesario poner en práctica un modelo de economía circular en la gestión de residuos para así lograr un ahorro y valorización de recursos, buscando alargar su ciclo de vida. De esta manera también se disminuirá el consumo desmedido de recursos naturales, por lo cual debemos asumir el desafío de implementar técnicas adecuadas para una mejor gestión de los residuos.

A través de la adopción de métodos sostenibles de producción que permitan valorizar adecuadamente los residuos, para reincorporarlos nuevamente a los ciclos productivos o para la generación de energías, es posible lograr una ventaja económica mediante la reducción de costos operativos como así también la generación de nuevos empleos.

En la tabla a continuación podemos ver distintos residuos generados en la sociedad moderna, los cuales podrían ser revalorizados y reinsertados a diversos ciclos productivos. Cada uno presenta distintas oportunidades de negocios.

Ilustración 4: Origen y tipos de residuos valorizables

## ORIGEN Y TIPOS DE RESIDUOS VALORIZABLES

ORIGEN DE LOS RESIDUOS	RESIDUOS VALORIZABLES
<b>PAPEL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartón Ondulado</li> <li>• Bolsas de papel</li> <li>• Periódicos</li> <li>• Papel de Embalaje</li> <li>• Papel informático</li> <li>• Otros papeles de uso en oficinas</li> <li>• Revistas, catálogos, guías de teléfono</li> <li>• Papeles especiales</li> <li>• Recortes de papel y papel residual</li> </ul>
<b>VIDRIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Botellas y contenedores de vidrio</li> <li>• Otros envases y contenedores</li> <li>• Vidrios planos</li> <li>• Envases y contenedores especiales</li> </ul>
<b>METAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envases de hojalata y acero</li> <li>• Estructuras diversas</li> <li>• Otros materiales ferrosos</li> <li>• Otros metales no ferrosos</li> <li>• Envases de aluminio</li> <li>• Restos metálicos y material residual</li> </ul>
<b>PLASTICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envases y contenedores HDPE</li> <li>• Envases y contenedores PETE</li> <li>• Envases y contenedores especiales</li> <li>• Film de plástico</li> <li>• Elementos de plástico durable</li> <li>• Restos de plástico y material residual</li> </ul>
<b>MATERIA ORGANICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentos</li> <li>• Hojas, hierbas</li> <li>• Restos de poda</li> <li>• Ramas</li> <li>• Restos y excedentes agrícolas</li> <li>• Estiércol y purines</li> <li>• Textiles</li> <li>• Restos orgánicos residuales</li> </ul>
<b>CONSTRUCCION Y DERRIBOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hormigón</li> <li>• Asfalto de pavimento</li> <li>• Asfalto Impermeabilizante</li> <li>• Madera y leña</li> <li>• Yeso, escayola, cerámica</li> <li>• Piedras, tierra, arena, áridos</li> <li>• Residuos de canteras y actividades mineras</li> <li>• Otros desechos y materiales varios</li> </ul>
<b>RESIDUOS DOMESTICOS PELIGROSOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pinturas, disolventes, decapantes</li> <li>• Líquidos y fluidos para vehículos</li> <li>• Aceites</li> <li>• Baterías y pilas</li> <li>• Otros residuos de uso doméstico</li> </ul>
<b>RESIDUOS ESPECIALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cenizas</li> <li>• Productos químicos peligrosos</li> <li>• Lodos de depuradoras</li> <li>• Lodos industriales</li> <li>• Medicamentos</li> <li>• Residuos hospitalarios</li> <li>• Neumáticos</li> <li>• Desguace de vehículos y estructuras</li> <li>• Elementos a granel</li> <li>• Residuos radioactivos</li> <li>• Amianto</li> <li>• Mezclas de residuos</li> </ul>

Fuente: Economía Circular y Sostenibilidad (CANU, 2017)

## CAPÍTULO II: RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

El desarrollo de la sociedad a partir del siglo XIX trajo consigo grandes avances en diversos aspectos, logrando que la esperanza y la calidad de vida vayan aumentando con el pasar de los años, generando así un incremento exponencial de la población.

También hubo avances en materia de producción y con ello el consumo con un cambio en los hábitos de la sociedad en general. Nació así un nuevo concepto, el de “usar y tirar”, concepto que se mantiene hasta la actualidad y que significó largos años de extracción y explotación de recursos y generación de toneladas de desechos y contaminación.

Si bien las condiciones y calidad de vida fueron mejorando, se vio siempre, bajo un enfoque de economía lineal, al desarrollo y al crecimiento de los países como una mayor capacidad de generar productos terminados, y al desarrollo personal como un aumento del poder de compra y de consumo, lo que llevó a una sobre productividad. Un aumento constante del consumo genera nuevas necesidades, y la fabricación masiva de objetos de vida limitada destinados al desecho una vez utilizados, requieren un reabastecimiento constante.

A lo largo de las últimas décadas del siglo XX y comienzos del siglo XXI, los objetos cada vez más se pensaron y diseñaron de manera tal que no puedan recuperarse mediante arreglos o ajustes, naciendo así también el concepto de “obsolescencia programada”. Teniendo en cuenta que los plásticos, dependiendo del tipo, pueden tardar hasta 1000 años en degradarse, la gran mayoría de los productos consumidos y desechados, creados a partir de este material, siguen estando en la superficie terrestre o marina.

Uno de los grandes motivos por los cuales estamos viviendo una notable degradación del entorno, es la producción excesiva de residuos. Según el informe del Banco Mundial titulado What a Waste 2.0:

*Tan sólo en 2016, en el mundo se generaron 242 millones de toneladas de desechos de plástico, el equivalente de unos 24 billones de botellas de plástico de 500 ml. Con el volumen de agua de estas botellas se podrían llenar 2400 estadios olímpicos, 4,8 millones de piletas olímpicas, o 40 000 de bañaderas. Dicho número de toneladas también equivale al peso de 3,4 millones de ballenas azules adultas o a un conjunto de 1,376 edificios Empire State. Y eso es tan sólo el 12 % del total de desechos generados anualmente. (Banco Mundial, 2018)*



La obre productividad mundial ha estado basada en un aumento constante del consumo causado por las nuevas necesidades que ha ido desarrollando la sociedad, además de una fabricación masiva de productos con vida limitada, destinados al desecho una vez usado, a veces incluso por una única vez. Algunos de estos objetos son, además, muy difíciles de reciclar ya que hay que separar sus múltiples y complejos componentes, como suele pasar con los desechos electrónicos. Este consumo incontrolado e impulsivo responde más a las necesidades creadas por la sociedad de hoy que al concepto de calidad de vida y bienestar.

Estos hábitos de consumo que hemos desarrollado a partir de mediados del siglo XX hasta el día de hoy tienen como gran consecuencia la enorme generación de residuos que sobrepasa la capacidad regenerativa de la naturaleza, provocando desequilibrios ecológicos.

La población mundial no para de crecer, y el desarrollo es fundamental para cubrir sus necesidades, pero el crecimiento muchas veces depende de recursos que no son renovables. Ante este dilema surgen preguntas. ¿Pueden convivir el desarrollo y el cuidado del ambiente? ¿Es posible en la práctica el desarrollo sustentable? Producir, consumir y descartar es inevitable. La diferencia puede estar en la forma en que lo hagamos y en la gestión de lo que desechamos.

## **2.1 CONOCER LO QUE DESECHAMOS**

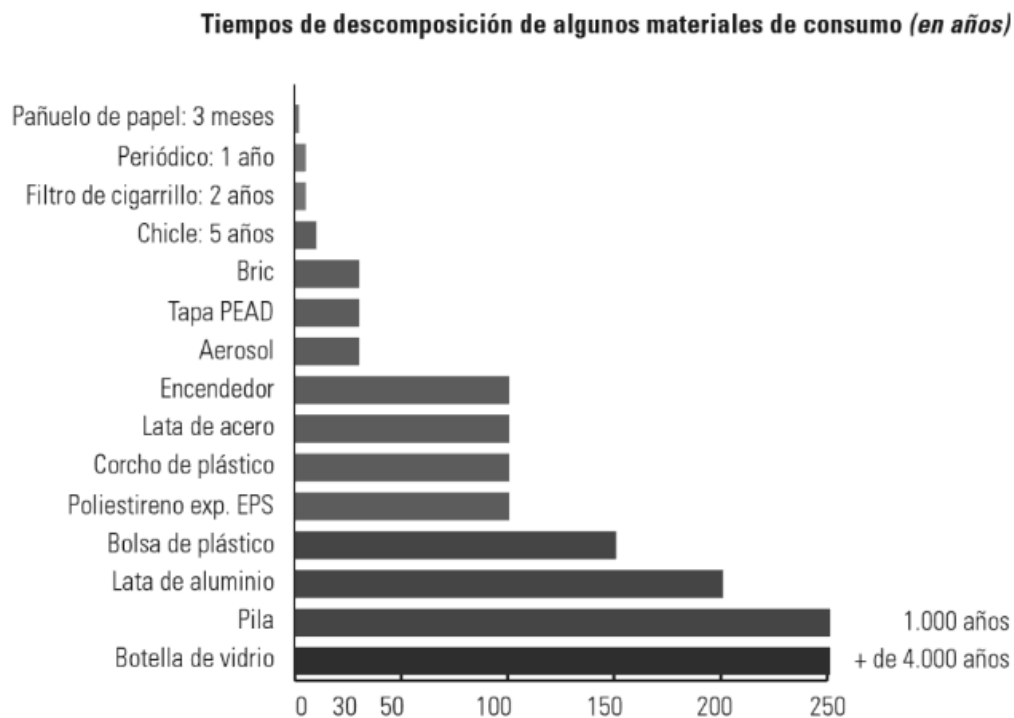
Conocer nuestros desechos es una responsabilidad que la sociedad de hoy tiene que asumir para así poder comprender el grave problema que constituye la saturación de desechos. Saber cómo se presentan, quién los genera y las consecuencias que su descarte trae al medioambiente, para así poder entender los problemas que conlleva un manejo inadecuado de los residuos.

Un residuo es un objeto, elemento o sustancia que no puede ser utilizado para el fin que se generó y debe ser desechado o abandonado. Estos residuos pueden generarse tanto en domicilios como en industrias, comercios, colegios o instituciones. Estos se pueden clasificar según su composición.

Los Residuos domiciliarios se pueden clasificar en:

- Residuos Húmedos u Orgánicos: restos de comida, yerba, café, cáscaras de frutas o verduras, papeles mojados.
- Residuos Secos o Inorgánicos: plásticos, vidrios, cartones, metales o textiles.

Ilustración 5: Tiempo de descomposición de Residuos



Fuente: Los Caminos del Reciclaje

Por otro lado, es necesario los agentes generadores de los residuos, y para esto es fundamental entender que la condición del ser humano es inherente a la generación de residuos, como dijo Manuel Virgine, “Se trata de un proceso natural inherente a la vida: la materia se descompone, se reintegra a un ciclo y genera algunos residuos. Por esta razón los residuos son una condición natural de la actividad económica y de la vida diaria de una comunidad.” (Virginie, 2011).

Tras la fuente generadora de residuos podemos clasificarlos como:

- Residenciales o domiciliarios
- Comerciales
- Institucionales
- Industriales
- De construcción

La cantidad de residuos generados en una sociedad determinada dependerá directamente del tamaño de su población, su nivel de desarrollo y de su cultura. Con los estudios y el entendimiento que se ha generado a lo largo de los últimos años acerca de las sociedades y su generación de residuos, se han determinado las siguientes tendencias:

- Mientras mayor sea la población, mayor será el volumen de residuos generados
- Mientras mayor riqueza tenga un país, mayor será su consumo, y por consecuencia, su generación de residuos.
- Mientras menor riqueza tenga un país, mayor será la cantidad de residuos orgánicos generados, en relación a los residuos secos.

Por último, cabe decir que la sociedad suele usar la palabra basura para referirse a los residuos, palabra con una carga peyorativa bastante fuerte. Además, tiene un punto de vista dual para distintos grupos de personas. Mientras que, para los generadores, representa un desecho o un descarte, existe otro grupo de personas para el que representa un recurso, el cual implica oportunidades de trabajo e ingresos, como el caso de los recicladores.

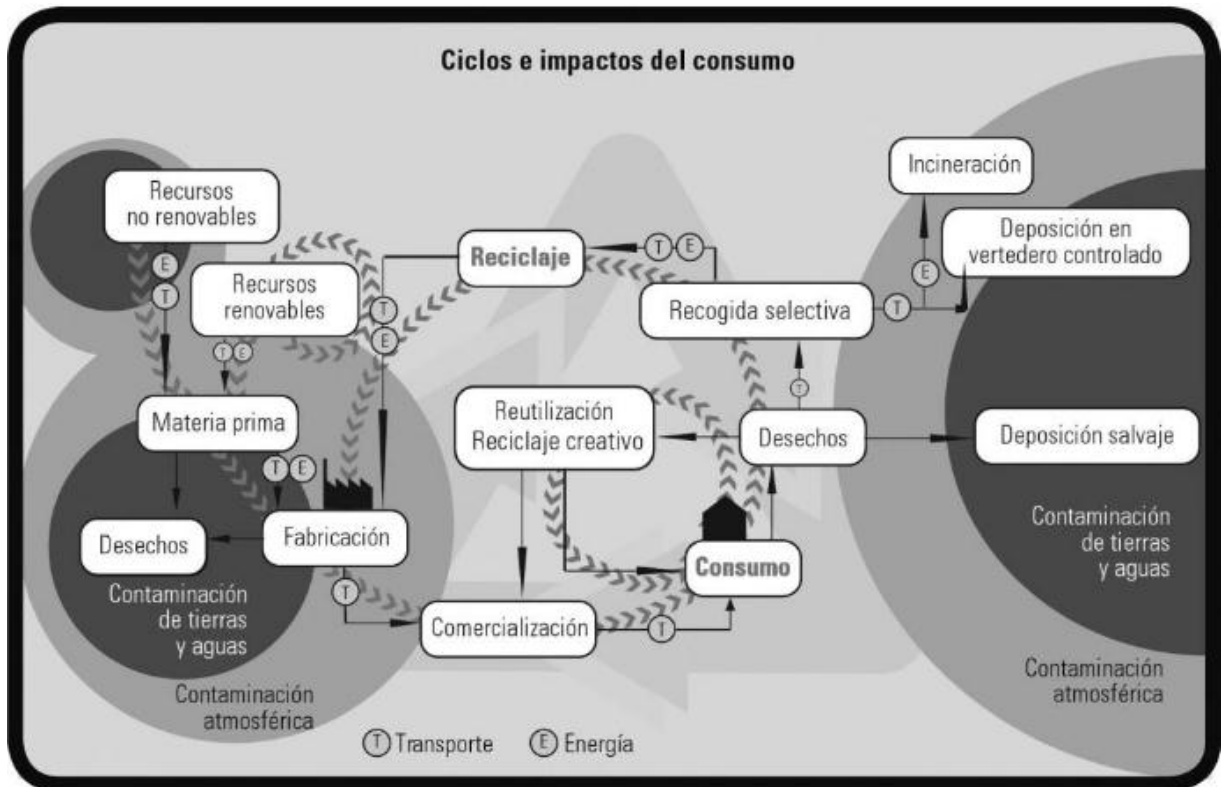
Cuando tiramos nuestra bolsa de residuos diaria, seguramente no pensamos que será parte de tantas toneladas de basura. Todo indica que esos millones de toneladas serán cada vez más, y que mantendrán su forma y presencia por largos años.

El problema no radica sólo en la cantidad, sino también en qué se hace con ello. Tanta cantidad de desechos requiere un adecuado método de recolección y posterior disposición que garantice la limpieza de cada ciudad, y para que ello funcione de manera eficiente y organizada hacen falta leyes y gestiones públicas. La basura se ha convertido en uno de los principales problemas urbanos de las ciudades modernas, y pensar en qué hacer con los desechos antes de que los lugares de almacenamiento y los recursos naturales colapsen es de suma importancia. De ello surge la necesidad de una Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos

Desde la perspectiva de la gestión integral de los residuos, podemos identificar tres estrategias fundamentales:

1. Reducir la generación de residuos.
2. Reutilizar y reciclar incrementando el aprovechamiento de los productos y recursos, alargando su vida útil. Es decir, transformándolos y revalorizándolos.
3. Tratar y disponer adecuadamente aquellos residuos que ya no pueden ser aprovechables.

Ilustración 6: Impactos ambientales en las distintas etapas del ciclo de consumo



Fuente: Los caminos del Reciclaje

## 2.2 LA NECESIDAD DE UN DESARROLLO SOSTENIBLE A TRAVÉS DE LAS 3 R

Las 3R consisten en una estrategia que busca concientizar acerca del consumo mediante la reducción, la reutilización y, por último, el reciclaje con el objetivo de minimizar el consumo y por consecuencia, la cantidad de desechos que generamos.

En un orden de efectividad o importancia, las 3R son:

### 1. Reducir:

Acción inicial que se debe aplicar ya que, minimizando nuestro consumo, además de generar menores cantidades de desechos, estamos disminuyendo la utilización de energía y la extracción de recursos naturales, la fabricación y el transporte.

Así, se reduce la generación de residuos a todos los niveles, desde la obtención de las materias primas hasta el desecho del producto terminado.

## **2. Reutilizar:**

Se logra mediante la reparación, la restauración, la transformación o incluso destinando un producto que para un usuario que ya lo ve como un desecho, a uno nuevo que aún le vea vida útil. Esto también permite la reducción de fabricación de nuevos productos y generando menos residuos a partir de la extensión de la vida útil de aquellos que eran considerados como obsoletos.

Las principales causas de desecho de productos son por razones estéticas o prácticas cuando quizás podría tan sólo cambiarse el uso o el dueño, o transformarse en un nuevo producto con otra función o aspecto. El intercambio, la donación, la recuperación, la compraventa de artículos de segunda mano son algunas de las formas de consumo aplicando la reutilización, alargando la vida útil de los productos y con ello, minimizando el impacto ambiental.

No sólo pueden ser reutilizados los objetos, sino que también pueden ser reutilizados los recursos, como por ejemplo el agua a través de nuevos sistemas creativos como la utilización de aguas de duchas o lavamanos para los inodoros, o la utilización de aguas para riego, provenientes de la limpieza de la bodega en el sector vitivinícola.

## **3. Reciclar:**

Se aplica cuando se considera que a un producto ya no se le puede extender su vida útil. Esta solución también es ecológica, pero requiere de todos modos de más energía para poder ser realizada.

El reciclaje permite volver a introducir en el mercado productos que se fabrican a partir de residuos y requiere de un proceso de transformación que consume energía y genera desechos. Se la considera como una técnica necesaria y vital para la reducción de residuos ya generados, y para los nuevos desechos inevitables bajo el sistema económico y de consumo lineal. Si bien es una de las herramientas más importantes con las que cuenta la economía circular para la generación de impactos positivos en lo ambiental, económico y social, cabe destacar que es la opción más costosa y la que mayores residuos genera de las 3r.

Tanto el Reducir como el Reutilizar son cuestiones y acciones individuales, las cuales podemos realizar fácilmente y está a nuestro alcance, pero el Reciclar requiere de un tratamiento más complejo, y para la mayoría de los materiales que consumimos en la actualidad resulta viable sólo a nivel industrial.

Para poder reutilizar y reciclar los desechos que las familias, comercios, instituciones e industrias generan a diario en una sociedad, es fundamental que haya una adecuada Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). De esta manera, gracias a un correcto manejo de los desechos, materias primas y materiales pueden ser reinsertados a ciclos productivos, gracias, por ejemplo, a la reutilización de envases de vidrio o al reciclaje de plásticos, papeles y cartones o metales.

## 2.3 GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

La basura es uno de los grandes problemas que enfrentan hoy las grandes ciudades. Nuestra forma de vida moderna nos plantea nuevos interrogantes acerca de cómo lograr un correcto equilibrio en el consumo de los recursos disponibles de nuestro planeta. Una mayor población y un mayor consumo de bienes y materias primas amenazan nuestra calidad de vida a mediano y largo plazo. Esto se debe tanto por los productos que desechamos como por la materia prima que extraemos de la naturaleza.

Qué hacer con los residuos sólidos urbanos es una de las preocupaciones ambientales más importantes de nuestra sociedad, ya que es muy difícil y costoso encontrar lugares adecuados donde depositarlos. Si quedan mal ubicados pueden traer grandes problemas de contaminación.

Desde la perspectiva de la gestión integral de los residuos, podemos identificar tres estrategias fundamentales:

1. Reducir: producir menos residuos sólidos
2. Reutilizar y reciclar: incrementar el aprovechamiento de los productos y recursos, alargando su vida útil. Es decir, transformando y revalorizándolos.
3. Tratar y disponer adecuadamente aquellos residuos no aprovechables.

Lo primero y más importante es separar nuestros residuos en las casas y en lugares de trabajo, teniendo distintos contenedores para cada tipo de residuos. A esta práctica se la conoce como separación en origen.

Segundo, sería ideal que, durante la recolección, los residuos se mantengan separados, para que los recuperadores urbanos tengan una labor más fácil al diferenciar lo reciclable de lo que no lo es. Así será más simple llegar al tercer paso, una separación final y específica de los materiales para que se distribuya en las empresas recicladoras. Por último, hacer que los materiales lleguen a las plantas de reciclado.

Si los residuos reciclables se mezclan con la basura no reciclable, como por ejemplo papeles con aceite, el resto de los residuos pierden su capacidad de ser reciclados porque se necesita mucho trabajo para limpiarlos. Cuanto antes se separen los materiales en la cadena, una mayor cantidad de residuos limpios podrá ser reciclada.

Una de las contribuciones más importantes en la GIRSU de las ciudades, está a cargo de recuperadores urbanos, conocidos como cartoneros. Esta denominación surgió en el 2002 luego de la crisis económica y social que ocurrió en Argentina, ya que el principal material de recolección es el cartón o el papel. El trabajo de los recuperadores es promover la separación en origen de los residuos y recorrer los barrios recolectando los residuos reciclables. Además, logran una buena relación con los vecinos facilitando una mejor separación de residuos por parte de la gente en sus casas.

Es muy importante tomar conciencia que cuando separamos nuestra basura en nuestras casas, estamos cumpliendo con el primer paso para que la basura se reinserte en el círculo económico, siendo nosotros el eslabón primario del proceso o productores de la materia prima.

Los recuperadores urbanos recorren los barrios abriendo y cerrando las bolsas que las familias desechan sin haber hecho una primera separación separando lo que es reciclable, de lo que no, realizando una primera clasificación, que idealmente debería ser la segunda.

### 2.3.1 Gestión Municipal de Residuos basada en la Limpieza

Tradicionalmente las sociedades manejaban sus residuos con un enfoque que priorizaba la limpieza de los pueblos y ciudades. De esta manera, los ciudadanos simplemente desechaban sus residuos en bolsas, dejándolos en las calles y esperando que el sistema de recolección municipal se las llevase, sin preguntarse en dónde finalizarían. Por otro lado, los gobiernos simplemente los recogían y depositaban en espacios disponibles, por lo general sin controles ambientales. De esta manera, no sólo no se aprovechaban los materiales mediante la recuperación y el reciclado, sino que se generaba un gran impacto ambiental.

Una gestión de residuos basada únicamente en la limpieza de las ciudades implica, también, costos más elevados en la disposición final, debido a que precisa de mayor espacio para depositar los residuos, ya sea en rellenos sanitarios o basurales a cielo abierto. Un sistema con la limpieza como único fin de su gestión, sólo resuelve el problema de saneamiento, implicando así una visión muy acotada la cual no tiene en cuenta todas las dimensiones del problema.

*Ilustración 7: Esquema de la gestión basada en la Limpieza*



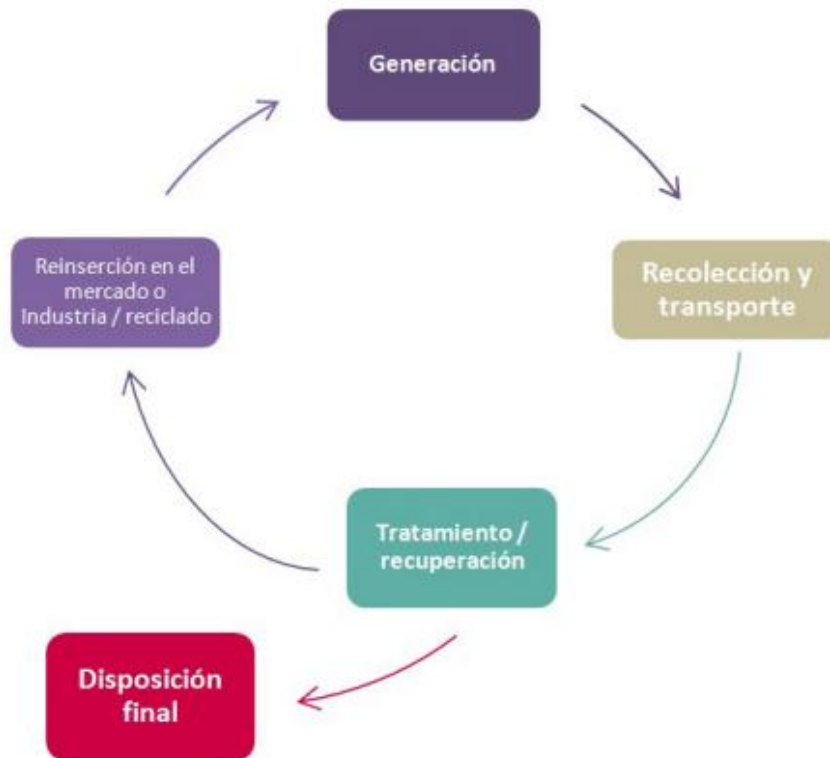
Fuente: CIPPEC

### 2.3.2 Gestión Municipal de Residuos de forma Integral

Por otro lado, la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos es un sistema que considera todo el ciclo, aplicando instrumentos económicos, sociales y ambientales. El principal objetivo de este sistema es la reducción y minimización de la generación de residuos mediante una recolección y un tratamiento eficiente, logrando a su vez la recuperación y la inserción de materiales y energía en ciclos productivos. De esta manera la GIRSU se presenta como un sistema que va de la mano con el desarrollo sostenible y la economía circular.

El Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento de la Ciudad de Buenos Aires, tiene como objetivo primordial preservar la salud humana, mejorar la calidad de vida de la población, promover el aprovechamiento de los residuos recuperables y reciclables, el cuidado y protección del ambiente y la conservación de los recursos naturales. (Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento, CIPPEC, 2012)

*Ilustración 8: Esquema de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*



Fuente: CIPPEC

Dentro de un desarrollo urbano sustentable, el desafío es lograr un manejo de los RSU con el máximo aprovechamiento de los recursos, acordes a la infraestructura y realidad local, para prevenir y reducir los impactos ambientales.



## 2.4 ETAPAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE MANERA INTEGRAL

Es importante recordar que el mejor residuo es el que no se genera. Asimismo, para la reducción o minimización de los residuos que se generan en cualquier municipio, se debe abordar tanto el sector productivo y comercial como el consumidor. Hay que tener en cuenta que cada vez que se tira un objeto a la basura se están desechando también las materias primas con las cuales se fabricó, incluyendo los recursos naturales empleados en dicho proceso: agua, energía, madera, etc.

Esta es una de las razones por las que es tan importante separar los RSU: no sólo se revalorizan los materiales recuperables, sino también los recursos utilizados en su producción. La separación en origen colabora entonces con la salud pública y también con una mejor administración del gasto, ya que coopera en la reducción de la cantidad de toneladas de RSU que se entierran o depositan a cielo abierto.

La **Generación** de residuos sólidos es la actividad que comprende la producción de RSU en origen. Quienes producen o generan RSU reciben el nombre de “generadores”. Según la cantidad y calidad de RSU generados, la ley hace una distinción entre generadores individuales y especiales.

La **Separación en origen** es la división en diferentes recipientes o contenedores de RSU que pueden ser reciclados, reutilizados o reducidos, para su posterior recolección diferenciada, clasificación y procesamiento.

Separar, dividir o diferenciar los residuos, son maneras distintas de referirnos al mismo acto de agrupación de estos según sus características. Esta clasificación evita que los RSU que pueden revalorizarse se conviertan en basura.

La **Recolección** consiste en recoger aquellos RSU que se han dispuesto en los lugares señalados en la vía pública, la carga de los mismos en vehículos recolectores y el vaciado de los recipientes o contenedores. La recolección es diferenciada porque se discrimina por tipo de residuo en función de su tratamiento y valoración posterior. Es importante optimizar la recolección, ya sea mediante la adecuación de rutas, capacitación del personal, utilización de herramientas informáticas y elección de equipamiento adecuado.

El **Transporte** consiste en el traslado de RSU desde el lugar de su recolección hasta los centros de selección y transferencia o sitios de tratamiento y disposición final, dependiendo de si trata de residuos recuperables o no.

La **Selección y transferencia** son tareas que se llevan a cabo, respectivamente, en los centros de selección y centros de transferencia. Los Centros de transferencia son las instalaciones habilitadas donde los RSU húmedos y aquellos RSU secos que no pueden ser reciclados o reutilizados, son acondicionados para su traslado, en vehículos de mayor capacidad, a los sitios de tratamiento y disposición final.

El **Tratamiento y disposición final** es la última etapa. Se lleva a cabo en los sitios especialmente acondicionados y habilitados por la autoridad local para el tratamiento y la disposición permanente de los RSU, mediante métodos ambientalmente reconocidos. El tratamiento de los RSU comprende el aprovechamiento de estos por:

a) Separación y concentración selectiva de los materiales incluidos en los residuos por cualquiera de los métodos o técnicas usuales.

b) Transformación, consistente en la conversión por métodos químicos (hidrogenación, oxidación húmeda o hidrólisis) o bioquímicos (compostaje, digestión anaeróbica y degradación biológica) de determinados productos de los residuos en otros aprovechables.

c) Recuperación, mediante la reobtención, en su forma original, de materiales incluidos en los residuos para volverlos a utilizar.

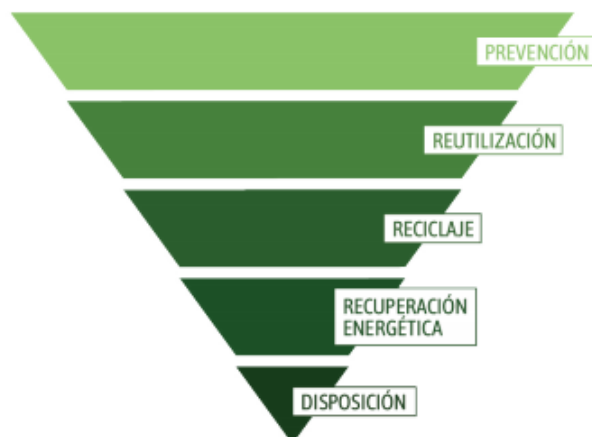
## **2.5 HERRAMIENTAS PARA EL TRATAMIENTO DE RSU**

Con una adecuada educación ambiental, logrando que los usuarios hagan una generación responsable y una disposición inicial de sus residuos adecuada se podría lograr un tratamiento adecuado de los RSU, disminuyendo hasta un 90% la cantidad de residuos que terminan en vertederos sin controles ambientales o en basurales a cielo abierto.

Dentro de los distintos tipos de tratamiento de los RSU encontramos:

- Recuperación y reciclado de residuos urbanos.
- Biodigestión y Compostaje.
- Incineración con recuperación de energía.
- Vertido controlado en rellenos sanitarios.

Ilustración 9: Herramientas para el Tratamiento de los RSU



Fuente: Fundación Ambiente y Recursos Naturales, Buenos Aires.

Si bien se puede decir que existe una jerarquía entre estas prácticas según su impacto ambiental, es importante aclarar que no existe una regla sobre qué tratamiento es mejor o cuál es peor, debido a que cada uno se debe adaptar a las necesidades y realidades de cada sociedad. Cada municipio deberá hacer una selección de combinaciones adecuadas a sus prioridades, capacidades e infraestructura disponible, para tratar un determinado volumen de residuos que en él se genera, buscando el menor impacto ambiental posible.

*“Es claro que es difícil minimizar costos e impactos ambientales simultáneamente. Por lo tanto, siempre habrá que hacer juicios de valor para reducir los impactos ambientales globales del sistema de manejo de residuos, tanto como sea posible, a un costo aceptable...” (SEMARNAT, 2001)*

### 2.5.1 El reciclaje

Reciclar es la acción de volver a introducir en el ciclo de producción y consumo materiales obtenidos de residuos. También se refiere al conjunto de actividades que reutilizan partes de artículos que en su conjunto han llegado al término de su vida útil, pero que admiten un uso adicional para alguno de sus componentes o elementos. El reciclado comporta un beneficio ambiental, ya que disminuye el impacto que la acumulación de desechos provoca sobre el medio ambiente, la eliminación de enormes cantidades de basura que contaminan el aire, el suelo y el agua. Además, contribuye a paliar la escasez de recursos sobre la tierra. Por otra parte, brinda frecuentemente beneficio económico al reducir la cantidad de materia prima virgen necesaria para un mismo nivel de demanda.

El reciclaje es un proceso complejo que en sí consume recursos durante el transporte, selección, limpieza y reprocesado de los materiales reciclables. Además, en este proceso también se producen

residuos. Por lo antes expuesto, el reciclaje debe ser considerado como parte de una estrategia integral para manejar los residuos, no como un fin en sí mismo, y promoverse únicamente cuando ofrece beneficios ambientales globales.

Un factor importante a tomar en cuenta a la hora de plantear la recuperación de materiales mediante el reciclaje es la comercialización de materiales reciclables. Se debe determinar qué materiales se pueden reciclar, cómo separarlos y recolectarlos de modo tal que no haya desperdicio de residuos contaminados que dificulten su procesamiento, y que tras el reciclaje no se incurra en grandes costos económicos o incluso en otros costos ambientales como por ejemplo largos kilómetros de transporte entre las distintas fases por la que los residuos deben pasar hasta ser reciclados.

#### **2.5.1.1 Actores dentro de la industria del reciclado**

Dentro de la industria del reciclaje podemos identificar distintos actores, en los que encontramos desde individuos independientes, instituciones, o grandes empresas:

1. **Recolectores:** Personas que identifican y seleccionan materiales con potencial de ser reciclados y los transportan a plantas para su posterior tratamiento. Los recolectores pueden ser municipales, en el caso de que el estado ofrezca un servicio de recolección diferenciada, o recuperadores urbanos.
2. **Acopiadores:** Aquellas personas que reciben los materiales recolectados y que, mediante un proceso de separación y selección, acopian los residuos según su clasificación para su posterior tratamiento. Algunos acopiadores se pueden especializar en un solo tipo de residuo, o incluso recibir y procesar distintos tipos.
3. **Corredores Independientes:** Cuando la gestión de residuos no es integral, puede existir un vacío entre los acopiadores y los recicladores, y es ahí cuando ciertas personas se encargan de transportar los residuos ya acopiados a centros de reciclaje, Por lo general estos corredores independientes se encargan únicamente del transporte.
4. **Recicladores:** Aquellos que someten al material clasificado y acopiado a un proceso de acondicionamiento y regeneración para el posterior uso de estos como materia prima.
5. **Usuarios finales:** Empresas e industrias que fabrican productos a partir de materias primas recicladas.

#### **2.5.2 La biodigestión y el compostaje**

Los residuos sólidos orgánicos están compuestos por carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno, y se descomponen y degradan por la acción de organismos vivos. Los residuos orgánicos representan un gran porcentaje en la composición de los RSU a nivel mundial, y dentro de ellos podemos encontrar restos de alimentos, frutos, y residuos de jardinería y poda.

El tratamiento de los residuos sólidos orgánicos consiste en el proceso de transformación del residuo orgánico en compost, fertilizante sólido o líquido, o incluso en energía (biomasa o biogás). A continuación, se presentan diferentes alternativas para su tratamiento:

### **2.5.2.1 Compostaje, digestión aerobia**

El compostaje consiste en transformar de manera controlada los residuos orgánicos a través de un proceso biológico, que dará como resultado un fertilizante natural conocido como compost. La presencia de microorganismos como hongos y bacterias, y de insectos propios de la tierra, como gusanos y lombrices, inician la descomposición de los residuos, en un ambiente con exposición al oxígeno. Cuando los factores que intervienen en el proceso son monitoreados y controlados se puede acelerar y mejorar el proceso de descomposición

Los principales responsables de la descomposición de la materia orgánica son los microorganismos, que necesitan unas condiciones óptimas para vivir y desarrollar el proceso de compostaje. Hay tres condicionantes ambientales que regulan el proceso de compostaje y son indicadores del funcionamiento adecuado:

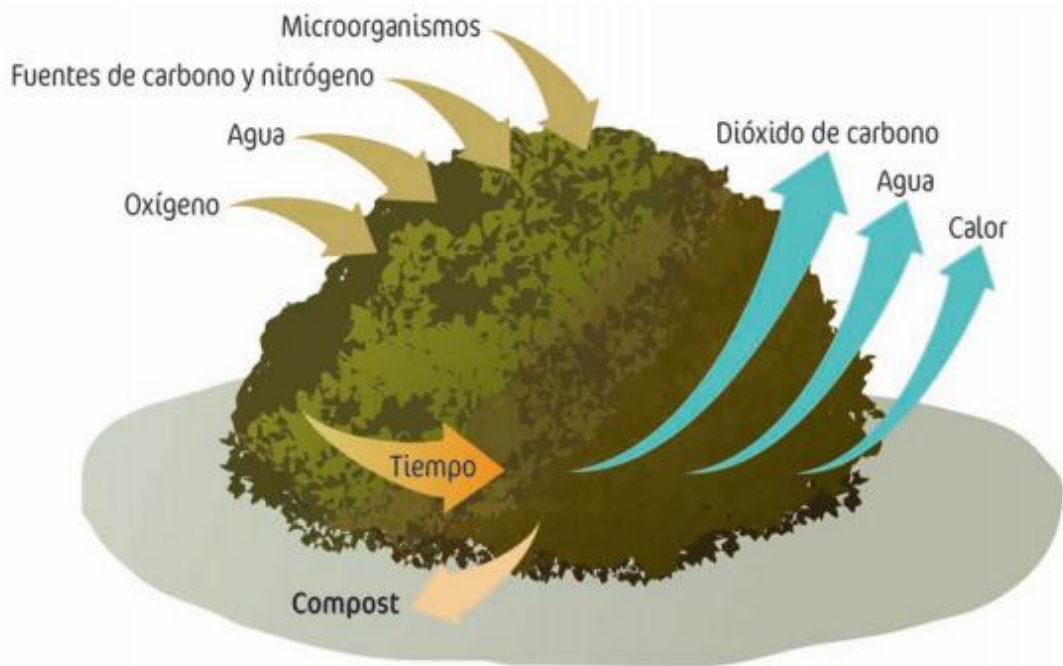
1) Oxígeno: Los microorganismos necesitan oxígeno para respirar. Es importante que el aire llegue a todo el material que se está descomponiendo para evitar las condiciones anaerobias. Los niveles de oxígeno deben rondar entre el 15% y el 21%

2) Temperatura: El aumento de la temperatura se produce por la liberación de energía provocada por la actividad de los microorganismos, los cuales precisan a su vez de un ambiente cálido para trabajar. El exceso de la temperatura debe controlarse ya que superiores a 65°C pueden inhibir la actividad microbiana. La temperatura ideal debe ser superior a los 45°C, pero no mayor a los 65°C.

3) Humedad: Los microorganismos son activos en ambientes húmedos. Si falta agua, el proceso se ralentiza y si hay un exceso de agua, se crean condiciones anaeróbicas y la materia se pudre, generándose malos olores. La humedad ideal debe rondar entre el 50%.

Gracias a la presencia de oxígeno y de microorganismos, los residuos orgánicos se descomponen liberando dióxido de carbono, agua y energía en forma de calor. Los microorganismos se alimentan de fuentes de nitrógeno (presente en residuos frescos) para crecer, y de fuentes de dióxido de carbono (presente en residuos secos) para obtener energía.

Ilustración 10: Actores en el proceso de compostaje



Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña

Este método se puede llevar a cabo en grandes plantas de compostaje o incluso a nivel hogar, disminuyendo así costos de transporte y tratamiento, debido a que no es una técnica compleja. Además, el compostaje en los domicilios mantiene separados los materiales orgánicos de aquellos secos, facilitando aún más la recuperación y el reciclaje, siendo ésta la manera más fácil de tratar estos tipos de residuos.

### Proceso de Compostaje

Aquellos residuos que no son compostados en los hogares pueden ser recolectados de forma diferenciada y ser llevados a plantas de digestión aerobia. Los residuos que llegan a la planta se mezclan con restos vegetales para ayudar al funcionamiento del proceso y a obtener un producto final de mayor calidad.

La mezcla se deposita en pilas donde comenzará la descomposición que dura aproximadamente dos meses. Durante esta parte del proceso la temperatura asciende, y el volumen desciende considerablemente. Este tiempo se puede reducir si las pilas se colocan en recintos cerrados y se les aplica aireación forzada.

La presencia de materiales secos como bolsas de plásticos, vidrios y latas es un gran obstáculo, por lo que, para lograr un proceso más eficiente, es necesario hacer una separación previa. Además, es

conveniente realizar durante el proceso movimientos del material para hacer llegar oxígeno a todos los residuos en descomposición.

Pasado el tiempo de descomposición aeróbica, se obtiene el compost. Aquí, el producto llega a una fase de maduración, en la que la materia orgánica se estabiliza hasta convertirse en un fertilizante de calidad. Ahora, la temperatura comienza a descender hasta llegar a temperatura ambiente. Idealmente, para dejar madurar al compost, se debe dejar reposar al mismo por al menos un mes, para asegurar que los microorganismos abandonen las pilas debido a la ausencia de alimento.

Una vez acabado el proceso se obtendrá un compost que se podrá utilizar como fertilizante natural, y su calidad dependerá de los residuos introducidos en el proceso y del control de los factores que intervienen en el mismo. En caso de que el producto final no presenta buenas cualidades para el tratamiento de las tierras, puede ser utilizado como materia de cobertura en rellenos sanitarios.

*Ilustración 11: Temperaturas en las Fases del compostaje*



Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña

### 2.5.3 Digestión anaerobia o biodigestión

Como se vio previamente, cuando los residuos orgánicos se descomponen y fermentan al aire libre, es decir con presencia de oxígeno, se genera dióxido de carbono, ya que las bacterias que degradan los residuos orgánicos respiran oxígeno y exhalan dióxido de carbono como cualquier animal. Esto es conocido como Digestión Aeróbica.

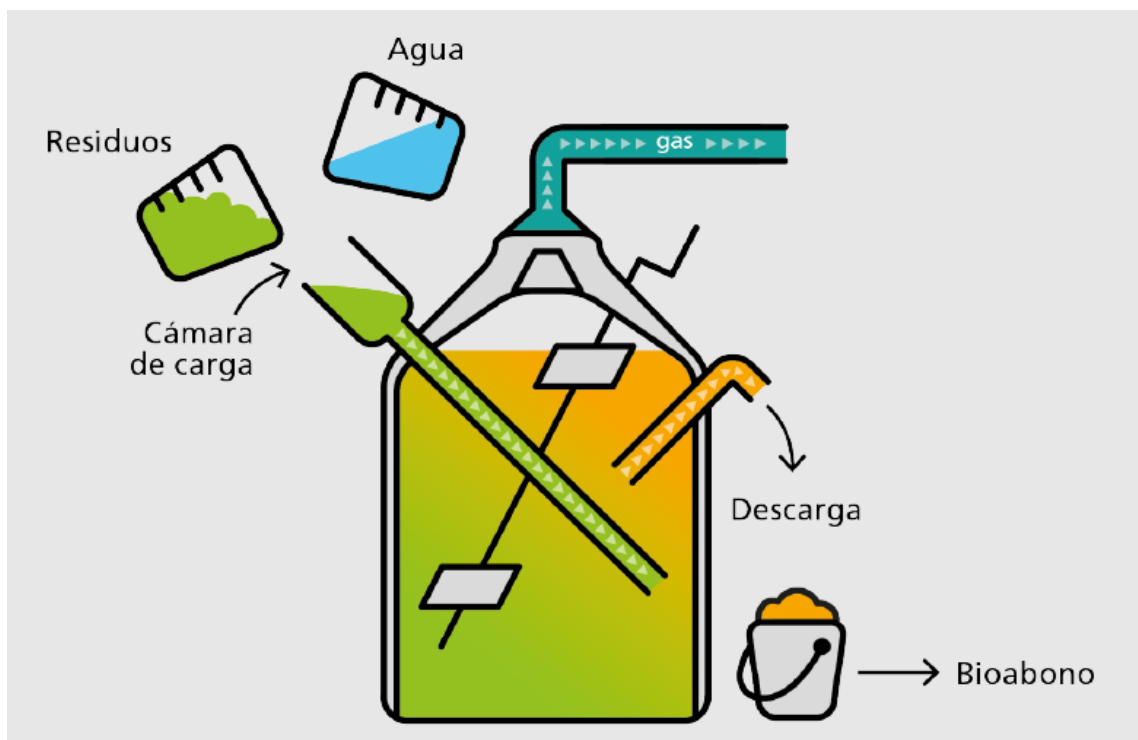
Por otro lado, si la descomposición se da en un medio en el que no hay oxígeno, aparecen otras bacterias, llamadas anaeróbicas, que no necesitan oxígeno, y además de eliminar gas carbónico, expulsan otros gases como el gas metano, el cual es el componente principal del Biogás.

El biogás se produce en un recipiente cerrado llamado biodigestor. Tiene un conducto de entrada en el que se suministra materia orgánica, como residuos orgánicos, agrológicos, o incluso estiércol, mezclados con agua. Los materiales que ingresan se llaman afluentes y los que egresan, efluentes.

El proceso de digestión que ocurre dentro de un biodigestor, libera energía química contenida en la materia orgánica que se convierte en biogás. A este gas se lo puede usar como el gas natural que usamos en nuestra vida cotidiana ya sea para cocinar o calefaccionar. Además, tiene la ventaja de que se puede obtener en forma continua y en lugares en las que no llegan las redes de gas natural.

Por otro lado, los residuos de los biodigestores son un excelente abono natural que permiten recuperar suelos degradados, o ser utilizados en actividades agrícolas.

*Ilustración 12: Componentes de un Biodigestor*



Fuente: Biodigestor, Manual de Uso, UNCuyo

#### 2.5.4 Incineración con recuperación de energía

Una de las primeras prácticas que se implementaron para la gestión de los residuos en las sociedades modernas fue la incineración. En un principio consistía simplemente en la quema controlada de los residuos secos debido a que los húmedos tienen una combustión más complicada. Con el paso del tiempo esta práctica empezó a ser muy cuestionada debido a sus grandes emisiones de gases contaminantes y de dióxido de carbono, llegando a ser incluso prohibida en muchas partes del mundo.



En el siglo XXI ha vuelto a aparecer como una alternativa a la gestión de los desechos, mediante nuevas tecnologías, conocidas como “Waste to Energy” o “termovalorización”, teniendo como objetivo no sólo la quema de los residuos para paliar la necesidad de espacios para la disposición final, sino también la generación de energía mediante el proceso de combustión.

#### **2.5.4.1 Descripción del proceso de incineración:**

1. Los residuos seleccionados para la quema son enviados por aire a un horno de cargador mecánico.
2. Tras la combustión se generan gases que logran temperaturas de aproximadamente 800°C, los cuales se recuperan por una caldera de vapor.
3. El vapor que generan las calderas es enviado a turbinas de vapor que generan energía.
4. Una vez recuperado el calor para la generación de energía, los gases pasan a una instalación de tratamiento para ser descargados en la atmósfera una vez que pasan los estándares fijados por normas ambientales.
5. Las cenizas restantes del proceso se compactan logrando hasta 1/10 del volumen de los residuos y se llevan a rellenos sanitarios.

#### **2.5.4.2 Aspectos negativos**

Este nuevo modelo de incineración sigue siendo controversial de todos modos, ya que, si bien plantea una recuperación de energía, aún presenta aspectos negativos, mencionados a continuación:

- No logra una emisión cero de gases de efecto invernadero, por lo que no es una tecnología limpia.
- Usa principalmente residuos con mayor capacidad de ser reciclados debido a su poder calorífico, presentándose, así como una competencia para la industria del reciclaje.
- Atenta contra la generación de puestos de trabajo involucrados en la industria del reciclaje. Según un informe publicado por la Fundación de Ambiente y Recursos Naturales, mientras que una planta WtE emplea a sólo 1 persona cada 10000 tn de residuos tratados, el reciclado del plástico emplea a 93 personas. (Naturales, 2018)
- Si bien logra uno de los objetivos de la Economía circular, el de la recuperación de energía, no logra el de mantener los recursos y materiales dentro de ciclos productivos el mayor tiempo posible.
- Dentro de los distintos métodos de GRSU se presenta como una tecnología muy cara, tanto en la inversión de una planta de incineración como en el costo energético.

