



Centro de Ingeniería Sanitaria



FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS,
INGENIERÍA Y AGRIMENSURA



Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
Av. Pellegrini 250. S2000BTP Rosario. Sta. Fe

Estudio de la corriente de residuos FORSU en el Área Metropolitana de Rosario

Centro de Ingeniería Sanitaria – FCEIA - UNR

Noviembre 2023

CENTRO DE INGENIERÍA SANITARIA

Riobamba 245 bis

+54 - 0341 - 4808546

cis@fceia.unr.edu.ar / www.fceia.unr.edu.ar/cis

Elaboración

Dirección

Ing. Virginia Pacini

Equipo técnico

Ing. María Cristina Marozzi

Mariana Passardi

La fracción orgánica de los residuos sólidos

La fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU) es aquella susceptible a sufrir transformación biológica. Está compuesta por restos de origen vegetal o animal producto de las distintas actividades ciudadanas como la elaboración y consumo de alimentos. A su vez, se puede considerar en esta fracción los residuos verdes proveniente de la actividad de poda y jardinería, pero a los fines del presente estudio los residuos verdes se consideran como una fracción separada de la FORSU por sus características particulares de modos de gestión, estacionalidad, etc.

La FORSU se diferencia de otras fracciones por estar compuesta por elementos biodegradables, por su alto contenido de humedad y por su tendencia a variar en consistencia, coloración, textura y olor a corto plazo.

Dichas características tienen consecuencias para su gestión:

- no se puede almacenar a temperatura ambiente
- tiende a degradarse
- produce malos olores
- atrae vectores
- es una fracción pesada, por su alto contenido de agua
- produce lixiviados
- “mancha” a otras fracciones de los residuos quitándoles valor
- encarece y complejiza la recolección y la disposición final
- genera gases del efecto invernadero, producto de la degradación anaerobia en los rellenos sanitarios
- gran volumen de generación que disminuye la vida útil del relleno sanitario

La separación y el tratamiento (físico y biológico) de la FORSU es una forma de recuperar materia orgánica, aliviar el sistema de gestión de residuos y mejorar el aprovechamiento de otras fracciones.

Como esta fracción es mayoritaria en la composición de los residuos urbanos, su tratamiento y valorización puede resultar significativo en el plan general. Actualmente en nuestra región casi la totalidad de la FORSU encuentra su fin en la disposición final.

Caracterización

“La caracterización de los residuos domiciliarios comprende la descripción de los componentes individuales y porcentuales relativos de las fracciones que componen esta corriente. Esta información es importante para la evaluación de alternativas sobre el destino final, el equipamiento para el almacenamiento y el acondicionamiento inicial para la recolección, el transporte, el tratamiento y la disposición final de los residuos”. *Plan Metropolitano de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, diagnóstico ejecutivo diciembre 2021.*

La caracterización de los residuos domiciliarios y la generación per cápita (kg/hab.día) de cada ciudad y/o localidad, permiten cuantificar volúmenes a recolectar, transportar, tratar y/o disponer en los sitios habilitados. Mientras que la generación per cápita nos dice el peso generado por habitante, la caracterización de los residuos nos indica qué fracción de ese peso corresponde a cada material. De esta manera, es sencillo estimar los volúmenes a gestionar.

A los fines del presente estudio se considera el resultado del estudio de caracterización realizado en la ciudad de Rosario en el año 2014. Se considera que debería actualizarse, incluyendo en el estudio toda el área metropolitana a fin de poder realizar una planificación abarcativa de toda el área.

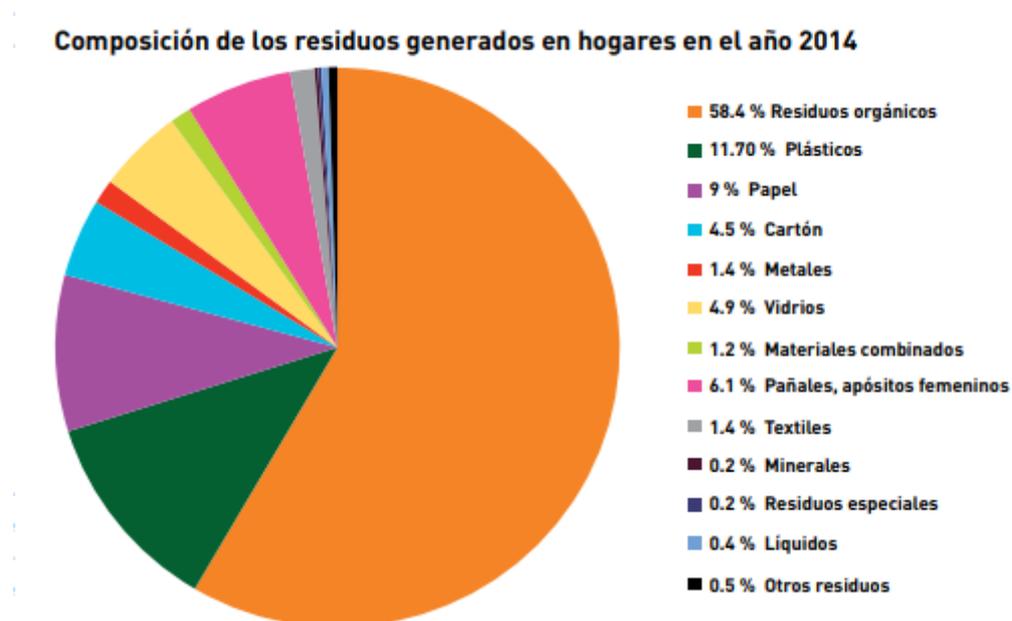


Figura 1. Caracterización ciudad de Rosario año 2014- Residuos domiciliarios y asimilables.

Dentro del área metropolitana, los residuos orgánicos se generan en los domicilios, actividades comerciales, mercados, en industrias alimenticias y actividades agropecuarias. Los residuos de comercios y mercados urbanos suelen seguir el mismo circuito que los residuos domiciliarios, aunque a veces con tasas o servicios de recolección diferenciados.

Respecto a la actividad industrial, en el Centro de Estudios para la Producción (<https://www.argentina.gob.ar/produccion/cep/tableros-interactivos>) para el departamento Rosario se registran 3250 industrias, considerando todas las magnitudes (cantidad de puestos de trabajo), aunque dicho sitio no discrimina por rubros de actividad industrial. El tratamiento y la disposición final de los residuos industriales no sigue los mismos circuitos de los residuos municipales, y su caracterización requeriría un estudio particular, que abarque toda el área metropolitana.

De las industrias que están registradas como generadoras de residuos industriales no peligrosos, y en virtud del Dec 2151/14, las mismas declaran en un manifiesto el peso de residuos generados y si lo envían a disposición final o a tratadores. A nivel provincial, durante 2023 se declararon en la categoría 3 (Anexo B- Dec. 2151/14: Cereales y oleaginosas) aproximadamente unas 24.000 toneladas de residuos. Referenciamos esa categoría por ser residuos industriales orgánicos. Si bien este número es a nivel provincial, es una parte de lo generado, ya que corresponde a las industrias inscritas como generadoras de residuos, lo cual podría no ser un número representativo ya que otros establecimientos pueden no estar inscriptos como generadores.

Además se observa que al ser la disposición final considerada como un tratamiento (aunque no valore residuos ni los convierta en nuevos insumos) y al estar tanto los rellenos sanitarios como empresas de recolección y transporte inscriptos como tratadores de residuos, llevarlos a disposición final permite cumplir la normativa sin haber realizado una valoración que los convierta en un nuevo insumo.

Transformaciones biológicas de la materia orgánica

Los procesos controlados de valorización de residuos orgánicos van a permitir:

- Aprovechar residuos que actualmente son derivados a disposición final
- Obtener enmiendas mejoradoras de suelos o bioenergía
- Promover el desarrollo sostenible, evitando la emisión de GEI a la atmósfera

- Mejorar las condiciones sanitarias y ambientales, reduciendo olores y vectores en la disposición final.
- Mejorar la eficiencia y vida útil de los rellenos sanitarios.

Captar los residuos orgánicos que se generan en cada domicilio, comercio o industria no es una tarea sencilla. La situación ideal sería contar con una ciudadanía muy informada y habituada a la separación en origen, discriminando los residuos orgánicos de los reciclables y de los restos, y estableciendo circuitos diferenciados de recolección. De esta manera podrían a su vez recuperarse para la industria una gran cantidad de residuos reciclables (plásticos, vidrios, papeles, metales).

La separación de residuos también puede realizarse luego de la recolección indiferenciada en plantas mecanizadas, las cuales requieren importantes costos de instalación y operación. La menor efectividad de separación lograda en planta puede incluso limitar los tratamientos posteriores o la calidad y usos permitidos del producto final, como es el caso de los compost producidos con residuos no separados en origen que no pueden certificarse para comercialización, de acuerdo a la normativa vigente.

Describimos a continuación los dos procedimientos más difundidos de valorización de la FORSU.

Compostaje

Es un proceso controlado de transformación biológica de la materia orgánica bajo condiciones aeróbicas y termófilas. El compost es un producto higienizado, estable y maduro que resulta del proceso de compostaje. Está constituido, mayormente, por materia orgánica que presenta poco parecido físico a la materia prima que le dio origen.

Dicho proceso se asemeja al proceso de degradación de la materia orgánica en la naturaleza (pero de manera controlada y sin consecuencias ambientales o sanitarias indeseables) y permite homogeneizar los materiales, reducir su masa y volumen e higienizarlos. Así, se logrará dar valor a los residuos FORSU como recurso y cerrar el ciclo de la materia orgánica.

El compost es un mejorador de la fertilidad química, física y biológica de los suelos, ya que les aporta materia orgánica, microorganismos y nutrientes. También aumenta la porosidad del suelo, permitiendo una mayor capacidad de retención de agua.

Debido a ser la FORSU una fracción con un alto contenido de humedad, materia orgánica fermentable y nitrógeno, necesita ocasionalmente ser mezclada con residuos de alto contenido de carbono y/o material estructurante para mejorar el proceso. Dicho material estructurante incrementa la porosidad, equilibra el contenido de aire/agua y la relación Carbono-Nitrógeno.

El proceso de compostaje será satisfactorio si se garantiza la aireación, la humedad y el balance de materia a descomponer. Demanda entre 4 a 6 meses, finalizando en un producto estable y maduro de aspecto uniforme y oscuro, de textura granular y de olor similar a tierra húmeda.

