



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN
INTEGRAL PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
GENERADOS EN LA LOCALIDAD DE HERSILIA,
PROVINCIA DE SANTA FE”**

Verónica Andrea FITO

Trabajo Final remitido al Comité Académico de la Maestría
como parte de los requisitos para la obtención
del grado de
MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL
de la
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

2024

Comisión de Posgrado, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Ciudad Universitaria, Paraje “El Pozo”,
S3000, Santa Fe, Argentina



ACTA DE EVALUACIÓN DE TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA

En la sede de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral, en la ciudad de Santa Fe, a los veintiocho días del mes de julio del año dos mil veinticinco, se reúnen en forma online sincrónica los miembros del Jurado designado para la evaluación del Trabajo Final de Maestría en Gestión Ambiental titulado “*Desarrollo de un sistema de gestión integral para los residuos sólidos urbanos generados en la localidad de Hersilia, provincia de Santa Fe*”, desarrollado por la Lic. Verónica FITO, DNI N° 33.992.238. Ellos son: el Dr. Leandro Negro, el Mg. Hugo Begliardo, y el Mg. Luis Ignacio Schneider.-----

La Presentación oral y defensa del Trabajo Final se efectúa bajo la modalidad online sincrónica según lo establecido por Resolución CS N° 382/21.

Luego de escuchar la Defensa Pública y de evaluar el Trabajo Final, el Jurado considera:

Que el trabajo aborda una problemática socio-ambiental concreta y relevante en el contexto de localidades de pequeña escala como es la mejora en la gestión de los residuos sólidos urbanos. Que se destaca el trabajo como aporte al conocimiento de la realidad de este tipo de comunas, generando información primaria valiosa para el sustento de futuras estrategias.

Que la tesis ha incorporado las observaciones y devoluciones realizadas por el Jurado en términos metodológicos y del marco teórico que fueron debidamente salvadas.

Que la presentación oral fue clara y respondió con solvencia las preguntas del Jurado.

Por lo tanto, el Jurado resuelve aprobar el Trabajo Final con calificación 8 (ocho) Muy Bueno.

Sin más, se da por finalizado el Acto Académico con la firma de los miembros del Jurado al pie de la presente.-----

Dr. Leandro Negro

Mg. Hugo Begliardo

Mg. Luis Ignacio Schneider



Jose Luis Magan
Dr. JOSE LUIS MAGAN
SECRETARIO DE POSGRADO
Facultad de Ingeniería y Cs. Hídricas

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Secretaría de Posgrado

Ciudad Universitaria
C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 - Km. 472,4
(3000) Santa Fe
Tel: (54) (0342) 4575 229
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: posgrado@fich.unl.edu.ar

DECLARACIÓN DEL AUTOR

Esta disertación ha sido remitida como parte de los requisitos para la obtención del grado académico de Magíster en Gestión Ambiental ante la Universidad Nacional del Litoral y ha sido depositada en Repositorio Institucional de Acceso Abierto -RIAA- de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas para que esté a disposición de sus lectores bajo las condiciones estipuladas.

Citaciones breves de esta disertación son permitidas sin la necesidad de un permiso especial, en la suposición de que la fuente sea correctamente citada. Solicitudes de permiso para una citación extendida o para la reproducción parcial o total de este manuscrito serán concedidos por el portador legal del derecho de propiedad intelectual de la obra.



Verónica FITO

Agradecimientos

A mi familia, por el amor, la paciencia y el apoyo brindado durante tantos meses.

A la directora y codirectora del proyecto por la dedicación, el acompañamiento, las sugerencias al trabajo y por compartirme sus conocimientos.

A la Universidad Nacional del Litoral, por ofrecer capacitación actualizada en diversas temáticas y permitir una formación profesional con una visión integral de la realidad, para enfrentar y resolver los problemas del contexto actual de una forma sostenible.

Al personal de la comuna que siempre se mostró solícito a dar información y mostrarme el trabajo realizado con relación a los residuos.

A mis compañeros de cursada, de los cuales me llevo amigos.

INDICE GENERAL

	Página
Capítulo 1: Introducción	1
1.1. Descripción del Problema	2
1.2. Justificación de la Propuesta	4
Capítulo 2: Objetivos	7
2.1. Objetivo General	7
2.2. Objetivos Específicos	7
Capítulo 3: Marco Teórico y Estado del Arte	8
3.1. Definiciones y terminología	8
3.2. Estado del Arte	10
Capítulo 4: GIRSU y tratamiento para los RSU	15
4.1. Clasificación	15
4.2. Características	17
4.2.1 Físicas	18
4.2.2. Químicas	18
4.2.3. Biológicas	19
4.3. Problemática Asociada a los RSU	20
4.4. GIRSU	21
4.4.1. Etapas del proceso	22
4.4.1.1. Generación	22
4.4.1.2. Recolección	23
4.4.1.3. Separación, procesamiento y transformación	24
4.4.1.4. Transferencia y transporte	24
4.4.1.5. Disposición final	24
4.4.1.5.1. Basurales a Cielo Abierto	25
4.4.1.5.2. Vertederos controlados	27
4.4.1.5.3. Rellenos Sanitarios	27
4.4.1.5.4. Recuperación de Basurales	32
4.4.2. Procesos que se aplican a los RSU	33
4.4.2.1. Tratamiento de residuos biodegradables	33
4.4.2.1.1. Compost	33

4.4.2.1.2. Biogás	37
4.4.2.2. Valorización de Residuos Inorgánicos	39
Capítulo 5: Marco Legal	42
5.1. Legislación Nacional	42
5.2. Legislación Provincial	44
5.3. Legislación Comunal	45
Capítulo 6: Localidad en Estudio	46
6.1. Características	46
6.1.1. Ubicación	46
6.1.2. Clima	49
6.1.3. Población	49
6.1.4. Economía	49
6.1.5. Cultura	50
6.1.6. Educación	50
6.2. Disposición Final de los RSU – Localización en el mapa	51
Capítulo 7: Metodología	52
7.1. Información primaria	52
7.2. Información secundaria	56
Capítulo 8: Diagnóstico de la Situación Actual	57
8.1. Procesamiento de Información Primaria	57
8.1.1. Encuesta a hogares	57
8.1.2. Muestras de bolsas de basura	63
8.1.3. Observación participante	66
8.1.4. Entrevista comunal	67
8.1.5. Proyección de población futura y generación de RSU	68
8.2. Procesamiento de Información Secundaria	72
8.2.1. Proyección de la generación de RO	72
8.2.2. Publicaciones de la comuna	74
8.2.3. Publicaciones sobre GIRSU en la localidad de Ceres	77
Capítulo 9: Propuestas y Costos	78
9.1. Propuesta 1	78
9.2. Propuestas 2	83
9.3. Costos	89
9.3.1. Propuesta 1	89

9.3.2. Propuesta 2	91
9.3.3. Resumen costos ambas propuestas	94
9.3.4. Residuos recuperables	94
9.3.5. Financiamiento	96
9.4. Recomendaciones	97
Capítulo 10: Conclusiones	102
Listado de Siglas	103
Referencias Bibliográficas	104
Anexos	108
1. Modelo Encuesta Hogares	108
2. Modelo Encuesta Comuna	111
3. Decreto N° 779/2022 - Código Unificado de colores	114
4. Información Centros de Reciclaje y empresas material reciclado	118

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura</i>	<i>Título</i>	<i>Página</i>
1.1	Jerarquización GIRSU	2
4.2	Residuos a tratar de forma diferencial	17
4.3	Mapa de actores asociados a la GIRSU	22
4.4	Vehículo de recolección compactador	23
4.5	Vehículo de recolección tipo volquete tradicional	23
4.6	Contaminación en aguas superficiales	26
4.7	Eutrofización en aguas superficiales	26
4.8	Contaminación del aire a causa de quema de residuos	26
4.9	Preparación del módulo	28
4.10	Sistema de drenaje interno para lixiviados con tubería de PVC	28
4.11	Sistema de drenaje de gases	29
4.12	Partes del método de trinchera o zanja	30
4.13	Método de área	31
4.14	Método de rampa	31
4.15	Tipos de Relleno Sanitario	31
4.16	Sistema abierto de compostaje	36
4.17	Tipos de recipientes usados como compostera	36
4.18	Proceso de una planta de compostaje, de residuos de patio y poda	37
4.19	Funcionamiento de un biodigestor	38
5.20	Normativa a nivel nacional sobre medio ambiente	42
6.21	Área de la comuna de Hersilia en el departamento San Cristóbal	46
6.22	Localización de Hersilia en la provincia de Santa Fe	47
6.23	Localización de ciudades vecinas – Depto. San Cristóbal	47
6.24	Ubicación del Basural a Cielo Abierto	51
7.25	Charla en Colegio Santa Teresita del Niño Jesús	53
7.26	Campaña donación tapitas de plástico	54
7.27	Planta de Tratamiento cuando se recibían materiales inorgánicos	54
7.28	Primer muestreo de bolsas de basura	55
7.29	Segundo muestreo de bolsas de basura	55
8.30	Cantidad de habitantes por hogar	57
8.31	Manipulación de los residuos en el hogar	58

8.32	Residuos desechados con mayor frecuencia	58
8.33	Frecuencia semanal de depósito de basura en la vía pública	59
8.34	Horario de depósito de la basura en la vía pública	59
8.35	Calidad del servicio de recolección proporcionado por la comuna	60
8.36	Conocimiento sobre el pago del servicio de recolección	61
8.37	División de los residuos por tipo	61
8.38	Porcentaje de la población que recicla	62
8.39	Porcentaje y tipo de material desechado	62
8.40	Aspectos que dificultan la clasificación de residuos	63
8.41	Tipo de basura generada	66
8.42	Material desechado como inorgánico	66
8.43	Proyección de Tn de Residuos generados por año	72
8.44	Recolección diferenciada establecida en la localidad	75
8.45	Eco canje y Visitas guiadas de escuelas a la planta de tratamiento	75
8.46	Cestos de Basura diferenciados	76
8.47	Material reciclado	76
8.48	Acondicionamiento Basural	77
9.49	Proceso de Compost	79
9.50	Modelo de planta de compostaje	80
9.51	Modelo de planta: Relleno Sanitario	84
9.52	Dimensiones de cada módulo del Relleno	88
9.53	Modelo de planta de Reciclado	95

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla</i>	<i>Nombre</i>	<i>Página</i>
4.1	Origen y lugar de generación de RSU	15
4.2	Ejemplos de residuos orgánicos e inorgánicos	16
4.3	Influencia de los residuos en la limpieza urbana	19
4.4	Productos obtenidos a partir de material recuperado	40
6.5	Distancia en km de las localidades vecinas a Hersilia	48
8.6	Datos recolectados de la basura generada por día – 1er muestreo	64
8.7	Datos recolectados de la basura generada por día – 2do muestreo	65
8.8	Proyección de la cantidad de habitantes cada 10 años	69
8.9	Proyección de basura generada para los próximos años	70
8.10	Variación aumento de basura	70
8.11	Variación aumento poblacional	71
8.12	Variación mixta	71
8.13	Proyección de cantidad de residuos (Tn/año)	72
8.14	Uso de los Residuos Verdes	73
8.15	Cantidad de RO a compostar por habitante/ día	74
8.16	Cantidad de RO a compostar por año	74
9.17	m ² de construcción para la planta de RO	82
9.18	RO a procesar por habitante/ día	82
9.19	RO a procesar en la planta de tratamiento por año	82
9.20	Largo filas de compostaje	83
9.21	Volumen del Relleno Sanitario	85
9.22	Área requerida para el Relleno Sanitario	86
9.23	Cantidad de RSU a disponer en el CDF, escenario desfavorable	87
9.24	Área requerida para el CDF en un escenario desfavorable	87
9.25	m ² de construcción para el relleno sanitario	87
9.26	Costos aproximados de herramientas y máquinas P1	89
9.27	Costos de elementos de protección personal	90
9.28	Costos iniciales de construcción y 1er fase operativa	90
9.29	Sueldos Personal P1	91
9.30	Costos acondicionamiento del basural	91
9.31	Herramientas requeridas para el Relleno Sanitario	92

9.32	Elementos de protección personal para 7 empleados P2	92
9.33	Costos iniciales de construcción – Relleno Sanitario	93
9.34	Sueldos Personal Planta	93
9.35	Inversión inicial Propuesta 1 y Propuesta 2	94
9.36	Sueldos del personal (mensual)	94
9.37	Herramientas necesarias para perfeccionamiento de Planta de RI	95
9.38	Plan GIRSU	98

RESUMEN

La forma de vida característica de este tiempo da lugar a la producción y acumulación de una gran cantidad de basura. Se usa este término, para hacer referencia a todos los desechos (gaseosos, sólidos o líquidos) que se producen como consecuencia de las actividades humanas (domésticas, industriales, comerciales o de servicios) y los objetos desechados porque dejaron de prestar utilidad, pese a que algunos de ellos podrían ser usados nuevamente, en forma total o parcial. (Frers, 2005)

El presente proyecto se basa en el desarrollo de un sistema de gestión integral para los residuos sólidos urbanos (RSU) (orgánicos e inorgánicos) de la localidad de Hersilia, provincia de Santa Fe.

A partir del uso de diferentes instrumentos y técnicas de recolección de información, se obtuvieron datos que permitieron dimensionar el problema de los residuos en la localidad (cantidad producida por habitantes y tipo, proyección de la población a futuro) y plantear diferentes escenarios posibles.

En el caso de los residuos biodegradables, se analiza información sobre la obtención de compost y biogás. Respecto de los recuperables, se examina contenido relacionado a su venta y valorización.

Posteriormente, se desarrollan dos propuestas de tratamiento para los RSU, que priorizan la reducción en origen y el aprovechamiento de los residuos antes de la disposición final; con el fin de brindar una alternativa ecológica que permita disminuir la cantidad de desechos que ingresan al centro de disposición final (aumentando de esta forma su vida útil), reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad de vida de las personas de la localidad que es el principal objetivo de este trabajo.

Palabras clave: basura - residuos sólidos urbanos - residuos orgánicos - residuos inorgánicos - gestión integral.

ABSTRACT

Nowadays, the style of living has led to the rise in the production and accumulation of a large amount of garbage. This term is used to refer to all kinds of waste (gaseous, solid or liquid) that is produced as a consequence of human activities (domestic, industrial, commercial or derived from services) as well as the discarded objects which are disposed of since they are no longer useful, even though some of them could be reused again, the whole, or some parts. (Frers, 2005)

This project is based on the development of a comprehensive management system for municipal solid waste (MSW) (organic and inorganic) in the town of Hersilia, Santa Fe province.

By using different instruments and techniques for collecting information, data are obtained that allows to measure the problem of rubbish in the town (quantity produced per inhabitant and type plus projection of the future population) and to propose different possible scenarios.

In relation to biodegradable trash, information about obtaining biogas or organic compost is being investigated and analyzed. Regarding recoverable garbage, data will be examined regarding subsequent sale or valorization (financial value).

Subsequently, two proposals for the treatment of MSW are developed, which prioritize the reduction and the use of waste before entering the final disposal; in order to provide an ecological alternative that allows to diminish the amount of rubbish that enters the current local landfill (thus increasing its useful life), reducing the environmental impact and improving the quality of life of the people from this town which is the main objective pursued in this work.

Key Words: garbage – urban solid waste – organic and inorganic rubbish - comprehensive management.

Capítulo 1: INTRODUCCIÓN

Los habitantes de una ciudad y las actividades económicas que en ella se desarrollan, generan residuos. El tipo y cantidad, depende de los factores socioculturales, patrones de consumo de la población y de producción de las empresas (P.E.N., 2022.b). La forma en que éstos se recolectan, manipulan y disponen, influye sobre la salud de la población y el ambiente. (Rondón Toro *et al.*, 2016).

La gestión de los residuos es una tarea compartida entre los ciudadanos y las autoridades de la localidad, que son quienes ejercen su responsabilidad y competencia en dicho aspecto. El diseño e implementación de un sistema eficiente de tratamiento de residuos debe ser parte de la estrategia de desarrollo de una ciudad, precisa del apoyo del estado (provincia/nación), de recursos financieros, incentivos económicos, políticas públicas y regulación consistente. (Rondón Toro *et al.*, 2016).

El manejo de los residuos es un ciclo que comienza con la generación y acumulación temporal, continua con la recolección, el transporte y transferencia, luego con los tratamientos para cada tipo y finaliza con la disposición final. (Frers, 2005). Es una actividad que conlleva diferentes problemáticas asociadas, como ser, trasladar la basura a los lugares destinados para depositarla, que estos lugares resulten adecuados y la modificación en la materia prima de los residuos sólidos. Esto último hace referencia a que las características de los materiales que los constituyen pueden cambiar a lo largo del tiempo. Los residuos se van descomponiendo y dan lugar a nuevos componentes químicos que pueden provocar la contaminación del medio, si la acumulación se realiza sin una separación y disposición adecuada. (Frers, 2005).

Los consumidores cumplen un rol fundamental en la generación de basura. Resulta de vital importancia seguir y respetar el modelo de jerarquización de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) para lograr un manejo sustentable preservando los recursos naturales (Figura 1.1) (P.E.N., 2022.b). Los primeros pasos son preventivos y consisten en evitar y reducir, es decir, rechazar y generar menos residuos. Los segundos radican en qué hacer una vez que el residuo ya fue generado y las actividades por realizar son reutilizar y reciclar los componentes para alargar la vida útil de los mismos. A su vez, se vincula con la separación en origen, para que el tratamiento de los distintos tipos de materiales sea posible y con aplicar diversas técnicas de reciclaje o valorización, para que estos compuestos se conviertan en un nuevo producto. El último paso es la disposición final, que hace referencia al

destino de los desechos que no pudieron ser reducidos, reutilizados, valorados o tratados en las instancias anteriores e implica depositarlos de forma segura y responsable.

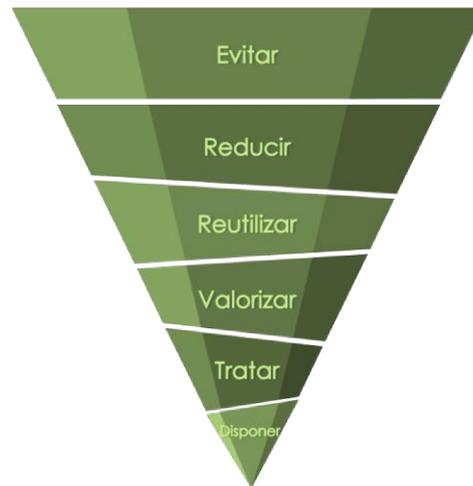


Figura 1.1: Jerarquización GIRSU

Fuente: INA (Instituto Nacional de Aprendizaje) – Costa Rica

https://www.ina-pidte.ac.cr/pluginfile.php/59118/mod_resource/content/8/recurso3-DGIRS/index.html

Las autoridades locales deberían contar con un plan a largo plazo en relación al tratamiento y disposición final (DF) de los residuos, que sea continuado y respetado independientemente de los cambios de gobierno.

Este trabajo busca reconocer e idear una alternativa de tratamiento para los RSU que sea ambientalmente adecuada y acorde a las necesidades y posibilidades de la localidad en estudio, Hersilia, ubicada en la provincia de Santa Fe.

El método utilizado actualmente para disponer los residuos es un basural a cielo abierto, que comenzó a ser acondicionado en el año 2022 para transformarlo en un lugar seguro.

1.1 Descripción del Problema

Los basurales a cielo abierto como método de disposición final para los residuos no deberían existir. Ha sido demostrado que “el manejo inadecuado de los RSU produce múltiples impactos negativos sobre la salud de las personas y el medio ambiente” (Daza et al., 2011). Los residuos que se disponen en basurales a cielo abierto son fuente de proliferación de vectores como insectos y roedores y de transmisión de enfermedades: dengue, leptospirosis, trastornos intestinales, dificultades respiratorias e infecciones dérmicas, lo que puede afectar la salud de las personas. Los principales impactos sobre el ambiente son (Daza et al., 2011):

- a) Atmosféricos: debido a la degradación de la materia orgánica presente en los residuos, se produce una mezcla de gases conocida como biogás, compuesta fundamentalmente por metano y dióxido de carbono (CH_4 y CO_2), que son reconocidos gases de efecto invernadero (GEI) y contribuyen al proceso de cambio climático. Asimismo, producto de la quema no controlada de los residuos, se originan emisiones de dioxinas, furanos y otros componentes con distinto grado de toxicidad.
- b) Suelos y geomorfología: la presencia de aceites, grasas, metales pesados y ácidos altera las propiedades físicas, químicas y de fertilidad de los suelos.
- c) Aguas superficiales y subterráneas: alteración de las características hidráulicas y calidad del agua, afectando el hábitat de animales y ciclo de vida de las plantas.
- d) Bióticos: Alteración de la flora y la fauna.

Una posible solución a la disposición final de los residuos, son los rellenos sanitarios. Este método confina los desechos luego de ser tratados en un área o terreno lejos de la ciudad, posee una cobertura en la base de manera de evitar contaminación de aguas subterráneas, compacta para reducir su volumen y cubre los residuos con capas de material de cobertura específico y de determinado espesor, para reducir infiltraciones. Además, posee sistemas para colección y tratamiento de lixiviados.

Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina, el manejo de los RSU (constituidos por los desechos de hogares y comercios, oficinas e industrias cuya composición es similar a los generados en domicilios particulares) está reglamentado por la Ley de Presupuestos Mínimos N.º 25916, “que establece los presupuestos mínimos para un manejo adecuado de los residuos domiciliarios, a partir de propender una gestión integral de los mismos, propiciar su valorización y promover su minimización en la generación y disposición final.” (P.E.N.,s.f.c).

La Ley Provincial N.º 13055 de Santa Fe (Concepto de "Basura Cero" para la gestión de los residuos sólidos urbanos) del año 2009, en el Capítulo 1 - artículo 8, dictamina como objetivo prioritario la erradicación definitiva de los basurales a cielo abierto, para lo cual establece un cronograma para la clausura, remediación y reemplazo por una disposición final adecuada que, en el caso de poblaciones con menos de 35.000 habitantes, debía ser antes del

1° de enero de 2013. Sin embargo, aún existen localidades de la Provincia que emplean este método de disposición final, incluido Hersilia.

Dado que a nivel provincial brindar apoyo individual a cada localidad resulta demasiado costoso, se prioriza la obtención de soluciones integrales a partir del tratamiento y la gestión mancomunada de los RSU en las distintas jurisdicciones. Para ello, la mencionada ley establece la confección de consorcios regionales en distintos puntos estratégicos de la provincia, para dar respuesta a la problemática de la basura de manera conjunta, optimizando espacio, recursos y financiación.

Por otro lado, según el informe del Estado del Ambiente de 2020 emitido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (MAyDS), el promedio de generación diaria en Argentina es de 1,15 kg per cápita. (P.E.N., 2020).

La población de Hersilia ascendía a 3.449 personas, de acuerdo con el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas realizado por el INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) en el año 2022. Si se toma como referencia lo publicado por el MAyDS en 2020, en cuanto a residuos generados por habitante/día, se estima entonces una totalidad de 3,97 Tn/d y 1.450 Tn/a aproximadamente.

Se realizaron dos muestreos aleatorios de bolsas de basura con el objetivo de ajustar los datos de generación de residuos per cápita producidos en la localidad. La primera se llevó a cabo en 2020, cuando aún no se separaban los residuos, para poder determinar si las cantidades de residuos generados por hab/día coincidían con las estadísticas. La segunda en diciembre 2022, con la separación en origen ya comenzada, donde se acompañó a personal contratado de la comuna y alumnos de la Esc. de Educación Secundaria N.º 255 Malvinas Argentinas.

Cabe mencionar que, al inicio de la búsqueda de información primaria, Hersilia no separaba la basura en origen y todos los residuos eran destinados directamente al basural. Actualmente cuentan con una planta de recupero y comenzaron con la recolección diferenciada.

1.2. Justificación de la propuesta

En el año 1992, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), el concepto de desarrollo sostenible recibió un fuerte

impulso y comenzó a aplicarse más específicamente en relación con el manejo de los residuos sólidos.

La Agenda XXI en su capítulo 21 recomienda en materia de residuos sólidos implantar prácticas de reducción en su generación, aumentar el reciclaje, reutilizarlos al máximo, tratarlos y disponerlos de forma ambientalmente segura. Asimismo, aumentar la cobertura de recolección y otros elementos del servicio. (Daza et al., 2011). Esto implica que cada país debería contar con políticas y programas nacionales que apoyen el manejo adecuado e incentiven la reducción de la generación de residuos sólidos, el reciclaje y estimulen la adopción de tecnologías limpias de producción industrial.

En el año 2005, el gobierno de la República Argentina diseñó la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU) con el objeto de brindar respuestas adecuadas y concretas al manejo de los residuos. Más allá de que cada municipio es responsable directo de los residuos que genera, la temática merece un tratamiento a nivel provincial y nacional, por la necesidad de asegurar la salud pública y la preservación del ambiente.

Para llevar adelante dicha estrategia el gobierno nacional solicitó apoyo técnico y financiero al Banco Mundial. En 2006 se aprueba el préstamo BIRF-7362-AR, correspondiente al Proyecto Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PNGIRSU), vigente hasta el 30 de junio de 2015. El proyecto brindó asistencia técnica y económica a modo de incentivo para que las provincias y sus municipios puedan elaborar sus propios planes y sistemas de gestión integral en el marco de los objetivos de la Estrategia Nacional. Por medio de este crédito se financia la infraestructura para la disposición final y sus sistemas asociados, a través de la construcción de rellenos sanitarios, plantas de tratamiento, estaciones de transferencia y el cierre de basurales a cielo abierto, según el caso. Desde 2016 y hasta diciembre de 2022, estuvo en operación un nuevo programa financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Préstamo BID N°3249/OC-AR.

Otros programas de financiamiento relacionados a la gestión de residuos a nivel nacional son: Basura Cero y PROBiogás.

En la provincia de Santa Fe en el año 2009 se sancionó la Ley N.º 13.055, que aplica el concepto de Basura Cero en su territorio. En el Art. 6, se determinan los principios en los que se basa: de Sustentabilidad y Equidad, de Congruencia y de Regionalización. Esto hace referencia a fomentar alianzas con otras localidades para dar respuesta a una problemática donde la tasa de desechos es pequeña, o insuficiente en relación con la inversión necesaria para la instalación, construcción y mantenimiento de un relleno sanitario.

Es necesario destacar que, debido a la gran extensión y distribución disímil de sus habitantes, es difícil implementar soluciones integrales homogéneas en la gestión de residuos. Por ello se precisa que cada municipio enfoque soluciones particulares, para restaurar la calidad del ambiente y se tenga en cuenta que diseños inadecuados, escasa planificación o diagnósticos incorrectos pueden generar impactos no deseados.

Este proyecto está dirigido a la comuna de Hersilia, gobierno local, para mejorar el sistema de disposición final de los residuos, buscar una alternativa de tratamiento acorde a la realidad de la localidad y optimizar de esta forma la salud de los habitantes y promover el cuidado del ambiente. La búsqueda de una mejora en la GIRSU y las razones anteriormente expuestas aportan a la justificación del presente proyecto.

Capítulo 2: OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo principal y específicos los siguientes:

2.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta de un sistema de gestión integral para los residuos sólidos urbanos de la localidad de Hersilia (Santa Fe) desde una óptica pública, que permita la separación y recuperación de los mismos, a fin de disminuir el impacto que provocan en el medio ambiente.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el volumen de RSU que se producen en la localidad de Hersilia y estimar aquellos que se generarán en un horizonte de 15 años.
- Comprobar si es factible fomentar la separación en origen y trabajar en la disminución de residuos que llegan al centro de disposición final.
- Identificar y diseñar distintas alternativas para el tratamiento de los residuos sólidos urbanos.
- Evaluar y reconocer la alternativa que mejor se adapte a la realidad de la localidad.

Capítulo 3: MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

En el siguiente apartado, se detalla el enfoque que tiene el proyecto y se desarrollan algunos conceptos útiles para el trabajo, entre los cuales se encuentran: *Residuo, Residuos Sólidos Urbanos, Residuos Domiciliarios, Residuos Orgánicos e Inorgánicos, Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, Recolección diferenciada, Reciclaje, Biogás, Compost, Métodos de disposición final de la basura, Basural, Vertedero controlado y Relleno sanitario.*

3.1. Definiciones y terminología

Se identifica a Residuo como todo objeto, material o sustancia generada por una actividad productiva o de consumo, que ya no resulta útil para su poseedor y es desechado o abandonado (P.E.N., s.f.c.; Altadill Colominas et. al, 2009).

Los residuos sólidos pueden clasificarse de diferentes formas de acuerdo con sus características. En el caso de su origen en: domiciliario, comercial, institucional, industrial, público, sanitario y de construcción; en lo que respecta a su composición en: orgánicos e inorgánicos; y según su peligrosidad en tóxicos, reactivos, corrosivos, radioactivos, inflamables e infecciosos (Rivera Valdés, 2003).

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son los que particularmente interesan a los objetivos del presente trabajo y hacen referencia a los generados en residencias (domicilios particulares), ámbitos urbanos (del barrido y otras operaciones de aseo del espacio público), comerciales, institucionales, industriales y los originados en establecimientos de salud, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas. No se consideran RSU los residuos patógenos, los peligrosos y los radiactivos (Daza et al., 2011; P.E.N., s.f.c.).

Se entiende a los Residuos domiciliarios, como aquellos elementos, objetos o sustancias que se generan y desechan como consecuencia de actividades domésticas realizadas en los núcleos urbanos y rurales, comprendiendo aquellos de características similares que sean de origen comercial, institucional, asistencial e industrial (P.E.N., 2022.a). Se encuentran distintos materiales en su composición física y química. Algunos de ellos, pueden reciclarse si se encuentran en condiciones óptimas de cuidado y pureza. (Rojas Aguilera et al., 2006).

Los residuos Orgánicos (RO) hacen referencia a los desechos provenientes de los seres vivos (origen biológico), que se descomponen naturalmente a corto plazo; y los residuos

Inorgánicos (RI) son aquellos materiales y elementos de origen industrial o derivados de material no vivo, que sufren ciclos de degradabilidad largos. Conservan su forma y propiedades por mucho tiempo y algunos pueden reciclarse (P.E.N., 2019-2023).

Se denomina **Gestión integral de residuos sólidos urbanos** al conjunto de actividades y acciones desarrolladas en relación al manejo de residuos domiciliarios en una localidad, en cada etapa del proceso con el fin de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población.

Las primeras tres actividades (separación, almacenamiento, presentación para su recolección) son responsabilidad del generador de dichos residuos; las demás son competencia del municipio o del organismo encargado de la prestación del servicio (recolección, transporte, tratamiento y disposición final). (Jaramillo, 2002)

Es un sistema de manejo de los RSU basado en el desarrollo sostenible, que tiene como principal objetivo la reducción de los residuos generados y, por consiguiente, la disminución de basura enviada a disposición final. (P.E.N.,s.f.c.). En este aspecto, es importante que cada localidad desarrolle como parte de su política pública un Plan GIRSU que permita, por un lado, aplicar acciones en cada etapa del proceso en pos de cumplir los principios fundamentales de preservación y por el otro, registrar datos útiles para la toma de decisiones y nuevas acciones en caso de ser necesarias. En el Capítulo 10 – Recomendaciones se desarrolla un Plan para la localidad en estudio.

La **recolección diferenciada** o selectiva define el proceso de separación de los residuos en función de su posterior tratamiento o valorización (P.E.N., s.f.b.). Contempla días específicos para el retiro de los RSU en función de su origen, por ejemplo, inorgánicos, orgánicos, de patio (poda y jardín).

El **reciclaje** es un conjunto de actividades mediante las cuales determinados residuos son separados, clasificados y procesados, para convertirlos en nuevos productos o materia prima y reincorporarlos a un ciclo doméstico, comercial o industrial. De esta forma se previene el desuso de materiales potencialmente útiles, se reduce el consumo de materia prima y el uso de energía (Daza et al., 2011).

A partir del tratamiento de los residuos orgánicos pueden obtenerse distintos productos en función de su valorización: Biogás o compost.

Se reconoce al **biogás** como un gas combustible con características similares al gas natural, producido por las reacciones de biodegradación (fermentación) de la materia orgánica mediante la acción de microorganismos y otros factores en ausencia de oxígeno, que se genera

en medios naturales o en dispositivos diseñados para tal fin, como los biodigestores. (Esteve, 2012).

El biogás es “una fuente de energía ecológica y económicamente viable” y puede ser utilizado como combustible en cocinas, hornos y otros sistemas de combustión a gas debidamente adaptados (Esteve, 2012).

El **compost** o abono orgánico, es de acuerdo a INTI-INTA (2015) “un producto inocuo y libre de sustancias fitotóxicas (que puedan causar daño a las plantas), (...), que está constituido por materia orgánica estabilizada, con presencia de partículas más finas y oscuras”. Se obtiene al finalizar el proceso de compostaje, entendiéndose al mismo, como aquel “proceso biológico llevado a cabo por microorganismos de tipo aeróbico (presencia de oxígeno), bajo condiciones de humedad, temperatura y aireación controladas, que permiten la transformación de residuos orgánicos degradables en un producto estable”.

Se identifica a los rellenos sanitarios, confinamientos controlados y tiraderos a cielo abierto como **métodos de disposición final de la basura**, entendiéndose los mismos como aquellos lugares empleados para situar los residuos permanentemente (en algunos casos después de ser tratados). (Rivera Valdés, 2003)

Un **basural** a cielo abierto es un lugar donde se confinan los RSU sin ningún control ni tratamiento, por ello pueden encontrarse distintos tipos de residuos y tender a la acumulación incontrolada con los consiguientes riesgos de incendio, sanitarios y ambientales. (Rivera Valdés, 2003)

Los **vertederos controlados** son lugares donde se depositan los residuos que reciben algún tipo de tratamiento o almacenamiento y cuenta con algunas medidas de seguridad. (Rivera Valdés, 2003)

Un **relleno sanitario**, es una técnica de ingeniería utilizada para el confinamiento de los RSU. “Comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos sobre un lecho impermeable”, su cobertura con tierra para impedir la proliferación de vectores, y el manejo de gases y lixiviados, con el fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de las personas. (Daza et al., 2011).