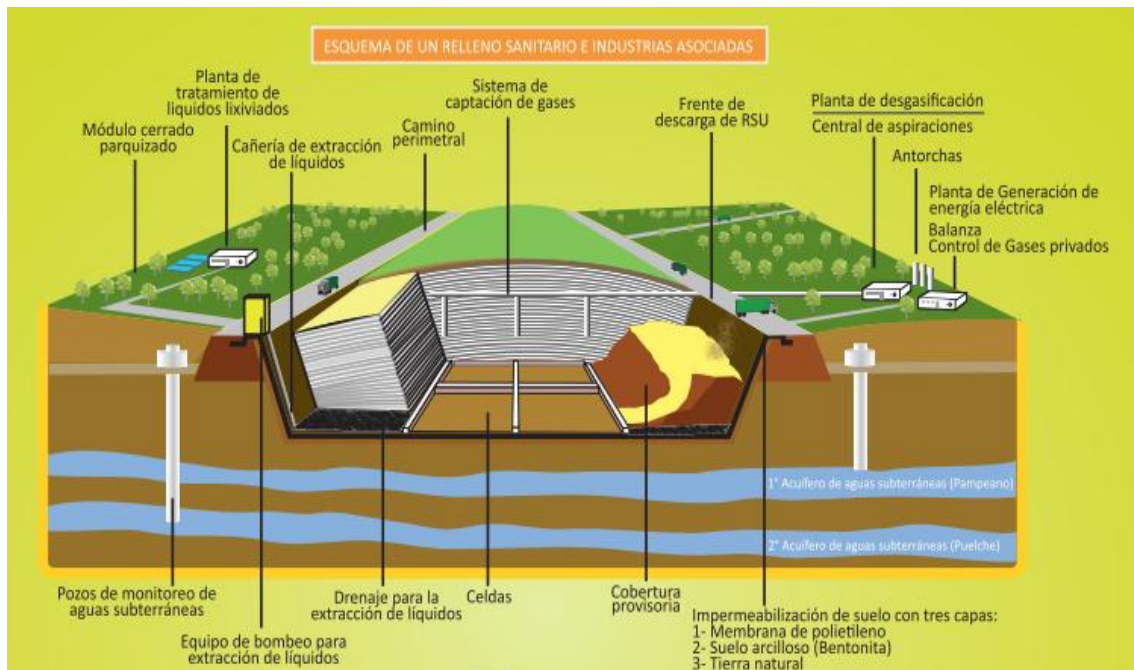
### 2.5.5 Rellenos sanitarios

Aquellos RSU que no han podido ser aprovechables en los otros métodos de gestión de residuos, deben tener un tratamiento y disposición adecuado, para así reducir el impacto ambiental que implicaría el vertido en basurales a cielo abierto. Un relleno sanitario (RS) asegura la protección de las tierras y las aguas subterráneas mediante capas de impermeabilización.

Tanto los tipos de residuos como la cantidad de los mismos que llegan a un relleno sanitario depende de las otras técnicas de tratamiento que han sido adoptadas previamente en la gestión integral del manejo de residuos. Uno de los aspectos positivos de los rellenos sanitarios es su alta capacidad de manejar, ya sea una gran variedad como cantidad de residuos, a un bajo costo respecto a los otros métodos de tratamiento

Por otra parte, en las mejores gestiones de rellenos sanitarios se puede también generar un valor agregado mediante la captación de los gases que emite la descomposición anaerobia de los residuos orgánicos. Una vez captados estos gases, no sólo se previenen posibles explosiones por la acumulación de metano o la emisión de gases a la atmósfera, sino que también se puede producir energía eléctrica o usarse como combustible mediante su combinación con gas natural.

*Ilustración 13: Esquema de un Relleno Sanitario*



Fuente: CEAMSE

La construcción de un relleno sanitario es un método para la disposición final de los residuos en el suelo mediante técnicas constructivas que confinan los residuos en la menor área posible compactándolos para reducir su volumen y luego cubrirlos diariamente con una capa de tierra. Con ello se busca reducir el impacto ambiental y sanitario en la disposición final de los RSU.

Previo a la construcción de un RS se debe seleccionar un espacio considerando los siguientes aspectos:

- No deben existir afloramientos de agua, humedales, bordes costeros, zonas de inundación, fallas geológicas o exposición a riesgos de derrumbes.
- Capacidad de soportar la demanda de la comunidad servida por el periodo de vida útil del relleno.
- Distancia adecuada a los centros generadores de residuos, centros de acopio y comparación.
- Accesibilidad a vehículos.
- Poseer condiciones naturales de seguridad contra potenciales eventos de contaminación superficial o subterránea.
- Poseer la cantidad y calidad necesaria de material de cobertura dentro del sitio o sus cercanías.
- Conocer la percepción de la población cercana al sitio en el que se construirá el relleno sanitario.

Para la construcción de un relleno Sanitario se deben realizar las siguientes actividades:

1. Preparación del terreno.
2. Construcción de un cerco perimetral
3. Construcción de vías de accesos y caminos internos.
4. Construcción de oficinas, talleres, bodegas y otras instalaciones para el control del RS.
5. Implementar instalaciones que provean energía eléctrica, agua potable y cloacas.
6. Implementación de un sistema de drenaje pluvial o muros de contención.
7. Impermeabilización y revestimiento del fondo.
8. Implementación de un sistema de manejo de lixiviados originados por la descomposición de la materia orgánica, humedad o precipitaciones.
9. Implementación de un sistema de control y captación de biogás, generado en la transformación de residuos orgánicos por la presencia de bacterias en ausencia de oxígeno.
10. Implementación de un sistema de control de roedores o moscas que transmiten enfermedades al ser humano.

Algunos de los impactos que puede tener la construcción de un Relleno Sanitario son:

- Contaminación sonora producto de la maquinaria y actividad de camiones.
- Emisiones de gases de efecto invernadero.
- Alteración del suelo.
- Alteración de vegetación y fauna terrestre.
- Alteración de patrimonio natural, arqueológico o del paisaje.
- Aumento del flujo vehicular.

Una vez habilitado el relleno sanitario se inicia la fase de operación que consta de las siguientes actividades:

1. Recolección y transporte de los RSU a rellenos sanitarios
2. Confinamiento de residuos en la menor área posible, compactando y reduciendo su volumen.
3. Cobertura diaria de los residuos con capas de tierra.
4. Control y manejo de lixiviados
5. Control y manejo de biogás
6. Monitoreo de aguas superficiales y subterráneas
7. Control de vectores
8. Prevención y control de riesgos a la comunidad cercana y al personal
9. Mantenimiento de las instalaciones

Una vez que finaliza la vida útil de un relleno sanitario se debe planificar muy bien su cierre, el cual debe contemplar:

- Cobertura final del área del RS.
- Diseño y rehabilitación paisajística del lugar.
- Implementación de un plan de recuperación de flora y fauna
- Mantención del sistema de control de gases, lixiviados y erosión.

## **CAPÍTULO III: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS**

### **3.1 CONTEXTO INTERNACIONAL**

En el año 2018 el Banco Mundial publicó un informe acerca de la situación actual de los residuos a nivel global con gran detalle, para luego centrarse en 7 regiones:

1. Medio oriente y Norte de África
2. Sub-Sahara Africano
3. Norte América
4. Latinoamérica y Caribe
5. Sur Asiático
6. Europa y Asia central
7. Este asiático y el Pacífico

El informe pone en evidencia datos que llegan a ser alarmantes acerca de la generación, el tratamiento y la disposición final de los residuos a nivel mundial. Según el mismo, en el mundo se están generando 2.01 billones de toneladas de Residuos Sólidos Urbanos anualmente, con al menos un 33% del total que no está siendo tratado de forma adecuada y segura. La generación diaria de residuos per cápita se sitúa en un promedio de 0,74 kg, pero con una variabilidad muy amplia dependiendo de la región, yendo desde 0,11 hasta 4,54 kg per cápita en los 210 países que fueron relevados.

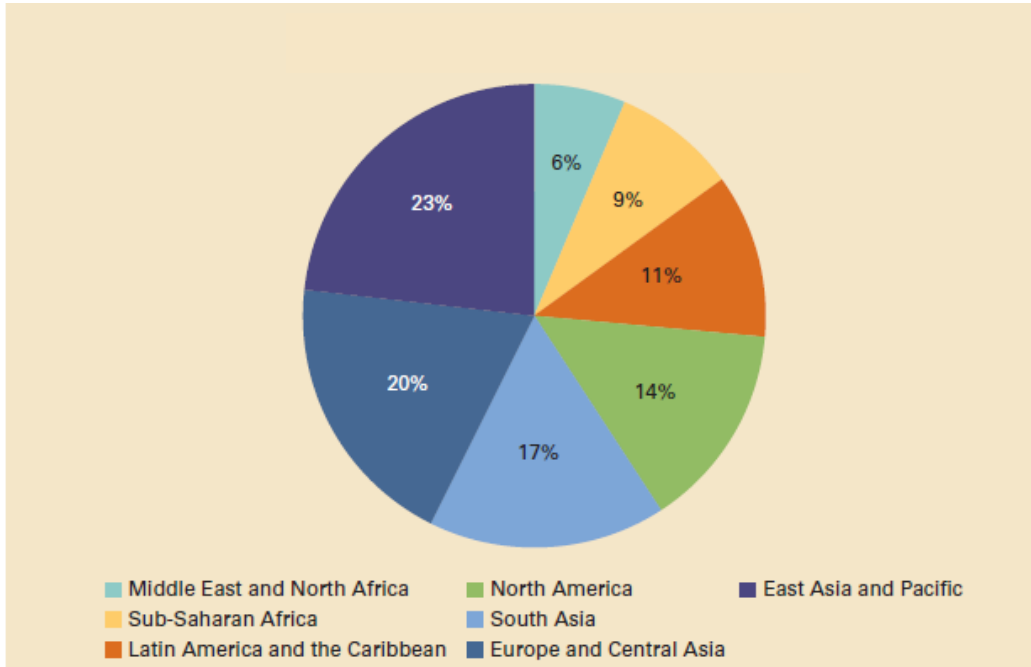
#### **3.1.1 Generación de residuos**

Usualmente, las cantidades de residuos generadas por país (per cápita) están estrechamente vinculadas con el nivel de ingreso y de urbanización de éstos. Se calcula que el 16 por ciento de la población considerada como de “alto poder adquisitivo” produce hasta un 34% (683 millones de toneladas) de total producido en el mundo. Este indicador justifica la premisa de que, a mayores ingresos, o nivel económico, mayor es el consumo y por ende la generación de residuos. Además, se estima un crecimiento de generación de residuos exponencial, alcanzando hasta 3.40 billones de toneladas para el 2050.

Según What a Waste, Norteamérica, compuesto por tan sólo tres países de altos ingresos, tiene el promedio de generación de residuos per cápita más alto del mundo, con 2,21 kg. por día, mientras

que las regiones consideradas como de menores ingresos como el Subsahara Africano, tiene un promedio de 0,46 kg por día.

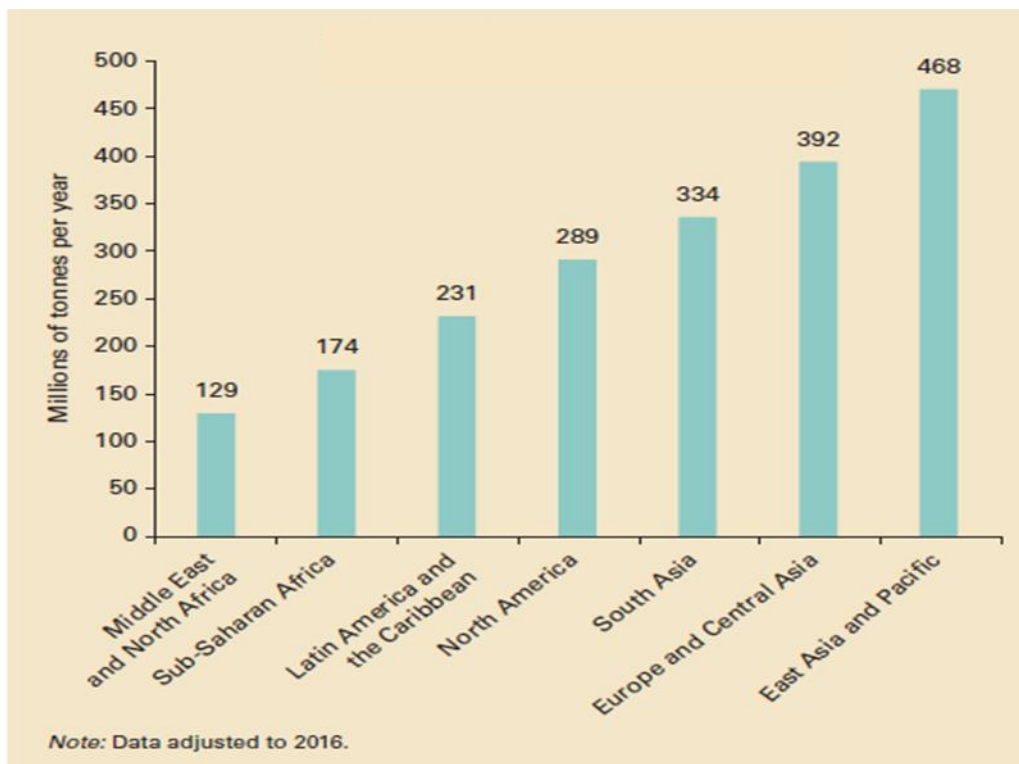
*Ilustración 14: Generación porcentual de residuos por región en el Mundo*



Fuente: Banco Mundial

Se espera que los países de altos ingresos experimenten la menor cantidad de crecimiento en la generación de desechos para 2030, dado que han alcanzado un punto de desarrollo económico en el que el consumo de materiales está menos relacionado con el crecimiento del producto interno bruto. En cuanto a los países de ingresos bajos, se verá un mayor crecimiento en la actividad económica y en la población, y se espera que los niveles de desechos aumenten más del triple para 2050. A nivel per cápita, las tendencias son similares en cuanto a que el mayor crecimiento en la generación de desechos se espera en países de ingresos bajos y países de ingresos medios.

Ilustración 15: Generación de residuos en toneladas por región



Fuente: Banco Mundial

Dado que generalmente se espera que la generación de residuos aumente con el desarrollo económico y el crecimiento demográfico, se espera que las regiones en vías de desarrollo económico, como la de África Subsahariana y Asia del Sur, vean crecimientos en niveles de desechos aproximadamente triples y dobles, respectivamente, en las próximas tres décadas debido a su crecimiento económico y urbanización. En cambio, para regiones con países de mayores ingresos, como América del Norte, Europa y Asia central, se espera que se experimente un aumento gradual de los niveles de desechos.

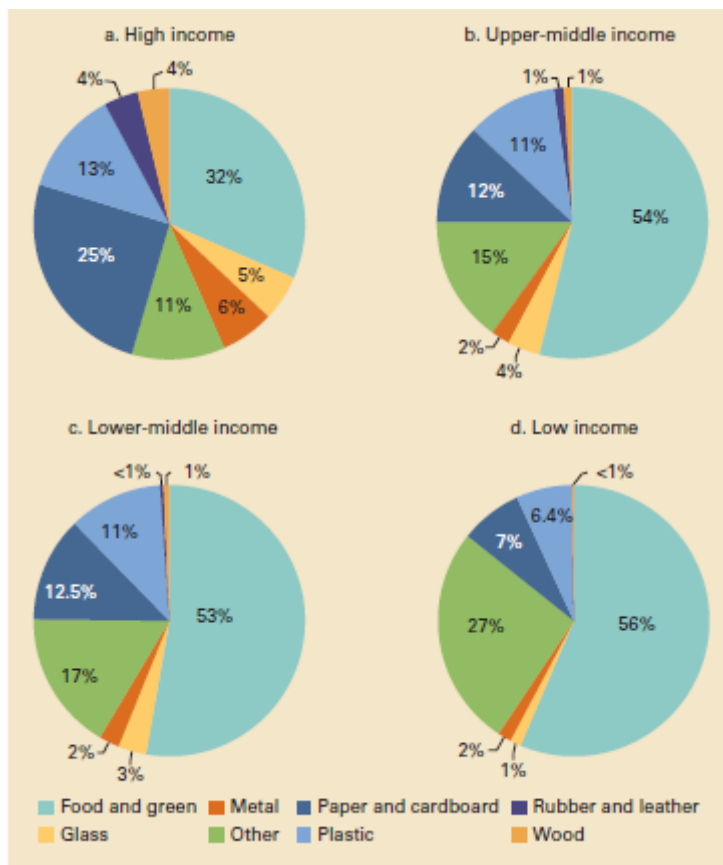
### 3.1.2 Composición de los RSU

La composición de los residuos es la categorización de los tipos de materiales en los residuos sólidos urbanos. La composición de los residuos generalmente se determina a través de una auditoría estándar de residuos, en la que se toman muestras de basura de los generadores o sitios de disposición final, ordenados en categorías predefinidas y luego pesados. A nivel internacional, la categoría de residuos que abarca una mayor cantidad es la de alimentos y residuos orgánicos, representando el 44 por ciento de los residuos mundiales. Los residuos secos considerados como reciclables (plástico, papel y cartón, metal y vidrio) equivalen a otro 38 por ciento de los residuos.

Otro dato interesante surge al analizar la composición de los residuos la cual varía considerablemente según el nivel de ingresos. El porcentaje de materia orgánica en los desechos

disminuye a medida que aumentan los niveles de ingresos. Los bienes consumidos en los países de mayores ingresos incluyen más materiales como como papel y plástico que en los países de bajos ingresos.

Ilustración 16: Composición de los Residuos según nivel de ingresos



Fuente: Banco Mundial

### 3.1.3 Recolección y disposición

Al mismo tiempo, el desarrollo de los países y sus niveles de ingreso determinan su capacidad de recolectarlos y de gestionarlos de manera adecuada, buscando cubrir la totalidad de la población que accede a la recolección de residuos y, además, tratarlos de manera tal que generen menor impacto.

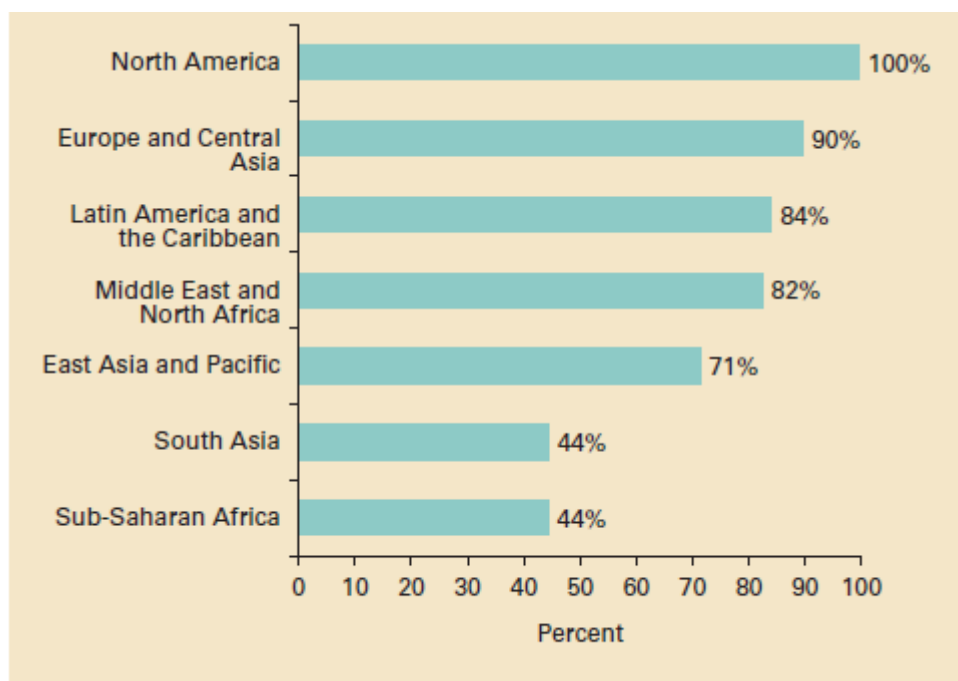
Uno de los servicios municipales más comunes y esenciales que se brindan es la recolección de residuos domiciliarios. Se utilizan varios modelos de servicio de recolección de residuos a lo largo del planeta. La forma más común de recolección de residuos es la de puerta a puerta. En este modelo, camiones o vehículos pequeños, se utilizan para recoger basura fuera de los hogares a una frecuencia predeterminada. En algunas localidades, las comunidades pueden depositar sus desechos en un contenedor central o en un punto de recolección donde es recogido por el municipio y transportado a sitios de disposición final.



Las tasas de recolección de residuos (porcentaje de la población que está cubierta por la recolección municipal de residuos) en países de altos ingresos como en América del Norte, están cerca del 100 por ciento (Ilustración 17). En los países de ingresos medios bajos, la tasa de recolección es de alrededor del 51 por ciento, y en países de bajos ingresos, aproximadamente 39 por ciento. En los países de bajos ingresos, los desechos no recolectados a menudo se manejan de forma independiente (sin la participación del Estado), en donde los desechos de los hogares terminan en basurales a cielo abierto, son incinerados, o menos comúnmente, compostados.

La mejora de los servicios de recolección de residuos es un paso crítico para reducir la contaminación y, por lo tanto, mejorar la salud humana. Las tasas de recolección de residuos tienden a ser sustancialmente más altas para las áreas urbanas que para las zonas rurales, ya que la gestión de residuos suele ser un servicio urbano. En los países de ingresos medios bajos, las tasas de recolección de residuos llegan a duplicarse en las ciudades respecto de las zonas rurales.

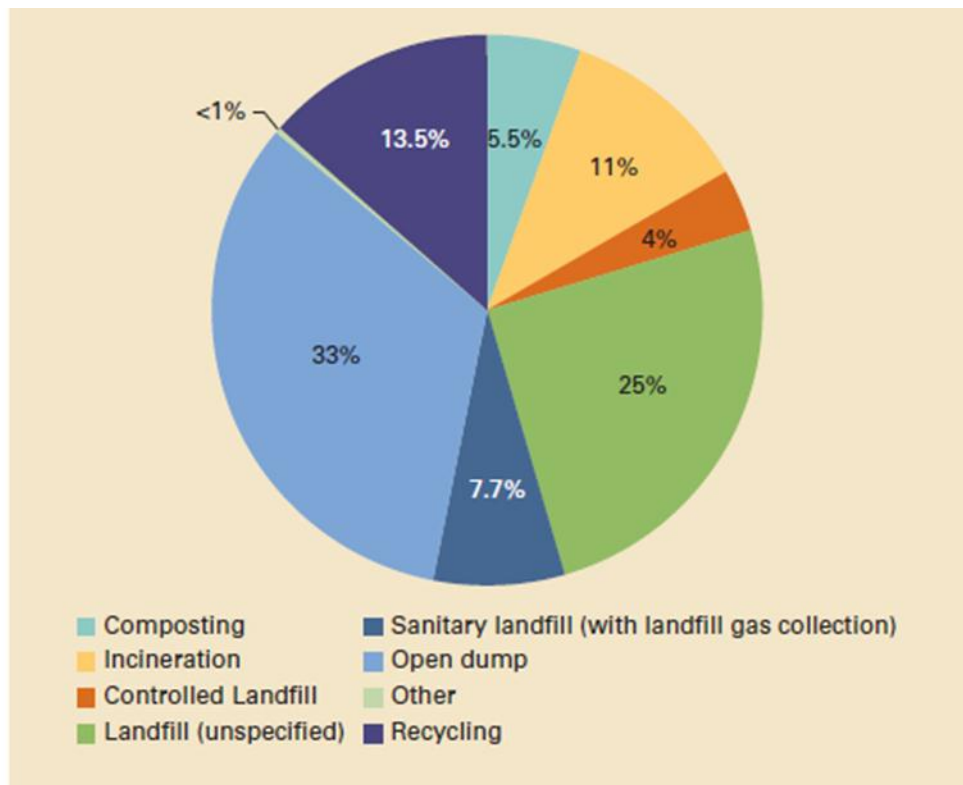
*Ilustración 17: Tasas de recolección de residuos por región*



Fuente: Banco Mundial

Una vez que los residuos son recolectados, se debe gestionar su disposición previa. En todo el mundo, casi el 40 por ciento de los desechos se eliminan en vertederos. Alrededor del 19 por ciento de estos se recupera mediante reciclaje y compostaje y un 11 por ciento se trata a través de incineración. Un dato demostrado, pero alarmante, nos dice que a nivel mundial el 33 por ciento de los residuos siguen siendo desechados en basurales a cielo abierto, implicando un elevado costo ambiental.

Ilustración 18: Tipos de tratamiento y Disposición de Residuos en el Mundo en porcentaje.