Si bien se genera dióxido de carbono en el proceso, el compostaje reduce sustancialmente la generación de gas metano en los rellenos sanitarios cuando el proceso de descomposición de residuos orgánicos es anaeróbico.

La separación en origen de la fracción orgánica impacta tanto en el desarrollo del proceso (mejora al mismo en cuanto a eficiencia y rendimiento, entre otros) como a la calidad del compost producido.

Se lo puede considerar como un proceso simple, que se acomoda fácilmente a la variación de la composición de los materiales a tratar y a los cambios de las condiciones de trabajo. También es de fácil implementación y requiere de una formación sencilla para los operadores y usuarios.

Biodigestión

La biodigestión es un proceso anaeróbico (en ausencia de oxígeno) en el que se produce la descomposición de los residuos orgánicos y se genera biogás. Un biodigestor es un recipiente cerrado herméticamente donde se colocan los residuos orgánicos en un medio acuoso. Los productos finales son gas (mayoritariamente metano) y un efluente o bio digerido que se usa como fertilizante, denominado biol.

La tecnología requiere un equipamiento y controles de cierta complejidad y costos que se justifican cuando el producto obtenido (biogás) es aprovechado como combustible o generador de energía eléctrica.

La digestión anaerobia trabaja secuencialmente siendo fundamental que no se desequilibre el proceso para no disminuir o frenar el crecimiento de las distintas poblaciones de bacterias que participan. Tiene un periodo del orden de 1 mes para su

puesta en régimen. Esta tecnología permite tratar gran cantidad de residuos como estiércoles, efluentes de industrias, FORSU, para así obtener combustibles y biodigeridos.

Algunas cuestiones a considerar de esta tecnología son:

- demanda continua de residuos sólidos orgánicos. Necesidad de materia orgánica en cantidad y equilibrada en todo el proceso
- variabilidad de producción de biogás de acuerdo a características del sistema
- riesgo de pérdida del régimen ante desequilibrios del proceso
- demoras y/o necesidad de ciertos insumos para reiniciar el régimen del proceso

La biodigestión requiere en general una inversión superior a la del compostaje y controles con personal capacitado, pero su gran fortaleza es la generación energética. Puede diseñarse a escala industrial, aunque también en digestores de mediana y pequeña escala.

El tratamiento de la FORSU dentro de la gestión

Gestionar los residuos orgánicos puede abarcar sólo las actividades de recolectarlos y disponerlos de manera adecuada, pero si los consideramos como recursos y pensamos en disminuir su impacto ambiental en vertederos, la gestión deberá incluir su valorización en nuevos productos.

Y al hablar de gestión nos estamos refiriendo a acciones planificadas y sostenidas en el tiempo para lograr un objetivo, y no a acciones aisladas con buenas intenciones y generalmente magros resultados.

Compostaje

La gestión de la FORSU a través de compostaje puede realizarse a diferentes escalas y con distintas modalidades.

Gestión descentralizada

La gestión *descentralizada* de tratamiento en el sitio de generación, permite la reducción de volumen y costos de recolección, traslado, transferencia y disposición final, ya que son residuos evitados al sistema municipal.

Socialmente ofrece a la ciudadanía una oportunidad de participación en forma individual o colectiva de una actividad donde no solo se contribuye a una mejora ambiental sino que también se obtiene un producto final útil y de interés.

El compostaje descentralizado se ha implementado con éxito y a un bajo costo en instituciones, barrios, y a escala domiciliaria, facilitando así el acceso a esta tecnología alternativa para el tratamiento de la fracción orgánica en diversos contextos socio económicos y tecnológicos, generando un impacto positivo sobre la gestión local de los residuos (Kalamdhad y Kazmi, 2009).

También pueden compostarse de manera descentralizada de residuos verdes en plazas u otros espacios urbanos con el barrido de hojas o pequeñas podas urbanas.

Existe profusa información referida a la técnica de compostaje, parámetros de control del proceso así como estudios sobre su uso en diferentes cultivos, entre otros. En nuestro país hay organismos como INTI e INTA, secretarías y ministerios gubernamentales y universidades que han desarrollado manuales, instructivos en diferentes formatos, ciclos de formación, etc., que permiten disponer con léxico local de material bibliográfico de excelencia. (Ver Anexo)

Compostaje domiciliario o autocompostaje

El compostaje domiciliario debería ser la primera alternativa a considerar por los vecinos para la autogestión de sus residuos orgánicos. La siguiente opción, dado que no todas las personas o todos los tipos de vivienda son aptas para el autocompostaje, podría ser entonces la separación de los residuos orgánicos en origen y la disposición en compostera comunitaria o en vía pública para que sea la autoridad de gestión local quien los recolecte y los trate.

Si bien el compostaje domiciliario es un proceso sencillo actualmente, instalada la costumbre urbana de disponer residuos en la acera que luego un camión retira diariamente, requiere de una importante tarea para lograr la adhesión ciudadana. El modelo generalizado de disponer sin separar o valorizar in situ los residuos se ve favorecido por una ciudadanía que en su mayoría no se cuestiona por los residuos que genera, su valor potencial, ni sus consecuencias socioambientales en el circuito y destino final, y espera que sea la gestión local quien resuelva la cuestión.

En la modalidad de autocompostaje, cada domicilio debe poseer una compostera donde realizar el proceso. Dicha compostera puede ser construida por el propio vecino

o de origen comercial, o provista por el municipio, según la estrategia de gestión que se lleve adelante.

Muchas ciudades han optado por otorgar incentivos, ya sea disminuyendo tasas o entregando elementos para realizar el autocompostaje u otros beneficios para estimular su práctica.

Por las características del proceso en pequeño volumen, no se incluyen todos los residuos orgánicos que se generan en un hogar sino casi exclusivamente los de origen vegetal. Esto permite evitar la posible transmisión de organismos patógenos ya que en pequeños recipientes no se completa el proceso de higienización por escasez de masa crítica que permita alcanzar y mantener temperaturas de eliminación de organismos patógenos.

Su implantación como modo de gestión en zonas de baja frecuencia de recolección de residuos (sectores alejados, barreras topográficas, etc.) puede ser visto por los vecinos como una ventaja frente al almacenamiento temporal de residuos putrescibles.

Existen documentos sobre modelos organizativos para instalarlo a nivel municipal, dado que la alternativa de tratamiento local de la FORSU debe ser un programa de gestión permanente y no reducirse a la difusión discontinuada. (ver Anexo)

Diferentes países que han impulsado y sostenido políticas de autocompostaje registran altas tasas de adhesión de vecinos. En el *Manual para Municipios y Comunas de Compostaje domiciliario*, INTI, 2015, se sugiere alcanzar al menos un porcentaje del 15% de los hogares compostando para que la acción sea significativa y aspirar a un porcentaje del orden 55% como un máximo alcanzable de cobertura, si bien existen ciudades que informan haber superado ese valor.

Hay una gran variedad de tipos y dimensiones de composteras comerciales nacionales e instructivos para la autoconstrucción utilizando tanto materiales nuevos como objetos de descarte. En nuestro país el compostaje domiciliario se viene impulsando a través de distintos organismos e institutos (como la Resolución 92/2020 “Mes del Compostaje”) y se cuenta con investigaciones, bibliografía e instrumentos legales, que avalan la práctica y brindan propuestas de implementación.

Un factor muy importante para esta modalidad de gestión es el disponer de canales de comunicación y asistencia permanentes con los vecinos, brindándoles las herramientas necesarias para que pierdan el temor o desconfianza a compostar

sabiendo de la asistencia con la que pueden contar para resolver sus inquietudes al respecto. Este contacto puede darse personalmente a través del promotor de compostaje y puede reforzarse o resolverse a través de herramientas digitales (apps, páginas, grupos, etc.).



Imágenes de composteras domésticas

Compostaje Comunitario

Una alternativa al compostaje domiciliario es el compostaje comunitario, que incluye a varios domicilios o personas que conforman una determinada comunidad. Dentro del mismo podemos distinguir, de acuerdo a los grupos alcanzados a:

Barrial:

El compostaje barrial implica la participación de vecinos de una zona acotada que disponen sus residuos orgánicos en una compostera ubicada en un espacio público. La operación y mantenimiento de la compostera puede ser responsabilidad de algún/os vecinos o de personal municipal. Esta modalidad permite tratar en una pequeña instalación la FORSU de hasta varias decenas de familias y posee un efecto comunicacional poderoso por estar ubicada en un espacio público.

Residencial:

Esta modalidad se refiere a vecinos de un mismo edificio, barrio cerrado o complejo habitacional y está restringido a propietarios o inquilinos del consorcio. La compostera puede ser asistida por vecinos o personal de la administración del consorcio que a su

vez puede ser la encargada de facilitar material estructurante para el proceso, como hojas o chips de madera.

Institucional:

Nos referimos tanto a instituciones públicas (educativas, gubernamentales, de salud, etc.) como a establecimientos privados que gestionan sus residuos orgánicos en la propia institución. Los participantes de la institución comparten los valores y política institucional. El mantenimiento de la compostera suele estar a cargo de un personal de limpieza o voluntario de la institución. Puede iniciarse con la contratación a personas idóneas que instruyen al personal de la institución y al futuro responsable de la operación de la compostera.





Biodigestión de mediana y pequeña escala

Este tipo de tratamiento de la FORSU se ha difundido especialmente en establecimientos rurales (tambos, escuelas rurales) o en comedores comunitarios donde la posibilidad de obtener gas para cocción de alimentos o iluminación incentiva su construcción y mantenimiento.



En la provincia de Santa Fe el programa de Educación Energética, de la Secretaría de Ambiente y Cambio Climático, le dio un impulso con la entrega de 1000 biodigestores de pequeña escala en escuelas rurales, motivando la capacitación y el uso de tecnologías de generación de energía a partir de residuos.



Gestión centralizada

Compostaje

La gestión centralizada incluye las plantas municipales que concentran gran cantidad de residuos y requieren en general instalaciones de acondicionamiento previo de los residuos recolectados (segregación, reducción de tamaños, etc.). Dada la escala y características del proceso se admiten todos los residuos orgánicos (tanto de procedencia vegetal como animal).

Las plantas de compostaje de residuos verdes suelen ser exclusivas de ese tipo de residuos, e incluyen equipamiento de chipeo y aprovechamiento de leña. Se puede caracterizar el tipo de restos verdes ingresantes y diseñar las mejores estrategias de mezclas para mejorar el proceso y producto final.