3.2. Estado del arte

En relación con otras localidades y la gestión de residuos sólidos urbanos, se hallaron los siguientes estudios:

1) En su Proyecto Final de carrera Aduco y Maher (2023) buscan dar respuesta a dos problemáticas de la localidad de Herrera, de 2174 habitantes según censo 2022. Una de ellas, se vincula con el presente trabajo y es la erradicación del basural a cielo abierto, que llevaba funcionando más de 30 años en el mismo predio. La respuesta a la problemática fue un relleno sanitario municipal a pequeña escala y la creación de una planta de tratamiento y reciclaje de RSU para evitar el desecho de materiales que pueden ser aprovechables.

2) Avalos y Mettler (2019) proponen en su Proyecto Final de carrera una Planta de tratamiento de residuos sólidos ubicada a las afueras de Concepción del Uruguay (Entre Ríos). En temas de tratamiento y reciclaje, identificaron ideas innovadoras con el fin de darle valor agregado a los desechos y convertirlos en un nuevo producto final. Finalmente se inclinaron en relación a los residuos inorgánicos, por la elaboración de bolsas big bag (de plásticos y de pasta de papel) a partir de los desechos compuestos de estos materiales y por la clasificación y venta de vidrio y metal. Por el contrario, los orgánicos se separan para ser retirados por el municipio sin realizarles ningún tratamiento.

3) Rolando (2023) realizó su Trabajo Final de Especialización en Ingeniería Ambiental, sobre la GIRSU en la ciudad de Zárate. El trabajo persiguió dos objetivos. Por un lado, conocer el estado actual de los basurales y microbasurales que existen en el partido de Zárate y su evolución a lo largo de la última década para mejorar la situación ambiental. Por el otro, poner en conocimiento la identificación y evaluación de impactos del basural a cielo abierto, así como las medidas de mitigación previstas para la instalación de una Planta de Tratamiento Mecánico y Biológico (MBT).

4) En su tesis de grado Burquin (2018), realizó un Estudio de Impacto Ambiental con el fin de identificar y evaluar las modificaciones potenciales sobre el medioambiente físico, biológico y socio-económico que produciría la construcción de un Relleno Sanitario en la Ciudad de Berisso (Buenos Aires). Los datos e información publicada se utilizaron en algunos apartados de este proyecto.

5) Losa y Martínez (2019), en su proyecto final de carrera, confeccionaron un trabajo sobre la conformación de un consorcio y el diseño de un complejo ambiental GIRSU en departamento Las Colonias.

Estudiaron la problemática inherente a los RSU en un conjunto de localidades del departamento Las Colonias (Santa Fe) con el fin de presentar y desarrollar una alternativa de gestión, aplicando un abordaje integral y mejorando las condiciones sanitarias y ambientales actuales, de las pequeñas y medianas poblaciones comprendidas dentro del área de estudio. Proyectan como solución técnica un complejo ambiental regional que incluye obras de infraestructura para el procesamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos.

6) En el año 2002, Jaramillo, J. desarrolló en Lima – Perú, una Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales, planteando una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones. Desarrolla el tema de los RSU, sus características, los riesgos de una mala disposición, la GRSU, los rellenos sanitarios, tipos y diseño de los mismos. Se utilizó información publicada en este documento como base para cálculos en este proyecto.

Ejemplos de políticas públicas implementadas en otras localidades:

1) Planta de Tratamiento de la Comunidad regional de Calamuchita.

Díaz de Landa y Parmigiani de Barbará (2014) publican un documento sobre Sistemas de Gobernanza Interlocal para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (GRSU) en la Provincia de Córdoba: Calamuchita y Punilla.

Desarrollan el tratamiento de la política de GRSU en la totalidad del territorio de la Provincia de Córdoba, con respecto específicamente a la disposición final. La gestión deficiente de esta etapa constituye uno de los pasivos ambientales más pesados de la provincia, con sus secuelas de focos de enfermedades, incendios y contaminación paisajística. Presentan diversas experiencias locales y regionales en Córdoba, para luego profundizar los avances, dificultades y tendencias que se observan en los departamentos de Calamuchita y Punilla, con un abordaje de estudio de caso que les permite realizar deducciones significativas y generalizables.

En octubre de 2018, el gobierno de la provincia de Córdoba publicó una noticia donde manifiesta que la planta de residuos de Calamuchita es un modelo a replicar. Presenta resultados exitosos a nivel nacional, recibe RSU de 24 municipios (Córdoba provincia, 2018).

El presidente de la Comunidad Regional Calamuchita, Carlos Alesandri, expuso el trabajo de la *Planta Regional de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos que administra la Comunidad Regional* en el Congreso Internacional Gobierno y Servicios Públicos. La planta

de Calamuchita fue distinguida como una de las 100 experiencias exitosas de servicios públicos, junto a políticas públicas de otras provincias y países como Honduras, Guatemala, Uruguay y Canadá, entre otros.

Alesandri señaló que “tanto la administración como el sistema de disposición final de los residuos que se aplican en la planta la ponen como un modelo a replicar en otras regiones”, ya que permite “asegurar la protección adecuada del ambiente con el compromiso de todos los municipios y comunas de nuestro departamento”. A su vez, agregó que el esfuerzo conjunto es fundamental para que se obtengan los resultados esperados. “Esta política se articula con una fuerte campaña de concientización en las escuelas de la región, para que sean los más jóvenes quienes repliquen el mensaje a toda la sociedad”.

En referencia a tratamientos específicos para los diferentes tipos de residuos, se encontraron investigaciones interesantes relacionadas a la valorización de residuos orgánicos:

1) Camacho y Gatti (2023) realizan a través del programa Medio Ambiente, Contingencias y Desarrollo Sustentable de la Secretaría de Ciencia y Tecnología, una propuesta de valorización de RO mediante digestión anaeróbica a los residuos producidos en la zona norte de la Patagonia provenientes de dos fuentes (población y producción porcina). Dada la peligrosidad del residuo generado en la cría de porcinos, plantean la implementación de procesos descontaminantes, que disminuyan el impacto ambiental y transformen el residuo en compuestos con gran valor agregado. La digestión anaeróbica permite la transformación de estos residuos en biogás que puede utilizarse para producir energía calórica y eléctrica, mientras que el digerido puede destinarse a abono de suelos. Asimismo, comparan el proceso de compostaje con los resultados obtenidos en la digestión anaeróbica.

2) Aprovechamiento energético sustentable del biogás producido por la disposición de los RSU generados en Tafi Viejo, Tucumán – Argentina. (Martínez, 2020).

En este trabajo se estudió el aprovechamiento del potencial energético de los gases provenientes de la disposición de los RSU generados en el municipio de Tafi Viejo mediante tecnología de vertederos controlados. El municipio contaba en ese momento con una planta para tratar y comercializar residuos inorgánicos reciclables, pero los desechos orgánicos e inorgánicos no reciclados se trasladaban al centro de disposición final perteneciente al Consorcio Público Metropolitano (CPM).

Se evaluó el potencial energético del biogás producido por el componente inorgánico de degradabilidad rápida no tratado y el componente orgánico de los RSU. Se realizó una estimación de la producción de metano mediante el uso de modelos matemáticos y se calculó la energía eléctrica que puede generar. Los resultados obtenidos mostraron la potencialidad del vertedero para la producción de biogás y su aprovechamiento energético. También se plantearon alternativas de emplazamiento y acciones institucionales que propician proyectos de economía circular, aportando a la transformación del RSU en un activo sustentable.

3) Schneider (2022) elabora un Plan de Gestión Integral de los residuos verdes (originados en domicilios y en espacios públicos) de la ciudad de Santa Fe, Argentina.

La gestión de estos materiales representa un desafío debido al volumen y estacionalidad de generación. Sin embargo, sus características permiten la valorización como recursos de biomasa lignocelulósica. Partiendo de esta base, evalúa estrategias de intervención según la posición de actores relevantes y realiza un análisis multicriterio para seleccionar las alternativas tecnológicas de valorización más adecuadas.

Capítulo 4: GIRSU y TRATAMIENTO PARA LOS RSU

En esta sección se desarrolla el concepto, clasificación y tipo de RSU, los tratamientos que pueden ser aplicados a los desechos para valorizarlos y las características principales de cada método de disposición final.

4.1. Clasificación

Las particularidades de los RSU varían de acuerdo con los aspectos sociales, económicos, culturales, geográficos y climáticos de las comunidades. (Mansur y Penido Monteiro, 2006). Los residuos se pueden clasificar en función de sus características y origen o por su composición. En el capítulo 3, Marco Teórico se pueden apreciar los conceptos de Residuos, RSU, Residuos Domiciliarios, y la diferencia entre los Orgánicos e Inorgánicos. A continuación, se detalla la fuente y el lugar de generación de los RSU (Tabla 4.1), y se ejemplifican los tipos de residuos recuperables y biodegradables (Tabla 4.2).

Tabla 4.1.

Origen y lugar de generación de RSU

Fuente	Lugar de generación	Tipo de Residuos
Doméstica	Viviendas uni y multi familiares	Comida, papel, cartón, textiles, cuero, residuos de jardín, aluminio, metales, electrodomésticos. Pilas, baterías, aceites y residuos domiciliarios peligrosos
Institucional y comercial	Escuelas, hospitales, centros gubernamentales, cárceles. Tiendas, restaurantes, negocios en general, mercados, hoteles y talleres	Papel, cartón, metales, vidrio, comida, restos de jardín
Construcción y demolición	Obras públicas nuevas, de remodelación o ampliación	Tierra, escombros, madera, hormigón, hollín
Servicios Municipales	Limpieza de autopistas, carreteras, calles y jardines, parques y playas	Restos de basura, polvo y escombros
Plantas de tratamiento	Plantas de agua potable o aguas residuales	Lodos de tratamiento
Industriales (régimen especial ley 25612)	Empresas de fabricación de alimentos y de productos generales no incluidos en el resto de ítems.	Metales, plásticos, tejidos, fibras, maderas, vidrios, papel, cartones, chatarra, residuos de alimentos, cenizas, etc.
Agrícolas (considerados en la ley 24051)	Actividades agrícolas forestales o ganaderas y realizadas dentro del perímetro	Fertilizantes y productos agro-sanitarios, residuos de cultivos, bidones con restos de agroquímicos

Nota: obtenido del P.E.N. (2015) Gestión Integral de RSU.

Tabla 4.2.
Ejemplos de residuos orgánicos e inorgánicos

Tipo	Ejemplos	Características
ORGÁNICO	Restos alimenticios: café, yerba, huesos, carne, cáscaras de frutas, verduras, y huevo. Alimentos en mal estado.	Fácilmente degradables ante la actividad bacteriana
	Residuos de jardinería: pastos, ramas, hojas.	
	Algodón	
	Desechos de animales: pelo, uñas, plumas, excrementos	
	Maderas y material leñoso	
	Cartones	
INORGÁNICO	Papeles	Pueden ser reutilizados y reciclados
	Aluminio: latas de refrescos	
	Vidrios: botellas y recipientes	
	Metales	
	Gomas y Neumáticos	
	Plásticos: envases y objetos	
Otros: textiles, cerámicas, artículos de oficina, utensilios de cocina		

Nota: elaboración propia

Existe un porcentaje de residuos que corresponde sean tratados de forma diferencial por la composición de sus materiales (Figura 4.2). Entre ellos se encuentran los sanitarios u hospitalarios (papel higiénico, toallitas, pañales, ob, algodón, gasas, jeringas, medicamentos) y los especiales. Dentro de este último grupo se pueden mencionar: pilas y baterías, cartuchos de impresoras, envases de aerosoles, pesticidas e insecticidas, neumáticos, restos de pintura, disolventes, pegamentos, ropa, aceite y grasa, envases fabricados con mezcla de materiales, cápsulas de café. También se incluyen los electrodomésticos, ya que contienen refrigerantes, espumas aislantes y otras sustancias que son perjudiciales si se liberan a la atmósfera; y los RAEE's porque están compuestos de sustancias peligrosas como mercurio, plomo, cadmio, berilio y sustancias valiosas como oro, plata y platino.



Figura 4.2 - Residuos a tratar de forma diferencial.

Fuente: Organización Ambientech – Juntos hacia el desarrollo sostenible
<https://ambientech.org/itinerario-educativo-convierte-los-residuos-en-recursos>

En este trabajo se toman como referencia los residuos producidos en hogares solamente y su clasificación en orgánicos e inorgánicos. Esta categorización permite el aprovechamiento de los materiales si se separan correctamente y son depositados para su recolección en bolsas diferentes. Los inorgánicos: latas, plástico, cartón y tetra brik, secos, limpios y reduciendo el volumen (aplastando o comprimiendo). Los orgánicos son los de baño, verdes y cocina.

En el Decreto 779/22, reglamentario de la Ley de Gestión Integral de Residuos Domiciliarios N.º 25.916, se aprueba el código unificado de siete colores para la clasificación e identificación de fracciones de residuos domiciliarios. Se genera un estándar común para todo el territorio nacional y tiene como objetivo fomentar "la cultura ciudadana en la materia" y facilitar "la labor de la industria de valorización de residuos en todo el país": los residuos secos valorizables (verde), los considerados basura (negro), los residuos orgánicos valorizables (marrón), los plásticos (amarillo), los papeles y cartón (azul), los residuos de vidrios (blanco) y los de metales (gris). Al momento de la redacción de este informe, marzo de 2024, aún esta reglamentación no ha sido aplicada en la localidad en estudio.

4.2. Características:

Las particularidades de los RSU pueden variar de acuerdo con las estaciones del año, las épocas de lluvia, la etapa del mes y fechas especiales. Por ejemplo, en otoño, hay aumento de hojas; en verano, de envases de bebidas; cuando llueve incrementa la humedad de los residuos. En navidad/año nuevo, crece el consumo de materia orgánica y el embalaje (papel, cartón, plástico maleable). En épocas de vacaciones, disminuye la población en áreas no turísticas y viceversa. En lo que respecta a factores socioeconómicos, la tendencia es que hay mayor consumo a inicio de mes y los fines de semana. Asimismo, con los desarrollos

tecnológicos, se introducen materiales cada vez más livianos, lo que reduce el peso específico aparente de los residuos (Mansur y Penido Monteiro, 2006). Las características de los RSU se dividen en: Físicas, Químicas y Biológicas.

4.2.1 Físicas:

Tienen que ver con la composición de los residuos (Mansur y Penido Monteiro, 2006):

- a) *Generación Per Cápita*: relaciona la cantidad de RSU producidos diariamente con la cantidad de habitantes de la localidad.
- b) *Composición Gravimétrica*: hace referencia al porcentaje de cada componente en relación con el peso total de la muestra de residuos analizada. Los componentes más utilizados son: materia orgánica, plástico, metales, vidrio, tetrabrik, papel y cartón, madera, aluminio y textil.
- c) *Peso Específico Aparente*: es el peso de los residuos sueltos en función del volumen ocupado libremente, sin compactación de ningún tipo, expresado en kg/m^3 . Se utiliza para determinar los equipos e instalaciones necesarias (dimensionarlos).
- d) *Contenido de Humedad*: representa la cantidad de agua que contienen los residuos, se mide como porcentaje de su peso y varía especialmente en cuanto a la composición de los RSU.
- e) *Compresibilidad*: es el grado de compactación, es decir, la reducción de volumen que una masa de residuos sólidos alcanza al ser compactada. Sometido a una presión de 4kg/cm^2 , el volumen puede ser reducido de un tercio a un cuarto del volumen original.

4.2.2 Químicas

Esta información es importante para evaluar las opciones de procesamiento y recuperación. Ej. La viabilidad de la incineración. Se encuentran las siguientes características (Mansur y Penido Monteiro, 2006):

- a) Poder Calórico: indica la capacidad potencial que tiene un material de desprender determinada cantidad de calor al ser incinerado. El calor promedio de los RSU es de 3000 kcal/kg .
- b) Potencial Hidrógeno (pH): mide la acidez o alcalinidad de los residuos. Por lo general se sitúa en el rango de 5 a 7.
- c) Composición química: determina el contenido de cenizas, materia orgánica, carbono, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio.

- d) Relación Carbono/Nitrógeno: indica la proporción de carbono respecto a la proporción de nitrógeno en base seca, en función de la mezcla. Esta relación puede variar considerablemente y se vincula, además, con la descomposición de la materia orgánica de los RSU en los procesos de tratamiento y DF.

4.2.3. Biológicas

Están determinadas por la población microbiana y agentes patógenos. En conjunto con las características químicas, orientan la selección de los métodos de tratamiento y DF más adecuados. El conocimiento de este tipo de características se ha utilizado para desarrollar inhibidores de olor y retardadores/aceleradores de la descomposición de la materia orgánica. (Mansur y Penido Monteiro, 2006). A continuación, se detalla en la Tabla 4.3 las influencias que tienen las características de los residuos, en la limpieza urbana:

Tabla 4.3.

Influencia de las características de los residuos en la limpieza urbana

Característica	Importancia/ sirve para
Generación per cápita	Estimar la cantidad de residuos a recolectar y disponer; y para proyectar el dimensionamiento de los vehículos y maquinaria.
Composición gravimétrica	Determinar los procesos a ser aplicados. Las fracciones reciclables para comercializar y la materia orgánica para digestión anaeróbica o producir compost.
Peso Específico Aparente	Dimensionar la flota de recolección y los contenedores móviles/estacionarios.
Contenido de Humedad	Determinar la influencia sobre la velocidad de descomposición de la materia en el proceso de compostaje y sobre el cálculo de la producción de percolado. También se vincula con el poder calórico y peso específico aparente de los RSU.
Compresibilidad	Proyectar los vehículos recolectores y estaciones de transferencia con compactación de residuos.
Poder calórico	Dimensionar instalaciones de procesos de tratamiento térmico
pH	Establecer el tipo de protección contra la corrosión de los residuos recolectados, a ser aplicados en vehículos, maquinaria, contenedores. Importante indicador del proceso de descomposición de los RSU en las unidades de tratamiento y DF.
Composición química	Determinar el potencial de riesgo de los RSU para la salud humana y el medio ambiente y a seleccionar la forma más adecuada de tratamiento de los RSU.
Relación C/N	Evaluar el desarrollo de procesos de compostaje y establecer la calidad del compost producido o biodigestión.
Biológicas	Determinar el riesgo sanitario de algunos RSU. Identificar inhibidores de olores y aceleradores y retardadores de la descomposición de la materia orgánica contenida en los RSU.

Nota: información obtenida de Mansur y Penido Monteiro (2006), páginas 63 y 64.

4.3. Problemática asociada a los RSU

El Estado es el encargado de velar por los servicios y bienes de los ciudadanos (salud, educación, ambiente). La gestión de los residuos es importante que cuente con una regulación para que se lleve a cabo de una manera unificada y ordenada. Esto permite coordinar y supervisar las actividades a nivel local y nacional, en conjunto con otros actores sociales. A su vez, tener una visión sistémica del problema posibilita considerarlos una oportunidad de desarrollo. (Rojas Aguilera et al., 2006)

Según un grupo de investigadores de la Universidad Nacional de Mar del Plata, el tratamiento de residuos “se ha centrado en un único aspecto: la eliminación, ya sea a través de basurales, rellenos sanitarios y en algunos casos, de incineradores”. Sin embargo, estas soluciones, son el último eslabón en la cadena de gestión de los desechos y “no tienen en cuenta la necesidad de reducir el consumo de materias primas y de energía, y plantean riesgos para el medio ambiente y la salud de las personas” (Bertolotti et al., 2016).

La gestión de los residuos por parte de los ciudadanos finaliza luego de sacarlos a la vereda para su recolección municipal. Sin embargo, el desafío para los gobiernos locales comienza antes de este suceso, en la generación. Por eso sería apropiado que se lleven a cabo políticas públicas en todas las etapas de la GIRSU y campañas de sensibilización, que permitan por un lado hacer consciente el consumo y por el otro, que ejemplifiquen cómo realizar la separación, con el fin de fomentar la reducción en origen y la valorización de los residuos sea posible.

Existen localidades donde se cuenta con una recolección diferenciada y un sitio destinado a la separación, acopio y armado de fardos de residuos que pueden ser utilizados como materia prima de otro proceso. En esas poblaciones la fracción de residuos que llega a los Centro de Disposición Final (CDF), es menor (P.E.N., s.f.a).

Sin embargo, el problema crece cuando son depositados en lugares sin ningún tipo de control ni medidas de mitigación de impactos sobre el ambiente y la salud de las personas.

La disposición final de residuos presenta varios desafíos y merece un abordaje integral por ser un problema de múltiples aristas, donde se concentran inequidades geográficas y socioeconómicas, serios riesgos ambientales y sanitarios y falta de gestión sostenible de los recursos. Es fundamental el tratamiento diferenciado y controlado como estrategia de promoción de la economía circular, para reducir el volumen de los desechos y sus efectos contaminantes, fomentar la inclusión social y fortalecer el trabajo de los recuperadores (P.E.N., s.f.a).

4.4. GIRSU

La incorrecta disposición final de los RSU se entiende como un problema de alcance nacional. El Gobierno argentino elaboró la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU), en el año 2005, como eje para llevar a cabo una política pública ambiental, aspirando a que la misma fuese implementada en todo el país, en fases de corto, mediano y largo plazo, dentro de un horizonte temporal establecido en veinte años (2006 – 2025).

La Estrategia está basada en el criterio de integralidad (reducción en origen, separación domiciliaria, recolección y transporte, transferencia y regionalización), procesamiento (reciclado de inorgánicos, compostaje de orgánico y otros) y centros de disposición final. Se desarrolló en articulación con provincias y municipios, para promover el saneamiento ambiental y la optimización de recursos garantizando una gestión moderna y eficiente de los RSU, bajo el paradigma de la economía circular (Figura 4.3). (P.E.N., s.f.a.).

El plan contempla:

- Construcción de centros ambientales y otros proyectos relacionados con el tratamiento de residuos de manera controlada.
- Adquisición de equipamiento y productos básicos para optimizar la gestión de los residuos sólidos urbanos a nivel local y para mejorar las condiciones laborales de recicladores urbanos.
- Cierre y saneamiento de los basurales a cielo abierto no operativos.
- Fomento a la separación en origen, el reciclado, la reutilización y la valorización de los residuos para convertirlos en insumos de los procesos productivos.
- Promoción y apoyo técnico para el desarrollo de normativas y acciones tendientes a garantizar la sostenibilidad de los proyectos a través de legislación local, sistemas de recolección diferenciada, inclusión social y campañas de educación y concientización.



Figura 4.3 – Mapa de actores asociados a la GIRSU

Fuente: Buenos Aires Provincia (2023)

https://www.ambiente.gba.gob.ar/imagenes/rucec/011_rs_u_guia_giirsu_feb23.pdf

4.4.1. Etapas del proceso

4.4.1.1. Generación

Hace referencia a producir residuos como consecuencia directa de cualquier tipo de actividad desarrollada por el hombre, prácticas de consumo cotidiano en hogares, oficinas, mercados, industrias, hospitales (P.E.N., s.f.b).

Actualmente la sociedad genera gran cantidad y variedad de desechos y como consecuencia, surge la necesidad de recolectar, tratar y disponer apropiadamente. En esta fase es fundamental la conciencia a la hora de consumir y producir. La minimización de residuos generados implica la reducción de desechos a disponer.

El *acondicionamiento de los residuos* en la vía pública (fuera de los hogares y en diversos sectores de la localidad) es otro aspecto por considerar. Significa prepararlos para la recolección en los recipientes que se instalan para que los transeúntes depositen desechos de forma sanitariamente adecuada de acuerdo con el tipo y con el objetivo de mantener las condiciones de higiene y limpieza de la ciudad. Se usan recipientes de los más diversos: tarros metálicos o de plástico, bolsas de plástico, cajones de madera o cajas de cartón. Deben cumplir con algunas características: ser herméticos, (para evitar que se desparramen los residuos), seguros (para impedir que elementos cortantes, lesionen a los usuarios o recolectores), económicos y fáciles de vaciar (Mansur y Penido Monteiro, 2006).

4.4.1.2. Recolección

Esta actividad consiste en retirar y cargar en los vehículos recolectores, los residuos acondicionados por el generador y dispuestos en los sitios indicados, para encaminarlos a una estación de transferencia, unidad de tratamiento o al lugar de disposición final (P.E.N., s.f.b). Por lo general la recolección de RSU está a cargo del organismo municipal responsable de la limpieza urbana. El servicio puede ser propio, de empresas concesionarias o bajo contrato de tercerización. Es importante que tenga lugar regularmente, los mismos días de la semana y hora y difundirlo ampliamente; así los ciudadanos se habitúan a sacar los residuos frente a los inmuebles poco antes de que el vehículo recolector pase (Mansur y Penido Monteiro, 2006). Asimismo, es preciso que las rutas de recolección minimicen los recorridos improductivos.

Los vehículos de recolección más utilizados son de dos tipos: compactadores (de carga trasera o lateral - Figura 4.4) y sin compactación (con caja cerrada). En ciudades donde la densidad demográfica es baja, se suelen usar los camiones volquete de caja abierta convencionales (Figura 4.5) o tractores agrícolas, que remolcan carros volquetes de 2,5 m³ de capacidad, cuya caja es de acero o madera. (Mansur y Penido Monteiro, 2006).



Figura 4.4: Vehículo de Recolección compactador
Fuente: Municipalidad de Rafaela



Figura 4.5: Vehículo de Recolección tipo volquete tradicional
Fuente: Diario Clarín, 2019.

https://www.clarin.com/zonales/camiones-recolectores-buscan-2020-clasifique-basura-mitad-san-martin_0_70ktAca1.html

4.4.1.3. Separación, procesamiento y transformación

“Las plantas de tratamiento son instalaciones a las cuales llegan los residuos provenientes de la recolección para su clasificación sea ésta diferenciada o no”. (P.E.N., s.f.b). Se selecciona el contenido del material entrante y el rechazo se prepara para su disposición final. En el caso de los residuos inorgánicos, se aíslan las fracciones recuperables, y el material para reutilizar o reciclar se prepara para su posterior venta o ingreso a nuevos procesos productivos. La separación y el tratamiento (físico y biológico) de la FORSU (Fracción Orgánica de los RSU) es una forma de recuperar y valorizar materia orgánica. Los procedimientos más difundidos son el compostaje, con digestión aeróbica y la biodigestión, con digestión anaeróbica. El primero, a partir de plantas de distintas escalas, domiciliarias o comunitarias. En el segundo, se requiere tecnología de equipamiento, controles con cierta complejidad y costos que se justifican cuando el producto obtenido (biogás) es aprovechado como combustible o generador de energía eléctrica. (Marozzi y Passardi, 2023).

4.4.1.4 Transferencia y transporte

Las estaciones de transferencia son instalaciones donde los residuos de los vehículos recolectores son transferidos a equipos de transporte de gran capacidad de carga, encargados de llevar los residuos a la planta de tratamiento o al centro de disposición final. (P.E.N., s.f.b). Se utilizan en lugares en los que la generación de residuos es elevada. Se instalan cerca de la generación masiva de residuos para que los camiones recolectores llenos descarguen y regresen rápidamente a continuar su ruta de recolección. (Mansur y Penido Monteiro, 2006).

El transporte comprende el traslado de los residuos entre los diferentes sitios comprendidos en la gestión integral.

4.4.1.5 Disposición final

Es la última etapa en el manejo de los RSU, hace referencia al conjunto de operaciones destinadas a lograr el confinamiento permanente de los residuos producto de las fracciones de rechazo inevitables resultantes de los métodos de valorización adoptados; en sitios e instalaciones especialmente destinados para tal fin. (Santa Fe provincia, 2023) (P.E.N., s.f.b).

Es uno de los problemas más difíciles de resolver. La solución adquirida a nivel mundial es el enterramiento, a partir de basurales a cielo abierto, verteros controlados o rellenos sanitarios. Sin embargo, cuando el presupuesto es reducido, el sistema de limpieza urbana prioriza la recolección de residuos y la limpieza de la vía pública antes que la DF (P.E.N., s.f.b).

A continuación, se detalla cada una de estas técnicas.

4.4.1.5.1. Basurales a Cielo Abierto

Es una de las prácticas más antiguas que ha utilizado el hombre para tratar de deshacerse de los residuos que él mismo produce en sus diversas actividades. Los desechos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. (Jaramillo, 2002). Al carecer de medidas de seguridad y de impermeabilidad en los suelos donde se sitúan, tampoco cuentan con “la distancia adecuada respecto de las napas freáticas, los cursos de aguas superficiales, los centros urbanos u otras áreas susceptibles de recibir los impactos derivados de estas instalaciones”. (P.E.N., s.f.a).

Por esto, pueden producirse alteraciones en la salud de la población y en el medio ambiente. Los riesgos en la salubridad de las personas pueden ser directos o indirectos. Los primeros, son ocasionados por el contacto estrecho con los residuos y hace referencia a lesiones, lastimaduras en la espalda, hernias, heridas, enfermedades respiratorias y en la piel. Entre las personas más expuestas se encuentran los recolectores (informales o del servicio) y los separadores de residuos, que son quienes manipulan los desechos. Los segundos, se refieren a enfermedades transmitidas por los animales conocidos como vectores (moscas, mosquitos, ratas y cucarachas), que son portadores de microorganismos y se extienden a toda la población. Pueden ocasionar desde diarreas hasta cuadros severos de tifoidea u otras dolencias de mayor gravedad. Tiene influencia en este aspecto, el uso inapropiado o falta de los elementos de protección. (Jaramillo, 2002)

Los efectos sobre el ambiente son:

- Contaminación del agua

Cuando su composición se ha modificado, de modo que se vuelve peligrosa para el consumo, la industria, pesca, agricultura. (Calcagno *et. al*, s.f.)

Se identifican dos tipos: de aguas superficiales y de aguas subterráneas. En el primer caso, el vertido y acumulación de basura (Figura 4.6), incrementa la carga orgánica, disminuye el oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos (P.E.N., s.f.a). Además, aumenta los nutrientes y algas que dan lugar a la eutrofización en los lagos y lagunas (Figura 4.7). En el segundo caso, aguas subterráneas, la contaminación se produce debido a la percolación de los lixiviados generados por la descomposición de los residuos depositados sobre la superficie. (P.E.N., s.f.a).



Figura 4.6: Contaminación en aguas superficiales.
Fuente: Radio Pacú – Cuenca Matanza Riachuelo (11-06-21)
<https://radiopacu.com.ar/2021/06/11/aprueban-credito-para-el-saneamiento-de-la-cuenca-matanza-riachuelo/>



Figura 4.7: Eutrofización en aguas superficiales.
Fuente: Radio - Agencia Faro, Córdoba (2020)
<https://agencia.farco.org.ar/noticias/cordoba-alerta-por-la-contaminacion-de-rios-y-lagos-con-materia-fecal/>

- Contaminación del aire.

Causado por la quema de los residuos de forma espontánea o intencional, y el humo que ello genera (Figura 4.8). Entre las consecuencias aparecen la reducción de la visibilidad, irritaciones nasales y de la vista, afecciones pulmonares, malos olores.



Figura 4.8: Contaminación del aire a causa de la quema de residuos.
Fuente: propia

- Contaminación del suelo y deterioro estético.

El suelo se daña por los distintos componentes que constituyen los residuos depositados sin ningún control. A largo plazo, esto trae aparejado la imposibilidad de su uso para construir, cultivar o albergar un ecosistema sano. El término deterioro estético se refiere a una desvalorización significativa del terreno y áreas vecinas producto del abandono y acumulación de los RSU a cielo abierto.

4.4.1.5.2. Vertederos controlados

“Son instalaciones diseñadas y operadas de manera que se controlen y minimicen los impactos ambientales negativos”. Pueden ser subterráneos o situarse en una superficie y son lugares donde se efectúan medidas específicas para que la repercusión que tengan los residuos en el ambiente sea mínima (reducir la emisión de gases peligrosos a la atmósfera y prevenir la contaminación del suelo, el agua y el aire). (Santa Fe provincia, 2023).

4.4.1.5.3. Rellenos sanitarios

“Es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura” (Jaramillo, 2002). Esta técnica es una obra de ingeniería diseñada especialmente para disponer residuos de manera segura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen, preservando los recursos suelo, agua y aire. (Buenos Aires Ciudad, s.f.; Jaramillo, 2002). “Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica”. (Jaramillo, 2002)

Como todo proyecto de ingeniería, contempla varios pasos para lograr su ejecución. En primera medida, la planificación, el diseño y la duración del relleno, estudiar las características naturales del lugar: suelo, pendientes, vientos, lluvias, napas de agua, adaptarse y cumplir las normas y legislación vigente para su construcción. En segundo lugar, analizar aspectos del espacio y emplazamiento como localización, accesibilidad, servicios disponibles, distancia a centros urbanos” (Buenos Aires Ciudad, s.f.; CEAMSE, 2012).

En la etapa de **diseño y construcción** se prepara el terreno para aislar totalmente los residuos y evitar el contacto con el suelo. También se realiza el tendido de cañerías para recolección y tratamiento de líquidos percolados (lixiviado). Se plantea el método de recolección y quema (o aprovechamiento) del biogás; el sistema de drenaje y canalización de las aguas pluviales; el monitoreo ambiental, topográfico y geotécnico; la playa de acopio de

materiales y se determinan las unidades de apoyo: cerca y barrera vegetal; caminos de acceso y servicio; balanza para camiones y sistema de control de residuos; garita de entrada y oficinas administrativas; taller mecánico y gomería. (CEAMSE, 2012).