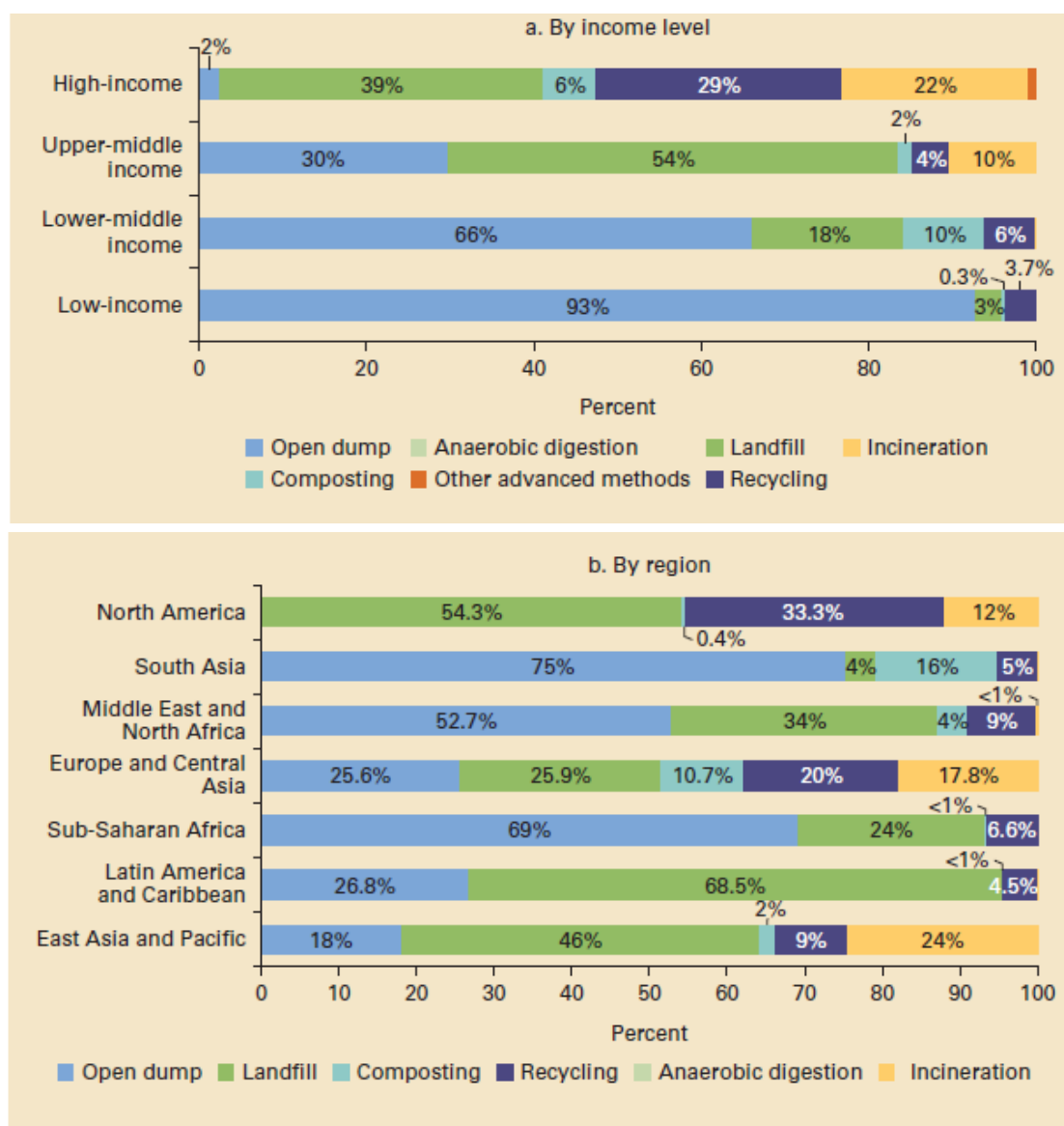


Fuente: Banco Mundial

Las prácticas de eliminación de residuos varían significativamente según el nivel de ingresos y la región. (figura 2.13). El desecho en basurales a cielo abierto prevalece en países de bajos ingresos, donde los vertederos aún no están disponibles. Alrededor del 93 por ciento de los residuos se quema o es arrojado en carreteras, terrenos abiertos o vías fluviales en países de bajos ingresos, mientras que sólo el 2 por ciento de los residuos se desecha de esta manera en países de altos ingresos.

A medida que las naciones prosperan económicamente, los residuos se gestionan de manera más sostenible a través de métodos como la construcción y el uso de vertederos controlados o rellenos sanitarios. Representa el primer paso hacia la gestión sostenible de residuos. Mientras que sólo el 3 por ciento de los residuos es depositado en vertederos en países de bajos ingresos, alrededor del 54 por ciento de los desechos son enviados a vertederos en países de ingresos medios altos. Además, mientras más desarrollados son los países, más tienden a centrarse en la recuperación de materiales a través del reciclaje y compostaje. En los países de altos ingresos, el 29 por ciento de los desechos se recicla y el 6 por ciento es compostado.

Ilustración 19: Prácticas de eliminación de residuos por nivel de ingreso y región



Fuente: Banco Mundial

### 3.2 CONTEXTO LATINOAMERICANO

La región de América Latina y el Caribe consta de 42 países que incluyen América del Sur y las islas del Caribe. En el 2016 tenía una población de 638 millones. Los sistemas de residuos sólidos en la región están en el proceso de modernización, aunque las prácticas varían según el nivel de ingresos. A nivel urbano, muchas ciudades han iniciado programas de separación en origen, y las tasas de reciclaje son más altas para materiales como el aluminio, el papel y el plástico.

El reciclaje es común en la región, excepto en las islas del Caribe, donde los mercados de reciclaje son incipientes. Se está eliminando una cantidad cada vez mayor de desechos en rellenos sanitarios, con o sin controles ambientales y sociales, pero una cantidad significativa de residuos todavía se vierte, se quema o se utiliza como alimento para animales. Algunas ciudades avanzadas están

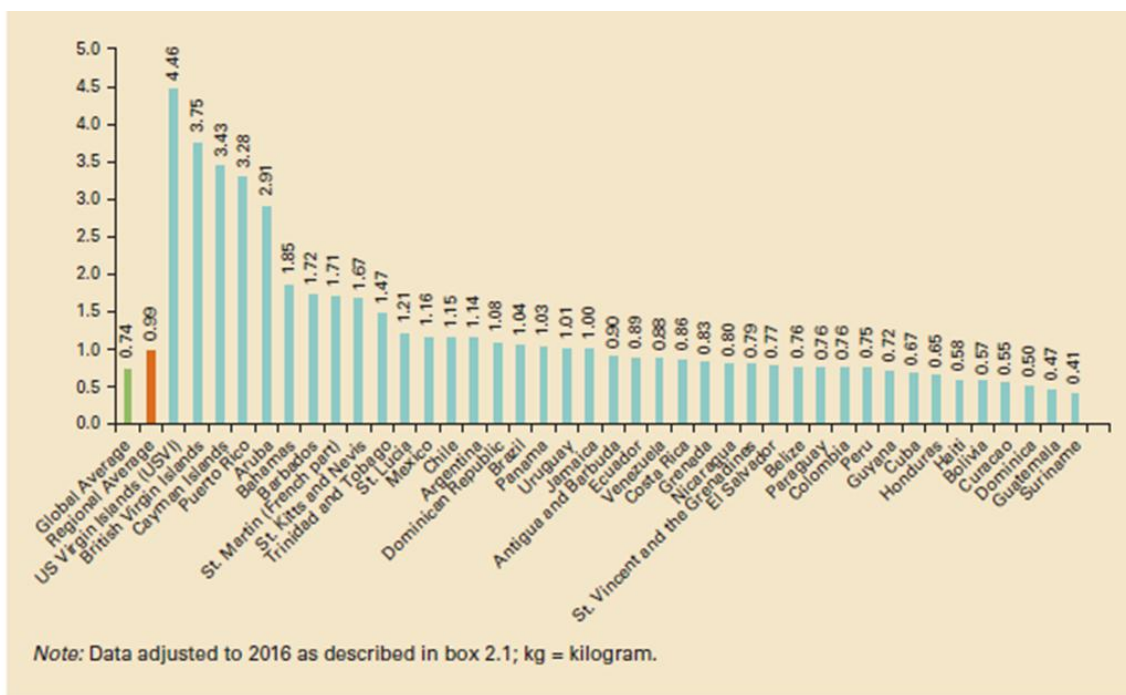
comenzando a convertir el gas de los vertederos en energía, mientras que otras ciudades están explorando nuevas tecnologías como la incineración de residuos para la generación de energía y la digestión anaeróbica. Desde una perspectiva política, la mayoría de los países y ciudades cuentan con al menos un mecanismo regulador para guiar las actividades de gestión de residuos.

Los presupuestos destinados a la recuperación de residuos varían en toda la región e incluye subsidios gubernamentales, impuestos, tarifas de usuario y subsidios cruzados a través de los niveles de ingresos. Las tasas ambientales por tirar basura son comunes, pero no siempre es claro si los fondos se utilizan para actividades de gestión de residuos sólidos.

### 3.2.1 Generación y Composición de Residuos

La región de América Latina y el Caribe generó 231 millones de toneladas de residuos en 2016, a un promedio de 0.99 kg por persona cada día (figura 3.13). De todos modos, se percibe una distorsión en los datos, al incluir en el análisis a islas cuya principal actividad económica es el turismo de consumo.

*Ilustración 20: Generación y composición de residuos*

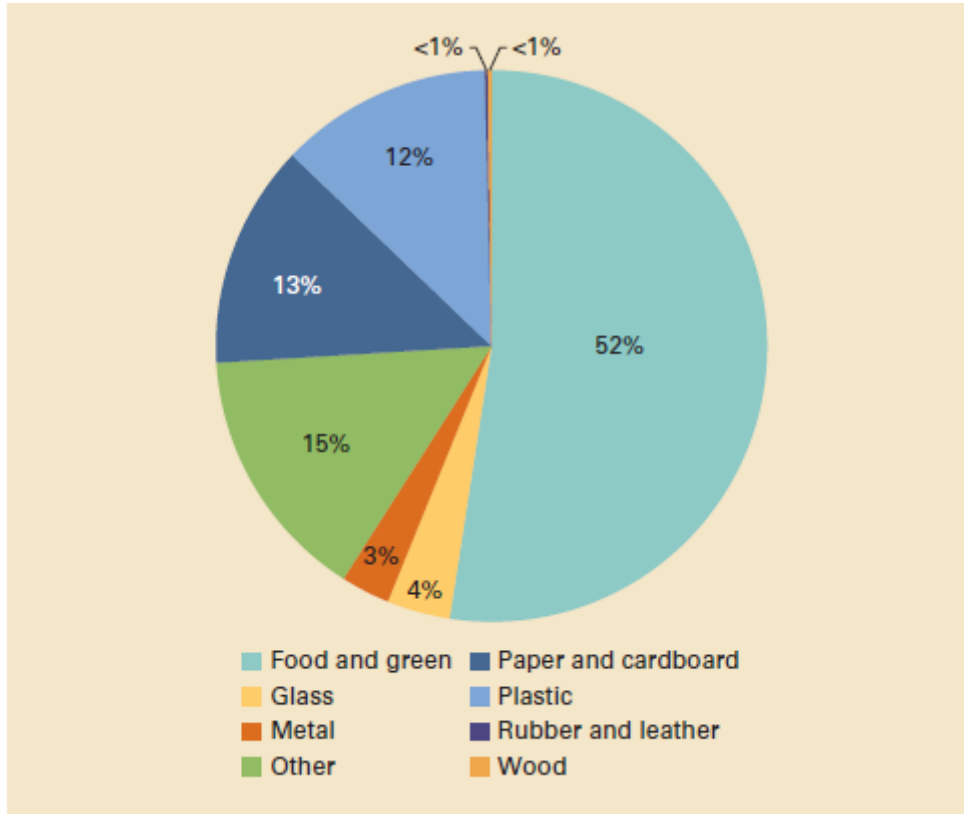


Fuente: Banco Mundial

Alrededor de la mitad de los residuos en América Latina y el Caribe provienen de desechos orgánicos (alimentos y desechos verdes). Mientras que alrededor de un tercio de los residuos es compuesto de reciclables secos. Es probable que casi el 15 por ciento de los desechos que no se han caracterizado a través de sistemas formales son en gran medida orgánicos, dado que las áreas fuera del alcance de los sistemas de residuos municipales tienden a ser rurales o de ingresos más bajos, y las

tendencias globales indican que estos sectores suelen generar mayores proporciones de residuos húmedos.

*Ilustración 21: Composición de residuos en América Latina*

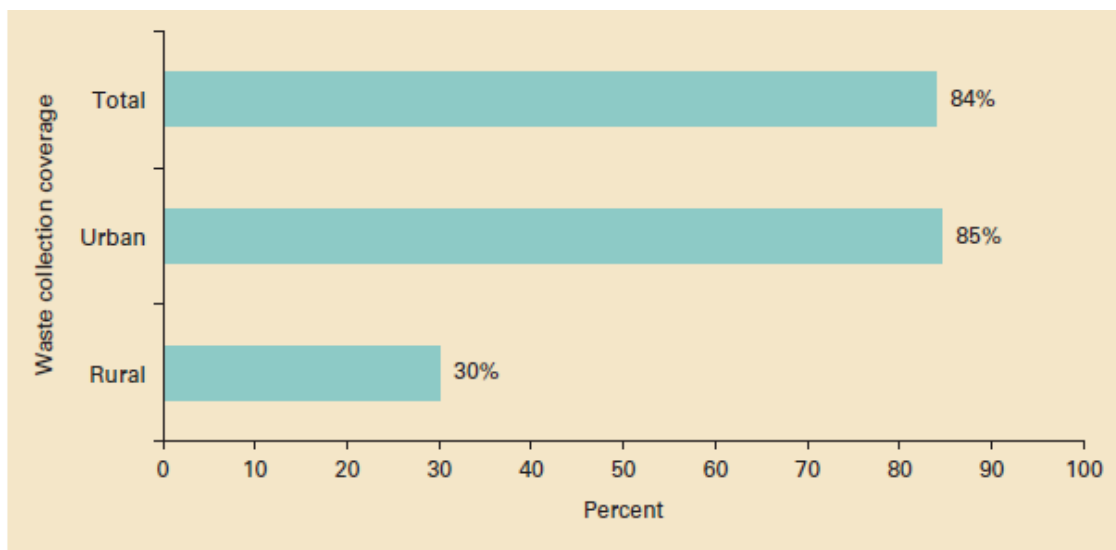


Fuente: Banco Mundial

### 3.2.2 Recolección de residuos

La cobertura de recolección de residuos es bastante alta para América Latina y el Caribe en comparación a las tendencias mundiales. A nivel urbano, se recolectan aproximadamente el 85 por ciento de los desechos y la mayoría de estos, son recogidos a través del clásico sistema de “puerta a puerta”. En las comunidades rurales, la cobertura de recolección de residuos se trata de un 30 por ciento. De todos modos, la cobertura de recolección varía significativamente, con una cobertura superior al 95 por ciento en ciudades de países como Uruguay y Colombia, y tan bajo como 12 por ciento en Puerto Príncipe, Haití.

Ilustración 22: cobertura de recolección de residuos en América Latina y el Caribe



Fuente: Banco Mundial

### 3.2.3 Disposición de los desechos

Más de dos tercios de los desechos en América Latina y el Caribe se eliminan en algún tipo de vertedero (figura 3.17), aunque algunos de éstos pueden estar de cierta manera, bien administrados. Más de la mitad de los residuos se eliminan en rellenos sanitarios con algunos controles ambientales, que reflejan un enfoque regional en métodos de eliminación sostenibles. Los basurales a cielo abierto llegan a abarcar hasta un 27 por ciento de la acumulación y el tratamiento de residuos.

En cuanto al reciclaje y compostaje están surgiendo nuevos sistemas en toda la región, aunque el alcance de la implementación varía según el país. En esta materia, ciudades como Montevideo, Medellín y Bogotá al momento de la elaboración del estudio en cuestión, reciclaban más del 15 por ciento de sus residuos. Por otro lado, ciudades como Ciudad de México y Rosario en Argentina, compostaban más del 10 por ciento de los residuos.

## 3.3 CONTEXTO NACIONAL

### 3.3.1 Breve descripción de la situación municipal en Argentina

Lorena Schejtman y Micaela Cellucci describieron el contexto nacional en un informe sobre la “Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos: políticas municipales que promueven la sustentabilidad” para la Fundación CIPPEC (Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento).

*“La realidad municipal en la Argentina es sumamente compleja: en primer lugar, por la heterogeneidad de los regímenes municipales, ya que es una facultad reservada a las provincias. Esto genera dificultades al momento de hallar iniciativas comunes a desafíos similares. Esta heterogeneidad no se da sólo entre provincias; al interior de cada una de ellas, las diferencias entre los gobiernos locales también son importantes.” (CIPPEC F. , 2014)*

Al estar atravesadas por variables tales como su población, su tamaño, su tipología (en términos de su grado de urbanización) la disponibilidad de recursos económicos y la diversidad sociocultural, entre otras, las necesidades que tienen unos municipios difieren de las que poseen otros. Además, existe el caso de los que son capitales provinciales y que, en muchos casos, conformaron un área metropolitana que excede los límites de un solo gobierno y, por tanto, requiere la coordinación e implementación de políticas interjurisdiccionales.

En segundo lugar, encontramos las limitaciones vinculadas a las capacidades económicas y tributarias. La gran mayoría de los gobiernos locales argentinos dependen de los programas y subsidios de los niveles provincial y nacional. En muy pocos casos, los recursos propios superan el 30% del total de gastos. Esto evidencia un escenario que presenta no sólo escasez de recursos sino, además, capacidades insuficientes para generarlos y enfrentar las problemáticas propias de manera autónoma.

A estos factores se les suma la falta de actualización e innovación en las capacidades técnicas y de formación de una gran parte de las administraciones locales. Para los municipios, es muy difícil incorporar capacidades y nuevas tecnologías para modernizar la gestión y promover prácticas más abiertas, transparentes y participativas. En muchos casos, los canales administrativos tradicionales no se adaptan a los cambios políticos y tecnológicos, e impiden que los gobiernos locales desarrollen relaciones que faciliten la comunicación tanto hacia el interior del municipio como hacia el resto de la ciudadanía.

Por su parte el Estado Nacional, a través de La Secretaría de Ambiente y Desarrollo, ha elaborado el “Informe del estado del ambiente” en los años 2012, 2016, 2017 y 2018. Dicho trabajo analiza la situación ambiental del territorio argentino, considerando dimensiones sociales, económicas, culturales y ecológicas, y los posibles efectos que puedan provocar las actividades productivas.

Tanta cantidad de basura requiere un adecuado método de recolección y posterior disposición que garantice la limpieza de cada ciudad, y para que ello funcione de manera eficiente y organizada hacen falta leyes y gestiones públicas. La basura se ha convertido en uno de los principales problemas ambientales urbanos de las ciudades argentinas, y tras ello se promulgó y redactó la Ley N.º 25916, la cual regula la gestión de los residuos sólidos urbanos y los define como “aquellos elementos generados

por procesos de consumo en el ámbito residencial, urbano, comercial, sanitario o industrial, que luego de su uso son desechados y/o abandonados”.

Esta ley únicamente establece presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral, pero deja a los municipios la responsabilidad de la gestión de los mismos, quienes se basan en normas y protocolos internacionales para la protección del ambiente, buscando el involucramiento de sus ciudadanos en el proceso. La gestión integral de los RSU involucra las distintas etapas del proceso: la generación (habitantes), la recolección (municipios), el transporte, el tratamiento, el reciclado (si lo hubiere) y la disposición final de los mismos.

### 3.3.2 Generación de RSU

De acuerdo a datos estadísticos nacionales, en el 2015 se generaron un promedio de 1,02 kg de RSU per cápita, sumando en total hasta unas 45.000 toneladas diarias para toda la población, número que equivalente a una tonelada generada cada dos segundos, y aproximadamente 16.500.000 de toneladas anuales.



Ilustración 23: Generación de RSU por jurisdicción en Argentina.

Jurisdicción	Población	Generación/día	Generación per cápita
	Habitantes	Tn/día	Kg/hab/día
<b>Total</b>	<b>43.131.966</b>	<b>44.621,61</b>	<b>1,03</b>
Ciudad Autónoma de Buenos Aires	3.054.267	5.792	1,9
Buenos Aires	16.659.931	19.665	1,18
Catamarca	396.895	220,8	0,56
Córdoba	3.567.654	3.780	1,06
Corrientes	1.070.283	816	0,76
Chaco	1.143.201	363	0,32
Chubut	566.922	463	0,82
Entre Ríos	1.321.415	1.042	0,79
Formosa	579.250	335	0,58
Jujuy	727.780	537	0,74
La Pampa	343.056	307	0,89
La Rioja	367.728	260	0,71
Mendoza	1.885.551	1.711	0,91
Misiones	1.189.446	604	0,51
Neuquén	619.745	512	0,83
Río Negro	698.874	531	0,76
Salta	1.333.365	1.031	0,77
San Juan	738.959	658	0,89
San Luis	476.351	366	0,77
Santa Cruz	320.469	206	0,64
Santa Fe	3.397.532	3.525	1,04
Santiago del Estero	928.097	645	0,69
Tierra del Fuego	152.317	91	0,6
Tucumán	1.592.878	1.161	0,73

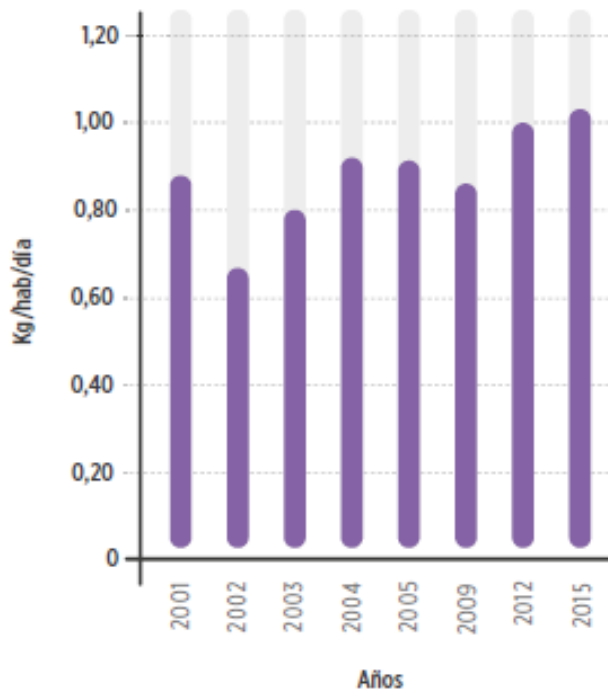
*Nota: los valores deben considerarse de carácter estimativo ya que no han sido validados por organismos oficiales.*

Fuente: Informe Estado del Ambiente de la Nación

*“Independientemente de la jurisdicción analizada, los residuos generados en Argentina reflejan las condiciones macroeconómicas de producción y consumo, con una tendencia creciente del volumen de desechos urbanos generados en las series históricas anuales. Si bien los datos disponibles son limitados, se observa una tendencia creciente a lo largo del siglo XXI, a excepción de 2002 y 2009, lo cual podría asociarse al impacto de las crisis macroeconómicas.” (Nación, 2017)*

Ilustración 24: Generación de RSU en Argentina entre el 2001 y 2015, por habitante.

**Figura 7.** Generación de RSU en Argentina, en kg/habitante/día. Período 2001-2015.



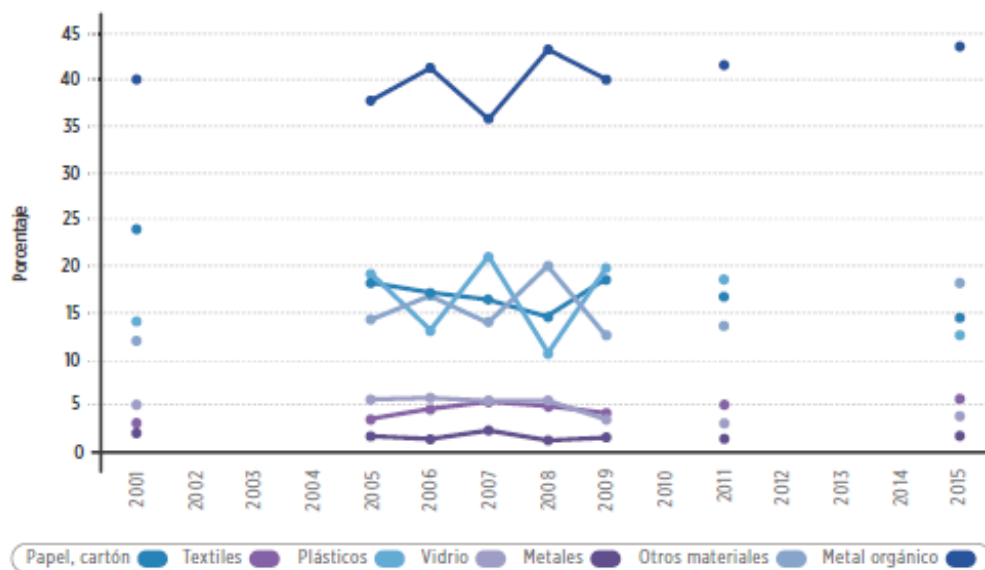
**Fuente:** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Fuente: Informe Estado del Ambiente de la Nación

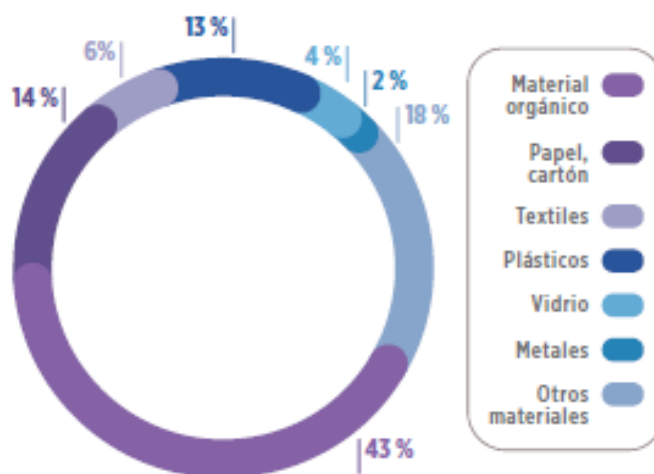
### 3.3.3 Composición de los residuos en Argentina

En la ilustración número 25 se puede observar que la composición de los residuos para el país en el período 2001-2015 ha sido mayoritariamente material orgánico, superando el 40% del total, seguida por el papel y cartón, 14% y el plástico con un 13%. La suma de los residuos clasificados como “otros materiales” alcanza un 18%.

Ilustración 25: composición de los residuos en Argentina



Nota: la categoría "material orgánico" corresponde a residuos orgánicos de desechos alimenticios. Los datos corresponden a un estudio de RSU de CABA, realizado por FIUBA y CEAMSE.