Cuando es factible la recolección diferenciada de residuos orgánicos, puede pensarse en instalaciones de compostaje que no requieran equipamiento mecanizado de separación en destino. Este tipo de plantas podría ser acorde a localidades pequeñas, o para procesar residuos orgánicos separados en origen de mercados, cocinas centralizadas, industrias alimenticias, restos de actividades agrícolas y se incluya, ocasionalmente, Forsu domiciliaria de una recolección diferenciada urbana.

El diseño de las instalaciones responderá, entre otros aspectos, al caudal de residuos y su caracterización. Si el caudal es bajo se puede modular en composteras tipo comunitarias para facilitar la operación y simplificar instalaciones y equipamiento.

Según la ubicación del terreno y uso del suelo aceptado, las plantas pueden ser galpones o a cielo abierto.





Biodigestión

Los mayores desarrollos se dan en instalaciones de tratamiento de efluentes industriales, por la constancia y control de los residuos incluidos, ya que un aspecto relevante es la ausencia de elementos que pudieran ser inhibidores del proceso.

Debido a la inversión inicial que requiere, la motivación de su instalación a nivel municipal sería la generación energética que el proceso provee.

Estas instalaciones en general se construyen y gestionan entre organismos que superan el gobierno local y que pueden incluir residuos tanto municipales como industriales de la zona.

Comparando el tratamiento de la fracción orgánica por compostaje y por biodigestión de manera centralizada, y según datos obtenidos en estudios españoles (Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente, 2013, Gestión de Biorresiduos de competencia municipal), el costo de operación de una tonelada tratada por biodigestión es aproximadamente un 20% mayor al costo de operación de la misma tonelada tratada por compostaje

Antecedentes de gestión de la FORSU

En las áreas metropolitanas los flujos de personas y mercaderías hacen que los residuos que se generan atraviesen los límites de cada localidad del área. El común denominador de los planes de gestión metropolitanos consultados, es el de considerar los residuos de toda el área, distribuyendo territorialmente las instalaciones de

tratamiento de cada fracción, y tratándolos bajo los mismos principios y criterios. Además se busca avanzar con los programas de gestión de manera conjunta y equilibrada entre las localidades del área metropolitana, evaluando las actuaciones con los mismos indicadores de gestión.

Se resumen a continuación algunos programas de valorización de la FORSU llevadas a cabo tanto en áreas metropolitanas y algunas experiencias en ciudades de distintos tamaños o instituciones con el objetivo de ilustrar sobre iniciativas ya experimentadas.

Programa de Gestión de residuos de Catalunya- España

Con el ingreso de España a la Unión Europea, se fueron adecuando las políticas de gestión de residuos a los principios de ese espacio común y se realizaron importantes inversiones en infraestructuras en pos ir nivelando la gestión de los residuos con el resto de los países de la UE

La planificación de la gestión de los residuos se ha basado en principios generales que emanan, básicamente, de Programas de Acción de la Unión Europea, y que contribuyen al desarrollo sostenible como ser la prevención de la contaminación, la jerarquía de valorizar a disponer, el principio de proximidad de los tratamientos, la responsabilidad del generador, entre otros.

Estos principios rigen el Plan de gestión, el cual incluye programas y proyectos de tratamiento de corrientes de residuos. La ejecución de dichos programas se ha ido evaluando a través de indicadores de gestión, revisando y reformulando cada ciertos períodos de tiempo y se actualiza metas a alcanzar en más de un horizonte de tiempo. En el caso particular de la FORSU, y siempre bajo la premisa de considerar los residuos como recursos, se ha avanzado en recolección diferenciada a través de la instalación de contenedores de FORSU en vía pública, la construcción de plantas centralizadas MTB (tratamiento mecánico biológico), de plantas de compostaje de residuos orgánicos separados en origen de distintas escalas, de sistemas de composteras comunitarias y domiciliarias y diversos programas educativos.

Con una metodología de registro de datos, la Agencia de Residuos de Catalunya publica las estadísticas en materia de gestión de residuos. Las revisiones de los programas permiten fortalecer o dar de baja ciertas estrategias de gestión de acuerdo a los resultados evaluados. Actualmente se siguen fortaleciendo las actividades de valorización de la FORSU por indicar su normativa vigente la imposibilidad de disponer residuos orgánicos en rellenos sanitarios a partir del 2030.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá - Colombia

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, incluye 13 municipios y una población aproximada de 4 millones de habitantes. Su Plan de Gestión Integral de Residuos Regional, surge para transformar problemáticas ambientales vividas con anterioridad, de acumulación de residuos en cursos hídricos, contaminación de napas, desmoronamientos en rellenos sanitarios, entre otros. Articula momentos de planificación, de ejecución, control y la generación permanente de información que intenta evitar la repetición de situaciones indeseables y de valorizar los residuos a partir de procesos sociales y ambientales con recicladores de la región.

El sostenimiento y avance del plan ha permitido que semanalmente se recuperen y aprovechen aproximadamente 600 toneladas de residuos orgánicos, gracias a la tarea de 185 sistemas de tratamiento en las 13 localidades involucradas

Se han desarrollado acciones enfocadas al aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos generados en la región, mediante fundamentalmente la técnica de compostaje y lombricultura.

La estrategia incluye:

- Plantas centralizadas de compostaje, pilas estáticas con aireación forzada
- Compostaje domiciliario, barrial y comunitario
- Compostaje en diferentes sectores del área rural y urbana.
- Lombricultivo en diferentes sectores del área rural y urbana.
- Fortalecimiento y participación de iniciativas de diversas organizaciones sociales

Florianópolis SC - Brasil.

La región metropolitana de Florianópolis, estado de Santa Catarina está formada por 22 municipios.

La gestión de los residuos orgánicos incluye diferentes estrategias de valorización, con plantas centralizadas y con sistemas de tratamiento por parte de cooperativas en terrenos urbanos que se asocian al uso del compost en huertas urbanas.

Poseen normativas sobre los requisitos para la para la instalación de plantas de compostaje en diferentes escalas y con bajos requerimientos para las escalas pequeñas a fin de facilitar y promocionar su instalación.

La ley 10501/19 dispone el reciclaje obligatorio de los residuos sólidos orgánicos en el municipio de Florianópolis. La misma establece metas anuales de porcentajes de

residuos que deberán ser tratados por compostaje, los cuales se incrementan hasta alcanzar el 100 % para el año 2030. El sistema de disposición inicial establece la separación en 3 fracciones (compostables, reciclables y restos)

Además de la gestión centralizada, el proyecto denominado Revolución de los Baldes, fomenta la gestión comunitaria de residuos orgánicos promoviendo la agricultura urbana y la inclusión socioeconómica de quienes lo llevan adelante. La misma consiste en recolección puerta a puerta de orgánicos y acarreo a playas de compostaje de pequeña o mediana escala distribuidas en cercanías de la generación, y en coordinación con programas de agricultura orgánica. De esta manera, los fondos que se destinaban al transporte y disposición final de orgánicos en rellenos sanitarios se transforman en trabajo e ingresos económicos para asociaciones y abonos para la agricultura.



Otras experiencias de valorización de orgánicos

Cerrito, Entre Ríos- Biodigestor, fracción orgánica de residuos domiciliarios

En el año 2007 la localidad de Cerrito instaló un primer biodigestor urbano, para generar biogás a partir de residuos domésticos. Posteriormente se construyó otro similar en una Escuela y luego un tercer biodigestor, de mayores dimensiones y capacidad, que fue situado en la planta de tratamiento de residuos de la localidad con el que se abastece eléctricamente el predio. Esta instalación tiene capacidad para tratar los residuos orgánicos generados por una población aproximada de 10.000 personas. El proceso recircula el biol obtenido en el proceso y minimiza el consumo de agua.

La localidad cuenta con recolección de residuos separados en origen, la cual se fue implementando gradualmente por barrios y replicada hasta alcanzar toda la localidad.

La recolección se realiza puerta por puerta y aunque llega con un alto grado de separación antes de cargar el biodigestor se hace la apertura de bolsas y se retiran impropios. Cerrito posee una ordenanza que regula la recolección por días de tipos de residuos en la que también se mencionan multas y sanciones en caso de incumplimiento. La comuna realiza campañas permanentes de concientización ya que de no sostenerse la separación en origen y recolección diferenciada, el sistema no podría ser viable.

Candioti, Santa Fe-Cooperativa de valorización y compostaje

En la localidad de Candioti, donde habitan unas 1.200 personas, la valorización de los residuos fue tomada por una cooperativa, que diseñó un proyecto y en acuerdo con la gestión local, asumió las tareas de comunicación y difusión comunitaria y valorización de residuos. La comuna es la encargada de la recolección, de acuerdo a las tres fracciones informadas por la cooperativa (reciclables- compostables - restos) y de la disposición final de los rechazos en el complejo ambiental de la ciudad de Santa Fe. La cooperativa se sostiene económicamente de la venta de los materiales reciclables y del compost producido en sistema de pilas con volteos manuales y aireación pasiva.

Dado que el volumen de residuos generados en la localidad es pequeño del orden de 36 ton mensuales, y a la articulación entre la comuna y la cooperativa, el 75 % de los residuos son valorizados y solo un 25% son llevados a disposición final.

Mercado central, Buenos Aires - Planta de compostaje institucional

El Mercado Central de Buenos Aires es el centro de comercialización frutihortícola más grande de la República Argentina y uno de los más importantes de América Latina. Desde el año 2020, el Programa de Reducción de Pérdidas y Desperdicios y Valorización de Residuos, destina parte de los descartes no comercializables a organizaciones sociales y comedores populares, y valoriza los residuos orgánicos mediante la producción de compost y la alimentación de animales. Este programa a su vez, genera nuevos puestos de trabajo capacitados para la manipulación de alimentos y separación.

Actualmente se separan y destinan 30 ton diarias de material orgánico para compostaje. Su planta se ubica en un terreno próximo al Mercado, en el cual 2 hectáreas son de tosca compactada en las que se disponen las hileras de compostaje,

las cuales se voltean con un minicargador tipo bobcat. El equipamiento de la planta fue recibido por el convenio firmado con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El compost generado se entrega a huertas ecológicas, pequeños productores, facultades y a municipalidades

Cuentan, a su vez, con un programa de monitoreo ambiental continuo, un plan de contingencias, llevando a cabo el plan de gestión ambiental para el cumplimiento de la normativa y legislación vigente en materia ambiental, urbanística y de seguridad e higiene.