Luego, se prepara el **módulo**, es decir, una unidad de diseño cercada perimetralmente por un terraplén de cerramiento y circulación, por donde transitan los vehículos recolectores. El manto de suelo vegetal se retira para acopiarlo, y usarlo posteriormente como cobertura final. Se prepara el terreno, paredes y base. (Figura 4.9). Se reconoce como alternativa de impermeabilización, el uso de geomembrana bentonítica (revestimiento con capas de geotextiles que encapsulan un núcleo de arcilla de bentonita natural) y la mezcla de suelo-arcilla bentonita.



Figura 4.9: Preparación del módulo
Fuente: RIA – UTN, FRLP. Burquin, 2018

El diseño y construcción de las bermas y drenaje en el interior del módulo, debe ser tal que se logre una separación efectiva de las aguas de lluvia de los líquidos lixiviados y minimizar al máximo el volumen a tratar. (Figura 4.10). La gestión de lixiviados es clave para eliminar el potencial contaminante de acuíferos subterráneos que tiene un Relleno Sanitario. Las características de los lixiviados varían de acuerdo con la composición de los residuos allí depositados. El tratamiento depende del tipo de contaminante que hay que separar y se puede realizar mediante procesos biológicos, químicos o por operaciones físicas.

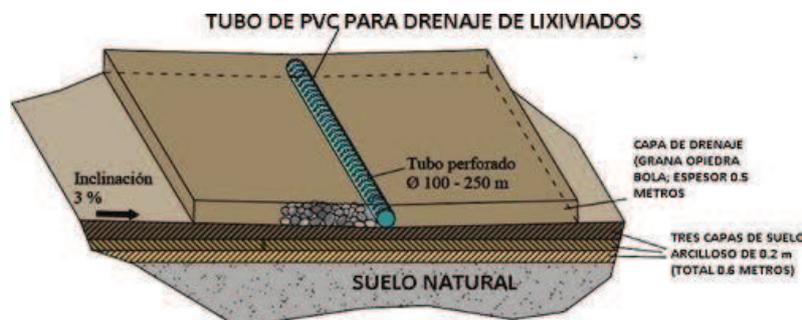


Figura 4.10: Sistema de drenaje interno para lixiviados con tubería de PVC
Fuente: RIA – UTN, FRLP. Burquin (2018)

Los sistemas de manejo de gases (recolección y quema o aprovechamiento del biogás) se emplean para para reducir las emisiones atmosféricas, los olores indeseables, la migración subsuperficial del gas, y para permitir la recuperación de energía a partir del metano o para disminuir la emisión de contaminantes dañinos a la atmósfera, quemado bajo condiciones controladas. (Figura 4.11) (Burquin, 2018).

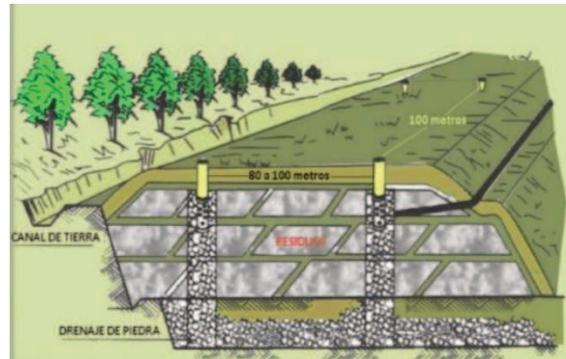


Figura 4.11: Sistema de drenaje de gases
Fuente: RIA – UTN, FRLP. Burquin, (2018)

Los **sectores** son subdivisiones del módulo mediante terraplenes de menor altura. Las **celdas** surgen de la división de los sectores en unidades menores. Están circundadas en alguno de sus lados por bermas removibles, con el objeto de mantener los líquidos lixiviados encerrados y evitar que entren en contacto con el agua de lluvia. (CEAMSE, 2012).

En la fase de **Operación** se depositan los RSU en las celdas, se distribuyen y compactan para ahorrar espacio y lograr la estabilidad del relleno. Comienza la labor en la celda 1 del primer módulo, en el que se depositan los residuos de cada día y se compactan. Cuando el diseño de la obra lo requiere, se cubre la celda con una capa de tierra o material bioestabilizado. Este procedimiento se repite por día, hasta completar toda la celda, y el total de estas, hasta concluir con el primer nivel. Luego se procede a empezar el segundo nivel en la celda 1 y así, hasta concluir con el nivel 2. Al alcanzar el volumen total de residuos para el que se diseñó cada módulo, comienza la etapa de cierre. Se colocan cañerías para la extracción y monitoreo del biogás y se realiza la cobertura final con suelo vegetal. (CEAMSE, 2012).

Una vez clausurado, **post cierre** (cuando finaliza la vida útil del relleno), se debe controlar el terreno (por asentamientos y derrumbes), realizar mantenimiento de la cobertura vegetal que va surgiendo y en las vías de acceso e infraestructura. A su vez, continuar con los trabajos de extracción de gases y líquidos. El sitio se deja estabilizar por un período de 6 a 10

años. Luego pueden ser acondicionados y utilizados como espacios verdes: parques de recreación o jardines botánicos. Queda prohibida la construcción de obras pesadas y la instalación de poblados.

Existen diferentes tipos de Rellenos Sanitarios: mecanizado, semi-mecanizado y manual. El primero, es utilizado en poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias de RSU. La operación requiere de maquinaria pesada. El segundo, cuando es preciso disponer entre 16 y 40 toneladas diarias. Es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual para lograr una correcta compactación de la basura y dar mayor vida útil al relleno. El tercero, es adaptado para las comuniquen producen menos de 15 toneladas diarias. El trabajo de compactación y confinamiento de los RSU se realiza con algunas herramientas y una cuadrilla de hombres. La estabilidad del cuerpo de basura no permite alturas elevadas, por eso se necesita una mayor área de disposición (Jaramillo, 2002). Generalmente se usan tres métodos de construcción:

Método de trinchera o zanja: Se emplea cuando las características del suelo y la profundidad de las napas freáticas permiten realizar excavaciones (Figura 4.12). Se recomienda para regiones planas y con suelos que tengan buenas características cohesivas, lo que permite incrementar la inclinación de los taludes sin peligro de desmoronamientos. (Mansur y Penido Monteiro, 2006). Los RSU se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego ser compactados y cubiertos.

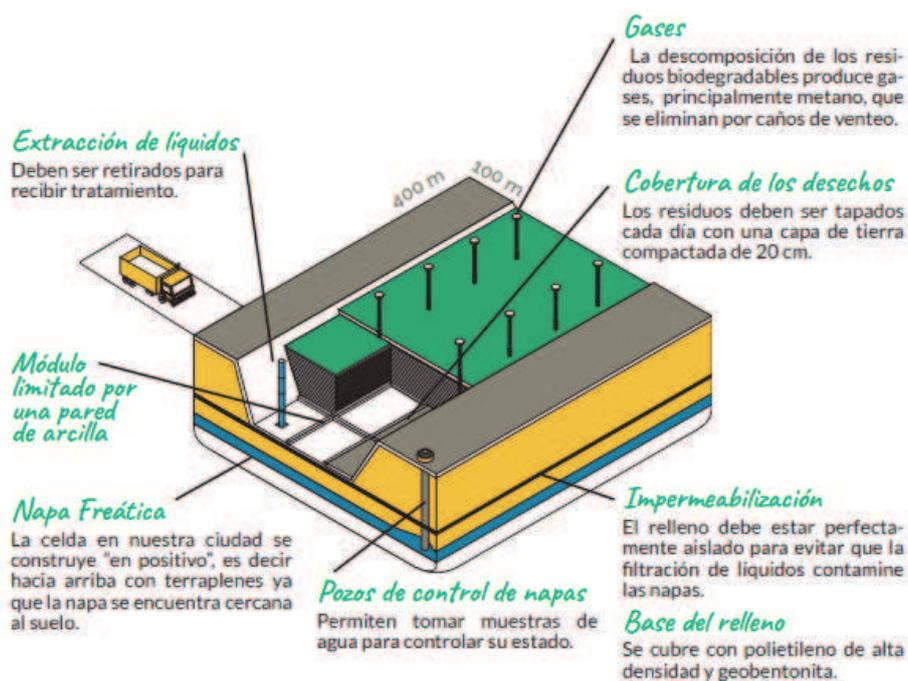


Figura 4.12: Partes del método de trinchera o zanja
Fuente: Instituto para el Desarrollo Sustentable - Rafaela

Método de área: Es la técnica más adecuada en áreas planas, donde resulta imposible realizar excavaciones profundas (2 o 3 metros) por la presencia de napas freáticas o porque las características del suelo lo imposibilitan (Figura 4.13). Los RSU se depositan directamente sobre el suelo original, con previa impermeabilización del terreno (Jaramillo, 2002).

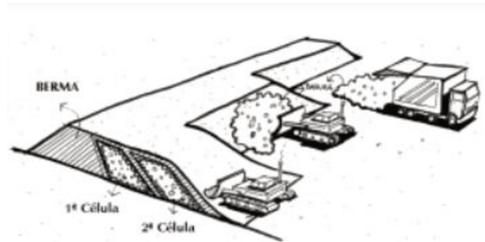


Figura 4.13: Método de área
Fuente: Mansur y Penido Monteiro (2006), página 224

Método de rampa: Se utiliza cuando el área es plana, seca y con tipo de suelo adecuado para ser usado como material de recubrimiento. La existencia de un terraplén natural en el que se apoyan las células da nombre al método (Figura 4.14).

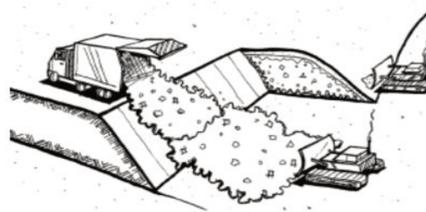


Figura 4.14: Método de rampa
Fuente: Mansur y Penido Monteiro (2006), página 223

Método Combinado: empleado cuando los rellenos sanitarios son muy grandes, se construyen sobre grandes extensiones donde se encuentran muchas formas de terrenos (Figura 4.15).

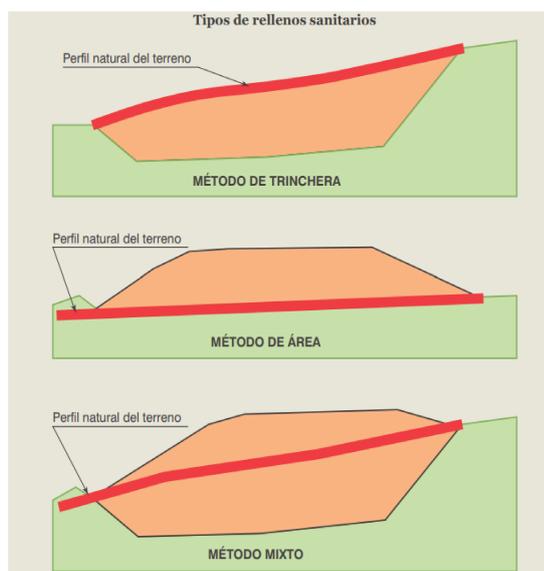


Figura 4.15: Tipos de Relleno Sanitario
Fuente: Castillo y Hardter (2014), página 91

Este método de disposición final de los residuos presenta las siguientes **ventajas**: recibe todo tipo de RSU que llegaron al final de su vida útil, bajo costo de operación y mantenimiento, se necesita mano de obra poco calificada; resulta una fuente alternativa de energía (si se aprovecha el gas metano) y es flexible, puede recibir mayores cantidades de residuos con poco incremento de personal. Dentro de las **limitaciones** se pueden mencionar: dificultad en la adquisición del terreno porque debe estar ubicado lejos de la población, posible transformación en un basural si no existe una correcta operación y mantenimiento, no se permiten construcciones futuras en el lugar, los predios aledaños pueden devaluarse y es preciso realizar un monitoreo continuo una vez clausurado (Jaramillo, 2002).

4.4.1.5.4 Recuperación de Basurales

Se han explicado anteriormente los motivos por los cuales los basurales son una forma inadecuada de DF de los residuos. Es por ello, que algunas localidades tienden a recuperar las áreas degradadas por los vertederos, para contener esos impactos y restablecer las condiciones de salubridad del lugar.

Una forma de restauración es la recogida de todos los residuos y su transferencia a un relleno sanitario o nuevo lugar de DF. Luego recuperar el área excavada rellenándola con suelo natural de la región. En la práctica, no es económicamente factible y muchas veces imposible por las características físicas propias del lugar. Por eso, es preciso definir estratégicamente cómo será esa recuperación. Si a partir del momento en que se cierran las operaciones de vertido de residuos en el lugar o si será recuperada el área, de modo tal, que pueda continuar recibiendo carga de residuos, sobre bases sanitaria y ambientalmente adecuadas (Mansur y Penido Monteiro, 2006).

En ciudades con bajos recursos es recomendable que se agrupen las inversiones en recuperación del entorno, con la creación de infraestructura de servicios y protección ambiental en el mismo lugar y continuar disponiendo los residuos en condiciones sanitarias. Por un lado, esto evita que se produzca un impacto negativo en una nueva área virgen antes de agotar la capacidad (vida útil) del basural. Por el otro, garantiza la disponibilidad de recursos, maximizando los resultados sanitarios, ambientales, técnicos, operativos y económicos. Por lo que se debe tratar de aprovechar el área del basural o terreno contiguo para implementar un nuevo sistema de DF (Mansur y Penido Monteiro, 2006).

4.4.2. Procesos que se aplican a los RSU

Una vez recolectados y antes de ser depositados en el CDF, los RSU pueden ser sometidos a procesos que produzcan beneficios técnico-operativos, económicos y sanitarios, con el fin de reducir la cantidad y potencial contaminante (Mansur y Penido, 2006). Si son separados de acuerdo a sus características en orgánicos e inorgánicos, es posible reutilizarlos, reciclarlos o transformarlos en material inerte o biológicamente estable. En el caso de los residuos biodegradables, se puede conseguir compost o biogás. En cambio, los residuos recuperables pueden venderse si fueron seleccionados y acondicionados para su uso como materia prima en nuevas industrias.

Los procesos que se aplican son (Mansur y Penido, 2006):

- Mecánicos: clasificación, trituración o compactación.
- Térmicos: incineración, pirólisis.
- Biológicos: Aeróbico y Anaeróbico

4.4.2.1. Tratamiento de residuos biodegradables

Se han mencionado en el marco teórico productos que pueden ser obtenidos a partir de los residuos orgánicos: compost y biogás. Luego de leer material complementario y un artículo del Diario Perfil, del 12 de agosto de 2020, con recomendaciones útiles para su elaboración, se suman nuevos conceptos e información relacionada.

4.4.2.1.1. Compost

Es una práctica sencilla que permite transformar los residuos orgánicos en tierra fértil (humus) para las plantas y un fertilizante natural el lixiviado o humus líquido. El primero hace referencia a la materia orgánica homogénea, de color oscuro y totalmente bioestabilizada que al ser aplicada al suelo mejora sus características físicas y permite la aireación de las raíces y la retención de agua y nutrientes, que son absorbidos por las plantas. El segundo, es un producto fluido de color pardo que sirve como fungicida e insecticida y se lo puede aplicar directamente o diluido con agua a las hojas, tallos o raíces. (Diario Perfil, 2020; Mansur y Penido Monteiro, 2006).

El compostaje es el proceso natural de degradación biológica de materiales orgánicos de origen animal y vegetal, por la acción de microorganismos. Puede ser (Mansur y Penido Monteiro, 2006):

- Anaeróbico: la degradación se hace por medio de microorganismos que viven en ambientes sin oxígeno, tiene lugar a baja temperatura, exhala olor fuerte y molesto, y tarda más tiempo hasta que la materia orgánica se estabiliza.
- Aeróbico: la degradación se realiza por microorganismos que sólo viven en ambientes que contienen oxígeno. La temperatura puede llegar hasta los 70°C, los olores no son molestos y la degradación es más rápida.

Etapas:

Según la temperatura generada durante el proceso se reconocen tres etapas principales y una de maduración, de duración variable (Martínez et. al, 2013):

1. *Fase Mesófila*. la temperatura aumenta hasta los 45°C, dura pocos días (entre dos y ocho).
2. *Fase Termófila o de Higienización*. el material alcanza temperaturas mayores a 45°C, puede durar desde unos días hasta meses según el material de partida, las condiciones climáticas del lugar y otros factores. Da lugar a un producto higienizado.
3. *Fase de Enfriamiento o Mesófila II*. la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C, requiere de varias semanas.
4. *Fase de Maduración*. Donde permanece la masa hasta su bioestabilización. Tiene lugar la humificación y mineralización de la materia orgánica.

Los controles que deben realizarse al compost son: de calidad, patógenos, indicadores de estabilidad y madurez.

Factores que influyen:

Los residuos orgánicos domiciliarios contienen naturalmente diversas poblaciones microbianas constituidas por bacterias y hongos que degradan secuencialmente la materia orgánica durante cada una de las fases del compostaje. En general, decrece al aumentar la temperatura y vuelve a incrementarse una vez que desciende. (Mansur y Penido Monteiro, 2006; Rivero, 2014)

Los microorganismos son elementos clave en el proceso y pueden afectarlo tanto positiva como negativamente. Beneficiosos son los que biotransforman la materia orgánica en presencia de oxígeno y conducen a la obtención de compost de calidad, es decir, los degradadores de compuestos contaminantes y aquellos que ejercen actividad antagónica frente a patógenos. (Rivero, 2014) Los perjudiciales son los implicados en la generación de olores (por falta de oxígeno) y los patógenos, como salmonellas y estreptococos. Estos últimos no sobreviven a temperaturas superiores de 55°C durante más de 24 horas, por lo que son eliminados debido al calor generado en el proceso biológico. El compost se airea revolviendo

el material con palas, máquinas especiales o manualmente con varios utensilios. (Mansur y Penido Monteiro, 2006). También mediante mecanismos de aireación forzada.

De acuerdo con lo publicado en el Manual de Compostaje Del Agricultor, Experiencias en América Latina los factores que influyen internamente y deben controlarse durante el proceso de compostaje son el oxígeno o aireación, la humedad de sustrato, el tamaño de las partículas, la relación Carbono-Nitrógeno (C:N), el pH y la temperatura. Externamente, depende de las condiciones ambientales, el método utilizado y las materias primas empleadas. (Martínez et. al, 2013).

La calidad es reglamentada en base a parámetros establecidos por instituciones públicas de cada país. Debe ser sometido periódicamente a análisis fisicoquímicos para garantizar el nivel mínimo de calidad establecido. (Mansur y Penido Monteiro, 2006)

Técnicas de compostaje

“Los sistemas de compostaje se diferencian por la forma de incorporación del aire, el control de la temperatura, la mezcla o el volteo del material y la duración del proceso”. (Rivero, 2014). Existen dos métodos para realizar compost: sistemas abiertos y cerrados, diferentes en función del material a compostar con respecto al exterior. La selección del tipo depende de los recursos disponibles, el volumen de residuos a procesar y las condiciones ambientales.

El proceso de aireación tiene lugar pasivamente (aireación natural) o por movimiento forzado de aire (por inyección o succión de oxígeno). En el primer caso por viento, convección térmica y difusión molecular (siempre que exista una diferencia de concentración entre dos medios, es muy lento y tiene un efecto escaso en las pilas). En el segundo, el aire se suministra mecánicamente de forma continua o intermitente, mediante ventiladores o a través de la aspiración de aire que se mueve por los materiales que se están compostando. “El calor generado durante el proceso del compostaje aumenta la temperatura de los gases presentes en los materiales, disminuyendo su densidad”. (Rivero, 2014).

Los **sistemas abiertos** realizan el compostaje natural, al aire libre (Figura 4.16). Suelen ser de tecnología sencilla y bajo costo, se utiliza cuando hay una cantidad abundante y variada de RO. Luego de la fragmentación de los residuos, se acomoda la mezcla de las materias primas en largas pilas en forma semejante a pirámides alargadas que deben ser aireadas o volteadas regularmente. El lugar de las pilas debe ser plano, estar bien compactado y con pendiente para que escurran las aguas pluviales y los lixiviados. Allí permanece la masa hasta su bioestabilización y una vez biológicamente estable, el material se refina en una criba y está listo para ser usado. (Mansur y Penido Monteiro, 2006; Rivero, 2014).

Existen dos grandes tipologías:

- Hileras con volteo: los materiales se agrupan en filas de aproximadamente 25 metros de longitud, con una sección transversal triangular o trapezoidal, con una altura entre 1 y 3 metros y una base con un ancho de 2 a 4 metros. Se voltean mediante maquinaria adecuada (Rivero, 2014). El volteo mezcla y combina los materiales, homogeneizándolos; libera los gases y el calor, distribuye el agua, los nutrientes y los microorganismos e intercambia material de la superficie con el material más caliente y pobre en oxígeno.

- Pilas estáticas aireadas: el material se agrupa en pilas de dimensiones semejantes a las de las hileras con volteo y se disponen sobre plataformas con sistema de ventilación por tubos, conectados a un sistema que aspira o insufla aire a través de la pila (Rivero, 2014).



Figura 4.16 – Sistema abierto de compostaje
Fuente: Complejo ambiental Rafaela

En los **sistemas cerrados** el compost se realiza en recipientes o bajo techo, en dispositivos estancos de diversos tipos: túneles, camas, contenedores o en tambor. Es utilizado frecuentemente a nivel familiar o institucional (Figura 4.17). El material por compostar no está nunca en contacto directo con el exterior, sino a través de un sistema de conductos y ventiladores. (Rivero, 2014). Los beneficios de este método son que evita la acumulación de lluvia, facilita el trabajo de volteos y la extracción de lixiviado, se evitan los vientos, excesos de agua por lluvias y la invasión de vectores. La desventaja es que puede alcanzar altas temperaturas, por ello el control de los parámetros es relevante (Martínez, 2013).

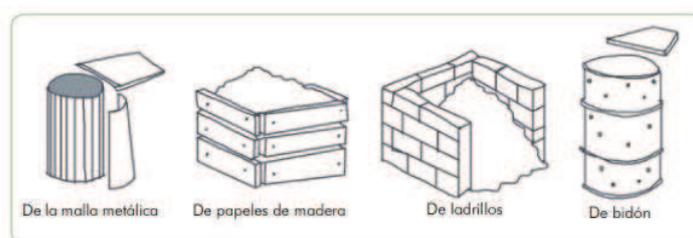


Figura 4.17: Tipos de recipientes usados como compostera
Fuente: Martínez, 2013 – pág. 61

En la Figura 4.18 se puede observar el proceso llevado a cabo en una planta de compostaje.



Figura 4.18: Proceso de una planta de compostaje, de residuos de patio y poda
Fuente: CEAMSE – Bs As

4.4.2.1.2. Biogás

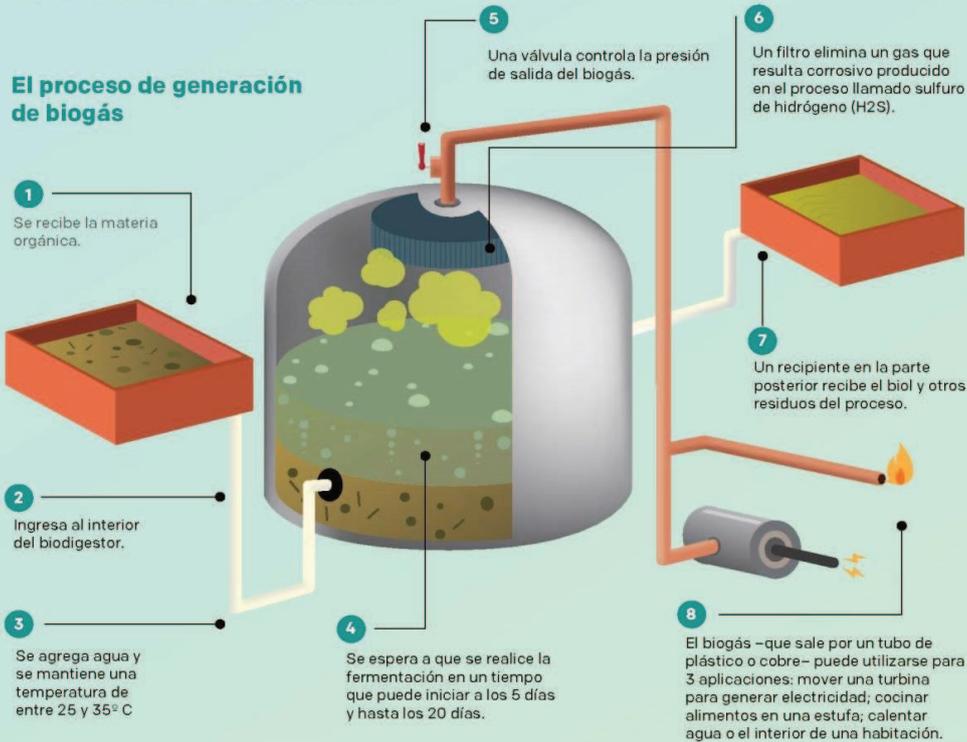
Como ya se ha mencionado en el marco teórico, al hablar de biogás se hace referencia, a un gas combustible con características similares al gas natural que se genera en medios naturales o en dispositivos diseñados para tal fin, como los biodigestores (Esteve, 2012).

Un biodigestor es un contenedor hermético (Figura 4.19) dentro del cual se deposita materia orgánica de diversos tipos: desechos vegetales y frutales, residuos de comida, excremento de animales de granja (cerdos, cabras, vacas, gallinas, bueyes), residuos de café, semillas y desechos de algunas plantas. Los desechos se mezclan con agua y mediante una fermentación anaerobia por la acción de microorganismos (bacterias) es degradada, obteniendo como producto gas metano (biogás) y un subproducto líquido (biol).

El biogás puede ser utilizado para calentar agua, calefacción de hogares y edificios, para cocinar y para generar electricidad. El biol y otros residuos del proceso pueden ser utilizados como fertilizante, ya que son ricos en nitrógeno, fósforo y potasio.

Los biodigestores pueden construirse al lado de hogares, granjas o edificios en una gran variedad de tamaños, desde 1 m³ hasta 100 m³, y pueden recibir desde 10 kg de materia orgánica hasta 10 toneladas. Son una alternativa ecológica útil en caso de producir mucha materia orgánica.

¿CÓMO FUNCIONA UN BIODIGESTOR?



Digestión anaeróbica:
Las bacterias **descomponen** la materia orgánica en un ambiente libre de oxígeno en el inerte del biodigestor.

Un biodigestor de 10 m³ produce 129,600 BTUs, que equivalen a **39 KW/hora**, suficiente para proporcionar energía diaria para encender las luces de una residencia, granja o pequeña empresa, alumbrado público, electrodomésticos, aparatos electrónicos e incluso máquinas industriales.

Tipos de biodigestor:
Horizontal y vertical. El primero normalmente yace en el suelo, semienterrado. El segundo normalmente es de acero y puede tener la forma y tamaño de un tinaco de agua, sin embargo, su tamaño puede ser mucho más grande dependiendo de las necesidades del productor.

20 kilos
De desechos orgánicos en una granja pueden producir cinco horas continuas de biogás para cocinar y/o calentar agua.

Materiales del biodigestor:
Pueden ser contenedores de acero, concreto o plástico (o una combinación de los tres).

El proceso libera varios gases.
El más importante es el metano, llamado biogás.

Temperatura
Ideal dentro del biodigestor: De **25 a 35°C**

Tiempo de fermentación:
De 5 hasta **20 días**

Tamaños:
Contenedores desde 1 m³ hasta 100 m³

Figura 4.19: Funcionamiento de un biodigestor

Fuente: Proyecto FSE México, Infografía Rodolfo Pizano (2018)

<http://www.proyectoFSE.mx/2018/08/06/como-funciona-un-biodigestor/>

4.4.2.2. Valorización de Residuos Inorgánicos

El aumento en la cantidad de residuos generados *per cápita* fruto del modelo de alto consumo del capitalismo, es preocupante por el potencial contaminante y el consumo irracional de los recursos naturales no renovables. También, por la necesidad de una DF que produzca el menor impacto negativo sobre el ambiente.

La práctica de las 4R se establece como principio de prevención en la generación de residuos, teniendo como punto de partida la reducción. Es decir, una reorientación del consumidor y de las empresas a sus necesidades y preferencias de compra (Mansur y Penido Monteiro, 2006):

- *Reducir: cuantos menos residuos mejor.* Busca la disminución de envases y recipientes descartables, por medio de nuevos hábitos de consumo: productos con mayor durabilidad, menos envases y presiona a productores a utilizar menos cantidad de embalaje. Se fundamenta en la forma de producir y consumir de manera sustentable, comprende el concepto de Producción Limpia y Consumo Sustentable (PL y CS). Requiere de una significativa transformación de los modelos de producción y consumo para lograr la utilización sostenible de los recursos y prevenir la contaminación generada por los procesos de producción de los bienes, por su uso, consumo y disposición final o la prestación de servicios.
- *Reutilizar: maximizar o diversificar el uso de un mismo bien de consumo.* Reaprovechar un material o producto, sin cambiar su forma o naturaleza original, se le da una segunda vida útil, ya sea reparándolos para un mismo uso o utilizándolos para otro diferente.
- *Reciclar: aplicable cuando no se pueda reducir ni reutilizar.* Es la transformación de un material de desecho en un producto nuevo, dando lugar a la valorización de los residuos y permitiendo reemplazar y ahorrar los recursos naturales que sustituyen.
- *Recuperar: asociado a la generación de energía.* Se relaciona con la incineración adecuada o quema de desechos para la producción de energía y consecuentemente, la conservación de combustibles fósiles.

Una vez recolectados los materiales reciclables es apropiado que se transportan a una planta de segregación, con miras a su comercialización. El material recibido puede ser separado a través de procesos manuales (mesas) o electromecánicos (cintas transportadoras metálicas y tambores mezcladores). También es aconsejable que la planta cuente con prensas para que los materiales de menor peso específico (papel y plástico) puedan ser enfardados para facilitar el almacenaje y transporte.

El reciclaje se entiende como una operación compleja que permite la recuperación, transformación y elaboración de un material obtenido a partir de residuos, que se introduce nuevamente en los procesos industriales y económicos (Altadill Colominas et. al, 2009). Las ventajas son la conservación de los recursos naturales, el ahorro de energía, la economía en el transporte de RSU, menor ocupación en el CDF, la generación de puestos de trabajo y la concientización de la población a los problemas sociales y ambientales.

Se detalla en la Tabla 4.4 ejemplos de productos obtenidos a partir de material reciclable y en el Anexo 4 se presenta un resumen e información de Centros de Reciclaje en Argentina y de empresas que compran material y los bienes que fabrican.

Tabla 4.4.
Productos obtenidos a partir de material recuperado

Material reciclado	Tipo / Características	Productos obtenidos
PLÁSTICO (debe separarse por tipo de resina)	PET: <i>Tereftalato de polietileno</i>	Botellas, contenedores plásticos, cerdas para escobillones, alfombras, fibras textiles (buzos polares y camisetas deportivas), piezas de automóvil. Ladrillos plásticos
	PEAD: <i>Polietileno de alta densidad</i>	Cañerías, botellas, muebles de jardín (madera plástica), botes de aceite
	PVC: <i>Cloruro de polivinilo</i>	paneles, tarimas, tapetes
	PEBD: <i>Polietileno de baja densidad</i>	Contenedores y papeleras, sobres, paneles, tuberías o baldosas
	PP: <i>Polipropileno</i>	Señales luminosas, cables de batería, escobas, cepillos, rastrillos, baldes, palets, bandejas, etc.
	PS: <i>Poliestireno (Telgopor)</i>	Material para edificación, aislantes. Útiles escolares (regla/ escuadra)
TETRABRIK	Compuesto aproximadamente de un 75% de fibra de celulosa, un 20% de polietileno y un 5% de hoja de aluminio.	Aglomerados para construcción interior. Las fibras de celulosa se usan para cajas de cartón corrugado, papel tissue, servilletas. El plástico y aluminio dan origen a pellets, paneles, perfilados, canastos
CARTÓN y PAPEL		Cartón recuperado (maple de huevo, cajas, material de embalaje), papel higiénico
LATA DE ALUMINIO		Perfilería de aluminio o llantas de bicicleta
VIDRIO		Nuevos envases de vidrio
BOLSAS		Bolsas de residuos
NEUMÁTICOS		Superficies de juegos, campos deportivos, asfalto recubierto de caucho, tapetes, pisos e incluso neumáticos nuevos

Nota: elaboración propia.

Los precios de venta de los materiales dependen de la calidad (si están separados por tipo, tienen baja o nula contaminación por impurezas y están adecuadamente enfardados o embalados) y serán más altos cuanto menos intermediarios haya hasta el consumidor final (industria de transformación). A su vez es importante, la escala de producción y acopio (mayor producción implica mejores condiciones de venta) y regularidad de la producción y entrega al consumidor final. El tipo de material reciclable depende sobre todo de la demanda de la industria, pero en la mayoría de los casos son los siguientes (Mansur y Penido Monteiro, 2006): papel y cartón; plástico duro (PVC, PEAD, PET), Película de plástico (polietileno de baja densidad), Vidrio claro, oscuro y mixto, Metal ferroso y no ferroso, envases de tetrabrik y telgopor.

Es crucial entender como sociedad que no existe un método 100% eficaz para tratar los residuos. Todos tienen su impacto en el ambiente. El mejor tratamiento es el que ejecuta la población cuando reduce la cantidad de desechos, realizando compras conscientes, evitando el desperdicio, reaprovechando materiales, separando los productos reciclables y desechando los residuos de forma correcta.