Fuente: Informe Estado del Ambiente de la Nación

### 3.3.4 Recolección de RSU

Más del 80% de la población en Argentina está alcanzada por los servicios de recolección municipales en la mayoría de las provincias. El otro 20% de la población hace una autogestión de los residuos de forma irregular, adoptando como método habitual el desecho en basurales a cielo abierto, la cual es una práctica ilegal.

### 3.3.5 Tratamiento de RSU

Según la Ley N.º 25916, se define como tratamiento al “conjunto de operaciones tendientes al acondicionamiento y valorización de los residuos”. En la actualidad son muy pocos los municipios argentinos que cuentan con plantas de separación y en menor medida de reciclaje, respecto de los residuos posiblemente reciclables. La práctica más común de tratamiento que suele hacerse en algunos municipios es la del acopio y en algunos casos también la clasificación y separación para su posterior disposición final, siendo un bajo porcentaje la dirigida a centros de reciclaje. De acuerdo con datos de CEAMSE, entre los años 2004 y 2015 el tratamiento de residuos ha visto un crecimiento constante, a excepción del período 2013 a 2015.

### 3.3.6 Reciclado

El reciclado de RSU en Argentina involucra una diversidad de actores y factores sociales y económicos interdependientes. Existe un alto grado de informalización en la actividad de reciclado, que comenzó a revertirse en algunas ciudades mediante la creación de cooperativas, producto de políticas que involucran a la comunidad, a los municipios, al sector privado y, en algunas ocasiones, al sector académico. (Nación, 2017)

Uno de los factores por los cuales la cantidad de residuos reciclados en el país no es muy elevada, recae en el valor de mercado del material reciclado en comparación al valor de materias primas de primer uso, los cuales tienen precios muy competitivos respecto a los reciclados, haciendo que las industrias se inclinen todavía por materiales vírgenes. De esta manera no existe un verdadero incentivo para los recuperadores primarios en el reciclaje. Al sumar también las condiciones de infraestructura, logística y comercio de la industria del reciclado, el contexto se torna aún más difícil, haciendo que el reaprovechamiento de los residuos no sea atractivo.

Se está viendo un desarrollo incipiente, pero a la vez lento en el reciclaje, lo cual generará no sólo un impacto ambiental positivo a través de la reducción de generación de residuos y una mejora en la salud humana. Esto también logrará un impacto económico positivo a través de la economía circular, logrando una mayor competitividad al incorporar materias primas de segundo uso más económicas.

### 3.3.7 Disposición final

Un gran problema en materia de gestión de residuos en Argentina está dado por las políticas de saneamiento. A través de datos públicos de la Secretaría de Ambiente, se estima que hay aproximadamente 5.000 sitios de disposición final irregulares, en su mayoría basurales a cielo abierto, ocupando una superficie de aproximadamente 8.600 hectáreas.

## CAPÍTULO IV: GIRSU Y ECONOMÍA CIRCULAR EN MENDOZA

### 4.1 CONTEXTO PROVINCIAL

Por su parte, la provincia de Mendoza trabajando en conjunto con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), al Ministerio de Interior, Obras Públicas y Vivienda, y a los municipios del Área Metropolitana de Mendoza lanzó en 2018 un detallado plan de desarrollo urbano. El mismo fue nombrado “Plan de acción UNICIPIO” y busca sentar las bases para el desarrollo urbano sostenible e inclusivo en el área metropolitana en forma interjurisdiccional e interdisciplinaria.

Uno de los temas más importantes y a su vez crítico, es el de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU). Si bien la Provincia de Mendoza hace ya veinte años ocupa de este tema, los resultados entre los 7 municipios que integran el Área Metropolitana de Mendoza son muy distintos entre sí. Según el plan UNICIPIO, estas diferencias se podrían originar debido a las siguientes causas:

- *Aumento progresivo de la población y de su concentración en áreas urbanas, con el consiguiente crecimiento de la densidad poblacional en el área metropolitana, a lo que se suma un aumento de la generación de residuos per cápita.*
- *Inadecuados e inexistentes sistemas de tratamiento y/o disposición final de los residuos sólidos urbanos.*
- *Falta de programas de educación ambiental para la toma de conciencia de toda la población.*
- *Deficiente evaluación de costos e inapropiada asignación de recursos para la prestación del servicio.*
- *Deficiencias en la capacidad técnica y operativa disponibles.*
- *Falta de políticas activas destinadas a atender la problemática específica.*

Del estudio citado surge que el problema proviene principalmente de una aplicación de métodos de tratamiento de residuos inadecuada, muestra de ello es la gran cantidad de basurales a cielo abierto a lo largo del AMM. Sólo se encuentran vertederos controles sanitarios en los departamentos de Las Heras y de Maipú, siendo este último el que cuenta con una gestión y disposición final de RSU más avanzada al contar con una planta de tratamiento de RSU en la localidad de Barrancas.

La ley de Residuos Urbanos y la Ley orgánica de Municipalidades de la Provincia de Mendoza son las que reglamentan la gestión de los servicios de saneamiento, tanto de residuos urbanos como

comerciales. La Ley de Residuos Urbanos de la Provincia de Mendoza, en sus primeros tres artículos obliga a los municipios a cumplir los siguientes requerimientos: (LEY 5.970, 1992) :

*Art. 1: Los municipios de Mendoza erradicarán todos los basurales a cielo abierto y los microbasurales en terrenos baldíos que se encuentren dentro de sus límites. Asimismo, impedirán el vuelco de residuos en cauces de riego o el mal enterramiento de los mismos.*

*Art. 2: Los municipios de la Provincia que no tuvieran instrumentado un régimen integral de tratamiento de residuos urbanos, deberán establecerlo en un plazo de un (1) año a contar de la vigencia de la presente ley. El sistema de tratamiento que elijan comprenderá las fases de generación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos de origen domiciliario, vial, industrial, sanitario y comercial, producidos en su jurisdicción, debiendo realizar controles sanitarios efectivos, evitando y sancionando la contaminación y sus riesgos, la manipulación clandestina de la basura, el desvío de camiones y el vuelco en lugares no autorizados por parte de los empleados municipales y/o de empresas concesionarias.*

*Art. 3: Los municipios de la Provincia tratarán los residuos urbanos del Departamento, con procesos de estabilización biológica - rellenos sanitarios y compostaje con o sin selección de materiales; incineración de residuos sanitarios con tratamiento de gases o cualquier otro sistema que cumpla con las normas vigentes de protección ambiental y sanitaria.*

La GIRSU en la provincia, que abarca desde la generación de los residuos, hasta su disposición final y tratamiento, presenta resultados muy dispares en cada una de estas etapas, viendo por ejemplo un elevado nivel de cobertura de recolección de residuos, pero una pobre disposición final, con un muy bajo porcentaje de recuperados, ya sea para el reciclaje o para la generación de energías, terminando la mayoría de estos en basurales a cielo abierto o rellenos sanitarios.

#### 4.1.1 Generación de Residuos

Cada municipalidad genera cantidades diferentes de residuos, dependiendo también del número de sus habitantes. Para el año 2016 en el AMM se generaban 1078 toneladas de residuos diarios (respecto a las 1588 toneladas totales que se generan en la Provincia), superando en promedio 0,98 kg per cápita diarios (32.340tn al mes). La generación de residuos por habitante también varía según el nivel de urbanización del departamento, siendo la Ciudad de Mendoza con 1,2 kg/hab. día seguido de Guaymallén con 0.85 kg/ hab. día y Luján de Cuyo con 0,66 kg/hab. día. De esta manera, la generación per cápita de residuos se encuentra por encima de la generación media de residuos en Latinoamérica y en el resto del mundo.

Ilustración 26: Generación de residuos por municipios del AMM

MUNICIPIO	Generación per capita kg/hab/día	Generación diaria ton/día	Planta de separación	Relleno Sanitario	Basurales a cielo abierto
Ciudad de Mendoza	0,964	111	✘	✘	✔
Godoy Cruz	0,964	185	✘	✘	✔
Guaymallén	0,971	276	✘	✘	✔
Las Heras	0,971	198	✘	✔	✔
Lavalle	0,694	26	✘	✘	✔
Luján de Cuyo	0,946	116	✘	✘	✔
Maipú	0,946	166	✔	✔	✘
<b>AMM</b>		<b>1.078</b>			

Fuente: Plan de acción UNICIPIO

#### 4.1.2 Composición de los Residuos

La composición total de los residuos se puede caracterizar en 10 fracciones: plásticos, vidrios, metales ferrosos y no ferrosos, materiales textiles, madera, goma y cuero, pañales descartables, residuos de poda y jardín y desechos alimenticios.

En el diagnóstico realizado por el gobierno de Mendoza para el proyecto de GIRSU, se presenta un estudio de Caracterización de los residuos domiciliarios, para saber cómo se componen los RSU en el AMM. Del mencionado estudio, surge que la fracción potencialmente reciclable es del 26% considerando el papel, el plástico, los materiales ferrosos, no ferrosos, el vidrio y textiles, mientras que la fracción potencialmente compostable llega hasta un 62%.

Teniendo en cuenta estos datos podemos decir que un 88% de los residuos en nuestra provincia podrían ser recuperados, reciclados y revalorizados. Esto se presentará como una gran oportunidad de mejora al estudiar el tratamiento de los residuos.

Ilustración 27: Composición de los residuos en el AMM

Zona Metropolitana Provincia de Mendoza					
Componente	Sumario Estadístico				
	Media (%)	Desvío Estándar (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)	
<b>Papel y Cartón</b>	<b>9,06</b>				
1 Diarios y revistas	4,12	2,50	10,20	0,00	
2 Papel de Oficina	2,02	2,13	8,46	0,00	
3 Cartón	2,29	1,47	5,53	0,00	
4 Tetrabrick	0,63	0,38	1,49	0,04	
<b>Plástico</b>	<b>10,32</b>				
5 PET	1,64	0,91	3,71	0,00	
6 PEAD	0,67	1,39	8,43	0,00	
7 PVC	0,08	0,43	2,54	0,00	
8 Films	6,08	3,08	15,77	1,91	
9 Otros	1,86	1,41	7,16	0,00	
<b>Metales Ferrosos</b>	<b>0,89</b>	<b>0,77</b>	<b>3,05</b>	<b>0,00</b>	
<b>Metales No Ferrosos</b>	<b>0,2</b>				
11 Latas de aluminio	0,15	0,36	1,70	0,00	
12 Bronce y Plomo	0,01	0,02	0,13	0,00	
13 Otros	0,04	0,21	1,19	0,00	
<b>Vidrio</b>	<b>2,59</b>				
14 Blanco	1,85	1,94	6,56	0,00	
15 Verde	0,45	0,72	3,00	0,00	
16 Ambar	0,29	0,83	4,68	0,00	
<b>Materiales Textiles</b>	<b>1,69</b>	<b>2,24</b>	<b>12,80</b>	<b>0,00</b>	
18 Madera	0,2	0,42	2,13	0,00	
19 Goma, Cuero y Corcho	0,53	0,87	3,48	0,00	
20 Pañales Descartables y apósitos	6,88	5,25	23,10	0,65	
21 Residuos de Poda y Jardinería	11,89	10,19	34,60	0,00	
22 Residuos Peligrosos	0,85	2,22	13,06	0,00	
23 Residuos Patógenos	0,8	4,44	26,30	0,00	
24 Residuos de Comida	50,19	13,69	72,26	13,19	
25 Residuos Misceláneos	3,89	5,05	17,94	0,00	

Fuente: Proyecto GIRSU para la zona metropolitana de la provincia de Mendoza

#### 4.1.3 Recolección

Como previamente se anticipó, en el AMM el sistema de recolección es bastante eficaz, siendo un alto porcentaje de la población servida por este servicio. La frecuencia en la que los residuos son recogidos en los domicilios varía entre los distintos departamentos y sus localidades, siendo ésta entre 3 a 6 veces por semana.

Por otro lado, con el pasar de los años, comienzan a verse más puntos verdes para la separación de aquellos residuos potencialmente reciclables. Este punto se presenta como controversial, debido a



que los municipios no cuentan con recolección diferenciada, siendo algunos de ellos aprovechados por recuperadores urbanos, muchas veces informales, y otras por asociaciones de recuperadores.

*Según los datos proporcionados por los municipios, la cobertura de recolección de residuos domiciliarios presenta un óptimo rendimiento alcanzando el 100% en Ciudad de Mendoza, Godoy Cruz, Guaymallén y Las Heras, no así en el resto de los municipios a saber 85% en Lavalle, 96% en Luján de Cuyo y 95% en Maipú. (Mendoza G. d., 2016)*

#### 4.1.4 Disposición Final

El punto crítico de la gestión de residuos en Mendoza se presenta al analizar cómo son dispuestos una vez que han sido recolectados. Es que la ciudad que en la primer década del siglo XXI llegó a ser nombrada como la más limpia del país, siempre hizo foco en el servicio de recolección, pero esta gestión basada solamente en la limpieza hizo que en la actualidad la mayoría de los municipios del AMM depositen sus residuos en el Relleno Sanitario (RS) del Borbollón, y que hasta el día de hoy existan Basurales a Cielo Abierto (BCA).

El Borbollón es un vertedero semi controlado de residuos gestionado por LIME SA, ubicado en el municipio de Las Heras, en los cuales los municipios de Capital, Lavalle y Godoy Cruz depositan también parte de sus residuos, volcando así en conjunto hasta 600 toneladas diarias, un 52% del total generado.

Por su parte, el municipio de Guaymallén y el de Luján de Cuyo siguen depositando sus residuos en BCA (Guaymallén en el BCA Puente de Hierro y Luján de Cuyo en Campo Cacheuta), práctica que debería haberse dejado de hacer hace años según las leyes provinciales y nacionales. En ellos no existe ningún tipo de impermeabilización del suelo, control de gases y lixiviados, y la compactación de los RSU es mínima. La criticidad de esta práctica aumenta, ya que, sumado a los impactos ambientales, hay presencia de recuperadores urbanos separando residuos, expuestos a condiciones de salud extremas. En el caso del BCA de Luján de Cuyo, la situación se agrava al encontrarse en un cause aluvional.

Entre ambos departamentos se disponían para el 2017 una gran cantidad de residuos sin ningún tipo de control, representando así un 36% de los residuos generados.

En el año 2015 el municipio Guaymallén generó cerca de 108 mil toneladas de residuos sólidos. Del total recolectado, más del 85% se dispuso en el vertedero no controlado de Puente Hierro, ubicado en la localidad del mismo nombre; mientras que el 15% restante se deposita en el relleno sanitario “El Borbollón”, ubicado en el municipio Las Heras.

El departamento de Maipú es el único que dispone sus residuos de manera controlada en su totalidad y con gestión pública. Los residuos que allí se generan son ingresados en la Planta de

Tratamiento de RSU, los cuales son diferenciados en tres grupos: residuos orgánicos, inorgánicos y material de rechazo. En su totalidad, se gestionan de esta manera 165 toneladas diarias, representando un total del 12% de los residuos generados en el AMM.

De esta manera, el departamento de Maipú logra realizar una GIRSU más adecuada a los principios de circularidad, debido a que hace un tratamiento de los residuos orgánicos mediante compostaje, de los inorgánicos mediante separación y acopie de aquellos residuos reciclables, y una disposición controlada de aquellos no reciclables.

Según los datos presentados en el diagnóstico para la elaboración del plan de Gestión De Residuos del AMM (Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial, 2017) el municipio de Maipú para el año 2017 se separaban efectivamente el 15% de lo potencialmente reciclable, lo que implicaría entre un 2% a 3% del total de los RSU.

*Ilustración 28: Características de la Disposición Final de RSU en el AMM*

Departamento	Residuos a disponer (tn/día)	Tipo de disposición	Localización del sitio de DF
Capital	219	Semi-controlada	Vertedero controlado de Las Heras - El Borbollón
Guaymallén	341	Sin control	Basural a cielo abierto de Guaymallén
Godoy Cruz	241	Semi-controlada	Vertedero controlado de Las Heras - El Borbollón
Las Heras	250	Semi-controlada	Vertedero controlado de Las Heras - El Borbollón
Lavalle	13	Semi-controlada	Vertedero controlado de Las Heras - El Borbollón
Luján de Cuyo	127	Sin control	Basural a cielo abierto de Luján - Campo Cacheuta
Maipú	165	Controlada	Planta de Separación de RSU de Maipú
<b>Total</b>	<b>1356</b>		

Fuente: Proyecto GIRSU para el AMM.

Ilustración 29: Porcentajes totales por tipo de Disposición Final en el AMM

Tipo de disposición	Cantidad de RSU (Tn/día)	Porcentaje de incidencia	Localización del sitio de DF
Controlada	165	<b>12%</b>	Planta de Separación de RSU de Maipú – Barrancas
Semi-controlada	694	<b>52%</b>	Vertedero Controlado de Las Heras – El Borbollón.
Sin Control	473	<b>36%</b>	Basurales a cielo abierto (Guaymallén y Luján de Cuyo)
<b>TOTAL</b>	<b>1.332</b>		

Fuente: Proyecto GIRSU para la zona metropolitana de la provincia de Mendoza

Según lo visto hasta ahora a través de datos oficiales, para el 2017, en Mendoza se recuperaban y reinsertaban en la economía únicamente un 2% de los RSU. Esto justifica la necesidad de comenzar a adoptar una visión circular de la economía y comenzar a integrar cada etapa y cada ciudadano que compone nuestra sociedad, para gestionar mejor los residuos de la provincia.

#### 4.2 DISPOSICIÓN FINAL Y COMPOSTAJE EN MAIPÚ

“El Departamento de Maipú, en la actualidad, cuenta con una Planta de separación, con un sector de compostaje para el tratamiento del material orgánico, pero la disposición final del rechazo de los procesos de tratamiento se realiza con una técnica semi-controlada (sin impermeabilización de fondo ni gestión de lixiviados).” (Mendoza G. d., 2016).

Como se planteó en el capítulo dos, los residuos sólidos orgánicos, son todos aquellos que tienen en su estructura básicamente carbono, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno y pueden descomponerse por la acción natural de organismos vivos como lombrices, bacterias y hongos. Éstos pueden ser cáscaras de verduras, residuos de alimentos, frutos, residuos de cosechas, hojas de árboles, entre otros, los cuales se generan en actividades de cocina, consumo de alimentos, jardinería y poda de plantas, centros de abasto de frutas y verduras u otros productos generados por acción de la naturaleza.

La fracción orgánica de los residuos generados en un municipio, como se ha señalado anteriormente, corresponde a más del 40% del total de los residuos sólidos, pudiendo llegar incluso hasta un 50%, por cuanto es un componente fundamental que influye en todas las etapas del servicio municipal de tratamiento de los RSU, particularmente en la disposición final. Al no compostarlos, se incrementan los costos de operación y aumentan los impactos ambientales como se detalla a continuación:

- **Generan lixiviados:** La descomposición de los residuos orgánicos al interior de los rellenos sanitarios o botaderos debido a su gran contenido de humedad (50 a 80 %), es una de las principales fuentes de generación de lixiviados en los rellenos sanitarios o en los botaderos. En los botaderos este líquido se incorpora a las aguas superficiales o se infiltra hasta llegar a las aguas subterráneas causando problemas de contaminación.

- Generan biogás, gases de efecto invernadero: La degradación anaerobia de los residuos orgánicos en el interior del relleno sanitario tiene como consecuencia la generación de gases, principalmente metano. Estos gases, denominados biogás, son considerados de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático global; en los botaderos, cuando estos gases no son captados son fuente generadora de incendios y contaminación atmosférica.
- Disminuyen la vida útil del relleno sanitario y dificultan la operación: la disposición final de residuos orgánicos, ocupa mayor espacio y disminuye la vida útil del relleno sanitario. Por otro lado, por el grado de humedad y su composición requiere de mayor cantidad de material de cobertura.
- Generan olores: La degradación en condiciones anaeróbicas de los residuos orgánicos en el interior del relleno sanitario, provoca emanación de olores desagradables que deben ser mitigados

Es decir que, al compostar los residuos orgánicos, se logra un gran impacto positivo sobre la vida útil de los rellenos, porque disminuye el espacio necesario, la proliferación de virus y bacterias y el impacto que genera la descomposición de basura orgánica en lugares concertados.

El proceso de los residuos orgánicos consta de varias etapas en las cuales se producen algunas transformaciones físicas y químicas del material. Lo que genera básicamente una reducción en volumen y un cambio en la composición biológica que favorece la descomposición.

#### 4.2.1 Descripción del proceso operativo de la gestión de residuos en Maipú

Luego de que los RSU son recolectados de forma indiferenciada por el servicio público de recolección domiciliar, son llevados hacia la planta de residuos, los cuales una vez ingresados pasan a ser pesados con una báscula electrónica.

Luego se depositan en un pozo para ir siendo cargados por un brazo hidráulico hacia una cinta transportadora, en la que un grupo de trabajadores los clasifican en las siguientes categorías:

- Orgánicos: los cuales se someten a procesos de compostaje en capas delgadas en las pilas ubicadas dentro de la planta de tratamiento.
- Inorgánicos: aquellos materiales potencialmente recuperables se envían a un proceso de acondicionamiento y reducción de volumen para luego ser enfardados y acopiados para su posterior venta a la industria del reciclado a través de procesos de licitación pública.
- Descarte: aquellos residuos que no pueden ser recuperados para el reciclaje o compostados se depositan en un vertedero a unos dos kilómetros del predio.

*Ilustración 30 Instalaciones Maipú: Pozo y Brazo hidráulico*



Fuente: Proyecto GIRSU para la zona metropolitana de la provincia de Mendoza

A lo largo de la cinta transportadora se va retirando todo el material inorgánico, siendo éste mayormente plásticos, vidrios, papel y cartón, latas de acero o aluminio y textiles. De esta forma, al final de la línea quedan sólo residuos orgánicos libres de contaminantes, los cuales se someten a un proceso de triturado mediante un molino para luego ser compostados.

*Ilustración 31 Instalaciones Maipú: Cinta transportadora*



Fuente: Proyecto GIRSU para la zona metropolitana de la provincia de Mendoza

*“El proceso de compostaje se realiza en cavidades de 0,80 m de profundidad, en éstas se descarga la materia orgánica triturada, cubriéndose posteriormente con una capa de tierra francolimososa de un espesor aproximado de 0,10 m. Esta capa evita la proliferación de insectos perjudiciales y retiene efectivamente los olores generados por el proceso de mineralización.” (Mendoza G. d., 2016)*

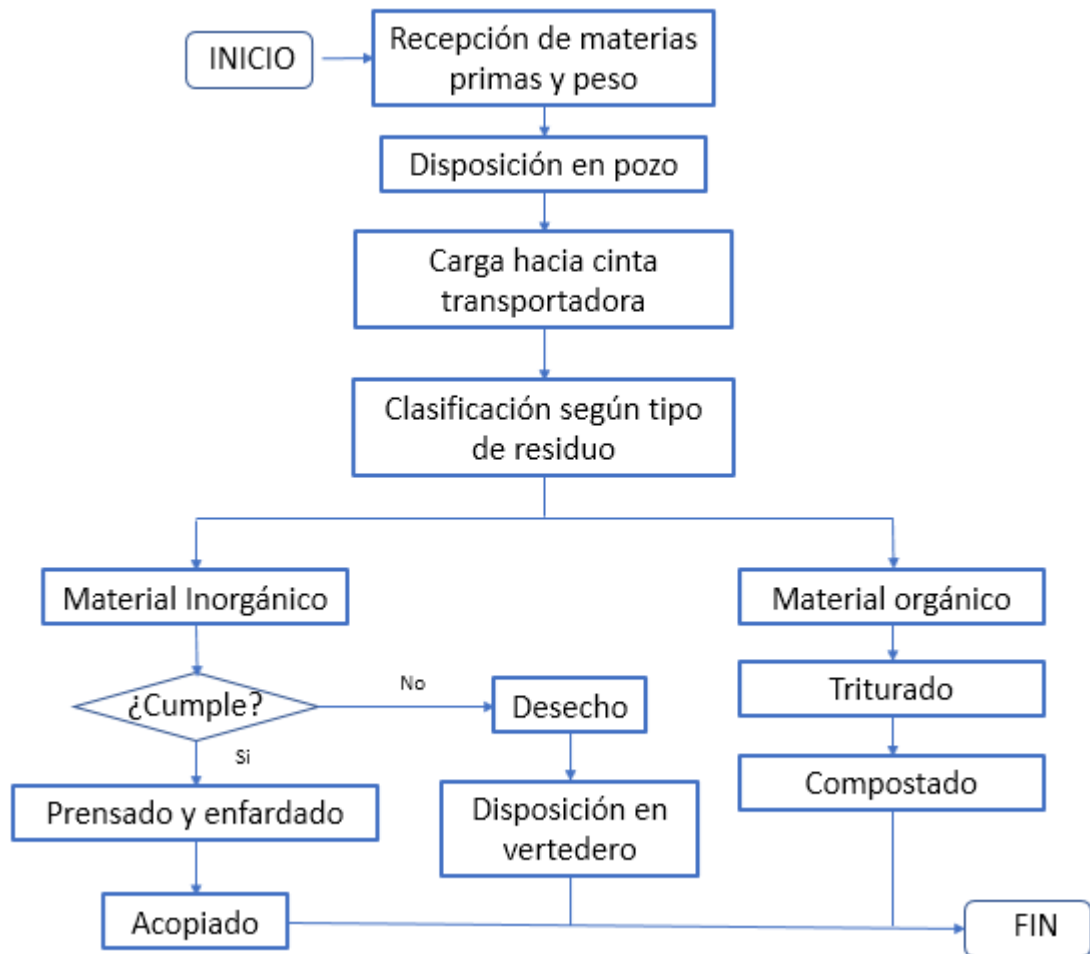
Los residuos inorgánicos, potencialmente reciclables, son sometidos a un segundo proceso de clasificación para separar aquellos que pueden ser recuperados. Aquellos que se consideran aptos para el reciclado son compactados y enfardados, mientras que los que no cumplen con los requisitos para ser reinsertados al ciclo económico, son considerados como material de descarte, el cual se dispondrá en el vertedero.