“Programa de reducción de pérdidas y desperdicios y valorización de residuos- Mercado central de Buenos Aires”. Ing.Pamela Natan

Otras Iniciativas de recolección y compostaje

En diversas ciudades del mundo, incluido nuestro país, se ofrecen servicios privados de recolección de FORSU domiciliaria para su tratamiento por medio de compostaje. El usuario adherente paga una alícuota de acuerdo a la frecuencia y /o volumen retirado y es luego gratificado con el compost producido. Este tipo de iniciativas se ven más favorecidas en aquellas ciudades donde el pago de los servicios de recolección está discriminado y podría ofrecer una ventaja a los vecinos adherir a este tipo de servicio además de obtener el compost. (ver Anexo)

Si bien se mencionan algunas experiencias, hay muchas otras en distintas provincias del país tanto de compostaje de residuos a nivel municipal, institucional, industrial, y tanto de procesamiento a diferentes escalas como experiencias educativas, entre las que podemos mencionar:

Programa de promotores ambientales en Salsipuedes - Córdoba

Hogares ECO Municipalidad Corral de Bustos - Córdoba

Compostaje barrial de RSU orgánicos y Compostaje en escuelas - Berazategui, Bs. As.

Compostaje Comunitario en un Barrio de la localidad de Río Gallegos - Santa Cruz

Compostaje comunitario en la región Puna de Jujuy

Compostaje escolar en la ciudad de Cruz del Eje - Córdoba

Compostaje con residuos de la industria del limón - Tucumán

Compostaje de residuos agroindustriales - Mendoza

Proyecto de compostaje cooperativo- Cooperativa La Hormiga- Córdoba

Marco normativo

Normativa nacional

Ley N° 25.916 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental para la Gestión Integral de los Residuos Domiciliarios

Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios.

El decreto 779/2022 reglamenta la ley N 25.916 y menciona que los generadores deberán separar y acopiar los residuos valorizables, realizando el acopio y llevando a cabo la disposición inicial selectiva. A su vez contiene el “Código unificado de colores

para clasificación e identificación de fracciones de residuos domiciliarios”, el que tiene como fin armonizar los criterios técnicos y ambientales a emplear en las distintas etapas de la gestión integral de los residuos domiciliarios. Asimismo, unifica la manera en que cada fracción es identificada y segregada en la fuente de origen facilitando la labor de la industria de la valorización de residuos en todo el país. De esta manera, los residuos orgánicos valorizables (excluyendo residuos como restos de carnes y/o grasas, lácteos, aceites de cocina y plantas enfermas) quedarán identificados con el color marrón y se arrojarán libres de todo material o envase no biodegradable.

Resoluciones nacionales respecto valorización de residuos orgánicos

- **Resolución 104/2023:** creación de un Plan de Compostaje Institucional (PCI) planteado en el ámbito del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dicho PCI establece las bases para la planificación e implementación de una buena práctica que tienda a la valorización in situ de residuos orgánicos que se generan institucionalmente y además optimice las acciones y decisiones que cotidianamente se toman respecto a los residuos orgánicos en el ambiente laboral. Se invita a las provincias, municipios, instituciones, asociaciones, organizaciones y toda entidad pública y/o privada a adherirse al plan mediante una carta de adhesión.
- **Resolución MAyDS 410/2018:** Norma técnica para el Manejo Sustentable de barros y biosólidos generados en plantas depuradoras de efluentes líquidos cloacales y mixtos cloacales-Industriales. (la Provincia de Santa Fe no adhiere sino que se rige por la resolución 324/11, solo para barros cloacales)
- **Resolución Conjunta SCyMA -SENASA 01/2019:** Marco Normativo para la Producción, Registro y Aplicación de Compost. Los compost producidos con residuos separados en origen y recolectados de manera diferenciada, que respeten las etapas y parámetros finales definidos en la norma, se podrán caracterizar según dos categorías para su certificación y usos permitidos. El tratamiento de la FORSU no separada en origen, genera un bioestabilizado no admitido para registro y/o aplicación agrícola.
- **Resolución MAyDS 19/2019:** Norma técnica para la aplicación agrícola de digerido proveniente de plantas de digestión anaeróbica. La Ley 26093/2006 establece un régimen de fomento de la producción y uso de biocombustibles y específica modalidades y usos de líquidos bio digeridos.
- **Resolución 27/2023 Programa de Valorización de Orgánicos:**

Dicho programa se crea como herramienta de gestión para identificar, sistematizar, calificar y cuantificar las fuentes de generación de residuos orgánicos a escala nacional, provincial y municipal, con el fin de establecer estrategias de valorización de los mismos y de reinserción de los materiales derivados de ella en circuitos productivos y de recomposición ambiental, en pos de la optimización de recursos, reducción de huella de carbono y fomento de la economía circular.

- **Resolución 100/2018- Programa de abastecimiento de energía eléctrica a partir de energías renovables**

Establece el pliego de bases y condiciones de la convocatoria abierta nacional e internacional para la contratación en el Mercado Eléctrico Mayorista de energía eléctrica de fuentes renovables de generación, siendo una de ellas el biogás.

Normativa provincial

Ley N° 13055

Se establece provincialmente, el principio de reducción progresiva de la disposición final de los residuos sólidos urbanos, con plazo año 2030, 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. Dicha ley indica en uno de sus artículos que *El tratamiento de los residuos sólidos urbanos debe comprender el aprovechamiento de los mismos, por transformación, consistente en la conversión por métodos químicos o bioquímicos (compostaje, digestión anaerobia y degradación biológica) de determinados productos de los residuos en otros aprovechables.* Indica además que *la autoridad de aplicación, elaborará un programa especial de educación y concientización de la población que promoverá, entre otros, la separación y el compostaje o biodigestión de residuos orgánicos.*

Decreto 2151/2014

La normativa está dirigida a priorizar el tratamiento de residuos industriales no peligrosos frente a la opción de disponerlos en rellenos sanitarios.

Los generadores de residuos industriales deben inscribirse en el Registro de Almacenadores Transitorios de Residuos No Peligrosos Industriales o de Actividades de Servicios, y confeccionar un manifiesto donde indican qué cantidad y tipo de residuos generan (de acuerdo a un listado en Anexo B) y qué tratador registrado es

quien los procesa y dispone. Quedan exceptuados del registro quienes realicen el tratamiento de sus residuos dentro de su propio establecimiento.

Dentro de la lista de residuos incluidos en dicho decreto identificamos como potencialmente compostables a:

03- Cereales y Oleaginosas

20- Lodos de depuración no tratados o no utilizables en agricultura

28- Desechos de corcho y maderas

En la normativa no se mencionan corrientes de residuos (ej: orgánicos) ni especifica los métodos de tratamiento o valorización aceptados.

Normativa municipal y/o comunal

Ordenanza 8335/2008- Basura Cero, Rosario

Plantea la reducción progresiva en la disposición final de los residuos sólidos urbanos, con plazo hasta el año 2020, por medio de la adopción de medidas de reducción en la generación de residuos, separación selectiva, la recuperación y el reciclado. En su Art. 3, especifica que “Se prohíbe para el año 2020 la disposición final en relleno sanitaria de materiales tanto reciclables como aprovechables, incluyendo los residuos orgánicos”.

Las metas de reducción que establece la norma no fueron cumplidas, y en el año 2021 se presentó un proyecto de actualización.

Ordenanza 10277/2021- Programa municipal “Rosario composta”, Rosario

La intención es la creación de un programa que fomenta el compostaje domiciliario y comunitario como estrategia para la reducción y tratamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos domiciliarios. Promueve la participación y permanencia de vecinos y vecinas a través de incentivos económicos (saldo para transporte público) y la utilización de herramientas digitales para que los vecinos localicen composteras comunitarias. No establece metas ni plazos de ejecución, como tampoco mecanismos para el financiamiento de equipos, personal o incentivos a vecinos.

Ordenanza 10069/2020- Programa “Sello Verde”, Rosario

Establece la creación de un programa de promoción de las buenas prácticas ambientales en las empresas de la ciudad. Dicho “Sello Verde” es un instrumento que intenta incentivar a realizar acciones ambientales que las empresas puedan mostrar

a los potenciales usuarios o consumidores, quienes podrán elegirlos por su responsabilidad ambiental.

Ordenanza 48/2020- Agenda Ambiental “Lagos inclusiva + sostenible”, Gral.

Lagos

Propone la implementación progresiva y por etapas, de diferentes líneas de acción (educación ambiental, gestión integral de los residuos sólidos domiciliarios, generación de empleos verdes y etc.) para luego ejecutar programas y proyectos comunales de protección ambiental.

Ordenanza 5450/2019 Gestión Integral de residuos sólidos - Granadero Baigorria

Menciona que los vecinos deberán disponer los residuos separados en origen de acuerdo a las fracciones establecidas por la autoridad de aplicación. Y menciona al igual que la Ley 13055 al compostaje como una de las estrategias de valorización de residuos orgánicos.

Comentarios y observaciones respecto la normativa

- Con respecto al Decreto que reglamenta la Ley general de Residuos, Dec. 779/2022 (Anexo 2: “Código unificado de colores para clasificación e identificación de fracciones de residuos domiciliarios”), recién en el año 2022 sale a escala nacional un listado de colores para los contenedores, cuando muchas localidades vienen utilizando otros colores para diferenciar fracciones de residuos. Luego, se estima que de existir algún cambio para unificar los mismos según dicho listado, sería muy gradual. Sin embargo, respecto la fracción orgánica y dado que ninguna localidad del AMR posee contenedores específicos en vía pública para los residuos orgánicos valorizables, sería la oportunidad de unificación respetando el color asignado en dicha reglamentación (marrón).
- La provincia de Buenos Aires sancionó el decreto 102/2023 donde menciona los requisitos y las especificaciones técnicas bajo las cuales se regirá la metodología de tratamiento biológico por compostaje. Es una regulación que considera dos escalas: una para residuos verdes y hasta 15 ton/d y otra para FORSU, RINEO, lodos o verdes de cualquier capacidad, y sin escalas intermedias, quedando bajo los mismos requerimientos cualquier planta sin importar las toneladas tratadas. Se considera que sería necesario generar una normativa similar en la provincia de Santa Fe sobre las

especificaciones técnicas de instalación de plantas de compostaje que incluya distintas escalas y promueva este tipo de instalaciones.