Capítulo 5: MARCO LEGAL

En este apartado se comunica a modo de resumen la estructura legislativa en materia de residuos (generales) y se detallan las principales normas ambientales bajo las cuales están circunscritos actualmente los residuos sólidos urbanos a nivel nacional, provincial y comunal.

La estructura normativa vigente a nivel nacional parte de considerar los Acuerdos Multilaterales ratificados por nuestro país en lo relativo a residuos y sustancias químicas. En un segundo nivel, se encuentran las leyes de presupuestos mínimos de protección ambiental, conformada por la Ley General del Ambiente, la Ley de Gestión Integral de Residuos Domiciliarios, la Ley de Gestión Integral de Residuos Industriales y Actividades de Servicio, la Ley de Gestión integral de Envases Vacíos de Fitosanitarios y la Ley de Gestión y Eliminación de PCBs (bifenilos policlorados). En tercer nivel se encuentran las leyes nacionales de Residuos Peligrosos, la Ley de Obras Sanitarias de la Nación y la Ley de Contaminación Atmosférica (Figura 5.20).



Figura 5.20 - Normativa a nivel nacional sobre medio ambiente
Fuente: Gobierno de Argentina – Estructura normativa de residuos

<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/estructura-normativa-de-residuos-1.pdf>

5.1. Legislación Nacional

5.1.1. Constitución Nacional – Art. 41.

“Artículo 41.- Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley”.

Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.

Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquéllas alteren las jurisdicciones locales.

Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actuales o potencialmente peligrosos, y de los radiactivos” (Constitución de la Nación Argentina, 1994).

Cabe mencionar que mediante el artículo 75, se incorporan al plexo normativo los Tratados Internacionales, con jerarquía superior a las leyes.

5.1.2. Leyes de Presupuestos Mínimos Ambientales.

Corresponde a Normas sancionadas en virtud del mandato del Art. 41 de la Constitución Nacional, que conceden una tutela ambiental común para todo el territorio nacional, y determinan las condiciones necesarias para asegurar la protección ambiental, garantizar la dinámica de los sistemas ecológicos, mantener su capacidad de carga y, en general, asegurar la preservación ambiental y el desarrollo sustentable.

5.1.3. Ley N.º 25675 (BO 28/11/02). Ley General del Ambiente

“La presente ley establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable” (Ley N.º 25675, 2002).

Se definen los principios de la política ambiental, la competencia judicial, los instrumentos de política y gestión, el ordenamiento ambiental, cuándo realizar una evaluación de impacto ambiental. Se referencia a su vez, la importancia de la educación e información ambiental como la participación ciudadana. Se establece un Sistema Federal Ambiental, un seguro ambiental y un fondo de restauración.

5.1.4. Ley N.º 25916 (BO 07/09/04). Protección Ambiental para la Gestión Integral de Residuos Domiciliarios.

“Las disposiciones de la presente ley establecen los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios, sean éstos de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas” (Ley N.º 25916, 2004).

Incluye definiciones, autoridad competente, etapas de la gestión de los RSU, infracciones y sanciones y plazos de adecuación.

5.1.5. Decreto 779/2022 - (28/11/22) - Aprueba la Reglamentación de la Ley N.º 25.916 - Gestión Integral de Residuos Domiciliarios.

Reglamenta la Ley de Gestión Integral de Residuos Domiciliarios N.º 25.916. Determina como Autoridad de aplicación para la Ley, al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Asimismo, aprueba el “Código unificado de colores para la clasificación e identificación de fracciones de residuos domiciliarios” (Anexo 3).

Invita a las provincias y a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires a adherir al presente e incorporar sus disposiciones de manera progresiva, atendiendo a las condiciones técnicas, económicas y socioculturales de cada jurisdicción.

5.2. Legislación Provincial (Santa Fe)

5.2.1. Ley N.º 2.439/1935 "Ley Orgánica de Comunas"- Art. 45

Determina que son atribuciones de los municipios, las referentes a Higiene y Salud.

5.2.2. Ley N.º 11.717/1999 - Ley de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Tiene por objeto:

a) Establecer dentro de la política de desarrollo integral de la Provincia, los principios rectores para preservar, conservar, mejorar y recuperar el medio ambiente, los recursos naturales y la calidad de vida de la población.

b) Asegurar el derecho irrenunciable de toda persona a gozar de un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida y la dignidad del ser humano.

c) Garantizar la participación ciudadana como forma de promover el goce de los derechos humanos en forma integral e interdependiente.

Establece que la preservación, conservación y mejoramiento del medio ambiente comprende, entre otras cosas, el ordenamiento territorial, la utilización racional del suelo, subsuelo y agua, la conservación de la diversidad biológica, la sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo humano, la promoción de modalidades de consumo y de

producción sustentable, la educación ambiental en todos los niveles de enseñanza y capacitación comunitaria y la minimización de riesgos ambientales.

5.2.3. Ley N.º 11872/2000-Modif. Ley N.º10867/1992, Desmalezamiento de banquinas

Se prohíbe en todo el territorio provincial el desmalezamiento, por medio del fuego y la instalación de cualquier tipo de depósito a cielo abierto, público o privado, de residuos sólidos, urbanos, industriales o de cualquier otra naturaleza, proclives a la combustión, autocombustión y generación de humos o gases, que pudieren ocasionar riesgos al tránsito en las rutas provinciales y nacionales, y en vías ferroviarias que atraviesan la Provincia, sin que a los mismos se los trate con técnicas que impidan estas consecuencias.

5.2.4. Ley N.º 13.055/2009 – Residuos Sólidos Urbanos. Concepto “basura cero”.

La provincia reconoce la importancia de adoptar el concepto de "basura cero" como principio fundamental para la gestión de los residuos sólidos urbanos en su territorio. Se establece como "basura cero", el principio de reducción progresiva de la disposición final de los RSU, con plazos y metas concretas, por medio de la adopción de un conjunto de medidas orientadas a la reducción en la generación de residuos, la separación selectiva, la recuperación y el reciclado. A su vez, fija las sanciones por incumplimiento.

5.2.5. Resolución 128/2004 - Normas Técnicas para el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos.

Establece las normas técnicas para el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos, define conceptos claves e indica el cese inmediato de aquella actividad que no cumpla con lo señalado.

5.3. Legislación Comunal

La localidad de Hersilia carece de normativa específica sobre el cuidado del medio ambiente y/o generación y tratamiento de los RSU.

Se incluyeron en este capítulo normas específicas en cuestiones relacionadas estrictamente al manejo de RSU, dado que el proyecto se restringe a este tipo de residuos. No se contemplaron casos específicos, como ser normativa de residuos peligrosos, patógenos, industriales.

Capítulo 6: LOCALIDAD EN ESTUDIO

Se presentan a continuación las principales características de la localidad en estudio que son la ubicación, el clima preponderante, la población, economía de la zona, cultura y educación. A su vez se muestra su localización en la provincia de Santa Fe y el actual centro de disposición final de los residuos.

6.1. Características

6.1.1. Ubicación

La localidad de Hersilia se encuentra en el departamento San Cristóbal, de la provincia de Santa Fe, Argentina (Figuras 6.21 y 6.22). Está situada sobre la Ruta Nacional 34 a 270 km al norte de la ciudad capital Santa Fe. Fue fundada en 1892 y tiene una superficie de 612 km². Se ubica en las siguientes coordenadas geográficas: 30°0'0" de latitud Sur y 61°51'0" de longitud Oeste. Su altitud media es de 89 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar). En la Figura 6.23 se observa la distancia entre la localidad y las ciudades vecinas. A su vez, en la Tabla 6.5, se detallan los kilómetros que distan entre ellas.



Figura 6.21: Área de la comuna de Hersilia en el departamento San Cristóbal
Fuente: Instituto Geográfico Nacional



Figura 6.22: Localización de Hersilia en la provincia de Santa Fe
Fuente: Instituto Geográfico Nacional

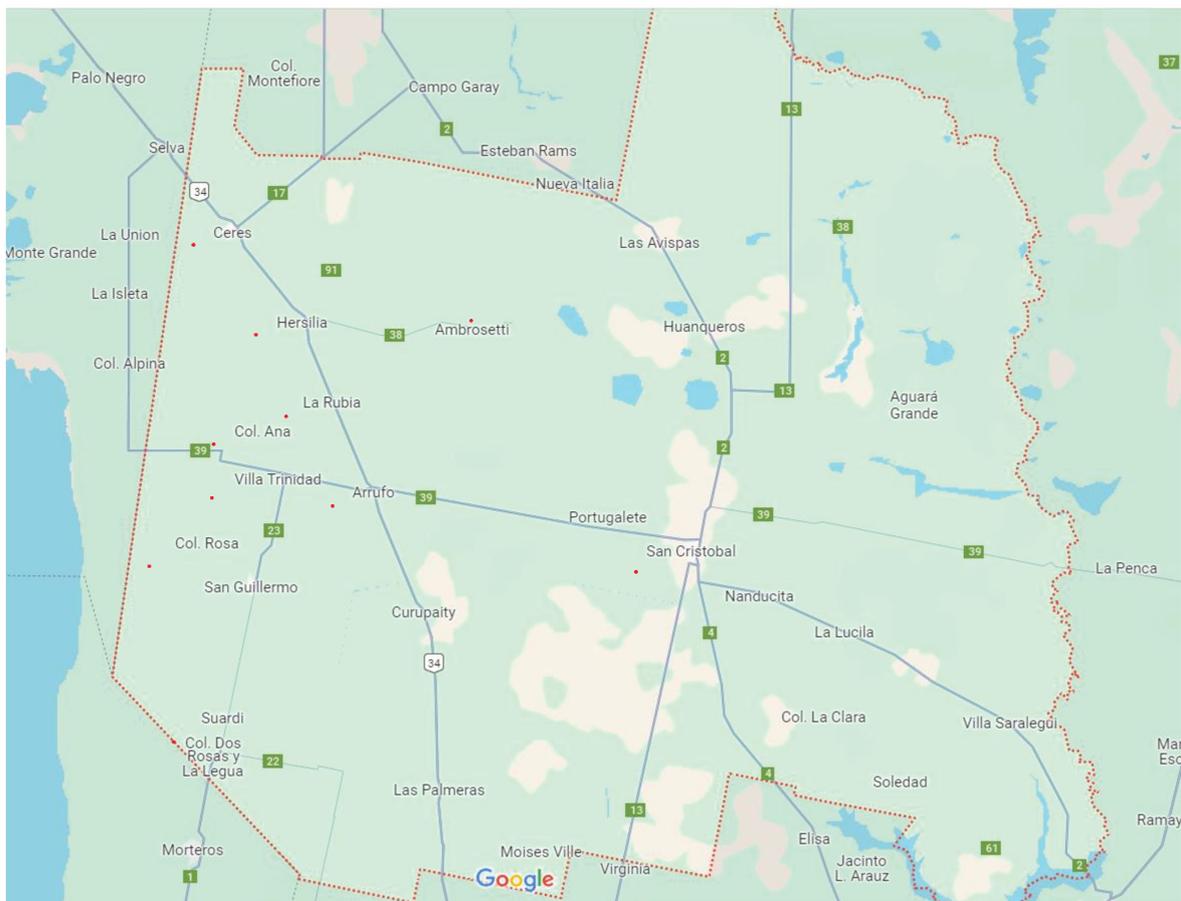


Figura 6.23: Localización de Hersilia y ciudades vecinas en el Departamento San Cristóbal
Fuente: Google Maps

Tabla 6.5.*Distancia en Km de las localidades vecinas a Hersilia*

Localidad	Cantidad Habitantes (censo 2022)	Distancia de Hersilia (Km)
Ceres	16.357	18,8
Ambrosetti	1.333	26,5
La Rubia	543	14,5
Villa Trinidad	3.949	42,7
San Cristóbal (Capital del Departamento)	15.363	77,2
Arrufó	2.301	28,6
Monigotes	426	59
Suardi	7.761	79,6
Colonia Rosa	1.073	44,8
Colonia Ana	283	19,6

Nota: elaboración propia

La provincia de Santa Fe planteó la construcción de un consorcio regional GIRSU con sede en San Cristóbal que está conformado por las localidades de Ambrosetti, Arrufó, Ceres, Colonia Rosa, Curupaity, La Rubia, Monigotes, San Cristóbal, San Guillermo, Suardi y Villa Trinidad. Desde junio del 2017 se está trabajando en la puesta en marcha de la iniciativa, sin embargo, al momento de realizar este trabajo aún no se ha construido.

Por otra parte, en el apartado 4.4. GIRSU, figura 4.3 se identifica el mapa de actores asociados a esta gestión. Se reconocen como actores sociales partícipes a nivel local:

- Comuna, que planifica e implementa la gestión de los residuos.
- Recuperadores urbanos, quienes realizan la recolección diferenciada de los residuos reciclables secos separados en origen.
- Organizaciones sociales, promueven la participación de la comunidad y su concientización a través de la educación ambiental.
- Promotores ambientales, quienes concientizan a la comunidad en la temática.
- Instituciones educativas, brindan información para generar conciencia y promover acciones y cambios en la sociedad.
- Comunidad, es responsable de la separación, reutilización, reciclado y de promover nuevos hábitos de consumo.

A nivel provincial y nacional, se encuentran:

- ONG's con fines humanitarios y ecológicos,

- Instituciones científicas que investigan, desarrollan e innovan sobre la temática.
- Industrias del reciclado, quienes compran material reciclable e incorporan valor agregado en la fabricación de nuevos productos.
- Gobiernos:
 - Provincial, es el encargado de planificar e implementar la gestión de los residuos en sus jurisdicciones, desarrollar propuestas de regionalización, marco normativo, diseño de políticas públicas regionales.
 - Nacional, permite la articulación y gestión de los planes GIRSU, a través de mesas de trabajo, líneas de financiamiento y asistencia técnica.

6.1.2. Clima

De acuerdo con datos obtenidos en la localidad y de la página meteorológica Weather Spark (<https://es.weatherspark.com/>) se puede decir que el clima es templado. Durante el transcurso del año, la temperatura varía entre 7°C y 32°C. Los veranos son mayormente despejados y muy calientes, estos últimos años se registraron temperaturas entre los 40 y 45°C. Los inviernos son cortos, frescos, secos y parcialmente nublados.

Se caracteriza por precipitaciones dominantes entre los meses de noviembre a abril. En promedio, el mayor porcentaje de lluvia cae durante el mes de febrero. Las menores precipitaciones se dan en el período invernal (Junio - Agosto).

6.1.3. Población

Según el último Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda realizado por el INDEC en el año 2022 cuenta con 3449 habitantes.

6.1.4. Economía

La principal actividad económica es la agrícola-ganadera. En relación con la industria existe una sucursal de la empresa Biassoni, que se dedica a la elaboración de mechas y cabos, y varias pymes: de aberturas de aluminio, una quesería, una carpintería, una distribuidora de galletitas y golosinas.

En lo que concierne al comercio, se encuentran distintos negocios y kioscos que satisfacen las necesidades básicas de la población: ferreterías, gomería, centros de venta de materiales para la construcción, panaderías, supermercados, tiendas de ropa, entre otros.

Servicios disponibles: una estación de combustible (abierta las 24 h), telefonía fija a través de la Cooperativa de Teléfonos y Servicios Públicos Limitada, Pago Fácil, Cobro Express, Santa Fe Servicios; Correo Argentino, una Biblioteca Popular “Juan Bautista Alberdi”. Un centro de jubilados, departamentos temporarios.

Para el desarrollo normal de sus actividades, cuentan con alumbrado, riego, recolección de residuos, una planta de ósmosis inversa con una toma para agua potable, brindados por la Comuna local.

En el área salud, se recibe el servicio del Hospital Rural N.º 30 - S.A.M.Co. y de diferentes profesionales en forma particular y por medio de obras sociales: cardiología, odontología, atención clínica, laboratorios de análisis.

Su población se caracteriza por ser estable, con muy baja incidencia de variaciones relacionadas a cuestiones turísticas. Por este motivo, el estudio de caracterización de residuos se podrá aplicar en cualquier época del año.

6.1.5. Cultura

Se destaca la práctica de fútbol, vóley, básquet, bochas y patín artístico a través del Club Unión Social y Deportivo Hersilia. Otros espacios privados, nutren a la localidad con varias actividades: taekwondo, yoga, danza, pilates, zumba, guitarra y teatro.

En la temporada estival actualmente, se desarrolla la colonia de vacaciones y otras actividades relacionadas en el predio comunal, donde se encuentra la pileta pública.

El 05 de agosto de cada año se celebra la fiesta aniversario de la fundación del pueblo, rindiendo homenaje a sus fundadores y a la santa patrona, Nuestra Sra. de las Nieves.

6.1.6. Educación

La localidad cuenta con una institución católica, el Colegio Santa Teresita del Niño Jesús, que brinda una formación pedagógico pastoral, que tiene los cuatro niveles de educación: Primario e Inicial (anexo) N°1091 - Secundario y Superior: Instituto Superior Particular Incorporado (ISPI) N°9054.

Dentro de la educación pública, se encuentra: un jardín de infantes N.º 1187, Juan E. Pestalozzi; una Escuela de Nivel primario N.º 6125 – “Gobernación de Río Negro” (de jornada completa) y sede de los núcleos rurales de la zona, a nivel secundario, una Escuela de Enseñanza Media N.º 255 “Malvinas Argentinas” y una Escuela de Enseñanza Media para Adultos (EMPA) N°1219 “Joaquín del Río”.

6.2. Disposición Final de residuos - Localización en Mapa

La Ley Provincial N.º 13055, determina en los Artículos 36, 37 y 39 que el predio destinado al tratamiento y disposición final de RSU o centro de transferencia deberá estar situado en un área que cuente con la conformidad de la autoridad comuna y la aprobación del estudio de impacto ambiental. A su vez, situarse a más de cuatrocientos metros (400 m) de rutas nacionales o provinciales pavimentadas y contar con un espacio perimetral interno que actúe como control de propagación horizontal de fuego. Este espacio deberá tener como mínimo quince metros (15 m) de ancho y estar sujeto a ampliación según la magnitud del sitio de disposición final.

Se observa a continuación una imagen satelital (Figura 6.24) con la ubicación del basural a cielo abierto, actual sitio de disposición final de los residuos de la localidad y en recuperación. Dicho lugar se encuentra a 800 metros de la zona urbana del pueblo y cuenta con una dimensión aproximada de 3 hectáreas.



Figura 6.24: Ubicación del Basural a Cielo Abierto en el mapa
Fuente: Google Maps

Capítulo 7: METODOLOGÍA

En este capítulo se describen las fuentes consultadas y los requerimientos de información en la realización del Proyecto, con las técnicas y procedimientos empleados para obtenerla. Se utilizaron **fuentes de información** de carácter primario y secundario. “Los datos primarios son aquellos que el investigador obtiene directamente de la realidad, recolectándolos con sus propios instrumentos”. El investigador los consigue por sí mismo, en contacto con los hechos que se investiga. Los datos secundarios, son registros escritos que ya han sido recogidos por otros investigadores. (Sabino, 1992). Se recopilan de fuentes existentes, como libros, informes o bases de datos en línea.

7.1. Información Primaria

Se emplearon diferentes **Instrumentos** a lo largo del proyecto para determinar el volumen, cantidad y tipo de residuos generados en la localidad, realizar un inventario de la situación actual y proyectar medidas a futuro. Se detallan a continuación:

Año 2019, noviembre. En ese momento la localidad no separaba los residuos:

- Encuestas de tipo descriptiva y de preguntas cerradas (Anexo 1), realizadas a los habitantes (hogares), con el fin de determinar el nivel de conocimiento en la temática. A su vez detectar la cantidad de hogares que manifestaban voluntad para separar la basura en origen, comprobar si conocían otros métodos de disposición final y las ventajas/desventajas del basural. Número estimado de encuestas total: 10 % de las casas de la localidad.

El muestreo fue de tipo no probabilístico (accesible), de acuerdo con los recursos disponibles. Se recolectó información de dos formas diferentes, la primera en formato papel y la segunda a través de un formulario digital. Se efectuaron 60 encuestas a 60 familias diferentes de la localidad (hogares) para que la muestra sea lo más representativa posible. Las encuestas realizadas en papel se entregaron a los alumnos de 4to a 6to grado, docentes a cargo y directivos del Colegio Santa Teresita del Niño Jesús N.º 1091, luego de una exposición sobre residuos y ambiente (Figura 7.25). Se recolectaron a la semana siguiente. La otra parte (menor), se desarrolló de forma on-line a partir de un formulario creado en drive y se envió por e-mail.



Figura 7.25: Charla en Colegio Santa Teresita del Niño Jesús

Año 2020:

- Toma de muestras aleatorias de bolsas de basura.

Existen diversos métodos de caracterización de RSU, que permiten obtener información sobre el tipo y la cantidad de residuos generados en una localidad. Se eligió para este trabajo el *método de análisis de muestreo estadístico*, que implica la toma de un número aleatorio y representativo de muestras (determinadas en base a la confiabilidad que se quiera dar al muestreo) de residuos sólidos durante un tiempo; determinando los pesos totales y de sus componentes. A partir de un análisis estadístico se determinan la tasa de generación y la composición (Castillo y Hardter, 2014; Runfola y Gallardo, 2009). Se realizó con el fin de reconocer volúmenes reales y composición de los residuos. También se evaluó la producción per cápita (Kg/hab x día) y porcentaje de componentes (orgánicos e inorgánicos).

Procedimiento: se retiraron de diferentes hogares (ubicados en distintas manzanas de la localidad) las bolsas de residuos depositadas en los cestos, previo a la recolección comunal. Luego se pesaron con una balanza, registrando el peso y se abrieron las bolsas para clasificar sus componentes. Se registró nuevamente en una planilla, pero esta vez el peso total de los componentes (orgánicos e inorgánicos). Se solicitó colaboración de los vecinos, para obtener la cantidad de personas que viven en el domicilio para proyectar la cantidad de RSU por habitante/ día.

Año 2022: la localidad ya disponía de una planta de tratamiento para los residuos inorgánicos. En julio se recibían los materiales recuperables en dicha planta, esto cambia y en diciembre solo se permite el ingreso de este tipo de residuos a través de la recolección diferenciada y del servicio comunal.

- Observación, “consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que queremos estudiar” ... “observar científicamente es percibir

activamente la realidad exterior con el propósito de obtener los datos que, previamente, han sido definidos como de interés para la investigación” (Sabino, 1992).

Observación Simple: “para evitar inhibiciones o alteraciones en la conducta de los sujetos observados, se trata de pasar lo más desapercibido posible, actuando de tal manera que el observador no aparezca como un sujeto” (Sabino, 1992).

Se efectuó una visita a la Planta de Tratamiento de residuos inorgánicos (Figuras 7.26 y 7.27). Se observó el espacio, la organización, la disposición y el tratamiento de los materiales recibidos.



Figura 7.26: Campaña donación tapitas de plástico
Fuente: propia



Figura 7.27: Planta de Tratamiento cuando se recibían materiales inorgánicos
Fuente: propia

Observación participante, “en este caso el observador, en vez de pasar desapercibido, trata de integrarse a la acción de los observados, de participar en ella como si fuese un miembro más del grupo que la lleva a cabo” (Sabino, 1992).

Se aplicó la metodología de observación participante para hacer un análisis de situación. Luego de un largo trabajo de concientización y varios meses de recolección diferenciada establecida, la comuna llevó a cabo 2 muestreos de bolsas de basura. El primero fue realizado en diciembre de 2022 y el segundo en febrero de 2023, del cual se participó. Se eligió un día de recolección de residuos recuperables y otro de residuos húmedos (Figuras 7.28 y 7.29), para identificar el porcentaje de la población que estaba separando correctamente sus desechos. Los recolectores en ambos casos tomaron bolsas de residuos de distintas manzanas seleccionadas por personal de la comuna y las reservaron en la planta de recuperero. Al día siguiente, el del sondeo, se pasaron a retirar dichas bolsas y en conjunto con estudiantes de la Escuela de Educación Secundaria Orientada N° 255 “Malvinas Argentinas” se abrieron, se observó el contenido y pesaron con una balanza los distintos componentes y se registraron los datos en una planilla. Los participantes, se colocaron guantes y barbijos para dividir las bolsas y corroborar si coincidían los residuos encontrados con los correspondientes al día. Al finalizar se volcaron los residuos en bolsas negras de acuerdo con el tipo, orgánico e inorgánico. En este último caso, a su vez en materiales, para llevarlos a la planta de recuperero.

Se observaron más de 40 kg de residuos, recolectados aleatoriamente en toda la localidad.



Figura 7.28: Primer muestreo de bolsas de basura
Fuente: Comuna de Hersilia



Figura 7.29: Segundo muestreo de bolsas de basura
Fuente: propia

Año 2023:

- *Entrevista* “es una forma específica de interacción social que tiene por objeto recolectar datos para una investigación” ... “consiste en una interacción entre dos personas, una de las cuales ‘el investigador’ formula determinadas preguntas relativas al tema en investigación, mientras la otra ‘el investigado’ proporciona verbalmente o por escrito la información que le es solicitada” (Sabino, 1992).

La entrevista se efectuó mediante un formulario (Anexo 2) a la encargada de la actual planta de tratamiento de residuos (marzo de 2023). El objetivo fue elaborar un diagnóstico de la situación actual en la localidad, medios empleados para el traslado de la basura, cantidad transportada, tipo.

7.2. Información Secundaria:

Se recolectaron datos específicos vinculados a la gestión de residuos en la comuna y tratamientos aplicados a los RSU en otras localidades como así también de la población censal, con el fin de comparar y evaluar alternativas útiles y proyectar la población estimada para los cálculos necesarios. Se obtuvieron antecedentes de:

- Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas: para estimar la población de la localidad a 15 años.
- Publicaciones de notas periodísticas y específicas de la localidad que den cuenta de las características propias del lugar.
- Informes sobre tratamientos actuales para RSU en distintos lugares, con el fin de comparar y evaluar las alternativas que puedan servir en la localidad.
- Normativa específica para enmarcar el proyecto dentro de los lineamientos establecidos.

Capítulo 8: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este apartado se detallan los resultados obtenidos del procesamiento de datos de los distintos instrumentos utilizados como metodología: encuesta a hogares, entrevista comunal, observación participante, muestras aleatorias de bolsas de basura y la proyección de población futura. A su vez se plantean diferentes escenarios que pueden suceder como acontecimientos aislados, pero que permiten vislumbrar un horizonte ante cualquier situación no prevista y evaluar las propuestas teniendo en cuenta estas situaciones.

8.1. Procesamiento de Información Primaria

8.1.1. Encuestas a hogares

Del procesamiento de los datos obtenidos, se puede observar lo siguiente:

b) Cantidad de personas que viven de forma permanente en el hogar:

En la Figura 8.30 se puede observar que casi el 32% de los hogares encuestados está compuesto por 3 habitantes. Cabe mencionar que con esta encuesta se alcanzó una totalidad de 190 personas, 60 familias.

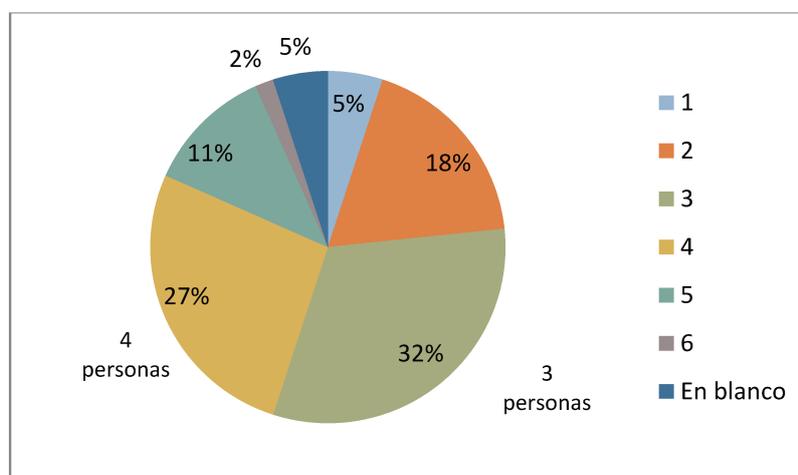


Figura 8.30 – Cantidad de habitantes por hogar

Fuente: propia

c) ¿Cuál es el manejo que le da a los residuos que se producen en su vivienda?

En la Figura 8.31 se observa que el 95% de la población encuestada ha respondido que usa el servicio de recolección comunal para depositar sus residuos.

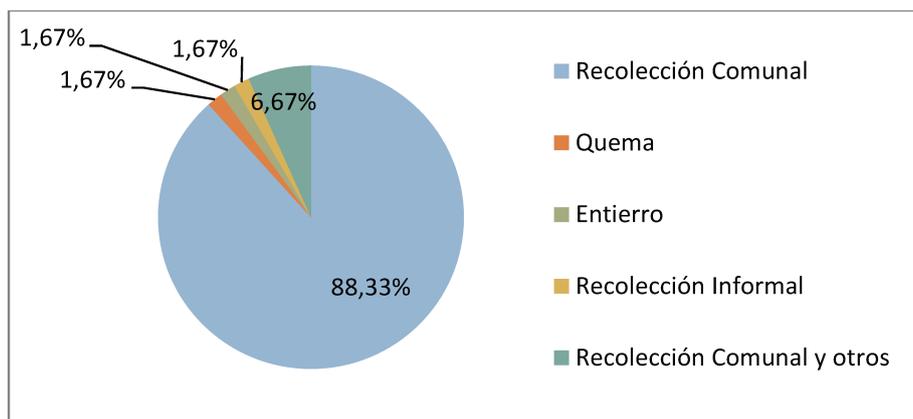


Figura 8.31 – Manipulación de los residuos en el hogar
Fuente: propia

d) Tipos de Residuo que desecha con más frecuencia:

Se dio la opción de completar tipo de residuos por: alimentos, papeles, plásticos, latas o vidrios. De todas las personas encuestadas, el 58% desecha con más frecuencia restos de alimentos o alimentos más otro material (Figura 8.32). Un 17% descarta sólo material inorgánico. Un 10% desecha papeles y otro 10% plásticos. Un 5% desecha las 5 cosas. Nadie desecha solamente latas o vidrios.

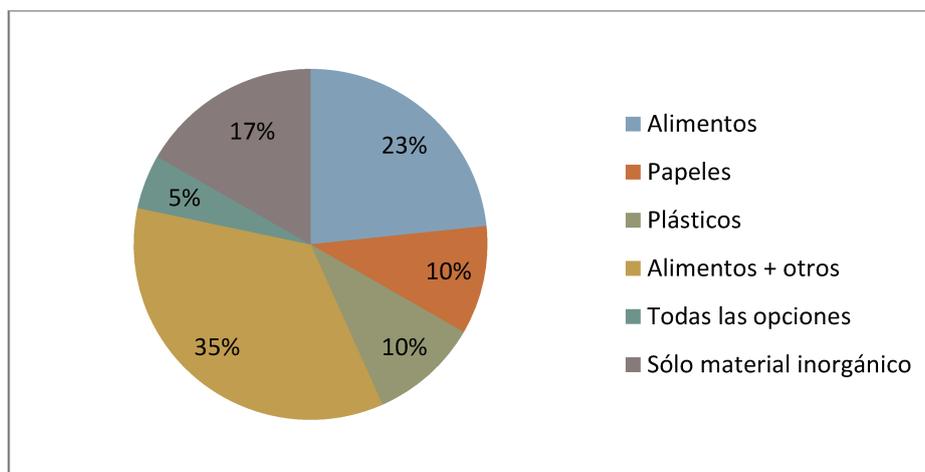


Figura 8.32 – Residuos desechados con mayor frecuencia
Fuente: propia

e) Frecuencia de extracción de residuos a ser retirados por los recolectores:

El 67% de la población respeta el calendario de recolección establecido por la Comuna, de 3 veces por semana (Figura 8.33). Un 27% lo hace solamente 2 veces a la semana.

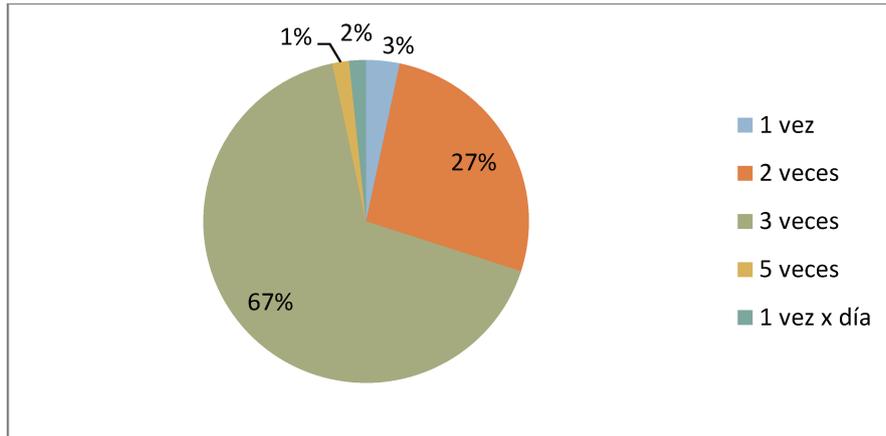


Figura 8.33 – Frecuencia semanal del depósito de basura en contenedor en vía pública
Fuente: propia

f) Horario en el que se depositan los residuos en los canastos:

En este aspecto, se puede decir que la mayoría de los habitantes saca la basura en tiempo y forma, de 0-6 horas antes de la recolección (Figura 8.34).