*Ilustración 32 Instalaciones Maipú: Enfardado y acopiado*



Fuente: Proyecto GIRSU para la zona metropolitana de la provincia de Mendoza

#### 4.2.2 Diagrama de flujo del procedimiento de la gestión de residuos en Maipú



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3 Capacidad

La planta de residuos de Maipú tiene una capacidad instalada de 160 toneladas diarias, y para el año 2017 se procesaban unas 100 toneladas, siendo la capacidad utilizada cerca de un 60% de la instalada.

### **4.3 UN GRAN PASO HACIA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, Y UN APORTE A LA ECONOMÍA CIRCULAR.**

Si bien el año 2020 ha sido un año muy difícil mundialmente, en el cual la humanidad ha vivido uno de sus peores momentos en términos sociales, económicos y sanitarios de las últimas décadas, causadas por la pandemia del virus SARS COV-2 (más conocido como Covid-19), en el AMM ha habido ciertos hitos que marcan un progreso notable hacia ciudades sustentables en la Provincia.

Tanto el departamento de Godoy Cruz como el de la Ciudad de Mendoza, han comenzado con la recolección diferenciada de RSU, distinguiendo aquellos residuos reciclables (denominados en ambos casos como secos) de aquellos no reciclables (húmedos). Para ello, ambos municipios han establecido días de la semana para los distintos tipos de residuo, sumado a la disminución de días del servicio de recolección.

Por su parte el departamento de Guaymallén ya está trabajando con un Centro Verde para la separación de RSU, el cual procesa aquellos residuos que depositan los vecinos del departamento en los distintos puntos verdes. El departamento de Luján de Cuyo anunció también este año que se encuentra en proceso de construcción un Centro Verde para el tratamiento de sus residuos. En ambos casos, la gestión del tratamiento de los RSU será llevada a cabo por recuperadores urbanos.

#### **4.3.1 Godoy Cruz**

El primero en tomar la iniciativa fue el departamento de Godoy Cruz, cuando en el mes de mayo de 2020 comenzó la recolección diferenciada, destinando los días jueves para la recolección de materiales secos, y los días domingo, lunes, miércoles y viernes para los residuos húmedos. Los días martes y sábados no hay servicio de recolección domiciliaria, buscando de esta manera no sólo una menor exposición para los trabajadores, sino también una disminución de la emisión de gases de efecto invernadero provocados por los camiones.



*Ilustración 33: Camión para la Recolección Diferenciada en Godoy Cruz*



Fuente: <https://www.godoycruz.gob.ar/lo-tenes-saber-nuevo-sistema-recoleccion-domiciliaria-godoy-cruz/>

De esta manera se insta a la población a la separación en origen para lograr un impacto ambiental positivo. En el caso de este municipio, se han firmado acuerdos con la Cooperativa de Recuperadores Urbanos “Los Triunfadores”, a quienes se les entregan los residuos reciclables para su posterior limpieza, clasificación, separación, compactación y acopiado de distintos materiales como lo son los diversos tipos de plásticos, papeles, cartones, aluminio y vidrio.

Según se publicó en la página web del municipio, en tan sólo la primer semana, se lograron recolectar 180 toneladas de residuos secos potencialmente reciclables, superando así la cantidad de residuos secos recolectados a través de puntos verdes en todo el año 2019.

*La separación es importante porque gracias a este programa (Separar es Fácil) y al trabajo conjunto con los Recuperadores Urbanos, podemos reciclar el material proveniente del papel, cartón, vidrio, latas y PET. A partir de eso, fomentamos la economía circular y es esa la materia prima la que permite que estas 39 familias del departamento puedan adquirir un ingreso” contó Yamel Ases, directora de Ambiente. (Cruz, 2020)*

#### 4.3.2 Ciudad de Mendoza

El Municipio de la Ciudad de Mendoza lanzó su servicio de recolección diferenciada en el mes de junio de 2020. Del mismo modo que en Godoy Cruz, se estableció el día Jueves para la recolección de residuos secos, con los mismos días para la recolección de húmedos, y los días martes y sábados como pausa del servicio.

El posterior tratamiento de los residuos secos es realizado por la Cooperativa COREME, quienes ya trabajaban con los residuos de los puntos verdes de la ciudad, y ahora a través de un nuevo convenio reciben una cantidad de residuos mucho mayor, para su clasificación, compactación, enfardado y acopiado, para su posterior comercialización.

*La recolección domiciliaria diferenciada ha demostrado ser una de las principales aliadas de la Ciudad de Mendoza en su lucha contra el cambio climático. Desde su implementación en junio de este año, se han recuperado 600 toneladas de residuos reciclables, principalmente, papel, cartón, vidrio y plástico. Esta cifra representa un 500% más de lo que lograba aprovecharse anteriormente, cuando sólo funcionaban los Puntos Verdes. (Mendoza C. d., Ciudad de Mendoza, 2020)*

#### 4.3.3 Guaymallén

Por su parte, el municipio de Guaymallén inauguró en el año 2019 el Centro Verde con el objetivo de mejorar su tratamiento y disposición de residuos a través de un programa de reciclaje inclusivo. Si bien la disposición final de los residuos se sigue realizando en el Basural de Puente de Hierro, a través de este centro de tratamiento de residuos, se formalizó el trabajo de recuperadores urbanos, otorgándoles un espacio para realizar sus actividades de manera más digna y salubre.

La planta de tratamiento tiene una capacidad de 500 toneladas, y los residuos llegan a la misma luego de la recolección de residuos de los puntos verdes fijos y móviles, que se encuentran en distintos puntos verdes del departamento. La recolección es realizada por recuperadores urbanos, y los residuos depositados en dichos puntos verdes son previamente clasificados por los vecinos. Luego en el Centro Verde se clasifican y se enfardan los residuos para su posterior comercialización.

#### 4.4 EL ROL DE LOS RECUPERADORES URBANOS (RU)

Durante muchos años, uno de los eslabones más importantes en la provincia de Mendoza en la cadena para una correcta GRSU, fueron los Recuperadores Urbanos. Los RU son personas que trabajan con la recuperación de RSU potencialmente reciclables, para obtener un beneficio económico tras la venta a distintos actores de la industria del reciclado. Con su trabajo cotidiano cuidan el ambiente, minimizan los problemas que genera la disposición final de residuos sólidos urbanos y ahorran recursos naturales renovables y no renovables.

Los residuos reciclables en nuestra provincia eran descartados y depositados en los distintos vertederos existentes. Los únicos responsables en la re inserción de residuos domiciliarios a ciclos productivos eran los RU, quienes a través de su labor ya sea en la vía pública, basurales, distintas instituciones o comercios, lograban captar una pequeña porción de residuos secos. Su labor durante mucho tiempo se vio reducida debido a su baja capacidad de procesamiento, o poder de negociación con la industria del reciclado.

*Se estima que quienes recogen los elementos descartados con un carrito, lograr acopiar entre 400 y 600 kilos por semana, en tanto que aquellos que se trasladan en camioneta (u otros medios de movilidad mediana) pueden transportar entre mil y 1.500 kilogramos por semana. Sólo tomando en cuenta la recuperación que realizan las cooperativas mencionadas, se deduce que en total se logra devolver a la cadena industrial 263.020 kilogramos de material por mes. (Unidiversidad, 2019)*

Es así que para el año 2018, según los datos presentados por el informe realizado por Unidiversidad, las cooperativas de RU lograban recuperar 263.020 kg de residuos, de las 34.430 toneladas que se generan al mes. Esto representaba para ese entonces menos del 1% del total de los residuos, dando lugar a mucho espacio para la mejora.

Con el paso del tiempo los RU han ganado reconocimiento por parte de la sociedad y muchos de ellos se han podido organizar a través de cooperativas para lidiar con los problemas de capacidad y negociación. De esta manera, firman convenios o realizan acuerdos con distintas instituciones u organizaciones para recuperar materiales para el posterior reciclado, aumentando de forma notable las cantidades recuperadas y la formalización y dignificación de su trabajo.

Además, una gran labor de los recuperadores urbanos es la de promover la separación en origen por parte de los vecinos, por lo que hoy se han ganado también el nombre de promotores ambientales.

Al día de hoy, el trabajo de recuperadores urbanos es llevado a cabo de distintas maneras, con condiciones muy diversas. Por un lado, existen trabajadores individuales, quienes siguen recuperando de forma autónoma e informal, muchas veces también en familia, realizando su labor por lo general en

la calle o en vertederos. Por el otro, existen grupos organizados de recuperadores, comúnmente bajo la forma de cooperativas, quienes tienen recuperadores de planta y recuperadores de calle.

Una de las ventajas de las cooperativas es la facilidad de acceso a distintos tipos de financiamientos e incentivos, ya sea públicos o incluso privados, para mejorar sus condiciones de trabajo y aumentar su capacidad de recuperación. De esta manera, además de recolectar y separar, pueden también clasificar de mejor manera, compactar y enfardar según el tipo de producto, obteniendo mayores cantidades, y logrando precios de venta más competitivos.

*En Mendoza varias cooperativas se encuentran nucleadas en la Asociación Civil de Recuperadores Urbanos Mendoza (ACRUM). Este espacio está integrado por Los Triunfadores (Godoy Cruz); Cooperativa de Recuperadores de Mendoza, COREME, (Las Heras); El Humito (San Martín); Anulén Suyai (General Alvear); La Fortaleza de mi tierra (Luján de Cuyo); Ñuke Mapu (Malargüe) y Los Promotores Ambientales (Guaymallén) (UNCUYO, 2020)*

Quienes a principios del siglo XXI y tras la crisis económica que sufrió la Argentina en el año 2001, eran estigmatizados y marginados, denominados bajo el nombre de “Cartoneros”, hoy conforman el eslabón más importante de la cadena del reciclado en la provincia de Mendoza, siendo formalizados bajo distintas Cooperativas de Recuperadores Urbanos, quienes hacen el mayor aporte para que residuos sólidos urbanos puedan ser recuperados y reinsertados a ciclos productivos.

Una gran causa para que el rol de los recuperadores urbanos sea tan importante, es a su vez el poco desarrollo que tiene la industria del reciclado en la provincia, principalmente debido a la poca existencia de recicladores de residuos sólidos, siendo una gran parte del material recuperado, vendido a través de intermediarios a otras provincias.

#### 4.4.1 Cooperativa de Recuperadores de Mendoza, COREME

A finales de 2019 se realizó una visita a la planta de tratamiento de residuos sólidos de COREME, en la que se pudo observar la forma en la que se trabaja, y hablar acerca de la gestión de residuos sólidos urbanos de la provincia con el presidente de la cooperativa, Mario Camperos y con su tesorera, Celeste Alam.

La cooperativa nació en el año 2009 con el objetivo de trabajar en conjunto y lograr precios de venta más competitivos. En principio los asociados trabajaban individualmente, recolectando, separando y acondicionando distintos tipos de residuos en sus casas. Para el año 2015, tras el financiamiento de la empresa privada DANONE y el apoyo del municipio de Las Heras, COREME logró contar con la primer planta de tratamientos de residuos para el reciclado. De esta manera, lograron recortar su camino hasta las industrias del reciclaje, acercándose aún más a los compradores finales, al poder tener una capacidad

de procesado y almacenaje mucho mayor. Según comentaba Mario Camperos para el diario Sitio Andino, “Antes teníamos 2 y hasta 3 intermediarios entre nosotros, los que metíamos los pies en el barro para buscar una botellita o un cartón, y quienes compraban el producto para reciclarlo. Eso significaba recibir un precio entre 80 y 100% menor al que pagaban”. (Andino, 2015).

Por otro lado, y no menos importante, al conformarse como cooperativa y tener un espacio de trabajo, las condiciones laborales y de sus vidas mismas cambiaron drásticamente. De esta manera pueden trabajar en condiciones de higiene y seguridad apropiadas para el trabajo con residuos, accediendo a obra social y aportes jubilatorios al formalizarse y trabajar en blanco.

Para el año 2019, la Cooperativa de Recuperadores de Mendoza estaba compuesta por 53 trabajadores, de los cuales 15 realizaban distintas tareas en la planta y el resto en calle, haciendo recolección de residuos en distintos puntos verdes, o de distintas instituciones con las que la cooperativa trabaja. Dentro de sus mayores proveedores, por un lado, se encontraban la UNCuyo, el barrio DALVIAN, el Hotel Diplomatic, e hipermercados como Jumbo, Easy y Walmart. Por el otro, un gran grupo de recuperadores de calle que realizaban la labor de recolectar residuos reciclables en puntos verdes y de la vía pública.

Según los datos aportados por la cooperativa acerca de los kg. de distintos materiales reciclables recuperados en seis meses del año 2019 (febrero, marzo, abril, julio, agosto y septiembre), se procesaban un promedio de 46.182,33 kg por mes. La mayoría de estos materiales revalorizados eran vendidos a CORPA, una empresa mendocina que actúa como intermediario en la cadena del reciclaje, quienes expresaron que venden estos productos posteriormente a empresas recicladoras ubicadas principalmente en Buenos Aires y Neuquén.

*Ilustración 34 kg de residuos recuperados por COREME 2019*

	FEBRERO	MARZO	ABRIL	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	TOTAL	PROMEDIO MENSUAL
Recuperadores	24.592,00	23.097,00	19.269,00	18.887,00	20.532,00	17.455,00	123.832,00	20.638,67
Grandes Proveedores	24.367,00	26.432,00	25.527,00	26.182,00	29.655,00	21.099,00	153.262,00	25.543,67
<b>TOTAL</b>	<b>48.959,00</b>	<b>49.529,00</b>	<b>44.796,00</b>	<b>45.069,00</b>	<b>50.187,00</b>	<b>38.554,00</b>	<b>277.094,00</b>	<b>46.182,33</b>

Fuente: Elaboración propia con datos aportados por COREME.

Para mediados del año 2020, como se comentó previamente, el municipio de la Ciudad de Mendoza dio un gran paso hacia una adecuada gestión de sus residuos domiciliarios al implementar el servicio de recolección diferenciada. Tras el inicio de la implementación de este servicio, se decretó que COREME sería la responsable de realizar el tratamiento de estos residuos secos.

Gracias a esto, la cooperativa se vio muy beneficiada logrando aumentar exponencialmente la cantidad de residuos recuperados mensualmente, llegando incluso a procesar 50 toneladas diarias al día de hoy. El aporte de los residuos secos que genera el municipio de la capital ronda entre las 25 y 30 toneladas semanales.

Según datos oficiales del municipio de la Ciudad de Mendoza, desde que se implementó el plan de recolección diferenciada en junio del 2020, hasta enero del 2021, se llevaban recuperadas 375 toneladas de residuos secos, los cuales llegan a COREME dos días a la semana para su acondicionamiento y acopie para su posterior venta a la industria del reciclado. (Mendoza C. d., Ciudad de Mendoza, 2021)

Tan solo con el material reciclable obtenido a través de la recolección diferenciada, COREME logra duplicar la cantidad de toneladas procesadas mensualmente, pasando de un promedio de 46 tn mensuales en el año 2019 a 100 tn en el 2020. Para ello, la cooperativa logró incorporar a una gran cantidad de personal en planta, llegando a ser a principios de 2021 un total de 35 trabajadores repartidos en dos turnos, de los 12 que eran en el año 2019. De esta manera también se logró generar un impacto social positivo a través de la generación de empleo y la mejora de condiciones de trabajo de recuperadores de calle.

#### 4.4.2 Descripción del proceso operativo de COREME

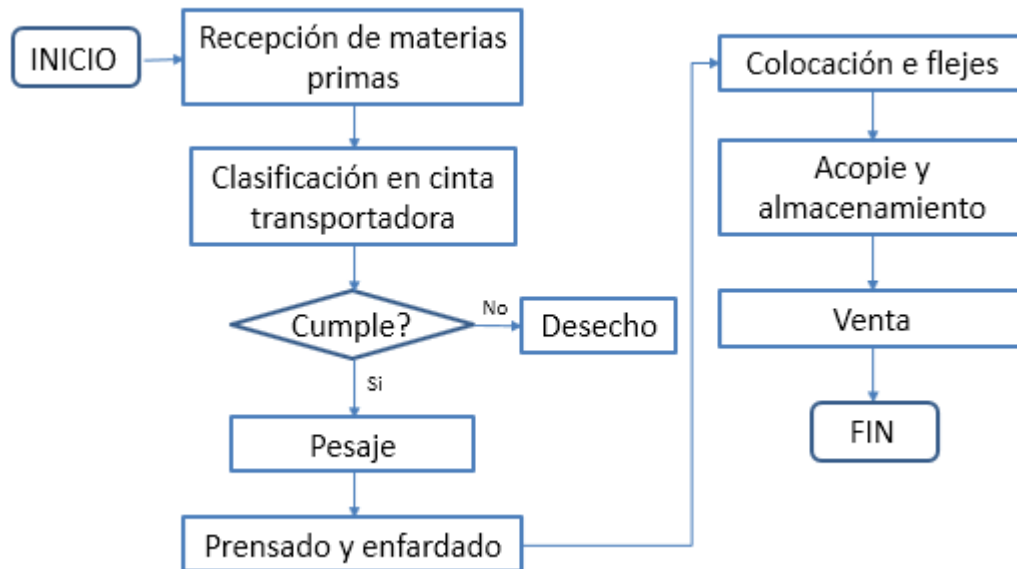
El proceso operativo comienza cuando los camiones ingresan a la planta de la cooperativa y los residuos son descargados y pesados. Estos son colocados en una cinta transportadora, en la que trabajadores realizan una clasificación manual según el tipo de residuo. Una vez separado el material reciclable y descartado aquel que se considera que ya ha perdido valor, vuelven a ser pesados para llevarlos a una maquina compactadora en la que se hacen fardos de material reciclable, se le ponen flejes y se acopia para su posterior venta.

*Ilustración 35 Instalaciones COREME: Balanza, cinta transportadora y compactadora*



Fuente: Imágenes capturadas personalmente

#### 4.4.3 Diagrama de flujo del proceso operativo de COREME



Fuente: Elaboración propia



## **CAPÍTULO V: EL PLÁSTICO, UN EJEMPLO DE CIRCULARIDAD Y COMPLETA GIRSU EN MENDOZA**

Hasta mediados del año 2020, el circuito del reciclaje y de la GIRSU en Mendoza, era incompleto. La pequeña proporción de reciclables que era reinsertada a ciclos productivos no era realizada de forma integrada entre los distintos entes que conforman la gestión de residuos sólidos urbanos de la provincia.

Por un lado, la recolección diferenciada era realizada únicamente por recuperadores urbanos, y ellos una vez que separaban, compactaban y enfardaban distintos tipos de materiales, los vendían en su mayoría a industrias recicladoras de otras provincias del país, pasando previamente por intermediarios con mayor poder de negociación, quienes se encargan principalmente del transporte de materiales a dichas provincias.

Un caso como éste era el de COREME, que vendía la totalidad de su material recuperado a la empresa CORPA, la cual, junto a mayor cantidad que compraba a otras organizaciones, lo vendía a empresas recicladoras en las provincias de Buenos Aires o Neuquén.

Tras el inicio de la Recolección Diferenciada por parte de la Municipalidad de la ciudad de Mendoza, COREME logró firmar un convenio con el municipio con el cual se procesarían a partir de junio del 2020 los residuos secos recolectados.

*“Fuera de lo económico, ya que sería un aporte de material para la venta y la vida económica de COREME, este convenio marco nos da la posibilidad de llevar más manos de trabajo de los asociados que no pueden entrar a la planta todavía por una cuestión de falta de flujo de material, es decir cantidad de material”, expresó el presidente de COREME, Mario Camperos. (MENDOZA, 2020)*

De esta manera, luego de varios años de planificación y de análisis de distintas alternativas, se marcó un precedente hacia una adecuada GIRSU en la Provincia de Mendoza.

## 5.1 BREVE INTRODUCCIÓN AL PLÁSTICO

Dentro de la familia de los polímeros, encontramos los materiales plásticos, los cuales se utilizan para fabricar infinidad de objetos que utilizamos en nuestra vida cotidiana, como envases de bebidas, alimentos y productos de limpieza, bandejas, recipientes y artículos descartables, útiles escolares y juegos. Los polímeros están compuestos de macromoléculas orgánicas sintéticas que provienen en su mayoría del petróleo, con las cuales se fabrican plásticos.






















El plástico llegó a nuestras vidas para cambiarlas y facilitarlas en muchos sentidos, gracias a sus numerosas ventajas: es liviano, maleable, económico y versátil. Pero con el tiempo, nos hemos dado cuenta de que todos estos beneficios se vuelven un problema cuando lo desechamos. También son parte de sus características su lenta degradación, por lo que puede permanecer en nuestro entorno hasta 1000 años, y su baja densidad, lo que provoca dificultades en la recolección, el traslado y la disposición final. Por ejemplo, un camión con capacidad para transportar 12 toneladas de desechos comunes transportará sólo 5 o 6 tn de plásticos compactados, y apenas 2 tn de plásticos sin compactar. Es que los plásticos son muy livianos, pero ocupan mucho lugar, y esto hace que depositarlos en Rellenos Sanitarios también se conviertan en un inconveniente a largo plazo ya que es un material hecho para durar. Su degradación es muy lenta, y según la serie documental “Todo se Transforma” del Canal Encuentro, si se hace una comparación de los tiempos de descomposición entre distintos tipos de desechos, los productos orgánicos tardan de 3 a 6 semanas, las telas de algodón 5 meses y los residuos plásticos de 30 a 1000 años. Esto indica que la disposición final en Rellenos Sanitarios es una solución temporal, pero estos residuos estarán ahí presentes durante muchas generaciones, y a largo plazo no alcanzaría la superficie de la tierra para cubrir con la demanda que nuestros desechos generan.

Por otro lado, es muy común ver residuos plásticos en todo nuestro entorno. Ya sea en las calles de nuestra ciudad, en parques, en la montaña, en playas, e incluso en cauces de ríos y desagües. De esto surgen otros dos grandes problemas, las inundaciones en ciudades cuando llegan grandes tormentas, y la presencia de micro plásticos en los océanos. En la arena de playas son muy abundantes los micro fragmentos de acrílico, polipropileno, poliestireno, polietileno, poliamida y poliéster. La presencia de estos micro plásticos puede variar de 3 a 5 kg por km<sup>2</sup> y puede llegar hasta 30kg por km<sup>2</sup> en los mares. Esto es una amenaza para la fauna marina, ya que estos micro plásticos acumulan compuestos químicos tóxicos insolubles, los cuales son ingeridos por especies marinas, sumándose a la cadena alimenticia hasta llegar incluso a los seres humanos. (Encuentro, 2017)

La mayoría de los materiales plásticos son transparentes, incoloros y frágiles, pero al añadirle sustancias como los colorantes, sus propiedades cambian. Se vuelven livianos, flexibles, coloridos, y aislantes. Pero pueden ser muy resistentes a la degradación ambiental, además son fáciles de trabajar y moldear y tienen un bajo costo de producción. Por eso el plástico es uno de los materiales más utilizados en los últimos años. Existen 6 tipos diferentes de plásticos, que pueden diferenciarse según el número

que tienen en su base entre el 1 y el 7. Cuanto más bajo el número, más simple es el reciclado de ese plástico. Eso hace que sea más fácil la separación de los distintos tipos de plástico durante su reciclado.