- Si bien existe material educativo y muchos establecimientos tratan la temática de los residuos, de reciclaje e incluso de compostaje, estos temas no forman parte de currícula ministerial sino que obedecen a interés de docentes o directivos, por lo que el alcance a través de las escuelas puede ser disímil y ocasional.
- Se observa una necesidad de modificación del decreto 2151/2014 ya que el procedimiento estipulado y el hecho que tanto el relleno sanitario como los transportes estén registrados como tratadores, facilita el cumplimiento de la norma sin valorización alguna de los residuos, sin disminuir traslados y sin ningún grado de acercamiento a conceptos de economía circular. Se requeriría de sitios donde se publique la información de estos manifiestos para poder conocer de manera pública y con transparencia la gestión de los residuos industriales en la provincia.
- No existen ordenanzas locales en las ciudades y municipios del AMR con especificaciones técnicas para la instalación de plantas de compostaje ni de composteras comunitarias en espacios públicos.

Área Metropolitana de Rosario

“La situación general de los municipios respecto a la GIRSU muestra cierto estancamiento en un modelo que se orienta, a lo sumo, a recolectar los residuos y darle disposición final, con mínima actividad de recuperación y/o tratamiento, bajo nivel de cumplimiento de la ley provincial de residuos y escaso dinamismo hacia mejoras significativas en el corto plazo.” Plan Metropolitano de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, diagnóstico ejecutivo diciembre 2021.

Considerando que en la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios, la fracción orgánica es superior al 50%, una gestión que actúe sobre ella permitiría grandes mejoras a nivel ambiental y una disminución notoria del volumen destinado a disposición final. Con un gran potencial de aprovechamiento, la FORSU se puede separar, tratar y generar a partir de ella un producto apto de aplicación agrícola.

El Diagnóstico Ejecutivo (diciembre 2021) nos arroja resultados que podemos considerar positivos en el sentido de que varias localidades del ECOM posee algún tipo de iniciativa en relación a la FORSU. Sin embargo, muchas de esas iniciativas son de muy pequeña escala y no están institucionalizadas a través de ordenanza local ni forman parte de políticas locales a largo plazo. Incluso algunas de esas acciones son impulsadas por funcionarios del momento o empleados municipales entusiastas que las sostienen con mucho esfuerzo y magros presupuestos. Por otro lado, son escasas las iniciativas de recolección diferenciada de FORSU separada en origen. La ciudad de Rosario la realiza en unos pocos barrios y algunas localidades la proyectan en sectores pequeños de la ciudad para alimentar proyectos de compostaje centralizado de pequeña o mediana escala.

Respecto del autocompostaje o compostaje comunitario en la región, las iniciativas que se observan son acciones de difusión con charlas e incluso entrega de composteras. Si bien esas acciones están creciendo no se observa que logren aún una llegada significativa a la ciudadanía y en general carecen de personal específico y presupuesto constante que les permita ir incrementando el alcance en el tiempo.

Problemática del Área

Santa Fe se rige bajo la ley provincial (Ley 13.055/2009), ley que plantea la prohibición de la disposición final en relleno sanitario de materiales tanto reciclables como aprovechables con el horizonte en el año 2030. Transcurriendo el año 2023 de

acuerdo al diagnóstico PMGIRSU, sólo una pequeña fracción de lo que se genera se trata y se desvía del enterramiento en rellenos sanitarios.

La costumbre de un modo de gestión lineal de recolección y disposición final, con costos ya asumidos por la gestión municipal, no tracciona a innovar en un sistema diferente que tal vez implicaría al menos en un principio mayores esfuerzos.

Nos preguntamos qué limitantes existen para que se impulse una modificación hacia otro modelo de gestión de residuos ¿otras demandas y prioridades en la sociedad, escasez de fondos, intereses económicos de ciertos sectores, dificultades técnicas, complejidad? Seguramente muchos de esos y otros factores, se combinan para que no se motoricen o lo hagan muy lentamente alternativas de gestión que valoricen residuos y los conviertan en recursos. Algunas ciudades que tienen tasas diferenciadas de residuos por fracción, pueden incentivar a la participación ciudadana abaratando lo que se quiere promover y castigando económicamente lo que se quiere cambiar, aunque no siempre esa cuestión económica obtiene resultados masivos ni sería un modelo equitativo en cualquier sociedad.

Los sistemas que involucran a la población en acciones de prevención y disposición inicial diferenciada tienen en el área, poca adhesión. El común de los vecinos desconoce el circuito actual de los residuos, ya que se lo visualiza como un servicio que las autoridades municipales resuelven sin necesidad de intervención ciudadana, la cual considera en general a los residuos como algo de lo que se quiere desprender y perder de vista lo más rápido posible. Sin embargo, es sabido que tratar residuos separados en origen, lo cual requiere de la participación ciudadana, redundaría en beneficios económicos y ambientales, aspectos que no deberían ignorarse y las autoridades deberían comunicar fehacientemente.

El AMR involucra localidades muy diferentes en cuanto a población, tamaño, características de urbanización, servicios, disponibilidad de recursos económicos y técnicos, grado de avance en instalaciones y estrategias de valorización de residuos. Por este motivo, se deberá apuntar a propuestas de valorización diversas que puedan adaptarse a diferentes situaciones, ya que las particularidades de cada zona, incluidos las costumbres de sus vecinos deben ser puntos de partida para diseñar sistemas locales que sean apropiados por esa población o grupo.

Objetivo de estudio

Realizar un estudio en el Área Metropolitana de Rosario (AMR) sobre las posibilidades de valorización de la fracción orgánica de residuos urbanos (FORSU). Proponer un menú de alternativas para reforzar su tratamiento, con metas e indicadores de gestión. iniciando un proceso de mejora continua. que puedan formar parte del Plan Metropolitano GIRSU en el marco de los objetivos de la ley prov. 13055.

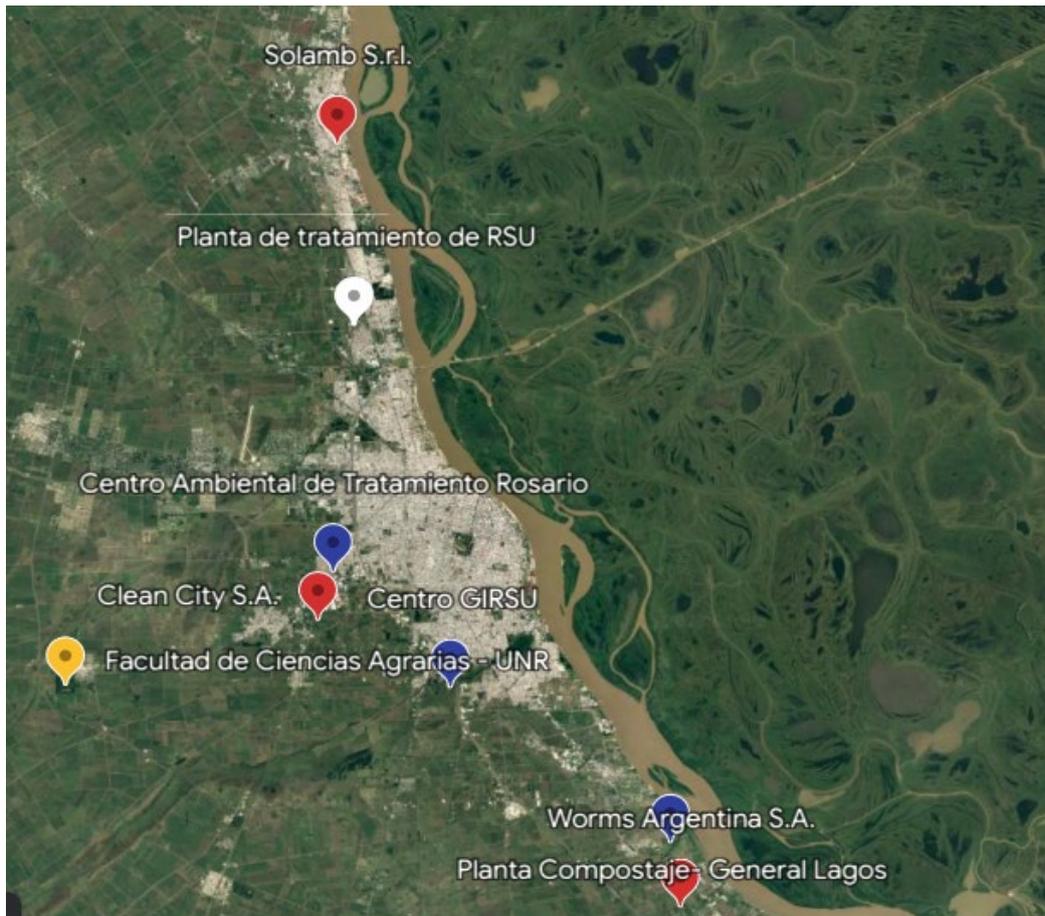
Los principios y criterios que rigen este estudio son los definidos en la estrategia nacional de gestión de residuos sólidos y que apuntan a jerarquizar la prevención seguido del tratamiento y la valorización, y tendientes a fomentar la economía circular donde los residuos adquieren la categoría de recursos.

Conscientes de la urgencia de realizar acciones de mitigación contra el cambio climático, no debe perderse de vista además la oportunidad de disminuir transportes que utilizan combustibles fósiles, minimizar la disposición de residuos orgánicos en rellenos sanitarios a la par de educar y concientizar a la población en materia de residuos sólidos.

Se tomarán de referencia 5 localidades testigos miembros de ECOM, con el objetivo de contar con mayor información sobre distintas situaciones que se dan en el área. Conociendo las fortalezas, debilidades y requerimientos iniciales de los tratamientos biológicos, sugerimos un menú de alternativas de tratamiento a distintas escalas (domiciliaria, institucional o centralizada) con metas y plazos que podrían adoptarse para su implementación. Además, se propondrán posibles indicadores para evaluar los avances de su gestión.

Sitios de tratamiento en el área y localidades testigo

En la siguiente imagen pueden verse los sitios de emplazamiento de plantas de tratamiento (separación y compostaje, de compostaje o bio digestión de residuos sólidos) centralizadas tanto de gestión pública como privadas.



Se analizan además las acciones y proyectos actuales de cinco localidades testigo del área (Rosario, Villa Gdor. Gálvez, General Lagos, Granadero Baigorria y Roldán)

Rosario

La gestión de la FORSU se da de forma centralizada en el Centro Ambiental Rosario y descentralizada a través del programa “Comunidad orgánica”.