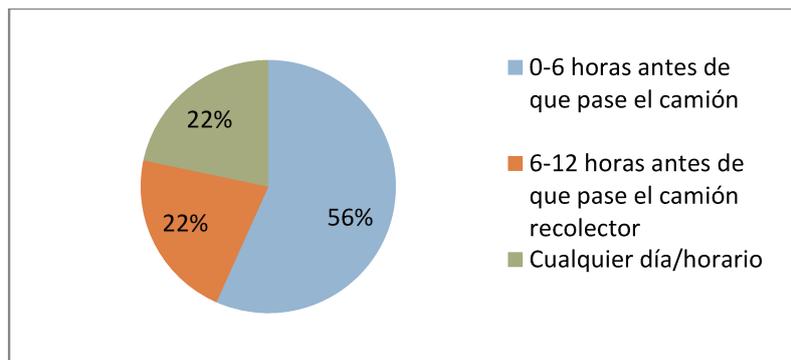


Figura 8.34 – Horario de depósito de la basura en la vía pública
Fuente: propia

g) ¿Qué hace si no pasa el camión recolector?

- 40% la deja en el canasto
- 25% entra la basura y la vuelve a sacar en la próxima recolección
- 15% la lleva al basural
- 5% la transporta a un lugar que no haya pasado aún el camión
- 2% la clasifica y hace abono
- 2% responde que el camión recolector que pasa siempre
- Un 11% dejó en blanco la pregunta.

h) Ante la consulta de si conocen el destino final de los residuos en la localidad, un 92% responde que SÍ y un 8% que NO. Del porcentaje afirmativo (92%), el 88% dijo que no está cerca de su domicilio.

i) ¿Cómo clasificaría el servicio que se brinda en la localidad?

El 65 % clasificó la calidad del servicio de recolección como muy bueno o bueno (Figura 8.35).

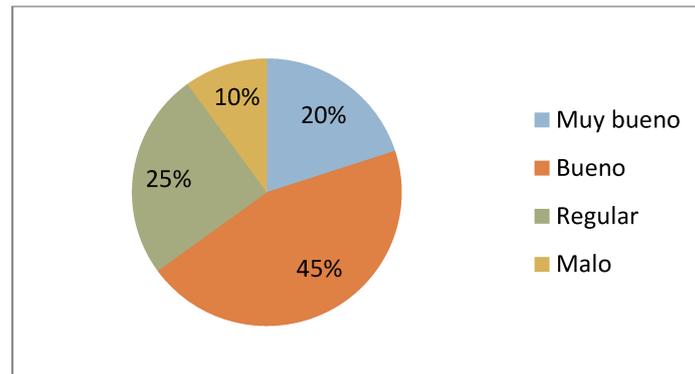


Figura 8.35 – Calidad del servicio de recolección proporcionado por la comuna
Fuente: propia

j) En la pregunta, ¿sugiere mejoras en el servicio?

- El 35% indica que sería apropiado que se clasifiquen los residuos.
- Un 30% no propone mejoras.
- El 17% dejó la pregunta en blanco.
- Un 5% piensa que deberían sumarse más días de recolección.
- Del 13% restante, algunas de las sugerencias fueron:
 - Tener cuidado al manipular las bolsas de basura, para evitar que se rompan y desparrame el contenido.
 - Comenzar con algún tipo de tratamiento de los residuos.
 - Ser puntuales en el horario de recogida.
 - Brindar la protección correspondiente a los recolectores y sumar un camión recolector al servicio.
 - Sumar la posibilidad de dejar la basura en cajas, para evitar el uso de bolsas.
 - Analizar la posibilidad de un servicio de recolección nocturno.
 - Educación ambiental en este aspecto.

k) En cuanto al pago del servicio de recolección, el 85% sabe que en la tasa comunal se paga por el servicio de recolección de basura (Figura 8.36).

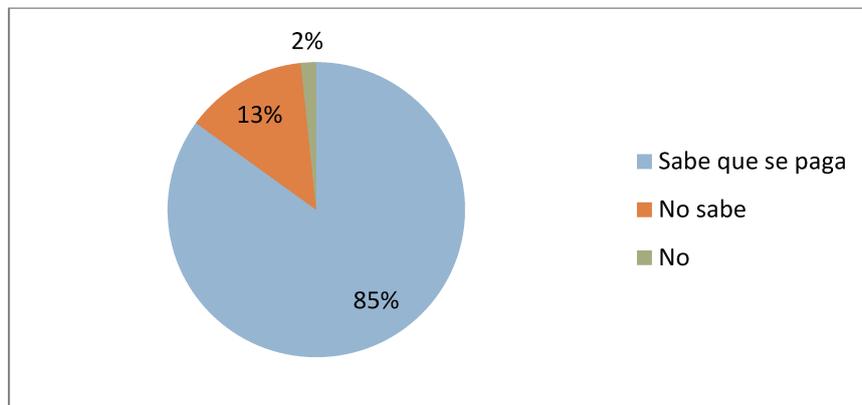


Figura 8.36 – Conocimiento sobre el pago del servicio de recolección
Fuente: propia

l) ¿Realiza separación de la basura según sus características, en orgánicos (restos de comida, residuos vegetales) e inorgánicos (papel, plásticos, vidrio)?

En el momento que fue realizada la encuesta, no se separaban los residuos. Sin embargo, un 18% manifestó que sí los clasificaba y un 23% a veces. (Figura 8.37)

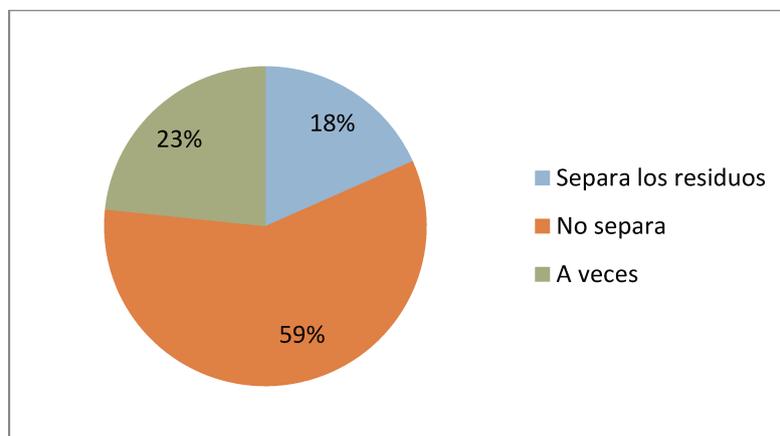


Figura 8.37 – División de los residuos por tipo: orgánico e inorgánico
Fuente: propia

m) El 95% sabe que con los residuos orgánicos puede hacerse compost.

n) Sobre si reutilizan los residuos:

Se observa en la Figura 8.38 que el mayor porcentaje (43%) corresponde al “a veces”.

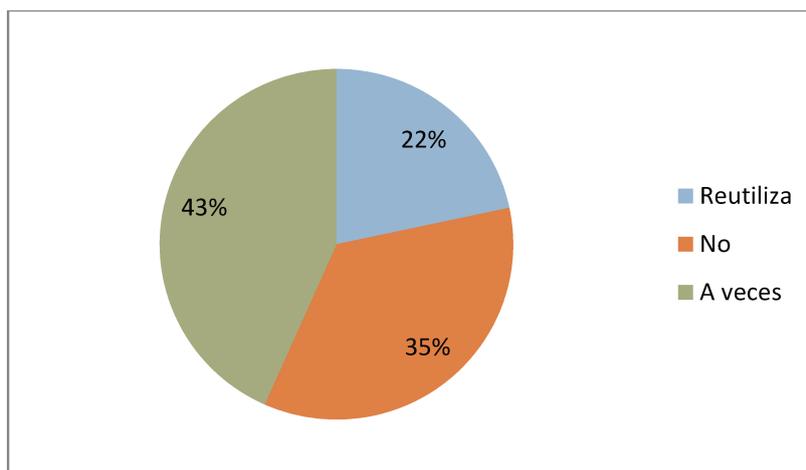


Figura 8.38 – Porcentaje de la población que reutiliza residuos
Fuente: propia

Entre las personas que determinaron que reutilizan y las que indicaron “a veces”, un 65% del total; se consultó que material con mayor frecuencia, en la Figura 8.39 se presentan los resultados:

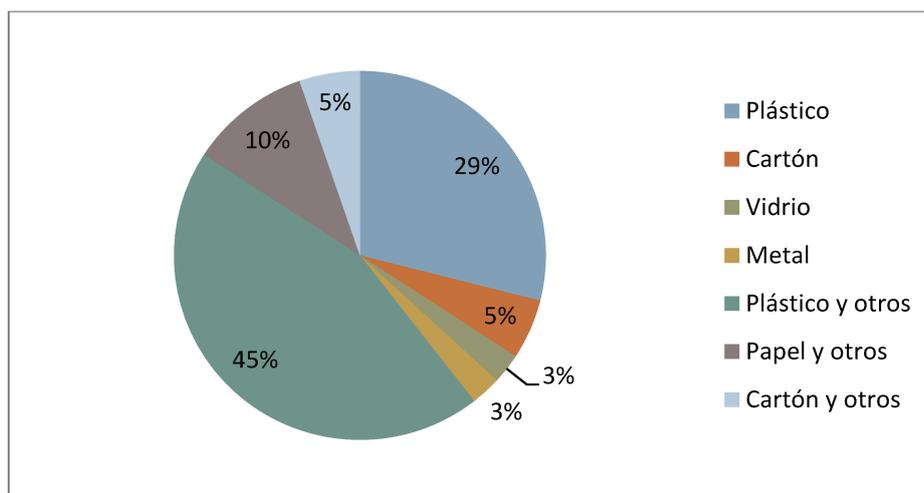


Figura 8.39 – Porcentaje y tipo de material desechado con mayor frecuencia
Fuente: propia

En mayor medida se vislumbra que se reutiliza plástico y en menor medida, papel y cartón.

o) ¿Qué aspectos cree que dificultan la clasificación?

Además de las alternativas del cuestionario, los encuestados agregaron “aspectos culturales y de hábitos” y se remarcó que la recolección es unificada. Entonces, independientemente de las otras cuestiones, éste sería el mayor inconveniente (Figura 8.40).

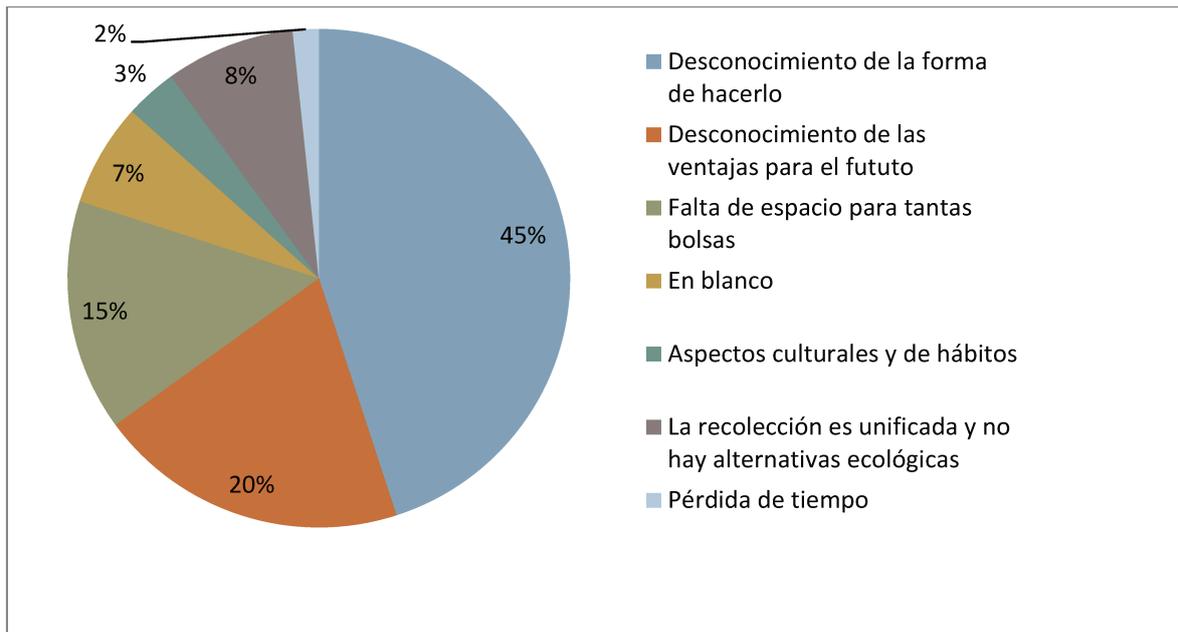


Figura 8.37 – Aspectos que dificultan la clasificación de residuos
Fuente: propia

p) En las siguientes preguntas, el 97% de los encuestados contestó que SÍ y sólo un 3% que no:

- ¿Considera importante que la comuna haga inversiones en el tratamiento de los residuos?
- Si hubiera una planta de tratamiento y reciclaje o un sistema de gestión integral de residuos... ¿practicaría el reciclaje?
- En cuanto a la pregunta, ¿Estaría dispuesto a dejar la basura en bolsas diferentes, según sus características: orgánicos, inorgánicos y baño?

En términos generales, de los resultados obtenidos en las encuestas realizadas en el año 2020, se observa un alto nivel de aceptación por parte de la población a implementar medidas tendientes a mejorar la GIRSU.

8.1.2. Muestras de bolsas de basura

Se pesó la basura de 20 hogares con el fin de corroborar si los datos obtenidos en la localidad de Hersilia son similares a los estándares nacionales. Fueron tomadas en diferentes manzanas de forma aleatoria, pero anticipando al hogar designado para identificar la cantidad de habitantes. Se tuvo en cuenta al realizar los cálculos las personas que habitan por domicilio y días de recogida. En ese momento, no se separaban los residuos y se recolectaban 3 veces a

la semana (lunes, miércoles y viernes). Por eso, dependiendo el día que fue realizada la pesada, se dividieron los gramos totales de residuos por 2 o 3 y por el número de habitantes totales.

El procedimiento fue recoger las bolsas de basura depositada en los canastos para su recolección, pesarlas y realizar un sondeo para identificar el tipo de material: recuperable y no recuperable.

Algunos datos fueron recolectados en enero, otros en marzo y en abril. Los resultados se pueden observar en las Tablas 8.6 y 8.7 respectivamente.

Tabla 8.6.

Datos recolectados de basura generada por día - 1er muestreo

Muestra Enero 2020													
Día		Martes				Jueves				Domingo			
Casa	Hab	RO	RI	Baño	Total	RO	RI	Baño	Total	RO	RI	Baño	Total
1	2	1,4	0,2	0,05	1,65	0,90	1,00		1,90	2,40	0,40	0,10	2,90
2	3	0,56	0,7	1,5	2,76	0,78	0,10	1,10	1,98	2,10	0,50	1,64	4,23
3	4	1,3	1,1	4,2	6,60	1,00	1,50	4,20	6,70	3,10	1,00	3,90	8,00
4	2	1,25	0,3		1,55	0,60	0,30		0,90	1,20	0,38		1,58
5	3	0,22	0,2		0,42	1,08		1,05	2,13	0,90	1,20	1,33	3,43
6	3	2,3	0,4		2,70	1,80	0,35		2,15	2,70	0,50		3,20
7	1	0,45	0,2	0,2	0,85	0,90	0,30	0,75	1,95	0,60	0,30	0,35	1,25
8	2	0,68	0,4		1,08	1,10	0,40		1,50	1,50	0,50		2,00
9	2	1	0,8		1,80	0,70	0,60		1,30	2,60	0,70		3,30
10	3	1,9	0,4		2,30	1,20	0,80		2,00	2,60	0,50		3,10
11	3	2,46	1,22		3,68	1,78	0,64		2,42	3,10	2,25		5,35
12	2	0,93	0,9		1,83	0,97	0,12		1,09	1,20	0,80		2,00
13	4	2,3	0,4		2,70	2,20	1,20		3,40	3,10	2,00		5,10
14	4	3,25	1,7		4,95	2,20	0,70		2,90	2,95	1,85		4,80
15	3	2,5	0,9		3,40	0,70	0,50		1,20	2,20	0,80		3,00
16	5	3,2	1,5	3	7,70	2,50	2,00	3,10	7,60	4,30	1,90	2,75	8,95
17	3	2	0,6	0,6	3,20	1,70	0,70	0,50	2,90	1,20	0,60	0,40	2,20
18	3	1,5	0,3	2	3,80	1,10	0,70	2,80	4,60	1,80	0,45	1,80	4,05
19	3	1,8	0,4		2,20	4,00	0,70		4,70	2,50	0,50		3,00
20	5	3,5	1,6	2,1	7,20	2,10	1,50	2,90	6,50	4,00	1,80	3,50	9,30
Total	60	34,5	14,22	13,65	62,37	29,31	14,11	16,40	59,82	46,05	18,93	15,76	80,74
Promedio RSU hab. Kg/día					0,52				0,50				0,45

Nota: elaboración propia

Tabla 8.7.*Datos recolectados de basura generada por día - 2do muestreo*

Muestra Marzo/ Abril 2020													
Día		Martes				Jueves				Domingo			
Casa	Hab.	RO	RI	Baño	Total	RO	RI	Baño	Total	RO	RI	Baño	Total
1	2	1,6	0,5	0,07	1,65	0,90	0,40	0,12	1,42	3,15	1,00	1,00	5,15
2	3	2,2	0,9	1,5	4,60	1,10	0,80	1,10	3,00	2,25	0,75	1,64	4,64
3	4	1,3	1,5	4,2	7,00	2,00	1,00	3,90	6,90	3,10	1,20	4,85	9,15
4	2	1,1	0,25		1,35	0,90	0,40		1,30	1,25	0,55		1,80
5	3	0,45	0,4		0,85	0,97		1,02	1,99	1,20	1,05	1,28	3,53
6	3	2,05	0,39		2,44	1,75	0,42		2,17	2,80	0,90		3,70
7	1	0,6	0,25	0,4	1,25	0,70	0,45	0,80	1,95	0,75	0,42	0,67	1,84
8	2	0,52	0,35		0,87	0,98	0,57		1,55	1,50	0,50		2,00
9	2	1,2	1,2		2,40	0,90	0,68		1,58	2,85	0,98		3,83
10	3	1,58	0,75		2,33	1,32	0,85		2,17	2,45	0,90		3,35
11	3	2,7	1,03		3,73	1,85	0,72		2,57	3,48	1,80		5,28
12	2	1,12	0,8		1,92	0,70	0,45		1,15	1,20	0,70		1,90
13	4	2,7	0,9		3,60	2,15	1,80		3,95	4,15	1,57		5,72
14	4	2,43	1,36		3,79	2,70	0,90		3,60	3,20	1,25		4,45
15	3	1,97	1,25		3,22	1,50	0,62		2,12	2,81	1,03		3,84
16	5	2,75	1,49	2,6	6,84	3,02	1,80	2,75	7,57	4,90	1,75	3,40	10,05
17	3	2,2	0,7	0,4	3,30	1,89	0,80	0,48	3,17	1,60	0,70	0,70	3,00
18	3	1,7		1,9	3,60	1,65	0,75	2,40	4,80	2,20	0,60	2,50	5,30
19	3	1,6	0,52		2,12	3,15	0,40		3,55	3,40	0,80		4,20
20	5	3,3	1,4	2,6	7,30	4,03	1,20	2,84	8,07	4,20	2,10	3,50	9,80
Total	60	35,07	15,94	13,67	64,16	34,16	15,01	15,41	64,58	52,44	20,55	19,54	92,53
Promedio RSU hab. Kg/día					0,53				0,54				0,51

Nota: elaboración propia

Se observó con este sondeo que algunos hogares realizaban en parte una separación de residuos y retiraban en bolsas diferentes la basura de baño, otros papeles, botellas y latas.

En lo referido a la cantidad de basura generada por habitante, se obtuvo como resultado un promedio de **0,51 Kg/día**. Promediando los datos obtenidos en las 2 semanas. En lo que respecta al tipo de basura generada, se observa: un alto porcentaje de basura orgánica, sobre la inorgánica (Figura 8.41).

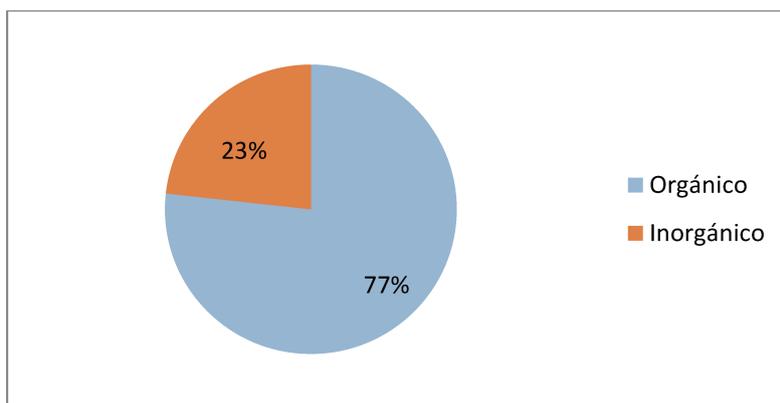


Figura 8.41 – Tipo de basura generada
Fuente: propia

Del 23% que corresponde a inorgánico, se detalla a continuación el porcentaje de los diversos materiales contabilizados (Figura 8.42).

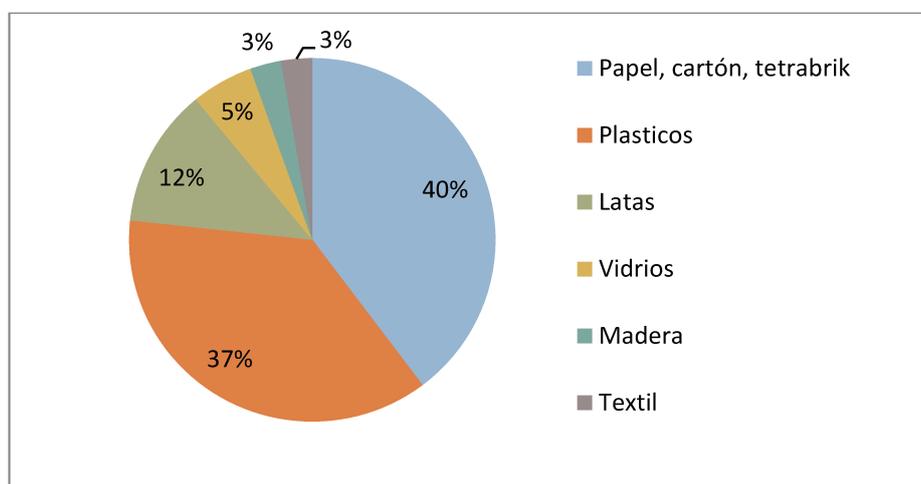


Figura 8.42 – Tipo de material desechado como inorgánico
Fuente: propia

Se puede observar que en el muestreo realizado el resultado obtenido de los kg producidos por habitante día es menor al estipulado a nivel nacional.

De los datos recolectados en las encuestas se vislumbra que el material que más se desecha es plástico y papeles/ cartón, lo que coincide con el sondeo. Si bien los porcentajes no son iguales, son los mismos materiales los que desechan con mayor frecuencia.

8.1.3. Observación participante

Se logró identificar mediante el uso de este instrumento que aproximadamente un 8% de la población estaba separando correctamente los residuos (en orgánico e inorgánico). Sólo en 3 bolsas de las 40 revisadas, no se encontró material mezclado. Se trató de un dato poco

alentador, que corroboró las observaciones de los trabajadores involucrados en la actividad, material húmedo y orgánico, que llegaban los martes y jueves a la planta de reciclaje.

8.1.4. Entrevista comunal

En cuanto a **Estructura**:

- Área encargada de la gestión de RSU: *Desarrollo Social* en conjunto con *Educación*, para las actividades de capacitación.
- Indican que se necesita capacitación específica en Concientización.
- El trabajo de la GIRSU se realiza sin estar asociados a otras localidades vecinas. Se llevaron a cabo algunas actividades de recolección diferenciada y eco canje con Ambrosetti.
- Se les consultó si conocían algún programa o financiación externa que brinde apoyo a localidades pequeñas en relación con la GIRSU. La respuesta fue no. Sin embargo, mencionan que han investigado y buscado información al respecto y se postularon a un programa de una Fundación para recibir financiamiento, pero no recibieron respuesta de la convocatoria.

En lo que respecta a **Generación** de RSU, hoy en día no se realizan pesajes de los residuos ya que en la localidad no existe una báscula para mencionada tarea.

Existen **Recuperadores Informales** que trabajan en la vía pública y en el basural (disposición final). La comuna cuenta con un área que está en contacto con ellos, y una parte fue involucrada como personal contratado para tareas similares.

El servicio de **Recolección y Transporte** es manual y contratado e incluye el barrido de calles, domicilios, instituciones y la recogida de RSU, de poda, patógenos, voluminosos y escombros. Los desechos peligrosos son aislados del resto cuando son recolectados en el servicio. No así si la gente los desecha en el basural directamente.

La localidad cuenta con un camión volcador (capacidad no conocida) y un tractor con 2 acoplados. Los viajes por día son 2 o 3.

Frecuencia del servicio actual: de lunes a viernes incluyendo feriados, dividido en reciclables y orgánicos.

En relación con el **Tratamiento y Disposición Final**, poseen una Planta de separación y tratamiento de residuos recuperables. Los residuos no recuperables son depositados en un basural, emplazado dentro de la localidad en zona rural.

Actualmente se están rellorando las diferentes celdas que se encuentran abiertas desde hace algunos años para poder comenzar con el ordenamiento del basural; y se busca que los residuos tiendan a depositarse en función de un orden determinado y una planificación prevista.

La comuna ha realizado varias campañas de **Concientización/Educación** relacionadas a los RSU dentro de las cuales se pueden mencionar:

- Charlas en Instituciones educativas para los alumnos.
- Charlas y formación docente semestral.
- Propuestas anuales para el trabajo continuo dentro de las Instituciones.
- Estudios de caracterización de residuos. (Mencionado en el apartado 8.2., Observación participante).
- Patrullaje ambiental.
- Concientización puerta a puerta con alumnos del nivel secundario.
- Entrega de imanes con días de recolección para la comunidad.
- Exposición y jornadas de puertas abiertas dentro de la Planta de Reciclado.
- Visitas guiadas a la Planta de Reciclado.
- Elaboración de cestos dobles reutilizando materiales para los hogares de los alumnos.
- Jornadas de plantación de árboles.
- Trasplante y siembra de plantines.
- Festejos y jornadas especiales, días referidos al cuidado del ambiente.

Colabora al presente con la localidad en esta temática el INTA, sección agroecología.

“En general la gestión de residuos en cuestión de recolección es un proceso que se mejoró mucho y se brinda un servicio acorde a lo que necesita el pueblo, la implementación de mejoras que hoy se dificulta en Hersilia es acondicionamiento del basural, ya que requieren trabajos externos que no se pueden realizar con maquinaria comunal” Encargada de la planta de Reciclado, Lic. Marianela Donnet.

8.1.5. Proyección de la población futura y la generación de RSU

Se realizaron las proyecciones correspondientes para estimar la cantidad de RSU que se generará en la localidad. El número de habitantes estimados en un horizonte de 15 años se

determinó utilizando los registros obtenidos de los Censos Nacional de Población, Hogar y Vivienda en la provincia, desde 1960 y calculando la tasa de crecimiento interanual. Ante valores tan diferentes de tasas, se adopta un criterio conservador, de considerar que, a los fines del diseño del proyecto se calcula con una tasa promedio de los últimos tres períodos intercensales para la proyección de la población en 2030 y 2040. En cuanto al Proyecto, en los próximos niveles de definición técnica, se recomienda profundizar esta proyección.

Tabla 8.8.

Proyección de la cantidad de habitantes cada 10 años

Año	Habitantes	Tasa de Crec. interanual
1960	3.278	(%)
1970	2.561	-2,438%
1980	3.457	3,045%
1991	3.356	-0,269%
2001	3.056	-0,932%
2010	3.165	0,390%
2022	3.449	0,719%
2030	3.465	
2040	3.486	

Nota: elaboración propia

De la información obtenida en la Tabla 8.8 y la determinación de la cantidad de basura generada por habitante (obtenida del sondeo bolsas de basura), se procede a calcular el promedio de residuos para los próximos años. Este dato se proyecta en un horizonte de 20 años, (para 2030 y 2040) dado que los censos se realizan cada 10 años y no hay datos intermedios obtenidos por la localidad.

En un informe denominado “What a Waste 2.0” realizado en 2018 por el Banco Mundial sobre la gestión de los RSU en los municipios argentinos (Lozupone, 2019), se detalla que los residuos municipales en Argentina llegaron a 18.184.606 de toneladas en 2016, subirá a 23.740.083 toneladas para el 2030 y a 31.086.051 toneladas en el año 2050. Si se toman como referencia estos valores, se puede observar un aumento del 15% en la generación per cápita en 14 años y del 17,2% en el período 2030-2050. Esto representa un aumento del 10,71% para los primeros 10 años (2020-2030) y del 8,6% para las décadas siguientes 2030-2040 y 2040-2050.

Por este motivo, se considera para el primer escenario (Tabla 8.9.) un aumento promedio de la generación de residuos de un 10% acumulable para los años 2030 y 2040.

Tabla 8.9.

Proyección de basura generada para los próximos años (considerando un 10 % de aumento)

Año	Basura generada por Hab/día	Habitantes	Kg/día (Basura)	Kg/año (Basura)	Tn/ Año (Basura)
2020	0,51	3.449	1.758,99	642.031,35	642,03
2030	0,56	3.465	1.940,40	708.246,00	708,25
2040	0,62	3.486	2.161,32	788.881,80	788,88

Nota: elaboración propia

Conforme a los valores de referencia se puede estimar un sistema GRSU con valores estables de tratamiento.

Sin embargo, a continuación, se plantean otros escenarios posibles (Tabla 8.10, 8.11 y 8.12) con variaciones en aumento de población y/o generación de residuos tomando como base la Tabla 8.9, para identificar un valor máximo al cuál se debe considerar dar tratamiento, en caso de que no suceda el ideal proyectado (Escenario 1).

Escenario 2:

Se prevé en este caso (Tabla 8.10), un aumento de la basura generada por habitante de un 25% por década incluido el 2020 del valor obtenido en el sondeo de bolsas de basura (0,51kg/hab/día).

Tabla 8.10.

Variación aumento de basura (considerando en 25 % de aumento por década)

Año	Basura generada por Hab/día	Habitantes	Kg/día (Basura)	Kg/año (Basura)	Tn/ Año (Basura)
2020	0,64	3.449	2.198,74	802.539,19	802,54
2030	0,70	3.465	2.425,50	885.307,50	885,31
2040	0,78	3.486	2.701,65	986.102,25	986,10

Nota: elaboración propia

Escenario 3:

Se considera para esta situación (Tabla 8.11) un incremento en la población de un 10% por década, con relación al valor obtenido original en la Tabla 8.9 para 2030 y 2040.

Tabla 8.11.

Variación aumento poblacional (considerando un 10 % por década)

Año	Basura generada por Hab/día	Habitantes	Kg/día (Basura)	Kg/año (Basura)	Tn/ Año (Basura)
2020	0,51	3.449	1.758,99	642.031,35	642,03
2030	0,56	3.812	2.134,44	779.070,60	779,07
2040	0,62	3.835	2.377,45	867.769,98	867,77

Nota: elaboración propia

Escenario 4:

Se plantea un incremento en ambos componentes (Tabla 8.12.). En la población de un 15% de los valores obtenidos para 2030 y 2024 en la Tabla 8.8 y en la generación de residuos del 30% inclusive para 2020 y las proyecciones siguientes (2030 y 2040) con relación a lo publicado en el escenario 1.

Es un escenario poco probable que manifiesta situaciones que podrían suceder en un caso extraordinario. Según el Informe de Medio Ambiente del año 2016 y 2020, la generación per cápita de residuos en Argentina fue de 1,03 kg y 1,15 kg respectivamente, lo que representa un aumento del 11,65% en 4 años y proyectado por década un 29,125%. Se toma este valor para estimar la cantidad de residuos en el presente escenario (30%). De acuerdo con datos recolectados recientemente (julio 2024) publicados en la página oficial del gobierno de la nación argentina, censo 2022, los habitantes en Hersilia son 3.449. Tomando como referencia el valor de 2010, 3.165, el aumento es de un 9%. Comparado con las estadísticas por décadas de la Tabla 8.8. el incremento es significativo. Se toma un valor de 15% para este escenario.

Tabla 8.12.

Variación mixta

Año	Basura generada por Hab/día	Habitantes	Kg/día (Basura)	Kg/año (Basura)	Tn/ Año (Basura)
2020	0,66	3.449	2.276,34	830.864,10	830,86
2030	0,73	3.985	2.908,87	1.061.736,64	1.061,74
2040	0,81	4.009	3.247,21	1.185.231,29	1.185,23

Nota: elaboración propia

En la Tabla 8.13 y Figura 8.43 pueden observarse a modo de resumen, la proyección de la generación de residuos por década (Tn/año) en los diferentes escenarios.

Tabla 8.13.