Ilustración 36: Tipos de Plásticos y sus características

Tipo de plástico	Usos comunes	Facilidad de reciclaje del 1 fácil al 4 muy difícil <sup>1</sup>	Uso después del reciclado	Porcentaje de residuos plásticos en el planeta <sup>2</sup>	Sustancias tóxicas <sup>3</sup>
PET Poliéstereno tereftalato 	Botellas de bebidas (refrescos, agua), otros envases (comidas, cremas, productos farmacéuticos, etc.)	1 Fácil 	Nuevas botellas, textiles para prendas de vestir, alfombras, moquetas, lonas y velas náuticas o hilos y cuerdas.	11% 	Antimonio Formaldehído Acetaldehído Ftalato
PEAD (o HDPE) Poliéstereno de alta densidad 	En numerosos envases no transparentes como botellas de leche, detergentes, de comida o aceite para motores. Es más resistente que el PET.	1 Fácil 	Nuevos envases, cajas, macetas, contenedores de basura, juguetes, tubos, piezas de mobiliario urbano y de jardín o botellas de detergentes.	14% 	Antimonio
PVC Policloruro de vinilo 	Tarjetas de crédito, tuberías y otros materiales de construcción, revestimiento de cables, pieles sintéticas o algunos marcos de puertas y ventanas.	4 Muy difícil 	Suelas para calzado, reglas, otros artículos para el hogar o muebles para exteriores o tubos para riego.	5% 	Nonilfenol
PEBD (o LDPE) Poliéstereno de baja densidad 	Film adhesivo, bolsas de la compra, plástico de burbujas, botellas, flexibles, bolsas de suero, ampollas flexibles o aislantes de cableado.	2 Factible 	Puede convertirse en el mismo producto de origen y en otros usos como muebles, macetas, tubos o membranas aislantes.	20% 	Ftalato Aldehídos Cetonas Ácidos carboxílicos
PP Polipropileno 	Tapones de botellas, pajitas, tupperwares, neveras portátiles, piezas de automóviles, fibras de algunos tejidos: alfombras, lonas incluso pañales o material médico (como jeringuillas).	2 Factible 	Contenedores para transporte, equipos de jardinería, sillas de plástico, textiles, escobas, cubos de fregar o raspadores de hielo.	19% 	Ftalato Aldehídos Cetonas Ácidos carboxílicos Fenol Sustancias tóxicas estimulantes de la esclerosis
PS Poliéstereno 	Materiales térmicos como vasos para bebidas calientes. Envases de yogures, cubiertos de plástico, hueveras, rellenos para embalaje, bandejas de comida o aislantes. Piezas de electrodomésticos y juguetes.	3 Difícil 	Aislamiento térmico, artículos de oficina, perchas, macetas o cubos de basura.	6% 	Antimonio Bromo Estireno Etilbenceno Tolueno Benceno
OTROS Mezcla de varios plásticos 	Artículos electrónicos, electrodomésticos, piezas industriales, artículos médicos, garrafas de fuentes de agua o colchones.	4 Muy difícil al no conocer con certeza los tipos de resinas que contienen. 	Fibras de nailon (poliamidas-PA), discos compactos o piezas de coches.	24% 	Antimonio Bromo Bisfenol A

Fuente: <https://360.dkvseguros.com/medioambiente/contaminacion/tipos-de-plastico-no-todos-son-iguales>

Al reciclar el plástico, se evita la utilización de grandes cantidades de recursos naturales no renovables, mediante la reducción de la utilización de petróleo, su materia prima. Por otro lado, se reduce la disposición de los mismos en vertederos, en la vía pública o incluso en océanos. Reciclar no es ni será suficiente, pero ayuda a reducir la cantidad de basura y la presión sobre la naturaleza por extraer materias primas. Lo ideal es consumir menos y alargar la vida de los materiales que usamos, dedicando unos pocos minutos al reciclaje, ayudamos a reducir la contaminación de la tierra, el agua y el aire que respiramos.

Reciclar plásticos implica la recuperación y el reprocesamiento de estos, en el momento que el consumismo determinó el fin de su vida útil, para su uso en nuevas aplicaciones. Para un eficiente proceso de reciclado es necesario separar los distintos plásticos según su tipología, debido a que cada uno de ellos tiene naturalezas termodinámicas diferentes entre sí, por lo que cada uno se recicla de manera separada. Esto se debe a que distintos tipos de plásticos tienen distintos puntos de fusión y a la hora de moldearlos, se solidifican a temperaturas diferentes.

El proceso de reciclaje, que implica la fundición y solidificación, puede realizarse varias veces, pero en cada una el plástico puede perder entre el 5 y el 10% de sus propiedades mecánicas, como lo son su resistencia al impacto, al calor, o su elongación. Debido a este último factor, pueden agregarse aditivos químicos, como modificadores de impacto, estabilizadores al calor, absorbentes de luz ultravioleta y cargas. (Argentina P. , 2007)

Los plásticos dentro de los residuos sólidos domiciliarios, muchas veces se encuentran contaminados con aceites, grasas o productos químicos. Por ello, el éxito del proceso del reciclaje dependerá también de una correcta educación en la separación de residuos en origen, de un sistema de recolección normalizado y en lo posible diferenciado, y de un correcto tratamiento posterior de los distintos tipos de residuos recolectados.

## **5.2 MADERA PLÁSTICA MENDOZA**

Hoy en día, empresas en todo el mundo demuestran que el reciclaje es una oportunidad de mercado, y que lo que muchos ven como un desecho, puede ser una materia prima. Existe una amplia gama de productos que surgen de plásticos reciclados, y uno de ellos es la conocida “madera plástica”, que parte de una mezcla de distintos residuos plásticos. De ella surgen distintos productos como postes, bancos y juegos de plazas, decks, entre otros.

Además del beneficio ambiental de reducir la deforestación, la madera plástica tiene una serie de características distintivas para su uso en el mercado: es resistente a condiciones climáticas adversas, a sustancias químicas, a insectos y a la radiación ultravioleta. Por ello su durabilidad en la intemperie es mayor que la de las maderas naturales.

Madera Plástica Mendoza (MPM), es uno de los ejemplos que podemos encontrar en la provincia de buenas prácticas sustentables, economía circular, y un gran aporte a la gestión integral de residuos sólidos urbanos. Fue fundada por Carlos Arce, Pio De Amoriza y Leonardo Cano, quienes movilizados por la preocupación que les generaba la problemática que representan los desechos, comenzaron con la fabricación de postes a través de residuos plásticos reciclados. Luego de un período de formación, investigación y desarrollo lograron producir los primeros prototipos de postes plásticos, con los cuales, desde un principio, vieron como mercado objetivo la industria vitivinícola y así iniciaron su comercialización como reemplazo de postes de madera en viñedos.

La empresa, a través de un acuerdo público privado, se integró con el municipio de Junín, instalándose en su planta de tratamiento de residuos, “Junín Punto Verde”. Actualmente procesan 1500 kg de residuos plásticos por día, utilizando como materia prima mayormente desechos que normalmente no se reciclaban, denominados plástico rechazo. Leonardo Cano, en una entrevista para el medio digital Ecocuyo en el año 2019, recalca:

*“Tenemos un convenio con la Municipalidad de Junín. Formamos parte de la planta de reciclaje que trabaja con ladrillos de PET y botellas plásticas que luego se destinan a la construcción de viviendas sociales. Recibimos material de todo tipo que normalmente no se recicla (restos de malla antigranizo, entre otros) y nuestro proceso permite hacerlo sin problemas. La idea es expandir esta iniciativa a otros municipios”*

Dentro de sus “proveedores” hay recuperadores urbanos, quienes antes descartaban estos plásticos debido a que en la industria del reciclado eran desechados. Esto implicó así también, un impacto social positivo, logrando ser reconocida como un emprendimiento de triple impacto a nivel nacional.

### 5.2.1 Estructura Organizativa

Maderas Plásticas Mendoza se desempeña como una estructura simple, para llevar a cabo las actividades, el principal mecanismo coordinador que se utiliza dentro de la organización es el ajuste mutuo, el cual se caracteriza por la comunicación informal entre las personas que desempeñan las tareas. Esto es posible debido a la estructura relativamente sencilla que posee la empresa donde la cantidad de empleados es reducida, los cuales tienen únicamente tareas operativas dentro del proceso de producción. Tanto el proceso de toma de decisiones, como el manejo de las ventas y la obtención de materias primas está centralizado en la alta gerencia, compuesta por los tres socios fundadores. La delegación de tareas se limita a sólo a las operativas, dejando de lado aquellas que conllevan un mayor grado de responsabilidad, las cuales son tomadas también por los tres jóvenes emprendedores.

Por otro lado, no se identifican departamentos especializados en ventas y comercialización, administración y contabilidad, o uno de producción. La gerencia maneja todos los asuntos en su conjunto.

### 5.2.2 Objetivos

MPM nació con dos objetivos principales:

1. Buscar una solución para la problemática que representa la generación de desechos plásticos en el planeta.
2. Combatir la tala de árboles mediante la utilización de postes de plásticos reciclados como producto sustituto.

Hoy en día, luego de tres años de haber comenzado con su emprendimiento, los propietarios se han puesto objetivos más ambiciosos:

1. Ofrecer un producto certificado para su utilización en la construcción.
2. Ser reconocidos como un producto sustituto en diversas utilidades dentro de la industria de la construcción y no solamente como un producto sustentable.
3. Duplicar la cantidad de material procesado en el año 2021
4. Trazar un camino hacia un aumento exponencial de la fabricación de diversos productos mediante una producción durante las 24 horas del día.

### 5.2.3 Producto

Según indican, al ofrecer un producto que reemplaza la utilización de postes de madera en viñedos, logran luchar contra la deforestación, debido a que en los viñedos de la provincia de Mendoza se cambian hasta cinco millones de postes al año, equivalente a un millón y medio de árboles. Desde junio de 2018 al día de la fecha, han reciclado más de 1.276.000 kg de plástico y han salvado 127.600 árboles.

Su producto es denominado VIDPLAST, y con cada uno se reciclan más de 10kg de residuos plásticos. Los mismos son 100% reciclados, 100% reciclables, y en su página web se enumeran las siguientes características.

- ✓ No requieren mantenimiento
- ✓ Resistentes a la humedad
- ✓ Resistentes a cambios climáticos y temperaturas extremas
- ✓ No son atacados por insectos
- ✓ No se rajan ni astillan
- ✓ Pueden ser colocados mecánicamente sin necesidad de pozo
- ✓ Se pueden trabajar con las mismas herramientas que la madera
- ✓ Se pueden clavar, engrampar, cortar, agujerear, pintar, etc.

Los distintos artículos que conforman su cartera de productos y sus precios, para el mes de diciembre de 2020 eran los siguientes:

- Poste redondo 8 cm de diámetro x 2,5 mts de largo \$ 500 + IVA
- Poste cuadrado 5 cm de lado x 2,4 mts de largo \$ 400 + IVA
- Poste cuadrado 7 cm de lado x 2,8 mts de largo \$ 800 + IVA
- Adoquín redondo 8 cm de diámetro x 10 cm unid. \$ 40 + IVA
- Tabla 10 x 2,7 x 150 cm \$ 400 + IVA

#### 5.2.4 Materias primas y proveedores

La única materia prima de los productos de Maderas Plásticas son residuos plásticos, de diversas tipologías, yendo desde envases descartables, residuos industriales, autopartes, y aquellos residuos plásticos de difícil disposición y tratamiento, como lo son las bolsas de supermercado, envoltorios y paquetes de alimentos.

De esta manera, sus principales proveedores, son cooperativas de Recuperadores Urbanos como el caso de COREME, Los Triunfadores y los Promotores Ambientales de Guaymallén, a quienes le compran este tipo de residuo de difícil disposición, recuperado en su mayor parte a través del programa de recolección diferenciada de la Municipalidad de Capital, de Godoy Cruz, y aquellos recuperados por el Centro Verde de Guaymallén.

Este tipo de plásticos también llega en grandes cantidades a través de la campaña llevada a cabo por un grupo de 7 mujeres mendocinas, “Botellas de Amor”, las cuales, a través de una gran labor de concientización a través de redes sociales, incentivan a los ciudadanos de la provincia a contribuir con la cadena del reciclado. Las “Botellas de Amor” consisten en envases descartables que son rellenos



por distintos tipos de plásticos y recolectados en 50 puntos de recepción en la provincia. Hasta fines del 2020, la campaña había aportado más de 1350 kg de residuos plásticos.

#### 5.2.5 Proceso Productivo

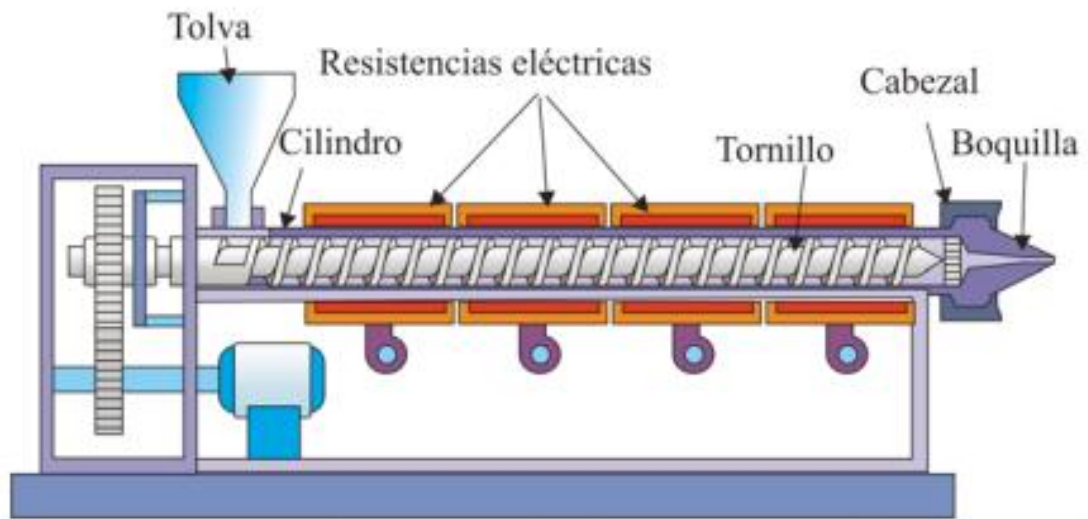
El proceso productivo para la fabricación de postes o perfiles de residuos plásticos reciclados es bastante simple y no precisa de grandes maquinarias e instalaciones y al día de hoy se amolda a un sistema de producción de tipo intermitente.

MPM cuenta con cuatro máquinas principales, dos de ellas vinculadas con una cinta transportadora: una desgarradora y un molino, mientras que la tercera y la cuarta son extrusoras que son cargadas de forma manual e independiente. Además, cada extrusora cuenta con una pileta para el enfriado de los postes.

El proceso se inicia con la recepción de la materia prima, la cual pasa a ser clasificada según el tipo de plástico. Una vez clasificados los plásticos, son sometidos a un proceso de desgarrado y triturado (capacidad de 1000 kg de residuos por hora), para dejar la materia prima en un tamaño de 3 milímetros aproximadamente. Luego de haber sido triturados, son almacenados en bolsones separados por tipos de polímeros. Luego se los selecciona para hacer una mezcla adecuada según las características de rigidez y flexibilidad requeridas.

Cuando se tiene la mezcla de polímeros necesaria, se cargan la tolva que le da ingreso a la máquina extrusora. Allí se somete al material a altas temperaturas, mientras lo va empujando mediante un tornillo sin fin, para que entre en los distintos moldes. Una vez llenados los moldes, se extraen y se sumergen en piletas de agua fría para su compactación y desmoldado. En la extrusión, moldeado y desmoldado, se procesan 500 kg por hora lo que es equivalente a 50 postes plásticos de 10 kg.

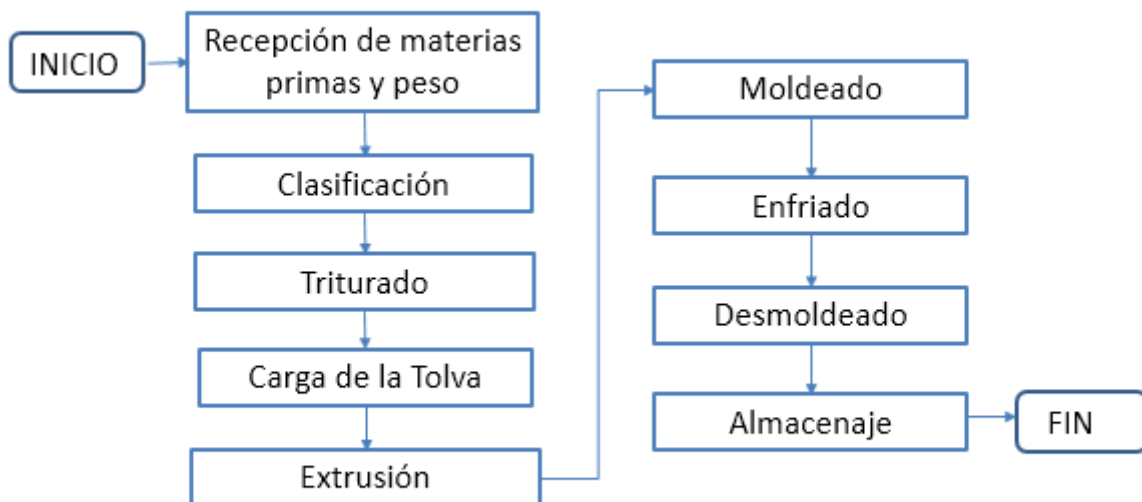
Ilustración 37: Representación esquemática de una extrusora a resistencia eléctrica.



Fuente: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/EXTRUSION\\_CAP4\\_23828.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/EXTRUSION_CAP4_23828.pdf)

Las máquinas extrusoras con las que cuenta MPM son diferentes. Una funde el plástico mediante el calor generado por resistencias eléctricas, mientras que la otra lo funde con una llama generada a través de la quema de gas. Aquella que funciona mediante resistencias eléctricas tiene un mayor control de la temperatura durante el proceso de extrusión, obteniendo así un producto más homogéneo.

Ilustración 38: Diagrama de Flujo del proceso productivo de Madera Plástica



Fuente: Elaboración propia.

### **5.2.5.1 Ventajas**

Con la utilización de la misma maquinaria y el mismo proceso, se pueden elaborar una numerosa gama de productos, simplemente realizando cambios de moldes.

El proceso no es complejo ni especializado.

No se requiere de mucha maquinaria y operarios.

### **5.2.5.2 Desventajas**

Al mezclar distintos polímeros de alta y baja densidad, los cuales tienen distintos puntos de fusión, se presentan productos finales defectuosos, debido a la falta de control de temperatura de la extrusora a gas. En ocasiones algunos postes tienen plásticos quemados (aquellos de baja densidad) u otros que no llegaron a fundirse (de alta densidad).

### **5.2.6 Capacidad**

Por capacidad entendemos la medida de la suficiencia de un sistema de producción para cumplir con su función, el cual se suele medir por cantidad de unidades producidas en un periodo determinado. Dentro de un sistema productivo se puede analizar también la capacidad de una instalación, de un proceso, una estación o una máquina determinada. La capacidad se determina en cantidades producidas por unidad de tiempo.

#### **5.2.6.1 Capacidad máxima teórica**

La capacidad máxima hace referencia al nivel máximo de que se podría alcanzar en condiciones ideales, sin tener en cuenta ningún tipo de mantenimiento

Para el caso de MPM pudimos diferenciar tres etapas principales en el proceso productivo, las cuales las expresaremos en kg procesados por hora.

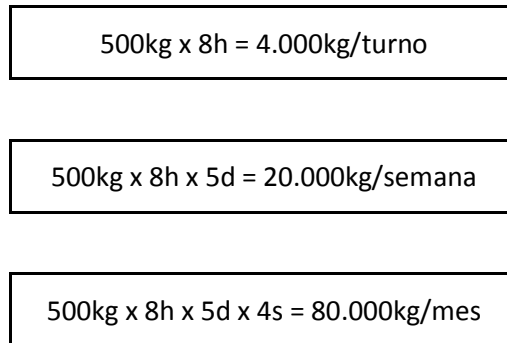
1. Desgarradora y Molino: 1000kg/h
2. Extrusoras: 500kg/h
3. Enfriado: 500kg/h

Según la información brindada por Carlos Arce, cada poste tarda unos 5 minutos en ser enfriado para el desmoldado y en la bandeja entran numerosos postes en simultáneo. Si se tiene en cuenta que las extrusoras elaboran 50 postes de 10kg por hora, podemos concluir que cada 5 minutos se obtienen 4 postes, los cuales pueden estar siendo enfriados en simultáneo. De esta manera se determina que la bandeja de enfriado trabaja al ritmo de la extrusora, por lo cual también tiene una capacidad de 500kg procesados por hora.

Es así como la capacidad del proceso está determinada por las máquinas extrusoras, dándonos así una capacidad máxima de 500kg/h., equivalente a 50 postes de 10 kg (8cm de diámetro) por hora.

Actualmente la fábrica trabaja con un turno de 8 horas diario, 5 días a la semana, por ende, se puede concluir que el proceso productivo tiene una capacidad de 4000kg por turno, equivalentes a 20.000kg por semana y 80.000kg por mes.

*Ilustración 39: Capacidad Máxima MPM*



Fuente: Elaboración propia

### **5.2.6.2 Capacidad Efectiva**

La capacidad efectiva (o instalada) es el nivel de producción actual de la organización, en condiciones normales de operación y sostenible en el tiempo. Hoy en día con la fuerza de trabajo disponible y la organización de los procesos tienen una capacidad efectiva de 1500kg/turno.

Este número se encuentra muy por debajo de la capacidad máxima, pero el horizonte de crecimiento que visualizan los empresarios es exponencial.

### **5.2.6.3 Utilización de la capacidad máxima**

Este indicador nos determinara en qué medida se está utilizando la capacidad máxima, el cual puede ser un indicio de las oportunidades de crecimiento.

Ilustración 40: Utilización de la capacidad máxima de MPM

$$\text{Utilización CM} = \frac{\text{Capacidad efectiva}}{\text{Capacidad máxima}}$$

$$\text{Utilización CM} = \frac{1.500 \text{ kg/día}}{4.000 \text{ kg/día}} = 0,375$$

Fuente: Elaboración propia

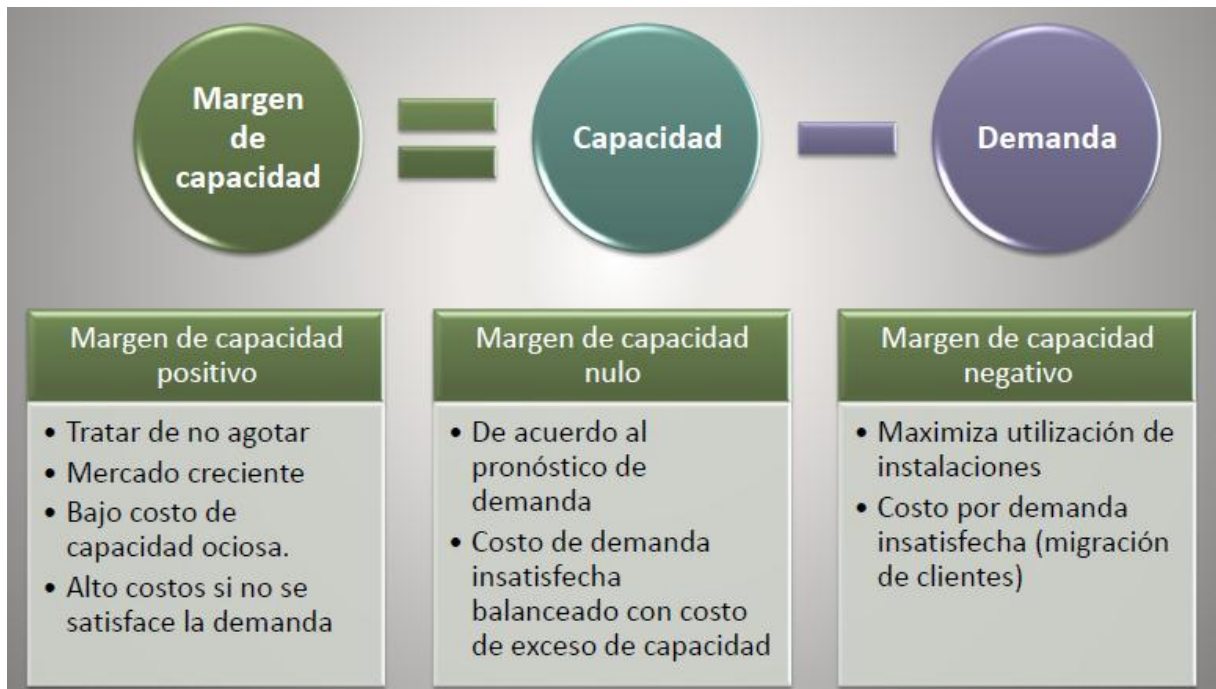
Un índice de utilización tan bajo como el actual de MPM, muestra una inactividad de recursos y maquinarias que no están siendo utilizadas de manera productiva, por lo cual, con un mejor diseño de logística, administración del personal, y un adecuado aprovisionamiento de materias primas y gestión de ventas se podría aumentar la producción.

#### 5.2.6.4 Margen de capacidad

Según expresaron desde la empresa, no hay una gestión de ventas formalizada, y que la cantidad de consultas por sus pedidos son tan altas que no toman pedidos, por lo cual venden los lotes de producción a quien llegue a la planta a comprarlos directamente. Según Carlos Arce, un lote producido un viernes, el lunes ya es vendido.

Si tenemos en cuenta el bajo tiempo de carestía de sus productos podríamos decir también que tienen un margen de capacidad negativo, debido que la demanda podría ser mayor que la capacidad utilizada actualmente.

Ilustración 41: Margen de capacidad



Fuente: Catedra Administración de operaciones II, FCE – UNCuyo

### 5.2.7 Análisis FODA

El análisis FODA es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual de la empresa u organización, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permita en función de ello tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados.

A continuación, se plantearán las Fortalezas y Debilidades correspondientes a un análisis interno de la organización, y las Oportunidades y Amenazas correspondientes a un análisis externo con el fin de poder plantear distintas estrategias que les permitan un crecimiento sostenido y adecuado.