Dentro del centro ambiental, que inició su funcionamiento en el año 2012 se separa la fracción orgánica de forma mecanizada y se realiza compostaje. La nave de compostaje tiene una superficie de 2500 m² y una capacidad de tratamiento de unas 150 ton/d. Por una contingencia, que obligó a un cierre temporal por reparaciones, en 2022 comenzó a realizarse en un terreno aledaño y a cielo abierto el compostaje de unas 10 t/d de residuos separados en origen provenientes de grandes generadores, sistema que se suma a lo procesado en la nave industrial.

La Dirección de residuos viene desarrollando estrategias para sostener e incrementar el tratamiento de la Forsu. Se puntualizan los siguientes aspectos:

- Una vez reparada la planta de separación en destino, se retomará la actividad de la planta de compostaje en galpón (fracción orgánica separada por trommel con volteos con cargador frontal), a razón de 150 t/d,
- En el mismo predio del Centro Ambiental se continuará el compostaje en hileras a cielo abierto (unos 4000 m²) con residuos orgánicos provenientes de grandes generadores, a razón de 10 t/d. Dicho sector podría admitir un porcentaje de incremento entre 30 y 50% de residuos a tratar por disponibilidad de terreno.
- Enfoque de gestión descentralizada a través del Programa de educación ambiental, donde se promueve el compostaje domiciliario e institucional denominado *Comunidad Orgánica* (talleres de compostaje y entrega de recipiente para compostar en domicilios e instituciones)
- En su Plan de Acción Climática, la Municipalidad de Rosario prevé un 30 % de hogares realizando compostaje domiciliario para el año 2030. (<https://www.rosario.gob.ar/inicio/archivos/planaccionclimaticaficha53.pdf>)

En cuanto a la recolección diferenciada de la FORSU Rosario cuenta con los Barrios verdes. Estos sectores de la ciudad, de casas unifamiliares, veredas verdes y baja densidad de población tiene un sistema de recolección puerta por puerta que alterna días de recolección según fracciones. Sin embargo, la participación de los vecinos es limitada y sin estímulos a los vecinos para sostener la separación en origen.

Respecto a la generación de residuos orgánicos por parte del sector comercial, hotelero, gastronómico, los mismos son obligados a contratar servicios de recolección y transporte. Existen propuestas de ordenanzas para “invitar” a separar los residuos para valorizarlos, pero son de carácter voluntario.

Las empresas de recolección de grandes generadores cobran a sus clientes principalmente por frecuencia de recolección y sin mejoras económicas en caso de separación en origen para posterior tratamiento. Pero se observa que alguna de estas empresas ha iniciado tratamiento de la FORSU como un nuevo servicio para clientes interesados en certificar normas de calidad u obtener el sello verde otorgado por la provincia.

El Nuevo Pliego de Higiene Urbana de la ciudad de Rosario, prevé la incorporación de contenedores para fracción diferenciada (FORSU) en la vía pública.

Villa Gobernador Gálvez

En la ciudad, los residuos se recolectan de manera indiferenciada y son llevados al nuevo centro ambiental para su disposición final. La planta de separación y compostaje instalada desde 2017 en la localidad, pertenece al consorcio GIRSU pero aún no entró en funcionamiento. Dicha planta, cuya nave de compostaje es de 2500 m² de superficie, tiene capacidad para tratar entre 150 y 200 ton de residuos orgánicos por día. Es muy similar a la planta de Rosario pero posee mejor equipamiento ya que cuenta con un volteador autopropulsado con el que se espera tener una muy buena operación y evolución del proceso de compostaje.

General Lagos

El tratamiento de la FORSU está considerado en la Agenda Ambiental y se planteó la valorización de orgánicos a través de una planta centralizada de compostaje situada en el predio de la actual planta de tratamiento de líquidos cloacales.

Para alimentar dicha planta, se iniciará la recolección diferencial de orgánicos en un barrio, como experiencia piloto, para luego ir sumando otros sectores de la comuna.

Como promotores del proyecto se sumaron las mujeres trabajadoras del programa Empleo Verde y se entregó a los vecinos un biotacho para la separación de la fracción orgánica. La recolección será de dos veces por semana a través de los biotachos que cada vecino sacará los días correspondientes y lo colocará en su cesto paquetero. De esta manera se pretende no embolsar los residuos orgánicos, sino solo vaciar los biotachos en el vehículo de recolección.

La localización de la planta no se vio limitada por restricciones ambientales específicas, se considera que el predio ya cumplía las condiciones ambientales por estar habilitado para el tratamiento de líquidos cloacales. Actualmente, para el tratamiento biológico, se ejecutó una platea de hormigón de dimensiones 4x16 m, donde se realizará el proceso de compostaje de la fracción separada por el barrio del proyecto, y cuando se incremente el volumen, la etapa termófila del proceso. Esta planta es un ejemplo de plantas centralizadas con bajo grado de complejidad. Se utilizará un cargador frontal para conformación de parvas y volteos.



Fotos: gentileza Mariel Maurutto

Se requerirá una continua comunicación a los vecinos para que la separación en origen sea aprehendida por los vecinos y convertida en un hábito.

Granadero Baigorria

Con la creación de la Secretaría de Salud y Ambiente se le dio mayor importancia a las acciones ambientales locales, creando el programa Baigorria Separa, que se enfoca en que la ciudadanía separe residuos para reciclaje, residuos voluminosos y restos.

Como gestión de la FORSU se fomenta en una primera instancia el compostaje domiciliario y se planea una planta de compostaje centralizada contigua al predio de la planta de separación y transferencia de residuos actual. Para el proceso se prevé, además de los residuos orgánicos domiciliarios separados en origen y en planta de

separación ya en funcionamiento, la adición de chipeado de restos de poda local y aserrín brindado por una maderera cercana.

El plan de separación en origen se premia con el “Eco sello”, el vecino que se adhiere se identifica con un sello en su puerta indicando que realiza la separación. El fomento del compostaje domiciliario se realiza con ayuda de un grupo de compostadores de la localidad que actúan como promotores voluntarios.

Roldán

Roldán se caracteriza por ser una ciudad verde ya que posee un alto porcentaje de su superficie forestada. Según época del año se requieren entre 15 y 45 camiones diarios de retiro de residuos de poda, con lo cual una planta de compostaje de residuos verdes resulta significativa para la gestión.

En cuanto a la FORSU, se viene trabajando con acciones de compostaje descentralizado, a través de compostaje institucional en clubes y composteras comunitarias instaladas en 2 parques. Estas iniciativas se realizaron conjuntamente con la organización “Huella ecológica”. Las composteras fueron construidas con colaboración de las escuelas técnicas locales, y tanto las composteras institucionales como las comunitarias son monitoreadas y acondicionadas dos veces al año por un especialista contratado por la municipalidad.

Se prevé sancionar una Ordenanza que se asocie al reglamento de edificación, donde para obtener el final de obra en terrenos mayores a 300m² sea requisito tener una compostera instalada.

Emprendimientos de valorización de residuos industriales o de grandes generadores

Solamb

Solamb es una empresa privada que ofrece tratamiento por biodigestión y lagunas aerobias, a efluentes industriales líquidos y compostaje de residuos sólidos orgánicos. Este último proceso se realiza en un predio de la localidad de San Lorenzo, con sistema de hileras a campo y volteos con cargador frontal. Sus referentes nos indican que actualmente ha disminuido el volumen de tratamiento, por ser desviados ciertos residuos orgánicos industriales como insumos para la fabricación de alimentos para animales.

Worms

Worms es una empresa privada ubicada en la localidad de Arroyo Seco. Si bien ofrece servicios de compostaje a campo con residuos orgánicos industriales, al igual que la empresa Solamb el mayor volumen de tratamientos lo realizan para efluentes industriales líquidos.

Clean City

Clean City es una empresa privada de recolección y transporte de los residuos de grandes generadores. En la actualidad están desarrollando una prueba piloto del proceso de biodigestión de residuos orgánicos de grandes generadores separados en origen en la localidad de Pérez.

Zavalla

La Facultad de ciencias Agrarias de la UNR, realiza compostaje de residuos agropecuarios con volteos por medio de implemento vinculado a tractor y están llevando a cabo una prueba piloto de biodigestión con efluentes de criadero de cerdos.

Propuesta de gestión, metas y objetivos

Las acciones que puedan emprenderse respecto el tratamiento de la FORSU deberán pensarse dentro de la gestión integral, ya que elementos del sistema como la disposición inicial y la recolección pueden alentar o inhibir la participación de los vecinos a estrategias de tratamiento in situ o a la recolección diferenciada de la FORSU, y la participación ciudadana es fundamental para que los sistemas propuestos logren sus objetivos. Salvo personas muy sensibilizadas con el cuidado ambiental, los vecinos no verían ventajas en compostar in situ teniendo frente a su casa un único contenedor indiferenciado siempre disponible y que es recolectado con frecuencia diaria. Igualmente los grandes generadores no se verían motivados si la separación en origen y el tratamiento no les supone algún beneficio en la contratación de servicios privados de recolección y transporte, y sin una ordenanza que los obligue a hacerlo.

Los programas y proyecto que se planifiquen deben ser iniciados en la certeza de la continuidad y mejora, y con el personal e insumos necesarios para no decaer y ser consideradas por la ciudadanía como acciones espasmódicas que no dan resultados, y que esa continuidad demuestre claramente a toda la ciudadanía hacia dónde se dirige la gestión municipal de los residuos. Por eso es valioso poseer un Plan municipal GRSU que trascienda los periodos gubernamentales.

Muchas veces se hace hincapié en la cantidad de residuos orgánicos que se generan diariamente y su potencialidad para transformarse en enmiendas orgánicas o biogás, pero el gran obstáculo es su atomización a nivel domiciliario y la dificultad de concentrar la FORSU sin estar mezclada con otros residuos no biodegradables o incluso tóxicos, dado que en las plantas de separación mecanizadas sólo se selecciona por tamaño de partícula y no por tipo de residuo.