Proyección de cantidad de residuos (Tn/año)

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
2020	642,03	802,54	642,03	830,86
2030	708,25	885,31	779,07	1.061,74
2040	788,88	986,10	867,77	1.185,23

Nota: elaboración propia

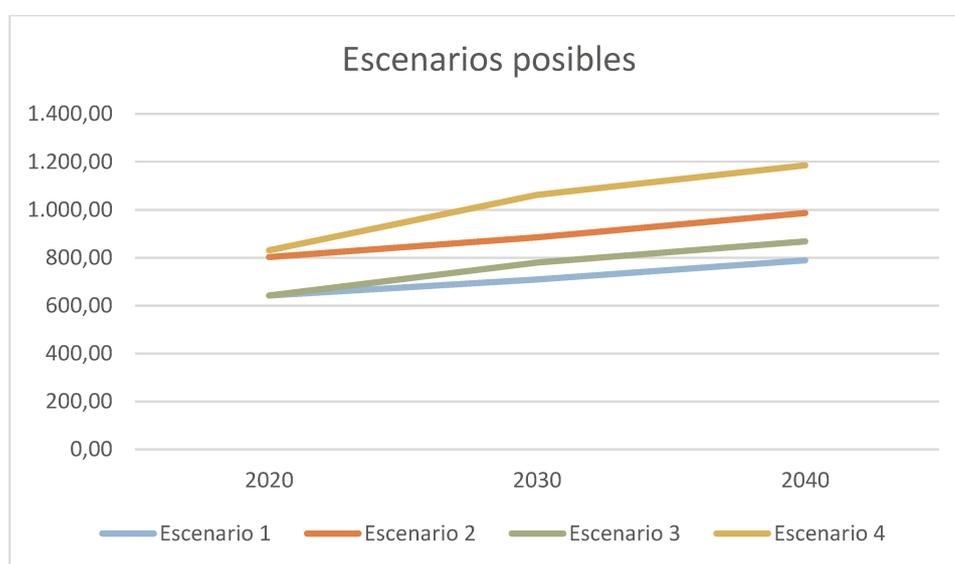


Figura 8.43: Proyección de Tn de Residuos generados por año
Fuente: propia

Según la proyección establecida en la Figura 8.43, el cuarto escenario se visualiza como el más adverso, a causa del crecimiento exponencial de la cantidad de residuos que se generarían en la localidad (Tn/año), dado por el aumento de ambos componentes (población y generación per cápita) con respecto a la situación inicial.

8.2. Procesamiento de Información Secundaria

8.2.1. Proyección de la generación de Residuos Orgánicos:

En el apartado 8.1. procesamiento de información primaria, se determinó la cantidad de RSU generados por habitante por día en la localidad de Hersilia. Estos residuos incluyen los

inorgánicos (recuperables) y los orgánicos, que resultan de sumar aquellos generados en hogares y los identificados como RV que son los obtenidos del barrido y diferentes actividades de poda y mantenimiento de espacios verdes realizadas por los ciudadanos o la comuna (Tabla 8.14). La fracción de los RV puede ser Gruesa (G), Media (M) o Fina (F).

Tabla 8.14.

Uso de los Residuos Verdes

Actividad	Fracción Obtenida	Uso
Poda domiciliaria	F – M	Planta de Compostaje
Poda domiciliaria	G	Valorización Energética
Poda Comunal	M – G	Valorización Energética
Mantenimiento de espacios públicos	F – M	Planta de Compostaje

Nota: elaboración propia

La Fracción Gruesa (FG) se genera en mayor medida por las tareas de mantenimiento del arbolado público y eventualmente por acción de vecinos o instituciones en forma particular.

A continuación, se realiza una proyección de RO (generado en hogares más los RV) que pueden ser valorizados. Se calcula en función de los datos obtenidos de las muestras aleatorias de basura para el caso de los hogares y de lo publicado por Schneider en su tesis de maestría de gestión ambiental (Schneider, 2022), en relación con los Residuos verdes.

El estimado de residuos de poda FG (Schneider, 2022) es de: 0,03 tn x habitante x año. Lo que se traduce en:

$\text{Gen FG} = 0,03 \text{ tn} \times \text{hab} \times \text{año}; \text{ implica por día } 30 \text{ kg}/365 \text{ días} = 0,082 \text{ Kg/ día.}$

Por su parte, la Fracción Fina (FF) y Fracción Media (FM), hojas, restos de poda de herbáceas, césped y ramas, es generada por el mantenimiento en domicilios y espacios públicos. No existen antecedentes oficiales respecto a la cantidad de fracción fina o media producida en localidades.

Se detectó en este caso con los datos obtenidos de la muestra aleatoria de basura que el porcentaje de residuos orgánicos es del 77 % (Figura 8.38). El total de residuos generados por día es de 0,51 kg/hab/día. Esto implica que la fracción de RO es de 0,393 kg/hab/día. De ese total, un porcentaje corresponde a residuos que no pueden compostarse, como restos de comida, huesos, lácteos, pan, aceite, residuos baño.

El gobierno de la provincia de Buenos Aires (2022), en su Manual de compostaje domiciliario publica que, de los residuos generados en argentina, un 50 % son orgánicos, un

25% secos reciclables y un 25% son mixtos No recuperables (tanto orgánicos como inorgánicos). De las tablas 8.6 y 8.7 se obtiene que los residuos de baño representan un 21,87%. Se calcula un promedio de los valores conseguidos para reflejar un resultado lo más fiel posible a la realidad y se estima un 18% de residuos orgánicos no recuperables.

A continuación, se presentan los Kg a procesar de RO por habitante para los años 2020, 2030 y 2040. El valor de los RO generados por día resulta del 77% previsto por década, menos el 18% (no recuperable) más la fracción de RV. Se asume el escenario 1 para la proyección y cálculo de las toneladas anuales, que es la situación prevista y esperable (Tablas 8.15 y 8.16).

Tabla 8.15.

Cantidad de RO a compostar por habitante por día

Año	Basura generada por Hab/día (Kg)	RO hogares (77%)	Desperdicio (18%)	RV	Total
2020	0,51	0,393	0,071	0,082	0,404
2030	0,56	0,431	0,078	0,082	0,436
2040	0,62	0,477	0,086	0,082	0,473

Nota: elaboración propia

Tabla 8.16.

Cantidad de RO a compostar por año

Año	RO generados por Hab/día (Kg)	Habitantes	RO por día (Kg)	RO por año (Kg)	RO Tn/Año
2020	0,404	3.449	1.393,44	508.607,16	508,61
2030	0,436	3.465	1.509,30	550.893,97	550,89
2040	0,473	3.486	1.650,51	602.435,95	602,44

Nota: elaboración propia

8.2.2. Datos obtenidos de publicaciones de la localidad:

Los residuos en Hersilia son recolectados de forma diferenciada de lunes a viernes (Figura 8.44). Lunes, miércoles y viernes se recolectan los residuos orgánicos, mientras que martes y jueves los inorgánicos. A su vez los miércoles se retiran escombros. Los residuos de patio (del barrido de veredas, del desmalezado o corte de césped, ramas) lunes, martes, jueves y viernes.



Figura 8.44 – Recolección diferenciada establecida en la localidad
Fuente: Comuna de Hersilia

Durante el año 2022 la comuna realizó e impulsó diversas actividades de integración que permiten valorar, cuidar el ambiente y el futuro de la localidad, generando conciencia en la sociedad (Figura 8.45): eco canje, visitas a medios de comunicación, exposición y muestra de reciclaje en el aniversario de Hersilia, juegos de separación y reciclaje, promoción ambiental y capacitaciones en diferentes instituciones y al personal.



Figura 8.45: Eco canje y Visitas guiadas de escuelas a la planta de tratamiento
Fuente: Comuna de Hersilia

Asimismo, desarrolló acciones relacionadas a la Recolección y Transporte: inicio con grandes generadores, relevamiento y cambio de cestos (Figura 8.46).



Figura 8.46: Cestos de Basura diferenciados
Fuente: Comuna de Hersilia y propia

De la recolección diferenciada establecida la comuna logró recuperar en la planta de tratamiento 72.880 kg (Figura 8.47) de residuos desde junio de 2021 a noviembre del año 2022. La comuna mantiene un acuerdo con la empresa que le presta en comodato la prensa, y es a ella a quien venden todo el material recuperado.



Figura 8.47: Material reciclado
Fuente: Comuna de Hersilia

En septiembre de 2022, la presidenta comunal, Silvina Romero se reunió junto a su par de Ambrosetti, Daniela Michlig y la intendenta de Ceres, Alejandra Dupóuy para debatir y planificar el proyecto GIRSU.

A principios de marzo del 2023, siguiendo con las actividades relacionadas a la gestión de residuos, realizó una visita al basural con personal de la planta de reciclado y de la recolección de residuos de patio y escombros para continuar con los trabajos de mejoras en el mismo (Figura 8.48). Se trató el tema de fosas, su habilitación y el relleno de estas.



Figura 8.48: Acondicionamiento Basural
Fuente: Comuna de Hersilia

8.2.3. Datos obtenidos de publicaciones en la ciudad vecina de Ceres:

- El gobierno de Ceres avanza en la construcción del GIRSU Microregional.

La intendenta de la ciudad de Ceres, Alejandra Dupouy, en octubre de 2022 inicia el camino para conformar un Consorcio Intercomunal y acelerar las gestiones para la construcción del relleno sanitario que permita sanear el basural a cielo abierto.

Llevó adelante reuniones con referentes ministeriales de Medio Ambiente en Nación y Provincia. Para avanzar en apoyos económicos y poder hacer tangibles los proyectos era necesario armar un Consorcio GIRSU del ámbito regional, con base en Ceres. Por ese motivo han comenzado diálogos con localidades cercanas a esta ciudad (Farías, 2022).

- Alejandra Dupouy confirmó la creación de un GIRSU Microregional.

El tratamiento de los residuos y la eliminación del basural a cielo abierto, fueron establecidos como Política de Estado por la Intendente de Ceres. La Ciudad, renunció al postergado GIRSU departamental para crear su propio proyecto regional *que contempla a las localidades de Hersilia, La Rubia y Ambrosetti en Santa Fe y a Selva en Santiago del Estero*. El proyecto de Relleno Sanitario fue aprobado por las autoridades nacionales y obtuvo número de expediente (Muñoz, 2022).

Capítulo 9: PROPUESTAS y COSTOS

Se promueven actualmente a nivel nacional y provincial, los rellenos sanitarios como respuesta a la problemática de una disposición final segura para los RSU. A su vez, provincialmente se plantea la construcción de consorcios regionales para aquellas localidades donde las cantidades de residuos no llegan a ser las suficientes para justificar este tipo de proyectos. Sin embargo, en la zona donde está la localidad en estudio aún no se concretaron. Es por ello, que la ciudad vecina de Ceres firmó un acuerdo en ambos niveles de gobierno en noviembre de 2022, con el fin de construir un micro consorcio regional que abarcaría varias localidades de la zona, incluido Hersilia, Sin embargo, al momento de la redacción de este informe, noviembre 2024, tampoco fue creado.

En materia de ambiente y puntualmente de residuos muchas veces resulta complejo encontrar una respuesta viable a nivel local y es preciso buscar soluciones en conjunto con otras ciudades. Sin embargo, es recomendable trabajar con los recursos propios o aquellos que se puedan conseguir de forma individual para ocuparse inicialmente de esta temática.

Es fundamental el compromiso del gobierno comunal independientemente de partidos políticos y situaciones económicas, planificar a mediano y largo plazo el tratamiento de RSU, cumplir con acciones y una política a lo largo del tiempo, para vislumbrar resultados. También, es apropiado poner en práctica el concepto de Desarrollo Sostenible en cada etapa de la GIRSU, entendido el mismo como el proceso que garantiza cubrir las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la de las futuras; preservando y conservando los recursos naturales, asegurando un equilibrio entre el bienestar social, el crecimiento económico y el cuidado del ambiente.

Se plantean y desarrollan dos propuestas para dar respuesta a la GIRSU en la localidad.

9.1. Propuesta 1

En esta alternativa se plantea la creación de un sistema de tratamiento para los residuos orgánicos de la localidad, a partir de una planta de compostaje al aire libre. A su vez, continuar con el trabajo realizado en la Planta de procesamiento de residuos inorgánicos (separación y clasificación para que los diversos materiales reciclados puedan ser comercializados) y el acondicionamiento del basural.

El propósito con esta alternativa es poder valorizar la fracción de residuos que aún no ha sido tratada para disminuir la cantidad de desechos que ingresan al CDF.

El tratamiento y valorización que puede suministrarse a los RO es:

- Biológico (aeróbico): para la fracción de RV Fina - Media y los RO generados en hogares, permitiendo obtener como productos compost y mulch.
- Físico (reducción de tamaño): para la fracción de RV Media – Gruesa, resultando en material de cobertura para el CDF.
- Térmico (proceso de densificación - briquetas o a partir de fardo de ramas), utilizando la fracción media y gruesa de RV. Producto obtenido: energía a escala industrial o doméstica.

De acuerdo con los datos obtenidos del sondeo de bolsas de basura realizado, de la información de las encuestas y de los resultados publicados de los procesos de valorización para los residuos verdes de la ciudad de Santa Fe (Schneider, 2022), se determina que la mejor alternativa para el tratamiento de los RO es la combinación de valorización biológica (compost) y energética (a partir del enfardo de ramas para su uso en estufas).

La reducción de tamaño de RV, demanda menos costos de inversión y de complejidad de control y operación. Por ello, se toma como primer paso, para la recepción de RV fracción gruesa-media.

A continuación, se muestra un diagrama de bloques, con los pasos del proceso de compostaje previsto.

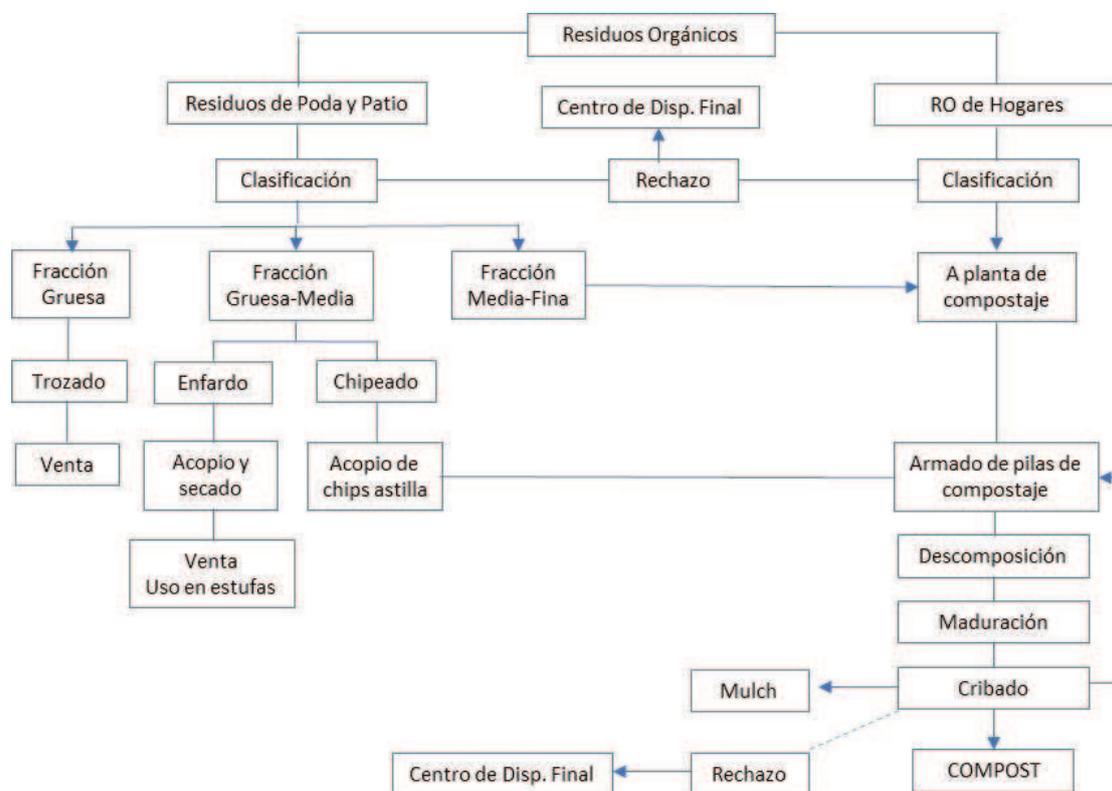


Figura 9.49: Proceso de Compost

Fuente: propia

Se recibe el material para realizar el proceso de compostaje, como puede observarse en la Figura 9.49, de 2 fuentes:

- Residuos Verdes (obtenidos del barrido de veredas, actividades de poda y desmalezado o corte de césped). Las ramas se trituran en una máquina llamada Chipeadora para reducir su tamaño y facilitar su descomposición. El producto obtenido (chips) se utiliza en jardinería y se fracciona para ir incorporando en el armado de pilas de compostaje.
- RO Hogares (originados en el proceso de cocinar, manipular o elaborar productos alimenticios: cáscaras, restos de frutas y verduras, yerba) se preseleccionan para eliminar impurezas y aquellos que no son aptos van directo al CDF.

Luego se mezcla una parte de RV con los RO y se arman las pilas de forma triangular para garantizar estabilidad del talud lateral. A su vez el suelo se impermeabiliza para evitar la filtración de los lixiviados. La mezcla de estos materiales garantiza espacios de aire que contribuyen a evitar que la descomposición se realice por vías anaeróbicas.

Finalizada dicha etapa, el material maduro ingresa a una Zaranda Rotatoria, y se separa el **compost** de las ramitas y otros restos que no finalizaron su descomposición. Los cuales se seleccionan para recircular en otra pila de compostaje (como inóculo del proceso) o para su utilización como “mulch” en forestación. El rechazo, va directo al CDF.

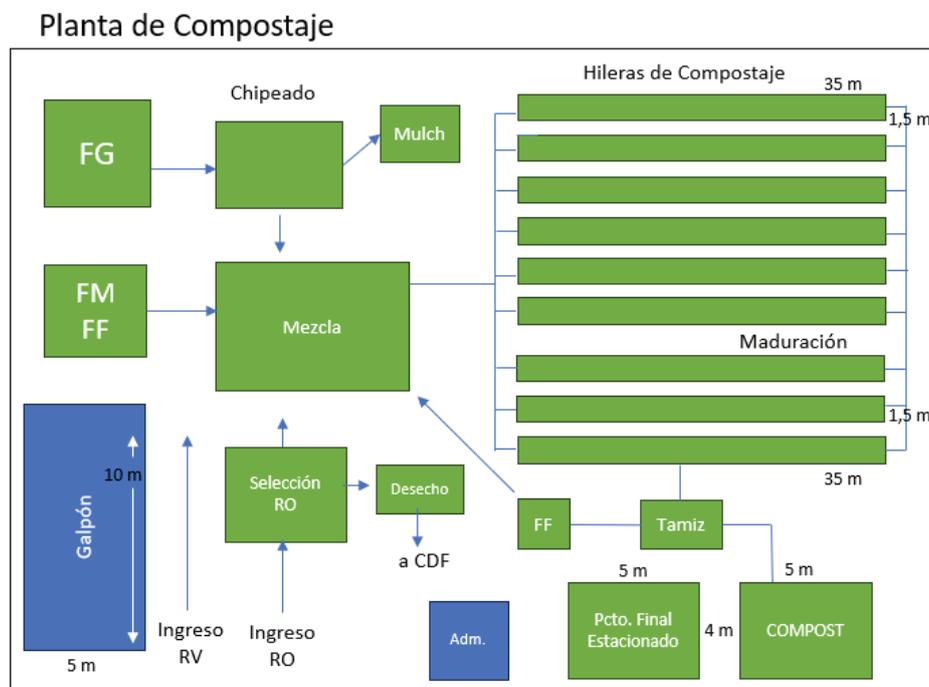


Figura 9.50: Modelo de Planta de Compostaje.
Fuente: elaboración propia

Se expone en la Figura 9.50 un modelo de planta de compostaje al aire libre, donde las hileras de compostaje y maduración tienen 1,5 m de alto x 1,5 m de ancho x 35 m de largo, y sirven para cubrir el ingreso de 2 semanas de RO.

Las actividades por desarrollar en esta alternativa son:

1. Diseñar y construir una planta de compostaje de acuerdo con la proyección estimada, fomentando la generación de empleo a nivel local.
2. Pasos que seguir para implementarlo:
 - a) Adquirir un terreno o destinar alguno de la comuna.
 - b) Identificar las máquinas y herramientas necesarias:

Etapas y herramientas necesarias:

- Recepción, clasificación de materia prima y transporte: horquetas y palas, carretillas; para agregar material, voltear y sacar el compost terminado.
 - Reducción de tamaño: tijeras de podar y trituradora (chipeadora).
 - Digestión aeróbica, disposición de pilas de compostaje y remoción del material: remoción manual con palas para la aireación y regadera, manguera o aspersor para mantener una correcta humedad en el material en compostaje. Para el control de:
 - Temperatura, termómetro;
 - Humedad, método de puño;
 - pH, tiras/ pHmetro,
 - Analizador de 4 vías Rapitest: para controlar las condiciones de pH y humedad del suelo, cantidad de luz y niveles combinados totales de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).
 - Cribado: tamizadora o zaranda rotativa, para el cernido del material al finalizar el proceso de compostaje y separar elementos gruesos que aún no se han descompuesto.
3. Prever las obras civiles necesarias para su instalación y funcionamiento: recepción y clasificación de materia prima, reducción de tamaño, acopio de material, disposición de pilas de compostaje y remoción del material, maduración, tamizado, acopio temporal de productos, caminos para la circulación vehicular, líquidos lixiviados que pudieran generarse durante el proceso o ante incidencias climáticas.
 4. Continuar con la recolección diferenciada (3 veces a la semana RO y 2 veces RI) y evaluar la incorporación de una nueva división de orgánicos, solamente útiles para compost. Adoptar 2 días al mes para retirar los RV de los hogares (de patio) y de los espacios verdes de la comuna.

5. Incentivar la participación ciudadana.
6. DF en el basural acondicionado.

La superficie (m²) inicial a construir se compone de (Tabla 9.17):

Tabla 9.17.

Superficie (m²) de construcción para la planta de residuos orgánicos.

Sector	Dimensiones	m ² totales
Administración (incluye oficina y baño)	3 x 3	9
Depósito de materiales / herramientas	5 x 10	50
Total m ²		59

Nota: elaboración propia.

El espacio requerido para las pilas de compost surge de los datos obtenidos en cuanto a generación de RO y RV para los años 2020, 2030 y 2040. (Tablas 9.18 y 9.19)

Tabla 9.18.

Residuos Orgánicos para procesar por habitante/día.

Año	Basura generada por Hab/día (Kg)	RO hogares (77%)	Desperdicio (18%)	RV	Total
2020	0,51	0,393	0,071	0,082	0,404
2030	0,56	0,431	0,078	0,082	0,436
2040	0,62	0,477	0,086	0,082	0,473

Nota: elaboración propia.

Tabla 9.19.

Residuos Orgánicos para procesar en la planta de tratamiento por año.

Año	RO generados por Hab/día (Kg)	Habitantes	RO por día (Kg)	RO por año (Kg)	RO Tn/Año
2020	0,404	3.449	1.393,44	508.607,16	508,61
2030	0,436	3.465	1.509,30	550.893,97	550,89
2040	0,473	3.486	1.650,51	602.435,95	602,44

Nota: elaboración propia.

En este caso, se utiliza la fórmula del volumen de un paralelepípedo como medida aproximada del volumen de una pila: $V = a.b.c$ donde a es la base, b la altura y c el largo. Se

sabe la cantidad de RO que ingresan a la planta por día, se calcula por semana y se determina el largo de la fila (Tabla 9.20), al considerar la base y el alto en 1,5 m.

Tabla 9.20.

Largo filas de compostaje.

RO por día (Kg)	RO por semana	Densidad suelta	m ³ necesarios	largo (m)
1.393,44	9.754,11	250,00	39,02	17,34
1.509,30	10.565,09	250,00	42,26	18,78
1.650,51	11.553,57	250,00	46,21	20,54

Nota: elaboración propia.

La superficie necesaria para la planta se calcula en base a los residuos generados, a las hileras de compostaje, los caminos, accesos, construcciones, zonas de descarga y de trabajo. Se estima para cada hilera de compostaje y de maduración una superficie de 52,5 m² (1,5 m x 35 m), y para el sector un total de 880 m² (22 m x 40 m). Cada hilera sirve para recibir los residuos de 2 semanas. El espacio mínimo necesario para el área de maduración es 320 m² (8 m x 40 m), lo que incluye 3 pilas de 1,5 m x 35 m más los espacios para circular. Se calcula entonces un terreno mínimo para toda la planta de 65 m x 50 m.

Se plantea un equipo de trabajo para la planta de tratamiento compuesto de 4 personas para su operación y mantenimiento, de los cuales 1 es responsable de la recepción, administración y venta de compost, y los otros 3, son los operarios del proceso.

En este caso, la operación de la planta de valorización de residuos orgánicos puede contar con personal contratado, compartir los empleados del centro de tratamiento de residuos recuperables, o ser parte de una cooperativa de trabajo.

9.2. Propuesta 2

Esta alternativa propone comenzar la construcción de un Relleno Sanitario manual, continuar con la recolección diferenciada y el tratamiento en la Planta de recupero de los residuos inorgánicos. El objetivo primordial es implementar un sistema de disposición final de residuos que sea duradero y amigable con el ambiente. Cuantos menos residuos ingresen, mayor será su duración.

Se prevé un plazo de ejecución de 10 años para la construcción de la obra, con el fin de prorratear la inversión inicial en diferentes etapas.

Se plantea al principio que la operación sea manual y a medida que el tiempo pase, se buscará ir mecanizando. La compactación y el confinamiento se realiza con una cuadrilla de hombres y algunas herramientas. Si bien es un sistema menos eficiente, debido a que el cuerpo de basura no permite alturas elevadas, se precisa menos inversión inicial (Jaramillo, 2002).

En la Figura 9.51 se observa el diseño de un Relleno Sanitario utilizado como centro de disposición final de residuos.

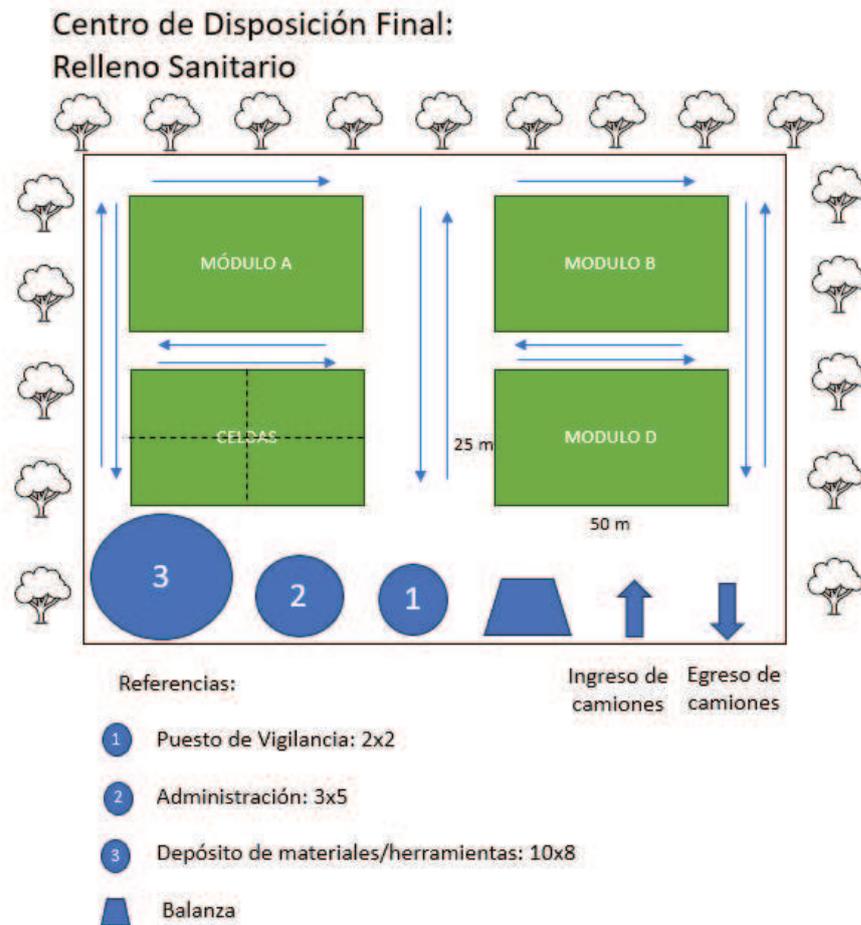


Figura 9.51: Modelo de Planta – Relleno Sanitario.
Fuente: elaboración propia

Los Recursos técnicos y humanos necesarios dependen del tamaño del relleno planteado, la cantidad de desechos descargados, de vehículos, la disponibilidad y material de cobertura, días laborables, duración de la jornada, condiciones climáticas, maquinarias, equipos y herramientas con las que se cuenta.

Se propone trabajar con recursos (herramientas y personal) disponibles, para optimizar su uso y disminuir el impacto de económico de la inversión inicial necesaria para afrontar el proyecto. Se precisan los siguientes recursos humanos:

- Jefe del Relleno y Supervisor ambiental: 1
- Chofer de maquinaria pesada: tractor: 1
- Técnico mecánico para reparación de vehículos y otros equipos (externo)
- Responsable de balanza y portería: 1
- Obreros para colocado, compactado y cubierta de residuos y construcción de chimeneas: 3
- Obreros para limpieza de canales de drenaje y cubiertas. Mantenimiento de planta de lixiviados: 1

Las herramientas mínimas requeridas para un RS Manual son: pala, pico, pisón de mano, sierra, carretilla, rodillo manual, tractor, balanza, un vehículo auxiliar (camioneta) y un tractor. El equipo de Protección Personal debe estar compuesto de: ropa de trabajo (pantalón y camisa tipo pampero), impermeables, guantes de goma y cuero, botines de seguridad, botas de goma para época de lluvias y barbijos.

Tamaño del proyecto: cálculo de las toneladas de RSU/año y del área necesaria

Se calculó el área del relleno (Tablas 9.21 y 9.22) y las dimensiones del terreno necesario para su construcción y operación. En lo que respecta al área necesaria para la construcción de un relleno sanitario manual útil durante 20 años, se toma como base el modelo planteado por Jaramillo (2002) para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones. De este informe se obtiene que la densidad de la Basura (Kg/m^3) es:

- Ds: Suelta 200 a 300
- Dc: Compactada 400 a 500
- De: Estabilizada 500 a 600

Tabla 9.21.

Volumen del Relleno Sanitario.

Año	Pob (1)	ppc (2)	Cantidad RSU		Volumen (m^3) Anual				
			Anual (3)	Acumulado (4)	Res. Sólidos compactados (5)	Mat. de Cobertura (6)	Res. Sólidos Estabilizados (7)	Relleno Sanitario	
								m3 (8)	Acumulado (9)
2020	3.449	0,51	642.031,35	642.031,35	1.426,74	285,35	1.167,33	1.452,68	1.452,68
2030	3.465	0,56	708.246,00	1.350.277,35	1.573,88	314,78	1.287,72	1.602,50	3.055,17
2040	3.486	0,62	788.881,80	2.139.159,15	1.753,07	350,61	1.434,33	1.784,94	4.840,12

Nota: elaboración propia.

Tabla 9.22.*Área (m²) requerida para el Relleno Sanitario.*

Área Requerida (m ²)		
Relleno (10)	Adicional (11)	Total (12)
726,34	181,58	907,92
1.527,59	381,90	1.909,48
2.420,06	605,01	3.025,07

Nota: elaboración propia.

Donde:

- (1) Población, datos obtenidos de la proyección Tabla 8.8
- (2) ppc: producción per cápita. Información recolectada en el sondeo de bolsas de basura y su proyección.
- (3) Cantidad de RSU Anual (kg) = población x ppc x 365 días.
- (4) Cantidad de RSU Acumulado (Kg): suma de la cantidad anual por década.
- (5) Volumen de RS Compactados: (3) / Dc (se toma un promedio de 450 Kg/ m³)
- (6) Volumen Material de cobertura: (5) x 0,2 (material cobertura = al 20% de RSc)
- (7) Volumen de RS estabilizados: (3) / De (se toma un promedio de 550 Kg/ m³)
- (8) Volumen del Relleno Sanitario = (6) + (7)
- (9) Volumen Acumulado: suma del volumen del relleno sanitario por década
- (10) Área requerida en m³ para el relleno: (9) / altura del relleno (en este caso 2 m). Se calcula 1 m para el método de zanja y 1 m para el de área.
- (11) Área requerida en m² de adicionales = (10) x 0,25. (Referencia 25% del área del RS)
- (12) Área Total = (10) + (11).

En condiciones ideales, sin aprovechamiento de residuos, el área requerida para DF y cubrir la demanda proyectada es de 3.025,07 m². En caso de continuar con el aprovechamiento de residuos (recuperables – valuado actualmente en un 10%), la demanda del espacio es menor 2750 m² y si se le suma el aprovechamiento que se puede hacer con los residuos orgánicos, la carga en el CDF desciende.

Se plantea por otro lado, un escenario desfavorable, donde los ciudadanos en vez de disminuir el consumo o mantenerlo, lo incrementan, lo que se traduce en un aumento diario de la generación de residuos (Tablas 9.23 y 9.24). Se toma como base en 2020 una generación de

0,75 kg/hab/día, y se proyecta un aumento del 10% para el 2030 y un 10% del 2030 para 2040. Sin embargo, se considera el aprovechamiento de recursos (residuos recuperables) en un 10%.

Tabla 9.23.

Cantidad de RSU a disponer en el CDF en un escenario desfavorable.

Año	Población	ppc	Cantidad RSU			
			Anual	Recuperado	Total	Acumulado
2020	3.449	0,75	944.163,75	94.416,38	849.747,38	849.747,38
2030	3.465	0,83	1.043.398,13	104.339,81	939.058,31	1.788.805,69
2040	3.486	0,91	1.154.693,93	115.469,39	1.039.224,53	2.828.030,22

Nota: elaboración propia.

Tabla 9.24.

Área requerida para el CDF en un escenario desfavorable.

Año	Volumen (m3) Anual					Area Requerida (m2)		
	Res. Sólidos compactados	Mat. de Cobertura	Res. Sólidos Estabilizados	Relleno Sanitario		Relleno	Adicional	Total
				m3	Acumulado			
2020	1.888,33	377,67	1.545,00	1.922,66	1.922,66	961,33	240,33	1.201,66
2030	2.086,80	417,36	1.707,38	2.124,74	4.047,40	2.023,70	505,92	2.529,62
2040	2.309,39	461,88	1.889,50	2.351,38	6.398,78	3.199,39	799,85	3.999,23

Nota: elaboración propia.