- Fortalezas

Son las capacidades especiales con que cuenta la empresa, y por los que cuenta con una posición privilegiada frente a la competencia. Recursos que se controlan, capacidades y habilidades que se poseen, actividades que se desarrollan positivamente.

1. Materia Prima de bajo costo.
2. Buena imagen como empresa amigable con el medio ambiente.
3. Su producto es más resistente y duradero que su producto sustituto, los postes de madera natural.

4. Genera impacto ambiental positivo.
  5. Facilidad para la generación de relaciones con nuevos proveedores, al no existir recicladores en la provincia.
  6. Facilidad para lanzar nuevos productos y expandir el mercado utilizando las mismas instalaciones, debido a la flexibilidad del proceso, al solo precisar de un cambio de molde.
- Oportunidades

Son aquellos factores que resultan positivos, favorables, explotables, que se deben descubrir en el entorno en el que actúa la empresa, y que permiten obtener ventajas competitivas.

1. Única empresa productora de maderas plásticas de la provincia.
  2. Única empresa recicladora de RSU plásticos de la provincia.
  3. El producto puede ser ofrecido a numerosas industrias para distintos usos.
  4. Apoyo de instituciones hacia proyectos de triple impacto.
  5. Brindar oportunidades laborales a personas con dificultades socioeconómicas.
  6. Acceso a financiamiento para proyectos amigables con el medio ambiente
  7. Creciente interés público hacia el cuidado del medio ambiente
- Debilidades

Son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia, recursos de los que se carece, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente, a continuación.

1. Costo de recolección y traslado de los desechos plásticos hacia la planta en Junín.
2. Producto nuevo y poco conocido en el mercado.
3. Bajo control de la temperatura en el proceso de extrusado a gas
4. Falta de un departamento de ventas para conocer más sobre la demanda.
5. Pocas estrategias de marketing y comunicación para dar a conocer su producto.

- Amenazas

Son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atentar incluso contra la permanencia de la organización.

1. Facilidad de ingreso de las industrias plásticas del sector en este nuevo mercado.
2. Inestabilidad económica nacional.
3. Poca conciencia de la ciudadanía en el reciclado de plásticos.
4. Costo inferior de productos sustitutos (maderas naturales)
5. Poca colaboración del sistema de recolección domiciliaria en la mayoría de los municipios de la provincia.
6. Existencia de intermediarios en la industria del reciclaje con alto poder de negociación.



Ilustración 42 Matriz FODA para Madera Plástica Mendoza

<p style="text-align: center;">ANALISIS EXTERNO</p> <p style="text-align: center;">ANALISIS INTERNO</p>	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
	1. Única empresa productora de maderas plásticas de la provincia de Mendoza.	1. Existencia de intermediarios en la industria del reciclaje
	2. Única empresa recicladora de RSU plasticos de la provincia.	2. Inestabilidad económica nacional.
	3. Brindar oportunidades laborales a personas con dificultades socioeconómicas	3. Costo inferior de productos sustitutos (maderas naturales)
	4. El producto puede ser ofrecido a numerosas industrias para distintos usos.	4. Poca colaboración del sistema de recolección domiciliaria
5. Apoyo de instituciones hacia proyectos de triple impacto y acceso a financiamiento	5. Facilidad de ingreso de las industrias plásticas del sector en este nuevo mercado.	
<b>FORTALEZAS</b>	<b>ESTRATEGIAS F-O</b>	<b>ESTRATEGIAS F-A</b>
1. Materia Prima de bajo costo.	<p style="text-align: center;">Investigar y desarrollar nuevos productos aprovechando el mismo sistema productivo, incursionando en nuevos sectores de mercado.</p> <p style="text-align: center;">Generar nuevas relaciones comerciales con recuperadores urbanos con la posibilidad de compra de otros tipos de residuos plasticos con el fin de lograr beneficios compartidos</p>	<p style="text-align: center;">Reconocer las empresas de mayor generación de desechos reciclables con interes en reducir su huella de carbono para generar nuevos proveedores y clientes.</p>
2. Buena imagen como empresa amigable con el medio ambiente.		
3. Facilidad para lanzar nuevos productos y expandir el mercado.		
4. Facilidad para la generación de relaciones con nuevos proveedores.		
5. Su producto es más resistente y duradero que su producto sustito.		
6. Generación de impacto ambiental positivo.		
<b>DEBILIDADES</b>	<b>ESTRATEGIAS D-O</b>	<b>ESTRATEGIAS D-A</b>
1. Costo de recolección y traslado de los desechos plásticos hacia la planta en Junín.	<p style="text-align: center;">Evaluar la posibilidad de establecer un punto unico estrategico centralizado de recepcion de materiales para realizar alli la molienda y abaratar costos de transporte.</p> <p style="text-align: center;">Elaborar un plan de marketing y un departamento de ventas para consolidar clientes y tener mayor información sobre la demanda.</p>	<p style="text-align: center;">Realizar campañas colaborativas con municipios de consientización y educación sobre la correcta separación de residuos en origen. Consolidar una imagen como una gran empresa recicladora plastica de la region</p>
2. Producto nuevo y poco conocido en el mercado.		
3. Existencia de residuos como metales dentro de los plásticos.		
4. Factor de Utilizacion de capacidad muy bajo		
5. Pocas estrategias de ventas, marketing y comunicación para dar a conocer su producto.		

Fuente: Elaboración propia

De las distintas estrategias que surgen en el análisis FODA, se llega a la conclusión de que la empresa mendocina tiene mucho margen para el crecimiento, tanto económico como organizacional.

Así como planteo Carlos Arce en una entrevista realizada, MPM se plantea como objetivo duplicar su producción en el año próximo y sentar bases para una transición hacia un sistema productivo de flujo continuo, lo que podría generar un incremento sustancial de la producción a futuro.

En base al análisis realizado se proponen las siguientes propuestas de mejora:

### **5.3 PROPUESTA DE MEJORA DE PRODUCTO**

Al día de hoy, como se comentó previamente, MPM produce distintos productos a partir de un mismo proceso y una misma mezcla de materias primas, teniendo que cambiar únicamente el molde para cada uno de ellos.

Esta mezcla de materias primas está compuesta por distintos tipos de residuos plásticos, de alta y baja densidad, así logran un producto con determinadas propiedades, en cuanto a flexibilidad y temperatura de fusión. Durante el proceso de producción, esto presenta un problema ya que con la extrusora a gas no se logra un correcto control de la temperatura lo que hace que en ciertas piezas los polímeros de alta densidad no lleguen a fundirse, o que en otros los de baja densidad se quemen. Para esto se plantea la siguiente propuesta de mejora.

- Además del producto actual compuesto por mezclas de polímeros de alta y baja densidad, elaborar postes y perfiles realizados de 100% PET. De esta manera se podría ofrecer una gama de productos premium, con una mayor resistencia y durabilidad, y una menor flexibilidad.

Gracias a esto los productos de MPM podrían ser sometidos a pruebas e investigaciones para una mejor aplicación en el mercado de la construcción, o en el uso de los postes en lugares en los que las temperaturas al sol son muy elevadas. Por otro lado, habría menores productos finales defectuosos.

Para ello, podrían además contribuir a la recuperación de envases plásticos y comprar además de polímeros de baja densidad, aquellos de una densidad superior a las distintas cooperativas de recuperadores que tienen como proveedores.

#### **5.4 PROPUESTA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN MEDIANTE LA PLANIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD.**

Dentro de los objetivos que se plantea MPM se encuentra el aumento de la producción, pensando a priori de duplicarla en un año. Al analizar la capacidad de los procesos y las instalaciones de la empresa se puede evidenciar que, con una adecuada planeación de la capacidad en un horizonte temporal de mediano plazo, se podría sacar mayor provecho a las instalaciones y maquinarias para poder así aumentar la producción. Lógicamente debe ir acompañado de una adecuada gestión de materias primas y negociación con proveedores para asegurar su provisión en tiempo y forma. Y por otro lado debe asegurarse que la demanda sea creciente y traccione estos procesos de incrementos de la capacidad a través de la formación de un equipo de comercialización.

Para expandir la capacidad efectiva la empresa necesita organizar mejor sus recursos y/o incorporar recursos adicionales que incrementen los niveles de producción. Para ello puede optar por invertir en nuevas maquinarias o tecnologías de producción (viéndose esto como una inversión y planificación a largo plazo) o incrementar el personal capacitado para la producción (mediano plazo).

Ya se estableció que la estación que marca el ritmo de producción del proceso es la extrusora, la cual tiene la capacidad de procesar 500 por hora, pero actualmente no se la utiliza debidamente para sacarle provecho, ya que, si tenemos en cuenta que se procesan 1.500 kg de residuos plásticos al día, nos da un total de una utilización efectiva de tan solo 3 horas de la máquina extrusora.

Si se organiza el trabajo de manera tal que se dividan a los operarios en equipos encargados de cada etapa del proceso, se podrían poner en funcionamiento todas las instalaciones las 8 horas que comprenden el turno diario de trabajo. Así se podría llegar hasta un nivel máximo de producción (sin tener en cuenta tiempos muertos y puestas en marcha) de 4.000 kg, llegando a casi triplicar la producción actual.

Si tenemos en cuenta que en un proceso productivo existen tiempos muertos de puesta en marcha y mantenimiento de maquinarias, y otros imperfectos que pudieran surgir, se puede plantear como objetivo tener una utilización efectiva de 6 horas de la extrusora para así duplicar la cantidad producida.

*Ilustración 43 Aumento de la producción mediante la reorganización del trabajo*

$$500\text{kg} \times 6\text{h} = 3.000\text{kg/turno}$$

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, Carlos Arce expresó en una entrevista que MPM está analizando la posibilidad de incrementar la producción, trabajando 24 horas diarias, lo cual representaría tres turnos de 8h por día. Para esto se propone primero mejorar la organización y la logística a corto plazo, para lograr tener una mayor efectividad en el proceso. Una vez que la capacidad efectiva se acerque más a la capacidad

máxima teórica, se propone una estrategia a mediano plazo de manera gradual, pasando a trabajar primero en dos turnos, y luego según como la demanda traccione la producción, pasar a trabajar las 24 horas del día en tres turnos.

De esta manera se podría maximizar la producción hasta un total de 12.000 kg por día, y teniendo en cuenta los cálculos de la Ilustración 34, podemos concluir que su capacidad efectiva podría llegar a los 180.000 kg al mes.

*Ilustración 44: Aumento de la producción con tres turnos diarios*



Fuente: Elaboración propia

Uno de los factores a tener en cuenta para poder aumentar la producción es el aprovisionamiento de materias primas, siendo éste el residuo plástico. En el capítulo 4 quedó demostrado que tan sólo en el AMM se generan 1078 toneladas de residuos diarios (ilustración 26), y de su composición, el 10,32% son residuos plásticos (ilustración 27). Tras esto se puede concluir que por día se generan 111,24 toneladas diarias por lo que con una adecuada gestión de materias primas y negociación con proveedores no debería haber inconvenientes en la obtención de éstas.

De esta manera MPM lograría reciclar cerca de un 3% de los residuos plásticos generados en el AMM demostrando que es posible generar numerosas y diversas oportunidades de negocios con los residuos como recurso, generando así un impacto positivo en lo ambiental y social, mientras se generan beneficios económicos.

Por último, como se demostró también a través del análisis FODA, MPM al ser una empresa joven aún tiene pendiente un proceso de formalización organizacional, siendo necesaria la creación de un departamento de comercialización, el cual se concentre en ventas y marketing. Hay que llevar a cabo estudios de mercado relacionados con previsiones de la demanda para poder tomar decisiones sobre la expansión de la capacidad.

Al tratarse de un nuevo producto en el mercado regional, los análisis de mercado para la estimación de la demanda se tornan más complejos, pero los horizontes de crecimiento son prometedores cuando se dan a conocer los beneficios que los productos de MPM presentan tanto ambiental como social y económicamente. Más aún en un contexto en el cual la conciencia social y empresarial sobre la importancia del cuidado del medio ambiente está en auge.

## CONCLUSIONES

Como conclusión de este trabajo de investigación se evidencia la necesidad de adoptar nuevos sistemas productivos que generen menor impacto ambiental, debido a los problemas que acarrea la Economía Lineal como modelo económico tanto en lo social como en lo ambiental. Es así que surge como planteo el modelo de Economía Circular, la cual se considera como regenerativa, solucionando así los problemas para el desarrollo sostenido y saludable de las sociedades que presenta aquella lineal.

Gracias a la Economía Circular se logra preservar y mejorar el capital natural, controlando las reservas finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables. Se optimiza el rendimiento de los recursos distribuyendo productos, componentes y materias procurando su máxima utilidad en todo momento, tanto en los ciclos técnicos como biológicos. Se promueve la eficacia de los sistemas detectando y eliminando del diseño los factores negativos externos.

Una de las áreas fundamentales para la aplicación de la Economía Circular es la de los residuos, presentándose como herramienta la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, tanto en su generación, recolección, tratamiento y disposición. De esta manera se logra liderar con el problema que conlleva el simple funcionar de las industrias y de las sociedades debido a su mero existir, ya que todo sistema genera residuos.

Una vez realizada una correcta gestión de los RSU, se pudo lograr una recuperación de un porcentaje significativo de los mismos, los cuales pueden pasar luego a ser considerados nuevas materias primas al ser reinsertados en los sistemas productivos. Es así como se reduce la cantidad de desechos y se disminuyen los impactos que ellos generan al medio ambiente y al bienestar de la sociedad.

Como prueba de lo expresado anteriormente, se presentó el caso de Maderas Plásticas Mendoza, un emprendimiento local que se propuso como objetivo generar un aporte y una solución a la excesiva generación y existencia de residuos plásticos en el planeta y la tala de árboles al mismo tiempo. Mediante el reciclaje de distintos tipos de plásticos, de alta y baja densidad fabrican postes y perfiles como sustitución de la madera natural, los cuales son utilizados en el mundo agrario y están empezando a verse como una alternativa en el sector de la construcción.

Al ser una pequeña y joven empresa, aún se presentan numerosas oportunidades de mejora y de crecimiento, ya que existe una informalización organizativa y una baja utilización de la capacidad instalada.

En este trabajo se proponen las siguientes mejoras:

- Fabricación de postes y perfiles elaborados 100% de PET lo cual permite reducir los productos defectuosos del proceso productivo, y ofrece un producto de mejor calidad.
- Reorganización del trabajo para aumentar la capacidad efectiva logrando así duplicar la producción sin tener que realizar inversiones de dinero.
- Incorporación de personal para la creación de nuevos turnos de trabajo, logrando así procesar y recuperar una mayor cantidad de residuos plásticos.

Finalizando la conclusión del presente trabajo, se evidencia que la economía circular presenta distintas oportunidades de negocios para la fabricación de nuevos productos mediante la recuperación de residuos, logrando un impacto social, ambiental y económico positivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acumar. (2017). *Los residuos sólidos urbanos en la cuenca Matanza Riachuelo*. Recuperado el 05 de 06 de 2018, de <http://old.acumar.gov.ar/content/documents/2/6762.pdf>
- Andino, S. (15 de Septiembre de 2015). *Sitio Andino*. Obtenido de <https://www.sitioandino.com.ar/n/172079-un-sueno-hecho-realidad-cartoneros-tienen-su-propia-planta-de-reciclaje/>
- Argentina, P. (2007). *Residuos Plásticos Su Aprovechamiento como Necesidad*. Capital Federal.
- Argentina, V. (2019). *Verallia Argentina*. Obtenido de <https://ar.verallia.com/>
- Ayala-Mendivil, N., & Sandoval, G. (2018). *Bioenergía a partir de residuos forestales y de madera*. Recuperado el 20 de 08 de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712018000400201](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712018000400201)
- Barles, S. (2005). *HISTORIA DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS Y SUR REPRESENTACIONES SOCIALES Y CULTURALES*. Recuperado el 20 de 10 de 2020, de <https://www.scribd.com/document/466250351/HISTORIA-DE-LA-GESTION-DE-RESIDUOS-Y-SUR-REPRESENTACIONES-SOCIALES-Y-CULTURALES-Sabine-Barles>
- Bermejo Gómez de Segura, R. (2014). *Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis*. Recuperado el 26 de 04 de 2018, de <https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0686956.pdf>
- Bravo, V. (2015). *INTRODUCCION A LOS IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE LOS RECURSOS NATURALES*. Recuperado el 20 de 10 de 2020, de [http://fundacionbariloche.org.ar/wp-content/uploads/2016/12/INTRODUCCION-A-LOS-IMPACTOS-AMBIENTALES-VB-2015.docx1\\_.pdf](http://fundacionbariloche.org.ar/wp-content/uploads/2016/12/INTRODUCCION-A-LOS-IMPACTOS-AMBIENTALES-VB-2015.docx1_.pdf)
- CANU, M. E. (2017). *Economía Circular y Sostenibilidad*. Santiago de Chile: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- CIPPEC. (2012). *Diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos urbanos en municipios de la Argentina*. Buenos Aires.
- CIPPEC, F. (2014). *“Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos: políticas municipales que promueven la sustentabilidad”*. Buenos Aires.



- Cruz, M. d. (20 de 11 de 2020). *Godoy Cruz - Municipalidad*. Obtenido de [https://www.godoycruz.gob.ar/recoleccion-diferenciada-la-importancia-sacar-los-residuos-dia-corresponde/?fbclid=IwAR1PoVcRiMcouA7NMvYAJK5b8jvbDpPdvLv0qqxrifITBMVrEu\\_xCjECZY](https://www.godoycruz.gob.ar/recoleccion-diferenciada-la-importancia-sacar-los-residuos-dia-corresponde/?fbclid=IwAR1PoVcRiMcouA7NMvYAJK5b8jvbDpPdvLv0qqxrifITBMVrEu_xCjECZY)
- El Mankabadi, L., Sarro, L. A., & Suñer, M. N. (2017). *Estudio de Buenas Prácticas para la Sostenibilidad en los Puertos Argentinos*. Recuperado el 04 de 12 de 2018, de <https://www.itba.edu.ar/intranet/ols/estudio-de-buenas-practicas-sostenibilidad-puertos-argentinos/>
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *TOWARDS THE CIRCULAR ECONOMY*.
- Encuentro, C. (Dirección). (2017). *Todo se Transforma* [Película].
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, [. (1991). *Aprovechamiento potencial de los residuos de madera para la producción de energía*. In *Conservación de energía en las industrias mecánicas forestales*. Recuperado el 20 de 08 de 2020, de <http://www.fao.org/3/T0269S/T0269S00.htm>
- Foundation, E. M. (2015). *Hacia una economía circular: Motivos económicos para una transición acelerada*. Ellen MacArthur Foundation.
- Gallopin, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo Sostenible: un enfoque sistémico*. Recuperado el 30 de 04 de 2018, de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5763/S033120\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5763/S033120_es.pdf)
- Geary, M. (2013). *Relevancia de la gestión de residuos sólidos en las políticas urbanas sobre cambio climático*. Recuperado el 06 de 06 de 2018, de <http://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/9476/CAP%C3%8DTULO%20LIBRO%20Relevancia%20de%20la%20gesti%C3%B3n%20de%20los%20residuos%20s%C3%B3lidos%20en%20las%20políticas%20urbanas%20sobre%20cambio%20clim%C3%A1tico%20.pdf?sequence=3>
- Glenn-Marie Lange, Q. W. (2018). *THE CHANGING WEALTH OF NATIONS*. Washington, DC: International Bank for Reconstruction and Development.
- Hernández Casado, C. (2015). *HISTORIA ANTIGUA DEL SANEAMIENTO DE AGUAS EN LA ÉPOCA ROMANA*. Recuperado el 20 de 10 de 2020, de [https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Ingenieria\\_Hidraulica\\_Romana.pdf](https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Ingenieria_Hidraulica_Romana.pdf)
- LEY 5.970. (1992). *Residuos Urbanos*.

- Mendoza, C. d. (28 de Diciembre de 2020). *Ciudad de Mendoza*. Obtenido de <https://ciudaddemendoza.gob.ar/2020/12/28/crece-la-recoleccion-diferenciada-en-la-ciudad/>
- MENDOZA, C. D. (05 de Junio de 2020). *CIUDAD DE MENDOZA*. Obtenido de <https://ciudaddemendoza.gob.ar/2020/06/05/la-ciudad-firmo-un-convenio-con-recuperadores-urbanos/>
- Mendoza, C. d. (10 de Enero de 2021). *Ciudad de Mendoza*. Obtenido de <https://ciudaddemendoza.gob.ar/2021/01/10/crece-la-recoleccion-diferenciada-en-la-ciudad-2/>
- Mendoza, G. d. (2016). *ÁREA METROPOLITANA DE MENDOZA SOSTENIBLE: hacia un desarrollo sostenible del territorio*. Mendoza.
- Ministerio de Hacienda. (2013). *PROGRAMA DE DESARROLLO DE ÁREAS METROPOLITANAS DEL INTERIOR DAMI*. Recuperado el 21 de 10 de 2020, de [https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/planes-loc/MENDOZA/Plan-Ejecutivo-Metropolitano-Mendoza-\(DAMI\).pdf](https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/planes-loc/MENDOZA/Plan-Ejecutivo-Metropolitano-Mendoza-(DAMI).pdf)
- Mundial, B. (20 de Septiembre de 2018). *Banco Mundial*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Nación, S. d.-P. (2017). *Informe del ambiente*.
- Naturales, F. A. (2018). *INCINERACION DE BASURA CON RECUPERACION DE ENERGIA: Una tencologia cara, sucia y a contramano del manejo sustnetable de los recursos*. Buenos Aires.
- Navarro, J. M. (2003). *El Vidrio*. Madrid: Artegraf S.A.
- Organizacion de las Naciones Unidas. (15 de Julio de 2019). *Noticias ONU*. Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2019/07/1459231>
- Porcelli, A., & Martinez, A. (2018). *Análisis legislativo del paradigma de la economía circular*. Recuperado el 11 de 08 de 2020, de [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1808-24322018000301067&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1808-24322018000301067&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Recabarren, P. E. (2017). *Pérdida y desperdicios de alimentos: diciembre de 2017*. Recuperado el 11 de 08 de 2020, de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/residuosFinal-1.pdf>
- Reklaityte, I. (2004). *las condiciones higiénico-sanitarias en las ciudades*. Recuperado el 20 de 10 de 2020, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2141858.pdf>

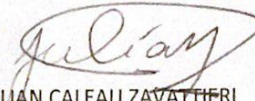
- Schejtman, L., & Irurita, N. (2012). *Diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos urbanos en municipios de la Argentina*. Recuperado el 11 de 08 de 2020, de <https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2017/03/1552.pdf>
- Secretaria de Ambiente y Ordenamiento Territorial, G. d. (2017). *PROYECTO GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS ZONA METROPOLITANA DE LA PROVINCIA DE MENDOZA*. MENDOZA.
- SEMARNAT. (2001). *MINIMIZACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS*. Ciudad de Mexico.
- Suárez, F. (2007). *Recuperadores Urbanos de Residuos (cartoneros), inclusión social y sostenibilidad*. Recuperado el 05 de 06 de 2018, de <http://cdsa.academica.org/000-066/1065.pdf>
- Tapella, E. (2007). *Efectos de la biodiversidad funcional sobre procesos ecosistemicos, servicios ecosistemicos y sustentabilidad en las Américas: Un abordaje multidisciplinario*. Recuperado el 11 de 10 de 2017, de <http://ceppia.com.co/Herramientas/Herramientas/Que-es-el-mapeo-de-actores-Esteban-Tapella.pdf>
- UNCUYO, E. Y. (13 de Abril de 2020). *PRENSA INSTITUCIONAL UNCUYO*. Obtenido de <http://www.uncuyo.edu.ar/prensa/gestion-de-residuos-como-trabajan-hoy-los-recuperadores-urbanos>
- Universidad, U. (18 de Marzo de 2019). *Universidad*. Obtenido de <https://www.universidad.com.ar/solo-el-1-de-la-basura-del-gran-mendoza-es-reutilizada>
- Vargas Marcos, F. (2005). *A CONTAMINACIÓN AMBIENTAL COMO FACTOR DETERMINANTE DE LA SALUD*. Recuperado el 20 de 10 de 2020, de <https://scielosp.org/article/resp/2005.v79n2/117-127/>
- Virginie, M. (2011). *Los caminos del reciclaje*. Recuperado el 22 de 10 de 2020, de <https://books.google.com.ar/books?id=Y7AeBQAAQBAJ&pg=PA15&lpg=PA15&dq=Con+e+l+nacimiento+de+la+industria+y+del+liberalismo,+aparecieron+las+nociones+de+productividad+y+rentabilidad.+La+producci%C3%B3n+ya+no+estaba+ligada+a+la+mera+satisfacci%C3%B3n+de+nece>



### DECLARACIÓN JURADA RESOLUCIÓN 212/99 CD

El autor de este trabajo declara que fue elaborado sin utilizar ningún otro material que no haya dado a conocer en las referencias que nunca fue presentado para su evaluación en carreras universitarias y que no transgrede o afecta los derechos de terceros.

Mendoza, 14 de Junio de 2021.

  
JULIAN CALEAU ZAVATTERI  
Firma y aclaración

29031  
Número de registro

39.378.644  
DNI