Cuando no se parte de una separación en la fuente de generación, las posibilidades de tratamiento se restringen, tanto por dificultar o imposibilitar el proceso en el caso de la biodigestión, como por obtener un producto final de baja calidad y muy limitado uso en caso de compostaje. Entonces, pensar en la valorización de residuos orgánicos es comenzar mirando qué manejo se hace con los residuos en la fuente de generación. Lamentablemente ello no es alentador, dado que no se visualiza una tendencia a la minimización y segregación de los residuos en origen en nuestras comunidades. Las modificaciones en la disposición inicial de residuos urbanos conllevan mucho tiempo, ya que implican cambios de hábitos en la población, nuevas

infraestructuras de disposición inicial, otras estrategias de recolección, etc. y deberían involucrar además a actores relacionados a la producción y comercialización previos al consumo que formen parte del ciclo de materiales y residuos y asuman responsabilidades frente a la gestión. Es un camino lento y se debería ir avanzando a la par con alternativas intermedias que vayan difundiendo de diversos modos la visión de residuos como recursos.

En los siguientes apartados se evaluarán alternativas para cada tipo de tratamiento con sugerencias de acciones y algunos desafíos detectados para un horizonte de unos 4 años. Estas líneas de acción deberán ajustarse lógicamente a cada situación local (Comuna, municipio, barrio, Institución, industria).

Los criterios generales que las motivan son: los residuos orgánicos son recursos valiosos para nuestros suelos o fuente de generación de energía, tratar de disminuir traslados, educar e incentivar la participación ciudadana, priorizar tratamientos de baja complejidad tecnológica, generar empleos verdes.

Estrategia según escala de tratamiento

Compostaje descentralizado

Dadas las implicancias ambientales de la FORSU en rellenos sanitarios y los beneficios de disminuir su traslado, el orden jerárquico de las acciones debería enfocarse a maximizar el tratamiento local (in situ o lo más cercano a la generación). En ese sentido el compostaje domiciliario y comunitario se presentan como las estrategias a planificar y desarrollar como prioridad, considerando inclusive que además de su efectividad (residuos evitados al sistema) implican bajo presupuesto respecto a otras modalidades de tratamiento.

Impulsar las opciones de tratamiento descentralizado puede resultar de bajo impacto en términos de tonelaje tratado, pero se puede implementar con escaso presupuesto y simplicidad tecnológica y ser una forma de ir difundiendo la separación de residuos en origen en la ciudadanía.

Lo prioritario será fortalecer las capacidades técnicas de personal municipal para el diseño, implantación y difusión, con metas para sumar de manera sostenida vecinos que adhieran a la práctica de compostaje descentralizado. En horizontes de tiempo cercano y debido a la gradualidad, no se pretende disminuir significativamente la cantidad de residuos orgánicos derivados de la disposición final, sino instalar la temática en la ciudadanía.

Compostaje domiciliario:

Todas las localidades del AMR deberían iniciar o mejorar su programa de compostaje domiciliario, el cual tendría una estructura de personal de medio tiempo permanente para la promoción, talleres, actualización en sitio web municipal, demostraciones, etc. Los dispositivos (composteras) pueden ser entregadas por el municipio o realizar talleres de autoconstrucción y los vecinos adherentes deben tener la confianza de pertenecer a un programa permanente donde evacuar dudas, recibir información y ocasionalmente ser premiados. En nuestro país hay numerosas experiencias y metodología diseñadas para planificarlo de manera exitosa. (Ver Anexo)

Compostaje comunitario: Otra estrategia es comenzar a impulsar el compostaje en las instituciones de la localidad a la par de instalarlo en plazas u otros espacios públicos donde su sola presencia y señalética hagan una tarea de difusión permanente, además de trabajar para el buen uso por cada vez mayor cantidad de vecinos. La fortaleza estará dada por los eventos de educación y difusión de la práctica (personal abocado al mismo) en una primera etapa, que luego podrá reforzarse con normativas locales de estímulo o sanción a instituciones y empresas.

Otra alternativa interesante para nuestra región sería la contratación a cooperativas o asociaciones con la asignación de zonas o barrios para la recolección de los residuos orgánicos separados en origen y su posterior tratamiento en composteras comunitarias que la misma asociación opere y mantenga. De esa forma se fomenta el compostaje y se generan empleos verdes.

Generadores comerciales de residuos orgánicos:

En muchas localidades de AMR, los comercios vuelcan sus residuos al sistema municipal, ya sea con el pago adicional de una alícuota al municipio por su mayor generación, o simplemente igual que cualquier vecino. Estos locales comerciales (verdulerías, restaurantes, rotiserías, etc.) suelen generar una cantidad considerable de residuos orgánicos que podrían alimentar un sistema de tratamiento por compostaje. La recolección de esas fracciones podría suponer una dificultad por su distribución espacial y el costo asociado de hacerlo con camiones, sumado a la necesidad de una recolección de frecuencia diaria. Entonces de acuerdo a las características de cada zona (municipio, o comuna) se podría impulsar desde la gestión local algún sistema de recolección por parte de cooperativa o pyme que con vehículos de bajo impacto ambiental (movilidad sustentable de cargas tipo bici-carro)

realice circuitos cercanos de recolección de residuos orgánicos separados en origen de comercios y los disponga en predio de compostaje comunitario o comunal, o en compostera comunitaria de la zona, cuya asistencia podría estar también a cargo de la misma cooperativa o grupo.

En la siguiente tabla se proponen metas, indicadores y otros elementos que podrían ser tomados en cuenta como alcances en una etapa inicial.

COMPOSTAJE DESCENTRALIZADO			
MODALIDAD	DOMICILIARIO	INSTITUCIONAL	BARRIAL
METAS	15% acción significativa 25% esperable > 40% si es único modo de valorización de orgánicos	<i>Por etapas:</i> Secuenciar según criterio aplicado a las instituciones locales:(dependencia, tamaño, capacidades, etc.)	Una por plaza
INDICADORES	% hogares que compostan Promotores asignados Eventos realizados	% de instituciones adheridas	% de vecinos que la utilizan cantidad de instancias de difusión en el barrio
RESPONSABLE	<p>Dispone los recursos económicos y ejecutivos para su implantación.</p> <p>Instrumenta la administración y regulaciones necesarias</p>		
PERSONAL		Coordinador	Promotores

	Responsable operativo Promotores	Voluntarios referentes o Promotores Personal de limpieza/ mantenimiento o servicio tercerizado	Encargado de la operación y el control del proceso
DESAFÍOS	Campañas de sensibilización Acompañamiento y motivación a vecinos.	Capacitaciones sostenidas en el tiempo Provisión equipamiento en inst. públicas	Afianzamiento en el barrio Continuidad en la promoción
RESIDUOS	Residuos de origen vegetal generados en el hogar	Residuos de origen vegetal generados en las instituciones	Residuos de origen vegetal aportados por los vecinos de proximidad
USO COMPOST	Autoconsumo	Distribución entre los mismos usuarios o uso en la propia institución	Autoconsumo en la plaza o a vecinos
INCENTIVOS	Compostera Herramientas Biotacho Concursos, etc.	Sello de acción ambiental Reconocimiento por parte municipal	Ventajas a la disposición mezclada Reconocimiento al barrio Herramientas de trabajo

Compostaje centralizado

El mayor impacto de valorización de la FORSU y su disminución en rellenos sanitarios se dará a partir de las plantas centralizadas de Rosario y Villa Gdor. Gálvez trabajando en su máxima capacidad, ya que entre las dos plantas se podría tratar hasta un 40% de la Forsu generada a nivel domiciliario.

Un salto cuantitativo en cuanto a facilitar el tratamiento de la FORSU sería la obligatoriedad de separación en origen a establecimientos considerados grandes generadores para luego ser tratados en planta de compostaje. Este tipo de normativa debería contar previamente con acuerdos y consensos (cámaras, asociaciones, sindicatos, transportistas) para darle fortaleza a las normativas.

La separación de residuos en origen es fundamental para plantas de compostaje medianas o pequeñas con sistemas de tecnología simple, bajo costo de construcción y mantenimiento y facilidad operativa. La separación en origen permite evitar instalaciones de separación en planta con mucha menor inversión inicial y costos de operación y mantenimiento, además de permitir que el compost producido pueda cumplir normas de calidad.

La recolección de residuos orgánicos separados en origen no podrá tener una frecuencia baja, ya que el tipo de residuos no permite almacenamientos, teniendo que ser al menos 3 veces a la semana.

Criterios para emplazamiento de plantas de compostaje

Como se mencionó anteriormente, en la provincia de Santa Fe no existe normativa que regule la instalación de este tipo de plantas. Algunas consideraciones generales respecto su emplazamiento serían:

Terreno con fácil acceso vehicular en cualquier condición climática.

Según su escala, alejadas de núcleos habitados.

Preferente en zonas periurbanas o rurales que en parques industriales.

Alejadas de los cauces de los ríos o zonas inundables.

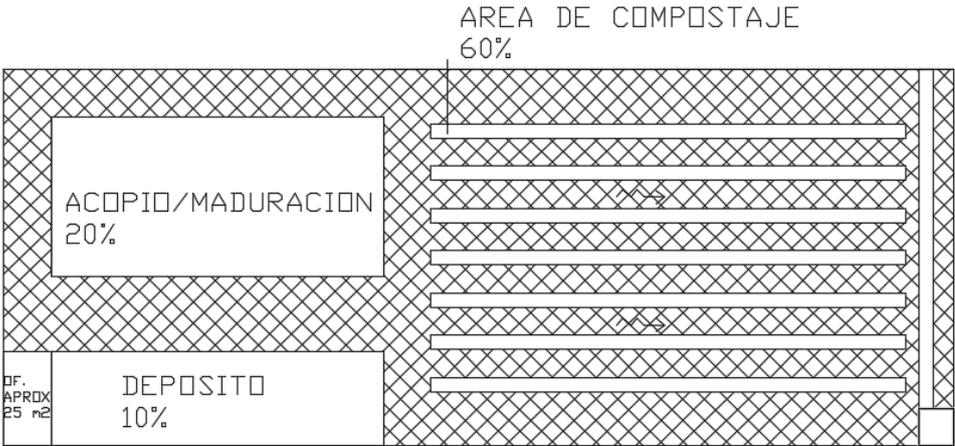
Considerar profundidad de napas.

El dimensionamiento de la planta, que debe tener en cuenta, como mínimo, los siguientes aspectos:

Residuos que se tratarán (verdes, domiciliarios separados en origen, de mercados o industrias alimenticias).

Volumen de residuos a ingresar diariamente/semanalmente.