La cantidad de m² iniciales a construir (Tabla 9.25), independientemente de la preparación del terreno para la elaboración del primer módulo se compone de:

Tabla 9.25.

m² de construcción para el relleno sanitario.

Sector	Dimensiones (m)	m ² totales
Puesto de vigilancia	2 x 2	4
Administración (incluye oficina y baño)	3 x 5	15
Depósito de materiales / herramientas	8 x 10	80
Total m²		99

Nota: elaboración propia.

Del cálculo de área resulta que en el peor escenario se necesitan 4.000 m² para un relleno con vida útil de 20 años si se recuperan los residuos inorgánicos. En caso de que esto no suceda, se necesitarían 4.400 m². Se plantea la construcción de 4 módulos operativos, con una duración promedio de 5 años. Esto se traduce en que cada módulo deberá ser de 1.100 m².

Se proponen módulos de: $25\text{ m} \times 50\text{ m} = 1.250\text{ m}^2$ (Figura 9.52), para alcanzar a cubrir la demanda estimada. El terreno necesario resulta de sumar los módulos, los accesos y caminos, oficinas y galpones más las áreas adicionales, que se corresponden con un 20 a 40% de acuerdo con lo publicado por Jaramillo (2002). Se determina entonces que las dimensiones del terreno deben ser de $75\text{ m} \times 120\text{ m}$.

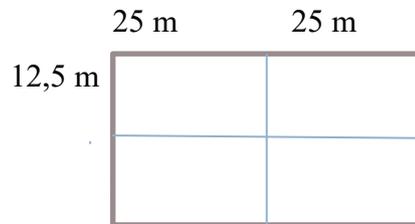


Figura 9.52: Dimensiones de cada módulo del Relleno
Fuente: propia

Si se comparan estos datos con los obtenidos en los diferentes escenarios planteados en el capítulo 8, apartado 1.5. (Tabla 8.13) se concluye que aun tomando como base el escenario 4, la propuesta sirve para cubrirlo. Por otro lado, cabe destacar que en los valores de la Tabla 9.24 no se considera el porcentaje de RO que podrían ser aprovechados si se implementa la Planta de Tratamiento, por esta razón, la disponibilidad para el depósito de los residuos sería aún mayor.

En la localidad no se tienen registros de estudios de suelo, sin embargo, las características del terreno indican que es de tipo arcilloso y que necesita ser mejorado para evitar las filtraciones de lixiviado. Se recomienda como método de construcción uno de zanja y las celdas en positivo, es decir hacia arriba.

Se recomienda de acuerdo a la información detallada en el apartado 4.4.1.5.3 (relleno sanitario impermeabilización) y lo dialogado con el Director de Obras Públicas, Servicios y Ambiente, Ing. Alejandro Bregy, un sistema de impermeabilización de tres capas basado en una mezcla de suelo-arcilla bentonita, debido al alto costo que implica el uso de geomembrana bentonítica. La capa inicial, se basa en una mezcla de suelo con arcilla bentonita, ya que por su poder de absorción y la expansión en contacto con líquidos, le aporta impermeabilidad al terreno. La segunda, una membrana de polietileno de alta densidad de 2 milímetros de espesor que soporte altas y bajas temperaturas y sea resistente a la tensión (compresión, tracción). Por último, suelo vegetal para cubrir y proteger la membrana de polietileno

9.3. Costos

Se detallan a continuación los costos aproximados necesarios para realizar la inversión inicial de ambas propuestas. Se toman como referencia los precios en pesos obtenidos al 20 de diciembre de 2024 y se transcriben al dólar oficial de ese momento:

$$1 \text{ dólar} = \$1044.$$

9.3.1. Propuesta 1

En las Tablas 9.26 y 9.27 se detallan costos aproximados para la propuesta 1. En lo referido a maquinarias no se incluye la compra de un equipo removedor autopropulsado, tractor con pala usado y una zaranda de compost ZT 290 (mecanizada), pero se sugiere considerarlos a futuro.

Tabla 9.26.

Costos de herramientas y máquinas P1 (Propuesta 1)

Herramientas / Maquinarias	Cant.	Precio en \$	Precio unitario U\$s	Total u\$S
Carretilla	2	75.000	71,84	143,68
Chipeadora Trituradora Ch442 Diamet 102 Mm 13hp	1	12.393.432	11.871,10	11.871,10
Termómetro	1	46.185	44,24	44,24
pHmetro / humedad	1	80.000	76,63	76,63
Zaranda manual: 32 x 42	4	22.000	21,07	84,29
Horquilla Biello Tramontina 4 Dientes Acero Cabo 71cm	2	28.090	26,91	53,81
Tijera de Poda EasyCut Gardena 680B - 42 mm	1	76.920	73,68	73,68
Tijera de Poda 8 1/4"	3	6.485	6,21	18,64
Combo Pala ancha y punta	3	25.500	24,43	73,28
Manguera 3/4x25mts	1	23.000	22,03	22,03
Kit Jardín: Carro + Manguera 3/4x25mts+Acoples+Regador	1	142.000	136,02	136,02
Total				12.597,39

Nota: elaboración propia.

Tabla 9.27.
Costos de elementos de protección personal P1

Elementos de Protección Personal para empleados: Inicial	Cant.	Precio en \$	Precio unitario USs	Total u\$\$
Ropa de trabajo (pantalón y camisa: tipo pampero)	4	64.125,00	61,42	245,69
Capa de Lluvia - impermeable	2	22.000,00	21,07	42,15
Guantes de cuero	12	27.000,00	25,86	25,86
Guantes de goma	10	31.900,00	30,56	30,56
Botines de seguridad	4	52.000,00	49,81	199,23
Botas de goma para época de lluvias	2	15.800,00	15,13	30,27
Barbijos	100	5.500,00	5,27	5,27
Total				579,02

Nota: elaboración propia.

En la Tabla 9.28 se detallan los costos aproximados de la construcción inicial y la primera fase operativa de la propuesta 1. La impermeabilización se realiza en la primera pila destinada al armado de compost. Se calcula una medida de 2 m x 12m = 24 m². La geomembrana tiene 1m de largo por 7 m de ancho, por lo tanto, el valor se multiplica por cuatro.

Tabla 9.28.
Costos iniciales de construcción y 1er fase operativa.

Construcción inicial y 1era operativa	Cant.	Precio en \$	Precio unitario USs	Total u\$\$
Construcción m2: oficina, baño y galpón	59,00		800,00	47.200,00
Terreno / buscar uno de la comuna				0,00
Impermeabilización: geomembrana: 52,5 m2	6,00	51.600,00	49,43	296,55
Subtotal				47.496,55

Nota: elaboración propia.

Se proyecta 4 personas para el trabajo de planta en el área de operación y mantenimiento. En la Tabla 9.29 se observan los sueldos básicos mensuales, correspondientes a enero del 2024, obtenidos de la Federación de Sindicatos de Trabajadores Municipales de la Provincia de Santa Fe (FESTRAM). El responsable administrativo, dentro de la categoría 19 y los operarios dentro la categoría 15, en el agrupamiento Mantenimiento y Producción. (FESTRAM, 2024)

Tabla 9.29.*Sueldos Personal Planta PI Mensual.*

Inversiones mensuales SUELDOS PERSONAL – DICIEMBRE 2024	Cant.	Básico \$	Adicionales (15% aprox)	Subtotal	Precio unitario U\$s	Total u\$S
Responsable de recepción/ administrativo. CAT. 18	1	618.252,05	92.737,81	710.989,86	681,02	681,02
Operarios de espacios verdes: medio oficial. CAT. 15	3	494.388,63	74.158,29	568.546,92	473,55	1.420,66
<i>Subtotal</i>						2101,68
Cargas sociales aprox 30%						630,50
Total						2732,19

Nota: elaboración propia.

En la Tabla 9.30 se especifican los costos estimados del acondicionamiento del actual basural: obras realizadas con topadora, pala mecánica y la impermeabilización de la zanja sanitaria con bentonita. El trabajo de topadora se calcula para una hectárea x 0,10 m; la excavación para la zanja se computa en un largo de 50 m por 2 m de ancho y 2 m de profundidad. La impermeabilización con bentonita resulta de multiplicar el ancho por el largo de la zanja y 0,10 m de arcilla. Se precisan 590,3 Kg de arcilla para impermeabilizar 1 m³.

Tabla 9.30.*Costos de Acondicionamiento del Basural*

Obras	Cant.	Precio en \$	Precio unitario U\$s	Total u\$S
Topadora (desmonte y nivel)	1000	25.958	24,86	24.863,98
Zanja (50 m x 2 m x 2 m)	200	32.076	30,72	6.144,83
Impermeabilización (bentonita) 10 m ³ 0,1x2x50	5903	23.000	22,03	130.046,93
<i>Total</i>				161.055,75

*Nota: elaboración propia***9.3.2. Propuesta 2**

En las Tablas 9.31, 9.32 y 9.33 se detallan costos aproximados considerando la propuesta 2. En lo referido a herramientas y maquinarias, se propone utilizar el tractor y una camioneta como vehículo auxiliar, que dispone la comuna. Evaluar a futuro la adquisición de un doble rodillo tripulado, para apisonar los residuos.

Tabla 9.31.*Herramientas requeridas para la P2 (Propuesta 2)*

Herramientas mínimas requeridas	Cant.	Precio en \$	Precio unitario U\$s	Total u\$S
Báscula	1	2.080.600,00	1.992,91	1.992,91
Pala	3	13.017,00	12,47	37,41
Pico	2	46.080,00	44,14	88,28
Carretilla	3	60.600,00	58,05	174,14
Rolo Apisonador de césped y tierra	1	390.000,00	373,56	373,56
<i>Total</i>				2.666,29

Nota: elaboración propia

Tabla 9.32.*Elementos de protección personal P2*

Elementos de Protección Personal (inicial para 7 operarios)	Cant.	Precio en \$	Precio unitario U\$s	Total u\$S
Ropa de trabajo (pantalón y camisa: tipo pampero)	7	64.125	61,42	429,96
Impermeables	4	22.000	21,07	84,29
Guantes de cuero	12	27.000	25,86	25,86
Guantes de goma	10	31.900	30,56	30,56
Botines de seguridad	7	52.000	49,81	348,66
Botas de goma para época de lluvias	4	15.800	15,13	60,54
Barbijos	100	5.500	5,27	5,27
<i>Total:</i>				985,13

Nota: elaboración propia.

Para calcular los costos de construcción, se toman como referencia las proyecciones obtenidas en el Capítulo 8 apartado 1.5. y los valores del mercado, actualizados al dólar al 20 de diciembre de 2024. A su vez, los precios por m² de costos de construcción en Argentina, fueron tomados de la publicación Cifras Online (<https://www.cifrasonline.com.ar/costos/>), utilizada por muchos arquitectos como referencia a la hora de cotizar (Tabla 9.33). Se evaluaron distintos costos promedios de construcción, de la provincia de Santa Fe y Entre Ríos, pero los que más concuerdan con los precios actuales son los vistos en dicha página. En este caso, la impermeabilización se plantea y calcula para el módulo completo.

Se recomienda buscar un terreno de la comuna, alejado de la población.

Tabla 9.33.
Costos iniciales de construcción P2

Construcción del RS - etapa inicial y 1era operativa	Cant.	Precio en \$	Precio unit. U\$s	Total u\$S
Cercado perimetral: álamo	440	24.000,00	22,99	10.114,94
Señalización y carteles	20	4.000,00	3,83	76,63
Cortina forestal: 270 m	135	4.900,00	4,69	633,62
Construcción m ² : garita, oficina y galpon	99		800,00	79.200,00
Preparar el terreno, paredes y base de cada módulo	1.250	27.000,00	25,86	32.327,59
Impermeabilización: geomembrana	312,50		800,00	250.000,00
Cañerías para recolección y tratamiento de líquidos				
Sistema de manejo de gases, se hace en cada modulo				
Total:				372.352,78

Nota: elaboración propia.

El tendido de cañerías para recolección de líquidos y las chimeneas de manejo de gases se realizan en la medida que se van construyendo las celdas. Se divide el módulo en 4, por lo que la cantidad de m² de cada celda es de 312,50 (1250 m² / 4). Se multiplica por el valor del costo promedio de construcción, en dólares.

Por último, en la Tabla 9.34 se detallan los recursos técnicos y humanos y se calcula el sueldo de los trabajadores para un mes de trabajo. Se sugiere disponer de un Técnico mecánico (externo) para reparación de vehículos y otros equipos.

Tabla 9.34.
Sueldos Personal Planta P2 Mensual

Recursos técnicos y humanos SUELDOS a DICIEMBRE 2024	Cant.	Básico \$	Adicionales (15%aprox)	Subtotal	Precio U\$s
Jefe del Relleno y Supervisor Ambiental. CAT 19	1	803.517,08	120.527,56	924.044,64	769,65
Chofer de maquinaria pesada	1	494.388,63	74.158,29	568.546,92	473,55
Técnico mecánico: reparación de vehículos y otros equipos (externo)					
Responsable de balanza y portería/ administrativo	1	494.388,63	74.158,29	568.546,92	473,55
Obreros para descarga, compactado y cubierta de residuos	3	494.388,63	74.158,29	568.546,92	1420,66
Para construcción de chimeneas: se suman de los 2 anteriores					
Limpieza y mantenimiento: drenaje, cubiertas y planta lixiviados	1	494.388,63	74.158,29	568.546,92	473,55
Subtotal					3.610,97
Cargas sociales aprox 30%					1.083,29
Total					4.694,26

Nota: elaboración propia.

9.3.3. Resumen de costos ambas propuestas

El costo de Inversión Inicial aproximado para las 2 propuestas planteadas se presenta en la Tabla 9.35 y en la Tabla 9.36 el costo mensual (salarios) de la mano de obra requerida.

Tabla 9.35.

Inversión inicial Propuesta 1 y 2

Costos	Propuesta 1	Propuesta 2
Herramientas mínimas requeridas	12.597,39	2.666,29
Construcción, etapa inicial y 1era operativa	32.746,55	372.352,78
Elementos de Protección Personal	579,02	985,13
Acondicionamiento Basural	161.055,75	
Total u\$\$	206.978,71	376.004,20

Nota: elaboración propia.

Tabla 9.36.

Sueldos Personal (Mensual)

Costos Mano de Obra	Propuesta 1	Propuesta 2
Sueldos mensuales	2732,19	4.694,26
Total u\$\$	2732,19	4.694,26

Nota: elaboración propia.

9.3.4. Residuos Recuperables

En ambas propuestas se insta a continuar la labor realizada en la Planta de valorización de residuos recuperables manteniendo la estructura edilicia y mano de obra disponibles. Estas actividades incluyen la clasificación según el tipo de material (papel, cartón, vidrio, plástico, tetra, nylon y telgopor), el prensado y enfardo de voluminosos para luego comercializarlos. El mercado de estos materiales está en auge y si bien los niveles de recuperación son significativos, también lo es la exigencia de calidad. Los precios del mercado son variables y sufren la influencia directa del precio de la materia prima virgen, como de la demanda por algún producto específico.

Es fundamental identificar y transmitir a la población qué materiales pueden reciclarse y cómo deben ser desechados (limpios, secos).

Se describen en la Tabla 9.37 los costos de mecanizar y perfeccionar la planta de residuos recuperables que poseen en la localidad, como plan de mejora.

Tabla 9.37.

Herramientas necesarias para perfeccionamiento de Planta de Recuperables

Máquinas/ Herramientas	Cant.	Precio en \$	Precio unit. U\$s	Total u\$s
Prensa usada	1	7.700.000	7.375,48	7.375,48
Zorrita Manual	1	369.862	354,27	354,27
Báscula Industrial 500Kg	1	764050	731,85	731,85
Cinta Transportadora usada y tolva	1	2900000	2.777,78	2.777,78
Mesa de Trabajo con cinta	1	4.700.000	4.501,92	4.501,92
Carros 240lts	4	226.240	216,70	866,82
Carros 660lts	3	482.000	461,69	1.385,06
<i>Total</i>				17.993,17

Nota: elaboración propia.

Se propone a su vez, investigar si existen empresas que compren materiales reciclados en la zona (ver Anexo 4), con el fin de detectar otros caminos posibles de ventas o nuevos tipos de material a reciclar. Identificar y registrar cantidades producidas de los diversos materiales, para evaluar a futuro si existe otro camino comercial o sólo la venta. También emplear puntos de entrega voluntarios (PEV), que son contenedores o recipientes en lugares públicos para que la población deposite los desechos reciclables separados según el tipo.

En la Figura 9.53 se presenta un modelo de planta de tratamiento para los residuos recuperables.

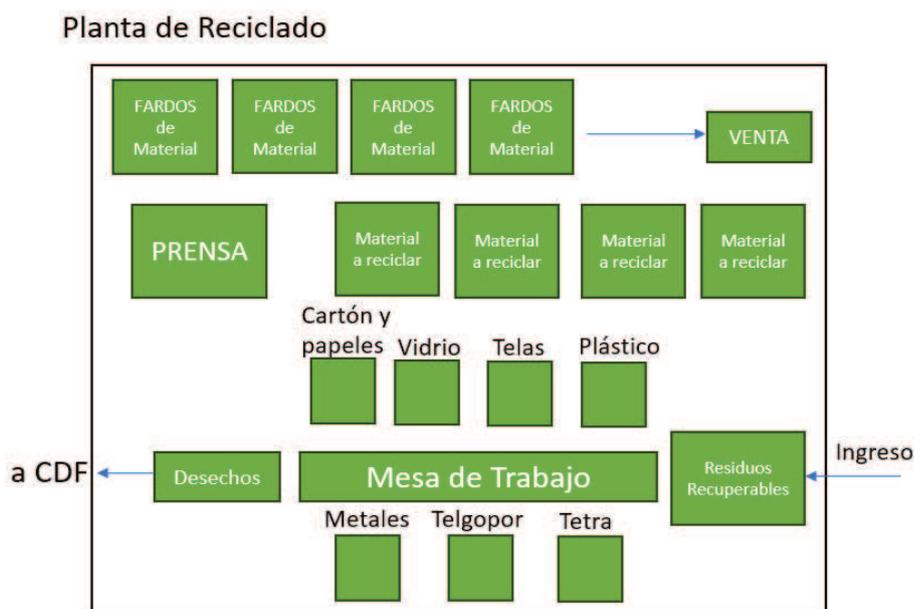


Figura 9.53: Modelo de Planta de Tratamiento de Residuos Recuperables.

Fuente: elaboración propia

9.3.5. Financiamiento

La fuente principal de financiamiento que tiene la GIRSU es el cobro de tasas específicas municipales, como la TGI, y en menor medida, los ingresos generados de la comercialización del material recuperado. Los fondos obtenidos con la TGI se destinan principalmente al financiamiento de actividades relacionadas con la conservación y el mantenimiento de los Municipios (alumbrado, barrido, limpieza, recolección de residuos y otras), por esta razón no alcanzan a cubrir los gastos generados en la gestión de residuos.

Es factible conseguir líneas de subsidios (no reintegrables) y/o créditos para adquirir herramientas y maquinaria necesaria para la puesta en marcha de proyectos relacionados con esta temática, o para profundizar los estudios necesarios hasta la etapa de diseño ejecutivo. Sin embargo, es difícil obtener para la etapa operativa, por ello, es imprescindible trabajar con recursos propios.

Líneas de financiamiento:

- Para hacer estudios de preinversión, se puede recurrir a la Dirección Nacional de Preinversión (DNPRI) que financia estudios en la fase de Diseño Ejecutivo y en la de Saneamiento.

En la etapa del **Diseño Ejecutivo**, se profundiza en el diseño del proyecto, asegurando todos los detalles necesarios para la ejecución y puesta en marcha de la propuesta. Además, se formula la documentación legal, la programación de las actividades y su organización.

La financiación en el área **Saneamiento**, alcanza a todos aquellos estudios destinados a ampliar y optimizar la cobertura de los servicios básicos de saneamiento. Dichos estudios desarrollan las alternativas o diseño de los proyectos para obras nuevas o de ampliación de las redes de desagües cloacales y plantas de tratamiento de efluentes.

- Para la construcción o desarrollo del proyecto en sí, deben buscarse préstamos o ayudas en otras entidades.

A nivel provincial y nacional, se ofrecen líneas de crédito y/o asistencia técnica, para solucionar problemas u optimizar procesos, referidos al ambiente.

En el caso de organizaciones multilaterales como el BID, la institución favorece líneas de financiamiento específicas para desarrollar experiencias innovadoras apoyando la práctica de 3Rs (Reducir, Reutilizar, Reciclar) y el aprovechamiento energético de los recursos que

demuestre ser económica y ambientalmente viable. Una opción es el Préstamo BID 5567/OC-AR. El objetivo del programa consiste en contribuir a mejorar la GIRSU en Argentina, disminuyendo la disposición de residuos sólidos en Basurales a Cielo Abierto e incrementándola en rellenos sanitarios diseñados, construidos y operados adecuadamente en centros urbanos y turísticos, aumentando su recuperación y valorización.

9.4. Recomendaciones

En un sistema de gestión integral de residuos es de vital importancia como se mencionó en la introducción del trabajo, respetar la jerarquización GIRSU para alcanzar un manejo sustentable de los recursos naturales y su preservación. La fase inicial es preventiva (rechazar y disminuir), luego reutilizar los productos/ componentes dándoles otro uso para alargar la vida útil de los mismos, y por último reciclarlos, antes de su disposición final. El reciclaje va de la mano con la separación en origen. Si los vecinos dividen sus desechos en orgánico e inorgánico, es posible trabajar en alternativas de tratamiento y valorización para cada tipo.

Debido a que en la localidad ya se está trabajando en la separación de residuos, el primer paso es hacer hincapié en la comunicación y educación ambiental **continua** para que estas acciones se transformen en un hábito poblacional y perduren a lo largo del tiempo. En el Art. 14 y 15 de la Ley General del Ambiente, se identifica a la educación ambiental como el instrumento básico para generar en los ciudadanos, valores, comportamientos y actitudes que sean acordes con un ambiente equilibrado, propendan a la preservación de los recursos naturales dándoles un uso sostenible, y mejoren la calidad de vida de la población.

A partir de la información recolectada y el análisis realizado a lo largo del proyecto, se recomienda como mejor opción para continuar la labor realizada en Hersilia, la Propuesta 1. Comenzar el tratamiento de residuos orgánicos es indispensable para disminuir el volumen de desechos en el CDF, valorizar un recurso y adoptar un estilo de vida sostenible. Se propone planificar a futuro la construcción de un relleno sanitario manual y seleccionar un terreno en el que puedan funcionar también las plantas de RO y RI, con el fin de compartir espacios, maquinaria y abaratar costos.

Se desarrolla a continuación el Plan GIRSU sugerido para la localidad, independientemente de la propuesta elegida (Tabla 9.38). Apoya los principios de preservación de la salud y el ambiente, la disminución significativa de residuos a generar y la aplicación de

procesos de minimización y valorización antes de la disposición final. Las estrategias de prevención, reducción y reúso se consideran unas de las más importantes. Asimismo, optimizar los recursos es indispensable para garantizar una gestión moderna y eficiente de los residuos bajo el paradigma de la economía circular.

Tabla 9.38.
Plan GIRSU

ETAPA	EJE DE ACCIÓN	OBJETIVO	ACCIONES POR REALIZAR
Generación	Prevención	Fomentar la reducción en origen y lograr la colaboración de la población	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar programas que comprendan información y educación ambiental continua, a partir de comunicación y concientización de la población. Por ej. en escuelas, en el puerta a puerta y a través de medios audiovisuales: radio, redes sociales. • Fomentar el compostaje domiciliario. • Incentivar el consumo sostenible: compras selectivas y conscientes, priorizar a los productores locales. • Aplicar incentivos económicos, por ejemplo, mediante la exención de impuestos o el uso de tasas variables por tipos y cantidad. • Gestionar planes de apoyo técnico a la localidad.
	Reutilización	Optimizar recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la separación en origen (hogares). • Sensibilizar a los distintos generadores en el cómo hacerlo y qué materiales. • Implementar un sistema de separación de grandes generadores. • Promover la economía circular mediante el uso de los residuos como materia prima de otros procesos.
Recolección	Optimización	Diferenciar las fracciones de residuos	<ul style="list-style-type: none"> • Continuar con la periodicidad de recolección diferenciada, en distintos días de la semana.

			<ul style="list-style-type: none"> • Implementar un punto de entrega móvil o voluntario de residuos especiales.
		Disminuir costo de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el modelo empleado como recorrido. Determinar si existe una forma más eficiente de realizarlo, disminuyendo km por día.
Separación, procesamiento, transformación	Social Laboral	Reivindicar fuentes de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir equipamiento para mejorar las condiciones laborales de recicladores y optimizar los procesos.
	Valorización	Disminuir la cantidad de residuos que ingresan al CDF	<ul style="list-style-type: none"> • Tratar y valorizar los RO en una planta. • Continuar con la separación de materias recuperables. • Investigar si existen empresas que compren materiales reciclados en la zona, con el fin de detectar posibles ventas o nuevos tipos de material a reciclar.
Transferencia y transporte	Optimización	Adecuar el almacenamiento temporario de los residuos para facilitar el trabajo en las plantas de RO, RI y en el CDF.	<ul style="list-style-type: none"> • Optimizar el recorrido (distancia y frecuencia) y el lugar donde se almacenan temporalmente los residuos. • Revisar la distribución de planta y modelo de trabajo con el fin de hacerlo más eficiente.
Disposición final	Reglamentación Saneamiento urbano	Cumplir con la normativa a nivel provincial y nacional sobre disposición final de residuos	<ul style="list-style-type: none"> • Continuar con el reacondicionamiento del actual basural • Construir una planta de tratamiento de Ro (compostaje) y comenzar a pensar en un nuevo método de DF (consorcio regional o relleno a sanitario manual). • Realizar los controles técnicos y ambientales necesarios durante la vida útil del CDF.
Aspectos generales	Reglamentación	Disponer de normativa específica y actualizada a nivel local	<ul style="list-style-type: none"> • Crear normativa específica de residuos. Disposición, almacenamiento, identificación del tipo de generador (hogares - pequeños, empresas/instituciones - grandes), recolección, separación.

	Educación	Mantener informados y actualizados a los responsables de gestionar los residuos.	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar con frecuencia a funcionarios, técnicos y personal de las plantas.
	Documentación	Crear una base de datos en la temática para la localidad	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un diagnóstico cualitativo de los residuos generados en el gobierno local. Realizar una caracterización de residuos con personal propio o contratar una empresa. Se propone efectuarla en diferentes épocas del año y en festividades, para identificar con mayor precisión un promedio de tipo y cantidad de residuos producidos (generación per cápita y potencial reciclable). • Mantener los datos demográficos actualizados. • Generar datos propios, sistematizar la toma de datos y mantenerlos actualizados. • Emplear planillas y formularios para registrar información útil del tema. • Procesar datos obtenidos en las distintas etapas, que permitan identificar y cuantificar los residuos producidos. • Crear indicadores en cada etapa del proceso que faciliten la toma de decisiones futuras. (% población que separa los residuos; Cant. Residuos generados – Kg/Hab; R. recuperados/R. totales; R. compostados/R. totales; R. dispuestos sin tratamiento/R. totales; Cant. RV/ mes; Cantidad de Materiales recuperados comercializados; % materiales (tipo)/ mes; Cant. residuos dispuestos en el CDF)
	Vinculación con el sector privado / institucional	Estimular y promover acciones responsables y sustentables	<ul style="list-style-type: none"> • Construir en conjunto la política ambiental comunal. • Elaborar normativa vinculada a compras públicas responsables,

			<p>por ejemplo, la sustitución de bolsas de plástico, reutilización de aceite, fomentar la producción local.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concientizar sobre la construcción sustentable. • Firmar convenios con empresas vinculadas a residuos secos.
--	--	--	--

Nota: elaboración propia.

Lograr un sistema GIRSU eficiente depende de la existencia de un servicio de recolección selectivo y regular, la presencia de personal con capacitación técnica suficiente para desenvolver sus funciones, de un mercado consumidor en la región (de reciclables y compost), de la disponibilidad de área suficiente para desarrollar un CFD y de recursos para afrontar la inversión inicial y su funcionamiento. Asegurar la conservación a largo plazo será posible sólo si la población local está involucrada, si existe voluntad política y el compromiso de los tomadores de decisiones y partes interesadas, de llevarlo adelante.

Trabajar en una política pública y desarrollar acciones que prioricen el aprovechamiento de los residuos antes de su disposición final, disminuiría drásticamente el volumen de basura que ingresa al CDF. Los residuos orgánicos representan un 75% aproximadamente del total generado en la localidad. Brindarles tratamiento, representa una mejora al sistema actual. Se puede obtener compost para venderlo o hacer uso en espacios verdes públicos (plazas, parques, instituciones), calor a través de la quema de ramas o biogás. Se descarta esta última opción, hasta contar con una separación eficaz de residuos. Afianzado el tema, una alternativa es comunicarse con el gobierno provincial y actuar en conjunto para la instalación de un biodigestor en alguna escuela (con servicio de copa de leche y almuerzo para los niños) y/u organización que se dedique a colaborar con los que más lo necesiten.

Es necesario impulsar un cambio hacia un futuro y una forma de vida sostenible para evitar contaminación innecesaria, el incremento en consumo de energía y uso de recursos naturales. Para que ello sea posible, es preciso seguir profundizando en campañas de concientización sobre consumo responsable, prácticas de reciclaje y compost, y adoptar acciones de marketing que transmitan el mensaje que se quiere dar.

Capítulo 10: CONCLUSIONES

La tendencia de utilizar rellenos sanitarios regionales les permite a los municipios (en localidades medianas, pequeñas y micro) obtener importantes economías de escala, que reducen el costo por tonelada de los residuos dispuestos. Sin embargo, en aquellos lugares que aún no se concretaron los proyectos planificados a nivel provincial como es el caso de Hersilia, es imprescindible trabajar con los recursos disponibles y políticas públicas que tiendan a mejorar el sistema actual.

Se observa que los objetivos planteados al comienzo del trabajo fueron alcanzados exitosamente. Se logró determinar la cantidad de RSU producidos en la localidad que se situó por debajo de la generación per cápita, prácticamente en la media, determinada para Argentina. También estimar el volumen y la proyección de RSU en un horizonte de 15 años.

Las encuestas realizadas en los hogares y la entrevista al personal comunal, permitieron comprobar que es factible fomentar la separación en origen y trabajar en la disminución de residuos que llegan al centro de disposición final. Sin embargo, es indispensable reforzar con campañas de sensibilización el tema de la recolección diferenciada para que la comunidad se comprometa a lo largo del tiempo. La comunicación es un eslabón clave en cada etapa del proceso para que se logre el éxito en la implementación de un Plan GIRSU.

Se identificaron alternativas para el tratamiento de los RSU y se desarrollaron dos propuestas GIRSU que permiten dar respuesta a la problemática de los residuos en la localidad. Debido a la futura construcción y participación en el microconsorcio regional en la ciudad vecina de Ceres, se recomienda comenzar a trabajar en la propuesta 1.

A nivel personal, la confección del presente trabajo me permitió desarrollar un enfoque diferente en materia GIRSU al estar en contacto con la realidad y la gestión realizada en la temática en la localidad donde crecí. Por otra parte, aportó a mi crecimiento profesional, al aplicar conocimientos adquiridos durante la carrera con una mirada interdisciplinar. Me siento agradecida de concluir otra etapa y continuar con nuevos proyectos.

LISTADO DE SIGLAS

AIDIS: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
BID: Banco Interamericano de Desarrollo
CDF: Centro de Disposición Final
CEAMSE: Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado
CH₄: metano
CO₂: dióxido de carbono
CNUMAD: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
CS: Consumo Sustentable
DF: Disposición Final
DNPRI: Dirección Nacional de Preinversión
ENGIRSU: Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos
FESTRAM: Federación de Sindicatos de Trabajadores Municipales de la provincia de Santa Fe.
FORSU: Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos
GEI: gases de efecto invernadero
GIRSU: Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos
INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos
m.s.n.m.: metros sobre el nivel del mar
OMS: Organización Mundial de la Salud
OPS: Organización Panamericana de la Salud
PEAD: Polietileno de alta densidad
PCBs: (polychlorinated biphenyls) bifenilos policlorados.
PL: Producción Limpia
RAEEs: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RI: Residuos Inorgánicos
RO: Residuos Orgánicos
RV: Residuos Verdes
RSU: Residuos Sólidos Urbanos
Tn/a: Tonelada/ año
Tn/d: Tonelada/ día
TGI: Tasa General de Inmuebles

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aduco, A. y Maher, M. (2023). *Planta de separación de residuos sólidos urbanos en la localidad de Herrera*. Tesis de grado. UTN - Facultad Regional Concepción del Uruguay. Recuperado de: <https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/8355>
- Altadill Colominas, R; Andrés Payán, A., Bruno, A., Bruno, J., Canales Rojas, A., Cortés Lucas, A., Díez Bernabé, G., Elías Castells, X., Feliubadaló Molins, J., Flotats Ripoll, X., Fullana i Palmer, P., García Martínez, J., Herrero Municipio, M., Jurado de Gracia, L., López Martínez, M., Magrí Aloy, A., Maña Reixach, F., Menendes Arias, J.B., Molina Beltrán, J. ... Soliva Torrentó, M. (2009) *Reciclaje de Residuos Industriales. Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora*. (2ª ed.) Ed: Díaz de Santos.
- Avalos, B. y Mettler, D. L. (2019). *Planta de tratamiento de residuos sólidos*. Tesis de grado. UTN - Facultad Regional Concepción del Uruguay. Recuperado de: <https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/4452>
- Bertolotti, M.I.; Bertoni, M.; Faginas, V.; López, M.J.; Maffioni, J. y Testa, J.; (14 de abril de 2016) “*La basura: consecuencias ambientales y desafíos*”. Grupo de investigadores de economía ecológica - Facultad de Ciencias Económicas y Sociales - Universidad Nacional de Mar del Plata - Fecha de visita: Julio de 2017. Recuperado de: <https://eco.mdp.edu.ar/extencion/pasantias/204-institucional/eco-enlaces/1611-la-basura-consecuencias-ambientales-y-desafios>
- Buenos Aires Ciudad. Argentina (s.f.). *Disposición final de los residuos sólidos urbanos: Relleno Sanitario*. Recuperado de: <https://buenosaires.gob.ar/educacion/escuelas-verdes/recorre-el-complejo-ambiental-norte-iii/disposicion-final-de-los-residuos-solidos-urbanos>
- Buenos Aires Provincia. Argentina (2023). *Guía para la Implementación de la Gestión Integral e Inclusiva de Residuos*. Recuperado de: https://www.ambiente.gba.gob.ar/imagenes/ruec/011_rsu_guia_giirsu_feb23.pdf
- Buenos Aires, Provincia (2022). *Manual de Compostaje domiciliario*. Pág.11. Ministerio de Ambiente. Recuperado de: <https://www.ambiente.gba.gob.ar/sites/default/files/Manual%20de%20compostaje%20domiciliario%20-%201.pdf>
- Burquin, Y. (2018). *Estudio de Impacto Ambiental: Construcción de Relleno Sanitario para la disposición final de los RSU en la ciudad de Berisso*. Tesis de grado. UTN - Facultad Regional La Plata. Recuperado de: <https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/2748>
- Calcagno, J.; Ruíz, M.D. y Sabatini, S. (s.f.). *Los indicadores de la contaminación de las aguas. Monitoreo químico y biomonitoreo*. CONICET. Recuperado de: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/98584/CONICET_Digital_Nro.d341c90d-ac72-4f59-adfc-5236b058eb79_B.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Camacho, A. y Gatti, M. (2023) *Valorización de residuos orgánicos mediante digestión anaeróbica*. Programa: Medio Ambiente, Contingencias y Desarrollo Sustentable. Secretaría de Ciencia y Tecnología. UTN – Facultad Regional Neuquén. Recuperado de: <https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/7488>
- Castillo M. y Hardter U. (2014). *Gestión Integral de Residuos Sólidos en Regiones Insulares*. Ed. Irma Larrea Oña. WWF y Toyota, Galápagos, Ecuador, pag.22-33. Recuperado de: http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/gestion_integral_de_residuos_solidos_en_regiones_insulares.pdf
- CEAMSE - Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (2012) - *Diseño de un Relleno Sanitario*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de:

- <https://www.ceamse.gov.ar/wp-content/uploads/2012/06/disenio-relleno-sanitario.pdf>
Constitución de la Nación Argentina (1994). Art. 41. Recuperado de:
<https://www.congreso.gob.ar/constitucionParte1Cap2.php>
- Córdoba, provincia. (10/10/18). Noticia: *La Planta de Residuos de Calamuchita, modelo a replicar*. Recuperado de: <https://prensa.cba.gov.ar/medio-ambiente-y-energia/la-planta-de-residuos-de-calamuchita-modelo-a-replicar/>
- Daza, D., Martínez Arce, E., Soulier Faure, M., Tello Espinoza, P.; y Terraza, H. (2011). *Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe 2010*. AIDIS, BID y OPS/OMS. Pág. 19 y 20.
- Farías, M. (2022, octubre 2) *El Gobierno local avanza en la construcción del «Girsu» microregional*. Diario Ceres Ciudad. Recuperado de: <https://ceresciudad.com/el-gobierno-local-avanza-en-la-construccion-del-girsu-microregional/>
- Diario Perfil (2020). *¿Qué es el compost y cuáles son sus cuidados?* Ecología, Tips Ecohouse. Recuperado de: <https://www.perfil.com/noticias/ecologia/que-es-el-compost-y-cuales-son-sus-cuidados.phtml>
- Díaz de Landa, M. y Parmigiani de Barbará, M. (2014). *Sistemas de Gobernanza Interlocal para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (GSRU) en la Provincia de Córdoba: Calamuchita y Punilla*. Recuperado de: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/553351>
- Esteve, J. (2012). *Biogás: Energía Ecológica y Renovable*. Reciclaje Verde: el blog sobre reciclaje y medio ambiente. Fecha de Visita: Julio de 2017. Recuperado de: <https://reciclajeverde.wordpress.com/2012/07/03/biogas-energia-ecologica-y-renovable/>
- Federación de Sindicatos de Trabajadores Municipales de la Provincia de Santa Fe - festram (2024). Acuerdo paritario octubre. República Argentina. Recurado de: <https://municipales.org.ar/festram/acuerdo-paritario-febrero-2024-cuadro-de-assegnaciones-acta/>
- Frers, C. (2005) *Los Problemas de la Basura y una Posible Solución*, InterNatura – Informes Medioambientales. Fecha de Visita: Julio de 2017. Recuperado de: http://www.internatura.org/estudios/informes/la_basura.html
- INTI-INTA (2015). *Instructivo para la producción de compost domiciliario*. Una oportunidad para convertir residuos del hogar en una enmienda orgánica. Fecha de Visita: Julio de 2017. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/instructivo_para_la_produccion_de_compost_domiciliario.pdf
- Jaramillo, J. (2002). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones. Lima, Perú: OPS/CEPIS. Recuperado de: <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20090128200240.pdf>
- Ley Provincial N.º 2.439: Orgánica de Comunas, Art. 45. Poder Legislativo de la Provincia de Santa Fe, Argentina (12 de julio de 1935). Recuperado de: <https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/82019>
- Ley Provincial N.º 11.717: de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Poder Legislativo de la Provincia de Santa Fe, Argentina (18 de noviembre de 1999). Recuperado de <https://www.santafe.gov.ar/normativa/item.php?id=108183&cod=e1e21d87a7a9947a5ba170e464499bdc>
- Ley Provincial N.º 13055: Basura Cero. Poder Legislativo de la Provincia de Santa Fe, Argentina (23 de diciembre de 2009). Recuperado de: <https://www.santafe.gov.ar/normativa/getFile.php?id=227799&item=109524&cod=d1046f4c21655709db600830c2de8528>

- Ley N.º 25675. General del Ambiente. (26 de Noviembre de 2005). Congreso de la Nación Argentina, Buenos Aires (27 de noviembre 2002). Recuperado de: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/75000-79999/79980/norma.htm>
- Ley N.º 25916: Gestión De Residuos Domiciliarios. (22 de setiembre 2004) Congreso de la Nación Argentina, Buenos Aires. Recuperado de: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/95000-99999/98327/norma.htm>
- Losa, N. y Martínez, L. (2019). *Conformación de consorcio y diseño de complejo ambiental GIRSU en departamento Las Colonias*. Proyecto Final de Carrera: Ingeniería Civil. UTN - Facultad Regional Santa Fe. Recuperado de: <https://ria.utn.edu.ar/items/9d05e1aa-cb54-4d3e-8efc-38ca7f979f55>
- Lozupone, M. (2019). *La gestión de los RSU en los municipios argentinos. Un estudio desde la economía circular hacia la sustentabilidad integral*. Centro de Estudios para el cambio estructural (CECE). Buenos Aires. Argentina.
- Mansur, G. y Penido Monteiro, J.H. (2006) *Manual de Gestión Integrada de Residuos Sólidos Municipales en ciudades de América Latina y El Caribe* – Río de Janeiro. Actualización y adaptación – contenido técnico.
- Marozzi, M. C. y Passardi, M. (2023, Noviembre) - *Estudio de la corriente de residuos FORSU en el Área Metropolitana de Rosario*. Recuperado de: <https://ecomrosario.gob.ar/web/uploads/biblioteca/92/INFORME-FORSU.pdf?1702657458>
- Martínez, M. M.; Pantoja, A. y Ramón, P. (2013) *Manual de Compostaje del Agricultor. Experiencias en América Latina*. Santiago de Chile. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>
- Martínez, S. (2020). *Aprovechamiento energético sustentable del biogás producido por la disposición de los residuos sólidos urbanos generados en el municipio de Tafí Viejo, Tucumán – Argentina*. Bioenergética. Tesis de Maestría. UTN - Facultad Regional Tucumán. Recuperado de: <https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/6082>
- Muñoz, R. (2022, noviembre 19) *Alejandra Dupouy confirmó la creación de un GIRSU micro regional*. El Departamental - Fuente Ceres Diario. Recuperado de: <https://eldepartamental.com/contenido/22247/alejandra-dupouy-confirmo-la-creacion-de-un-girsu-micro-regional>
- P.E.N. (2015). *Gestión Integral de RSU*. Ministerio del Interior y Transporte. Secretaría de asuntos municipales: sam. Recuperado de: <https://estrucplan.com.ar/gestion-integral-de-residuos-solidos-urbanos-parte-1-2/>
- P.E.N. (2019-2023) *Aprender de los Residuos. La gestión integral e inclusiva de los residuos y su impacto socioambiental*. Poder Ejecutivo Nacional. Ministerio de Desarrollo Social. Una selección de fuentes y recursos para trabajar en las aulas. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_pedagogia_mds_2_1.pdf
- P.E.N. (2020). *Informe del Estado del Ambiente 2020*. Poder Ejecutivo Nacional. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Pág. 456-500. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/iea_2020_digital.pdf
- P.E.N. (2022.a). *Gestión de Residuos Domiciliarios*. Poder Ejecutivo Nacional. Decreto 779/2022. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-779-2022-375566/texto>
- P.E.N. (2022.b). *Guía para la Implementación de la gestión integral e inclusiva de Residuos*. Poder Ejecutivo Nacional. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/12/guia_para_la_implementacion_girsu_24_feb_2022.pdf

- P.E.N. (s.f.a). *Basurales a cielo abierto: situación socioambiental y propuestas de solución integral*. Poder Ejecutivo Nacional. Jefatura de Gabinete de Ministros. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/accion/basurales>
- P.E.N. (s.f.b). *Etapas de la GIRSU*. Poder Ejecutivo Nacional. Jefatura de Gabinete de Ministros. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/control/rsu/etapas>
- P.E.N. (s.f.c). *Gestión de residuos sólidos urbanos*. Poder Ejecutivo Nacional. Jefatura de Gabinete de Ministros. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/control/rsu>
- Rivero, F. (2014). “*Caracterización físico-química de compost obtenido a partir de residuos orgánicos alimenticios y de poda de la Facultad de ciencias y tecnología de la universidad estadual paulista “júlio de mesquita filho”*”. Tesis de grado de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Recuperado de: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/16895/tesis-completa-final-final-florencia-rivero.pdf
- Rivera Valdés, S. (2003) *Gestión de Residuos Sólidos. Técnica – Salud – Ambiente – Competencia*. Colección: Educar para el ambiente. Manual para el docente. Impresión: Overprint Grupo Impresor SRL.
- Rojas Aguilera, J. P., Salazar Salazar, R., Sepúlveda Ahumada, M. Á., Sepúlveda Conejeros, M., & Santelices, M. I. (2006). *Residuos Sólidos Domiciliarios: Logística, una herramienta moderna para enfrentar este antiguo problema*. Revista, Ingeniería Industrial, Año 5 – N.º 1, pág. 77-87, Universidad del Bío-Bío, Concepción – Chile. Recuperado de: <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/130/3355>
- Rolando, D. (2023). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad de Zárate*. Tesis de Especialización. UTN - Facultad Regional Delta. Recuperado de: <https://ria.utn.edu.ar/>
- Rondón Toro, E.; Szantó Narea, M.; Pacheco, J.F.; Contreras, E. y Gálvez, A. (2016, julio). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Santiago, Chile: Naciones Unidas. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a5f80abc-8063-4e19-b871-e954f1db5bf6/content>
- Runfola, J. y Gallardo, A. (2009) - *Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas*. II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Barranquilla, Colombia. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/228458350_Analisis_comparativo_de_los_diferentes_metodos_de_caracterizacion_de_residuos_urbanos_para_su_recoleccion_selectiva_en_comunidades_urbanas
- Sabino, C. (1992) *El proceso de la Investigación*. Ed. Lumen-Humánites. Pág. 109-121.
- Santa Fe, provincia (2023). *Capacitación en Ambiente Ley Yolanda N° 27.592 – Ley Provincial N° 14.178. Módulo 7 - GIRSU*. Recuperado de: <https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/276797/1437841/file/M%C3%B3dulo%207%20Gesti%C3%B3n%20Integral%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos.pdf>
- Schneider, Luis Ignacio (2022). *Plan de Gestión Integral de los residuos verdes de la ciudad de Santa Fe, Argentina*. Tesis de Maestría. UNL – Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. Recuperado de: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/6725>

ANEXOS

Anexo 1: Modelo Encuesta Hogares

Encuesta sobre el manejo de los Residuos Sólidos Urbanos - Domiciliarios, en la localidad de Hersilia (Santa Fe), con fines académicos

(En los casos que corresponda, encierre la respuesta elegida)

- 1 - ¿Cuántas personas habitan de manera permanente en este hogar? _____
- 2 - A la hora de comprar, prefiere los alimentos:
 - a) Naturales (frutas, verduras y carnes frescas), sin tanto empaque?
 - b) Alimentos pre-cocidos, instantáneos y/o listos para consumir (Enlatados, gaseosas, frituras)
- 3 - ¿Cuál es el manejo que le da a los residuos que se producen en su vivienda?
 - a) Recolección por parte de la comuna
 - b) Quema
 - c) Entierro
 - d) Recolección por parte de un servicio informal
 - e) Otros _____
- 4 - ¿Qué tipo de residuos desecha con más frecuencia?
 - a) Sobras de alimentos
 - b) Papeles
 - c) Plásticos
 - d) Latas
 - e) Vidrio
- 5 - ¿Con qué frecuencia saca Ud. la basura?
 - a) 1 vez por semana
 - b) 2 veces por semana
 - c) 3 veces por semana
 - d) Otra: Cuál? _____
- 6 - ¿Cuándo saca la basura?
 - a) 0-3 horas, antes de que pase el camión recolector
 - b) 3-6 horas antes, antes de que pase el camión recolector
 - c) 6-12 horas antes, antes de que pase el camión recolector
 - d) Cualquier día/ horario
- 7 - A)- ¿Conoce el destino final de los residuos domiciliarios de la localidad?
 - a) SI
 - b) NO

B) Si conoce el destino, ¿está cerca de su domicilio?

 - a) SI
 - b) NO
 - c) No sabe
- 8 - ¿Conoce algún problema en la comunidad con motivo del manejo de residuos?
 - a) SI
 - b) NO
 - c) No sabe
- 9 - ¿Cómo clasificaría el servicio de recolección de Basura que se brinda en la localidad?
 - a) Muy Bueno
 - b) Bueno
 - c) Regular
 - d) Malo

10 - ¿Sugiere mejoras para el servicio de recolección?

- a) SI → Cuál? _____
b) NO _____

11 - ¿Qué hace si no pasa por su calle el camión recolector? _____

12 - ¿Pagan por el servicio de recolección de basura?

- a) SI
b) NO
c) No sabe

13 - ¿Conoce los efectos ambientales que ocasiona el manejo inadecuado de la basura?

- a) SI
b) NO

14 - ¿Realiza separación de la basura según sus características, en orgánicos (residuos vegetales, restos de comida) e inorgánicos (papel, plásticos, cartón, vidrio)?

- a) SI
b) NO
c) A veces

15 - ¿Estaría dispuesto a realizar esta separación?

- a) SI
b) NO

16 - ¿Qué entiende por reciclaje?

- a) Reutilizar
b) Separar
c) Convertir
d) No sabe

17 - ¿Conoce los beneficios de reciclar residuos sólidos?

- a) Poco
b) Mucho
c) Nada

18 - A) ¿Recicla?

- a) SI
b) NO
c) A veces

19 - B) Si su respuesta es Si o A veces, ¿qué material?

- a) Cartón
b) Vidrio
c) Papel
d) Metal
e) Plásticos
f) Otros _____

20 - ¿Sabía que los Residuos Sólidos Orgánicos que se generan en su vivienda, pueden utilizarse como Materia Prima para la fabricación de Abono o Compost?

- a) SI
b) NO

21 - ¿Identifica los colores de los recipientes que conllevan a una clasificación adecuada de los residuos sólidos?

- a) SI
b) NO

- 22 - ¿Qué aspectos cree que dificultan la clasificación de los Residuos?
- a) Falta de espacio para tantas bolsas
 - b) Pérdida de tiempo
 - c) Desconocimiento de la forma de hacerlo
 - d) Desconocimiento de las ventajas para el futuro
 - e) Otros _____
- 23 - ¿Conoce alguna planta de tratamiento de residuos?
- a) SI - Dónde? _____
 - b) NO
- 24 - ¿Considera importante que la comuna haga inversiones en el tratamiento de los residuos?
- a) SI
 - b) NO
- 25 - Si habría una planta de tratamiento y reciclaje o un sistema de gestión integral de residuos, ¿practicaría el reciclaje?
- a) SI
 - b) NO
- 26 - ¿Estaría dispuesto a dejar la basura en bolsas diferentes, según sus características?
¿Orgánicos, Inorgánicos, Baño?
- a) SI
 - b) NO
- 27 - ¿Ha participado en alguna campaña formativa acerca del manejo de RSU?
- a) SI
 - b) NO
- 28 - ¿Le gustaría recibir capacitaciones para poder fabricar sus propios abonos naturales?
- a) SI
 - b) NO
- 29 - ¿Pagaría una cuota por mejorar el servicio?
- a) SI
 - b) NO

¡Gracias por responder!

Anexo 2: Modelo Encuesta Comuna

Encuesta para Comuna - Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

El objetivo de esta encuesta es conocer mejor la realidad particular de la localidad a fin de elaborar un diagnóstico certero en relación a la gestión de residuos.

Favor de completar de la manera más detallada y fidedigna posible.

Localidad: Hesilia

Provincia: Santa Fe

Dirección de la Comuna: Roque Sáenz Peña 447

Teléfono: 03491 494108

Mail de contacto: comunahesilia@gmail.com

Cantidad de Habitantes: 3165 (censo 2010)

1- ESTRUCTURA:

- a) ¿Cuál es el área comunal que se ocupa de la gestión de los Residuos?
Desarrollo Social en conjunto con Educación para las actividades de capacitación.
- b) ¿Existen necesidades de capacitación específica para el personal? SI - NO
SI
- c) En caso positivo, indique en qué temas:
Concientización
- d) La tasa municipal ¿incluye recaudación para la gestión de Residuos Sólidos Urbanos?
Si
- e) ¿Existe en la comuna una ordenanza o decreto que regule la gestión de Residuos? NO
- f) ¿Trabajan asociados con otras localidades en el manejo de los Residuos? No
- g) En caso negativo, ¿tienen intención de asociarse? ¿existe algún programa para trabajar en conjunto?
Se intentó con Ambrosetti, hemos llevado adelante algunas actividades de recolección diferenciada y ecocanje.
- h) ¿Conocen algún programa o financiación externa que brinde apoyo a localidades pequeñas, en relación a la gestión integral de residuos sólidos urbanos? ¿Cuál?
No precisamente, nos hemos postulados a un programa de una Fundación pero nunca se recibió respuesta de la convocatoria.

2- GENERACIÓN DE RSU:

- a) ¿Existen procedimientos para pesar los residuos antes de disponerlos?
No, hoy en día no se realizan pesajes de los residuos ya que en la localidad de Hesilia no existe una báscula para mencionada tarea.
- b) ¿Tienen registros de su evolución (cantidad generada – Kg diarios producidos)?
No tenemos registros en kg.

3- RECUPERACIÓN INFORMAL:

- a) ¿Existen recuperadores informales de residuos? Si
- b) En caso afirmativo, ¿trabajan en el sitio de disposición final o en la vía pública?
En ambos lugares, con la mejora en la gestión de los residuos
- c) ¿La comuna cuenta con áreas o programas que estén en contacto con ellos?
Sí, una parte de ellos fue involucrado como personal contratado para tareas similares.

4- RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

- a) Prestación del servicio: Contratado
- b) El servicio incluye recolección:
 - Domiciliaria Si
 - Barrido de Calles Si
 - Residuos de poda, voluminosos y escombros Si
 - Patógenos Si
 - Otros – ¿Cuál?
- c) Equipos utilizados en la recolección:

Equipos	Cantidad	Capacidad	Viajes por día
Camión volcador	1	No son medidos	No son medidos
Tractor con acoplado	1 tractor y 2 acoplados	No son medidos	2 o 3
Camión compactador			
Otro			

- d) Frecuencia del servicio (semanal): Diario (lunes a viernes incluyendo feriados), dividido por reciclables y orgánicos.
- e) Tipo de Recolección: Manual
- f) ¿Se realiza Recolección diferenciada? Si
- g)
- h) En cuanto a la disposición final de los desechos peligrosos, ¿son éstos separados o aislados de los otros residuos municipales? Si
Los que involucra a la recolección sí, los residuos peligrosos que son depositados directamente en el basural no.

5- TRATAMIENTO

- a) ¿Poseen planta de Separación / tratamiento? Si.
- b) ¿Conoce algún proyecto exitoso en el ámbito del manejo de residuos sólidos? Por ejemplo: plantas municipales de compost, cooperativas de reciclaje, etc.
Sí, Ceres, Rafaela.

6- DISPOSICIÓN FINAL

- a) ¿Dónde depositan los residuos? Basural

- b) ¿Está localizado en su comuna? Si
- c) Zona de emplazamiento: Rural
- d) Los RSU ¿se depositan de acuerdo a un orden? ¿Cómo?
La planificación está hacia eso, hoy en día se esta rellorando las diferentes celdas que se encuentran abiertas desde algunos años para poder comenzar con el ordenamiento del basural.
- e) ¿Qué se hace luego de un tiempo con los mismos? Actualmente nada.

7- CONCIENTIZACIÓN/ EDUCACIÓN:

- a) ¿Realiza la comuna programas/campañas de concientización o educación ambiental relacionados con los RSU? Si

En caso afirmativo, comentar cuáles:

Diferentes charlas en Instituciones Educativas para los alumnos

Charlas y formación docente semestral.

Propuestas anuales para el trabajo continuo dentro de las Instituciones.

Estudios de caracterización de residuos.

Patrullaje ambiental.

Concientización puerta a puerta con alumnos del nivel secundario.

Entrega de imanes con días de recolección para la comunidad.

Exposición y jornadas de puertas abiertas dentro de la Planta de Reciclado.

Visitas guiadas a la Planta de Reciclado

Elaboración de cestos dobles reutilizando materiales para los hogares de los alumnos.

Jornadas de plantación de árboles.

Trasplante y siembra de plantines.

Festejos y jornadas especiales, días referidos al cuidado del ambiente.

- b) ¿Existe alguna organización que colabore con el municipio en este tema?
Sí, INTA sección agroecología.
- c) Para las comunas, es muy difícil poder brindar un servicio diferenciado de recolección de residuos, debido a los gastos que esto genera y las necesidades específicas prioritarias de la población. De todas formas, ¿Se está trabando en algún proyecto o implementación de mejoras con relación a los residuos? Comente.

En general la gestión de residuos en cuestión de recolección es un proceso que se mejoró mucho y se brinda un servicio acorde a lo que necesita la localidad, la implementación de mejoras que hoy se dificulta en Hersilia es acondicionamiento del basural, ya que requieren trabajos externos que no se pueden realizar con maquinaria comunal.

¡Gracias por colaborar!

Anexo 3: Decreto 779/2022 (28/11/22) Aprueba la Reglamentación de la Ley N.º 25.916 - Gestión Integral de Residuos Domiciliarios.

ANEXO II

CÓDIGO UNIFICADO DE COLORES PARA LA CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FRACCIONES DE RESIDUOS DOMICILIARIOS

OBJETO

El presente código unificado de colores tiene el fin de armonizar los criterios técnicos y ambientales a emplear en las distintas etapas de la gestión integral de los residuos domiciliarios. Constituyéndose el mismo como un instrumento estratégico que unifica la manera en que cada fracción de los residuos domiciliarios es identificada y segregada en la fuente de origen, fomentando de esta forma la cultura ciudadana en la materia, y facilitando consecuentemente la labor de la industria de valorización de residuos en todo el país.

1. SEGREGACIÓN SEGÚN FRACCIÓN DE RESIDUOS

Se recomienda a las provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires adoptar un sistema de gestión integral que asegure, la segregación de los residuos domiciliarios generados en sus territorios, promoviendo una disposición inicial selectiva que contemple las siguientes fracciones de residuos: los residuos secos valorizables, los residuos considerados basura, los residuos orgánicos valorizables, los residuos plásticos, los residuos de papel y cartón, los residuos de vidrios y los residuos de metales, procediéndose a su distinción mediante el uso de los siguientes colores:

COLOR	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	SEÑALÉTICA ESTÁNDAR
VERDE	Residuos Secos Valorizables	Todos los materiales que pueden ser valorizados y cuya mezcla no compromete la posibilidad de clasificación secundaria y posterior valorización, secos y limpios. Tipo de materiales que puede incluir: Papel y cartón; vidrio (botellas y frascos); plásticos (botellas, bolsas, tapas, envases); metales (latas, conservas, tapas); multilaminado; textiles (ropa, trapos); madera (palos, tablas, cajas). ¹	RESIDUOS SECOS VALORIZABLES
NEGRO	Basura	Residuos sin alternativa de valorización, respecto de los cuales se debe proceder a su disposición final; o aquellos con alternativa de valorización que por algún motivo deben ser llevados a disposición final. Por ejemplo: Papeles y cartones sucios; cerámicas; vidrios rotos; material de barrido, y toda otra fracción que no se pueda clasificar.	BASURA

¹ Cabe señalar que varios de los ejemplos mencionados en la fracción de residuos secos valorizables cuenta con un código de color propio, el cual se corresponde con el grupo de materiales al que pertenece (plásticos, papeles y cartones, vidrios y metales), por lo que, una vez que las jurisdicciones locales incorporen nuevas fracciones a la disposición inicial de los residuos domiciliarios, las mismas deberán respetar los códigos particulares asignados a cada grupo de materiales.

MARRÓN	Residuos Orgánicos Valorizables	Tipo de residuos orgánicos que SI puede incluir: Restos de alimentos (cáscaras de frutas y verduras, cáscara de huevo, yerba, café); residuos vegetales no voluminosos de tipo no leñoso, procedentes del mantenimiento de parques y jardines (hojas secas, ramas, y otros), tapones de corcho.	RESIDUOS ORGÁNICOS VALORIZABLES
		Tipo de residuos orgánicos que NO puede incluir: pescado, carne, grasa, productos derivados de la leche, aceite de cocina, plantas enfermas.	
AMARILLO	Plásticos	Toda clase de plástico simple o compuesto: PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS, poliestireno expandido y otros, secos y limpios. Por ejemplo: botellas de agua, refrescos y lácteos; envases de alimentos; envases de productos de perfumería, cosmética y limpieza, corchos sintéticos. Deben encontrarse secos y limpios	PLÁSTICOS
AZUL	Papel y Cartón	Materiales de celulosa, secos y limpios. Por ejemplo: papeles de oficina, diarios, revistas, folletos, bolsas de papel, cajas y paquetes de cartón; hueveras de cartón; tubos de cartón de papel higiénico o servilletas; libretas y cuadernos sin espiral metálico/plástico, y sin clips o broches.	PAPEL Y CARTÓN
BLANCO	Vidrios	Recipientes y otros objetos de vidrio, sin tapones ni corchos, y sin rastros de lo que contenían en su interior. Por ejemplo: botellas, frascos de conserva, envases de vidrio de cosméticos y perfumería.	VIDRIOS
GRIS	Metales	Materiales férricos y no férricos, secos y limpios. Por ejemplo: latas y envases de conservas, o bebidas, chatarras.	METALES

2. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CÓDIGO UNIFICADO DE COLORES EN LOS PLANES DE DISPOSICIÓN INICIAL SELECTIVA Y RECOLECCIÓN DIFERENCIADA DE RESIDUOS DOMICILIARIOS DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES

2.1. Para aquellas jurisdicciones en las que la disposición inicial selectiva sea binaria, se deberá contemplar la adopción del código unificado/estandarizado de colores para las fracciones de residuos secos valorizables y la de residuos considerados basura. A su vez, a medida que las

jurisdicciones vayan incorporando nuevas fracciones de residuos a la disposición inicial diferenciada, éstas deberán respetar el código de color asignado a dicho grupo de materiales.

2.2. Los residuos secos valorizables segregados, que por sus características pudiesen afectar la integridad física de los operarios de la gestión de residuos, por ejemplo cortopunzantes, deben acondicionarse de forma tal que se eviten accidentes al ser manipulados.

2.3. Los residuos secos valorizables deben acondicionarse previamente (escurridos como mínimo) de manera que no humedezcan ni ensucien otros residuos secos valorizables.

2.4. Los residuos orgánicos pertenecientes a la fracción compostable deben entregarse libres de todo material o envase no biodegradable. Los lineamientos técnicos sobre posibles aplicaciones y requisitos necesarios para la valorización de residuos orgánicos se encuentran en la Resolución Conjunta N° 1/19 de la Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental y del Servicio Nacional de Calidad de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.

2.5. En particular, y sin perjuicio de las políticas de compostaje centralizado que pudieran promover las autoridades competentes, se recomienda que la corriente de orgánicos compostables sea objeto de campañas de concientización y comunicación a las y los habitantes a fin de que, en su carácter de generadores, sean informados respecto del potencial tratamiento domiciliario de este flujo de residuos a través de compostaje doméstico.

2.6. Definir los tipos de contenedores para cada fracción de residuos considerando volumen, frecuencia de retiro, modalidad de retiro y funcionalidad para las personas que segregan los residuos en origen.

2.7. Definir los circuitos internos para el retiro y acopio transitorio de los residuos domiciliarios y residuos valorizables.

2.8. Instrumentar un Plan Integral de Comunicación, Sensibilización y Educación Ambiental que sea eficaz y permanente a fin de lograr la adhesión continua de las partes interesadas.

2.9. Fomentar la implementación de incentivos para la minimización y segregación de residuos domiciliarios, destinada a generadores individuales y especiales. Por ejemplo, adhesión a programas estatales, sumatoria de puntos y canje por beneficios, entre otros.

2.10. Establecer un sistema de monitoreo de generación y disposición inicial de residuos, así como indicadores de seguimiento que faciliten la evaluación del plan y la información a las partes interesadas.

IF-2022-116415878-APN-SCYMA#MAD

Página 3 de 4

2.11. Señalética clara en cada contenedor, indicando los residuos que se pueden depositar. La identificación se podrá realizar de diversas formas, por ejemplo, colocando un cartel del color correspondiente sobre cualquier tipo de contenedor, o bien mediante contenedores que sean enteramente del color correspondiente.

2.12. Preferentemente, las bolsas habrán de ser del mismo color que el contenedor o transparentes de manera que se puedan identificar los residuos contenidos en las mismas, esto permitirá que en las instancias de recolección, transferencia y transporte no hayan confusiones respecto del destino que le corresponde a las distintas fracciones.

IF-2022-116415878-APN-SCYMA#MAD

Página 4 de 4

Anexo 4: Información de Centros de Reciclaje en Argentina y empresas que compran material reciclado.

En la página web de Recicladores (<https://recicladores.com.ar/>) se encuentra una base de datos para descubrir opciones cercanas de centros de reciclaje en Argentina. Se ofrece información por provincia y la posibilidad de compartir opiniones y experiencias.

A su vez, en la página web de Ecoplas (<https://ecoplas.org.ar/directorio-de-recicladores/>) se puede obtener el directorio de empresas que fabrican productos con plástico reciclado.

A continuación, se exponen ejemplos de empresas que compran material reciclado y los productos que fabrican:

- Reciclado de Caucho y Plástico (Rosario, Santa Fe)

Se dedican a la fabricación de bolsones, hamacas y baldosas de caucho, caucho molido, membranas impermeabilizantes, eco tablas, postes, varillas, cercos, baldosas, tablas, a partir de caucho y plástico. (<https://recicladodecauchoyplastico.com/>)

- Pisos Antitrauma (Buenos Aires)

Elaboran pisos de caucho, a partir de este material. (<https://pisosantitrauma.com.ar/>)

- Quanta Reciclaje (Paraná, Entre Ríos)

Confeccionan mobiliario Eco para plazas, escuelas, municipios. (postas saludables, juegos para el aire libre, mesas, eco aula) a partir de plásticos reciclados <https://www.quanta.com.ar/>

- Cricon reciclado de materiales (Rafaela, Santa Fe)

Elaboramos productos a partir de materiales reciclados (juegos para niños, arcos). Compra y acopio de chatarra de materiales ferrosos y no ferrosos para luego proveer a las acerías y empresas de fundición. <https://criconsa.com.ar/>

- ACA: Asoc. De Coop. Argentinas (Cañada de Gómez, Santa Fe).

Produce y distribuye fitosanitarios y silos bolsas a partir de residuos plásticos. https://www.acacoop.com.ar/planta_de_recupero.html

- Barretta (Rosario, Santa Fe)

Elaboran bolsitas, papel sulfito y papel Kraft, a partir de la recuperación de fibras ecológicas de papeles y cartones en desuso. <https://berrettasa.com.ar/>

- Reciclados Esperanza (Esperanza, Santa Fe)

El emprendimiento consiste en el lavado, secado y reciclado de polietileno de baja densidad proveniente del silo bolsa usado. Tiene una gran demanda del PBD reciclado que es utilizado para la elaboración de distintos productos como bolsas de residuo, hilados, y demás productos plásticos. <https://incubadora-idear.org.ar/poli-reciclado-esperanza/>