- Espacio de acopio de material estructurante para la semana de trabajo.
- Sistema tecnológico utilizado (y en función de ello equipo de volteo, requisitos de espacios de maniobras, etc.).
- Maquinaria disponible.
- Disponibilidad y calidad de agua en el sitio.
- Espacios de procesamiento, de almacenamiento, de guardado, etc.
- Espacio de sanitarios, oficina, según personal fijo.
- Zonas de almacenamiento de los residuos generados (impropios, etc.) limpieza, guardado de herramientas o vehículos.
- Sistemas de gestión de lixiviados, aguas sucias y pluviales: sistemas de canalización y colección de lixiviados.
- Medidas para reducir los impactos: polvo, olores, vectores, y de seguridad.
- Sistemas de control del proceso de compostaje (temperatura, oxígeno, etc.).
- Impermeabilización de piso, según necesidad.



Analizando distintos casos a nivel nacional e internacional de plantas de compostaje actualmente en funcionamiento, se establecieron porcentajes de área que se debe considerar para cada sector y/o tarea de la planta. Asimismo se definió que el sector previsto para el proceso de compostaje, es decir, aquel ocupado por las parvas de material en proceso de degradación aerobia es un 70% del terreno total. De esta manera, sabiendo el total de materia orgánica a tratar, conociendo porcentajes de mezcla con otros materiales (estructurante) y el grado de descomposición que genera el proceso se puede definir el terreno necesario para cubrir esa demanda. En el caso de instalar un

equipo de chipeo de verdes en el mismo predio y de almacenamiento de chips, se deberán considerar espacios adicionales.

Se debe garantizar la adquisición del equipamiento necesario para suministrar oxígeno y que se de la correcta evolución del proceso. Según la tecnología empleada para ello podría darse con: volteos mecánicos/manuales, tubería que insufla o succiona aire a través de las pilas, aireación pasiva, entre otros.



Observaciones y recomendaciones

El volteo con implemento traccionado por tractor, si bien se presenta como una alternativa interesante, tiene la desventaja de conformar hileras bajas (entre 0.80 y 1 metro) lo cual dificulta la conveniente elevación de temperatura en la etapa de higienización. En ese sentido los volteadores autopropulsados que conforman hileras de más de 1,5 metros serían convenientes, pero son equipos muy costosos que no son de fabricación nacional. La gran fortaleza de los volteadores es su capacidad de homogeneizar las mezclas, muy importante si se incorporan estructurantes o residuos de industrias, ya que con las palas frontales las mezclas no terminan homogéneas.

El movimiento de hileras de compostaje con minicargadores frontales, que permiten conformarlas a una altura superior a 1, 5 metros, se presentan como equipos versátiles para reducir las dimensiones de las hileras de compostaje y requerir poco espacio de maniobra dentro del predio de compostaje.

Este tipo de planta, sin equipamiento de separación, sería indicada para el compostaje de residuos agroindustriales, de mercados o de grandes generadores separados en origen. O para las plantas de compostaje de residuos verdes.

La incertidumbre acerca de la correcta separación en origen de los residuos domiciliarios, podría implicar un fracaso de este tipo de instalación, ya que realizar la operación sobre residuos con alto porcentaje de impropios redundará en un gasto de energía para obtener un producto de escasa o nula utilidad agronómica.

Sería conveniente iniciar en las localidades medianas o pequeñas el tratamiento del a FORSU en composteras barriales de residuos separados y recolectados a granel sobre zonas pequeñas (1 o 2 manzanas), siempre que se asegure una buena operación y mantenimiento. Esto evitará costos altos en infraestructura inicial y maquinaria disponible de volteos y se puede atender de manera más sencilla posibles contingencias. Esta tipología puede requerir inicialmente de más personal, pero la cercanía con el vecino puede generar otro tipo de beneficios al generar un sentido de comunidad.

COMPOSTAJE CENTRALIZADO	
ALCANCE	PLANTAS DE COMPOSTAJE
METAS	Pleno funcionamiento de las instalaciones existentes
INDICADORES	Cantidad de toneladas valorizadas Cantidad de residuos enviados a disposición final
PERSONAL	Personal municipal- Inclusión de cooperativas

DESAFÍOS	Articulación municipal Logística de la recolección y traslado de la fracción orgánica si es separada en origen Formación técnica de operarios Asignación presupuestaria para su operación de manera permanente Optimización del proceso Campañas educativas y de divulgación ambiental
RESIDUOS	Residuos domiciliarios y compatibles con y /o sin separación en origen según equipamiento de planta
USO COMPOST	De acuerdo a la calidad final usos en forestación o agricultura
INCENTIVOS	Disminución de costos en disposición final – Cumplimiento de normativas- Acción climática

Biodigestión

Si bien la posibilidad de generación de biogás resulta de gran interés como recurso contenido en la FORSU, la tecnología requiere mayor inversión y dedicación. En esta primera etapa de planificación solo se sugiere seguir estudiando los proyectos de mediana escala que se instalan en la región como experiencias previas y analizar en qué localidad y bajo qué condiciones podrá considerarse como una alternativa viable.

A modo de conclusión

Muchas iniciativas bienintencionadas de valorización de residuos han quedado en el olvido o no han tenido los resultados esperados y fueron abandonadas. Esta actitud puede lograr un efecto contrario a los objetivos perseguidos por generar un descrédito en la población que ve con desconfianza proyectos que no se sostienen en el tiempo o que involucran a muy pocos participantes.

Los procesos de difusión de nuevas modalidades de gestión son necesariamente largos y tediosos ya que implican en parte una deconstrucción de hábitos y costumbres, pero la clave estaría en sostenerlos y ajustarlos de ser necesario para indicarle claramente a la ciudadanía cuál es el objetivo perseguido.

A través de un Programa Metropolitano que será elaborado en acuerdo con los municipios y las comunas miembro, se deben unificar los objetivos y las metas como región, e impulsar con más fuerza las estrategias que aprovechen los recursos existentes y futuros para lograr la mayor eficiencia. Cada municipio y/o comuna buscará la mejor manera de implementación local pero respetando los lineamientos regionales.

La ejecución continúa en el tiempo de programas y proyectos de tratamiento de la FORSU, de difusión y comunicación de resultados a la ciudadanía y de actualización y mejora periódica iniciarán un cambio de paradigma respecto a considerar los residuos como recursos.

Se observa con beneplácito un incremento de iniciativas privadas, tanto de grupos cooperativos, emprendedores individuales, pymes, que ofrecen productos y servicios en relación al compostaje domiciliario, comunitario e institucional y colaboran en la difusión del tema.

Se considera que las primeras acciones que deberían emprenderse, y sin esperar a disponer de grandes presupuestos, sería:

- Fortalecer las capacidades técnicas del personal y la comunicación con la población difundiendo aspectos de la GIRSU.
- Maximizar el tratamiento local (in situ o lo más cercano a la generación). En ese sentido el compostaje domiciliario y comunitario se presentan como las estrategias a planificar y desarrollar con prioridad, considerando inclusive que además de su efectividad (residuos evitados al sistema) implican bajo presupuesto y simplicidad tecnológica respecto a otras modalidades de tratamiento.
- Impulsar el pleno funcionamiento a su máxima capacidad de las plantas de compostaje de Rosario y Villa Gdor. Gálvez y acompañar a las plantas de mediana o pequeña escala con asesoramientos, herramientas, etc.
- Creación de un Programa Metropolitano que contenga
 - Unificación de principios, objetivos y líneas estratégicas dentro del AMR
 - Unificación de glosario, terminología y palabras afines
 - Unificación de color para contenedores de fracción orgánica.
 - Unificación de programas, folletería y campañas de difusión.
 - Utilización de los mismos indicadores de gestión (como los mencionados en las tablas precedentes u otros a definir), constancia en los registros y publicación de resultados

- Coordinación de recursos entre localidades cercanas y/o fusión de inversiones en maquinarias
- Creación de oficina técnica (que podría ser en ECOM, MACC u otra entidad) como parte de un asesoramiento permanente en cuanto a brindar información sobre la gestión regional a municipios y comunas del AMR
- Fomento y difusión de iniciativas de gestión en el área con charlas y/o presentaciones de experiencias.
- Fortalecimiento y sostenimiento de instancias educativas y divulgativas (Escuela de Oficios UNR: Promotores de Compostaje, Trabajos finales en carreras de grado afines, mención de la temática en eventos culturales, capacitaciones a sectores populares a través de proyectos de extensión universitaria, entre otros)
- Utilización de tecnologías de comunicación para fomentar la valorización de residuos y transparencia con los valores de indicadores registrados

ANEXO

Material recomendado

Educación ambiental

Manual para la sensibilización comunitaria y educación ambiental

http://www.probiomasa.gob.ar/_pdf/Manual_EA_GIRSU.pdf

Compostaje domiciliario

Manual para Municipios y Comunas- INTI Córdoba

<https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cordoba/ManualparaMuniycomunas.pdf>

Compostaje institucional

Plan de Compostaje Institucional (PCI), resolución 104/2023

<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-104-2023-380945/texto> Lineamientos para diseñar un plan de compostaje institucional-

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ar_cuadernillocompost.pdf

Sitios de interés

- Asociación Argentina de Compostaje (ASACOMP): Instagram: @asacomp_ok
- Red de Compostaje. <https://redcompostaje.org.ar/>
- VLACO <https://www.vlaco.be/>
- Composta en Red. <https://www.compostaenred.org/>
- Amigos de la tierra. <https://www.tierra.org>
- Red Terrae. <https://www.tierrasagroecologicas.es/>
- Red de Compostaje <https://redcompostaje.org.ar/>
- Agencia de residuos de Cataluña. España. <http://residus.gencat.cat/es/inici/>
- International Solid Waste Association. <https://www.iswa.org/biological-treatment-of-waste>
- Red Argentina de Municipios Contra el Cambio Climática: <https://www.ramcc.net/>

- WRAP <https://wrap.org.uk/>
- European Waste Management Association <https://fead.be/>
- Eurostat municipal waste statistics https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics
- Cornell Cooperative Extension

<http://warren.cce.cornell.edu/gardening-landscape/compost-resources>

Contactos

- Secretaría de Obras Públicas **Cerrito** - Sebastián Azaad seba.azaad@gmail.com
- Secretaría de Medio Ambiente **Roldán**- Brenda Zaldivar medioambiente@roldan.gov.ar
- Cooperativa Eco **Candiotti**- Macarena Vigil +549 342 5679247

Servicios de recolección y compostaje a pequeña a pequeña escala

<https://www.instagram.com/regenera.compost/>

<https://alternativahumus.com/>

@benitocomposta

<https://www.yocompost.com/>

<https://alternativahumus.com/>

<https://www.bennettcompost.com/>

<https://www.compostate.cl/>

<https://www.limacompost.com/>