

Guía destinada a
funcionarios públicos,
para la postulación de
iniciativas de valorización
de residuos orgánicos



Guía destinada a funcionarios públicos, para la postulación de iniciativas de valorización de residuos orgánicos

Documento elaborado por Empatika SpA como ejecutor de consultoría «Guía destinada a funcionarios públicos, para la postulación de iniciativas de valorización de residuos orgánicos» (ID 608897-82-LE22) del **Ministerio del Medio Ambiente**.

Elaboración de contenidos (Empatika SpA)

Validación y edición de contenidos (Oficina de Implementación Legislativa y Economía Circular, Ministerio del Medio Ambiente)

Diseño y diagramación (Campus Creativo, Universidad Andrés Bello)

Agradecimientos

A las y los profesionales de la Unidad de Gestión de Inversiones de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo – Ministerio del Interior, y la División de Evaluación Social de Inversiones de la Subsecretaría de Evaluación Social – Ministerio de Desarrollo Social y Familia, de los Municipios, de los Gobiernos Regionales y de las Secretarías Regionales Ministeriales de Medio Ambiente que participaron en entrevistas y colaboraron con antecedentes para la configuración de esta guía.

Se autoriza la reproducción parcial de los contenidos de la presente publicación para los efectos de su utilización a título de cita o con fines de enseñanza e investigación, siempre citando la fuente correspondiente, título y autor.

Cita

MMA, 2023. *Guía destinada a funcionarios públicos, para la postulación de iniciativas de valorización de residuos orgánicos*. Gobierno de Chile, Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

«Guía destinada a funcionarios públicos, para la postulación de iniciativas de valorización de residuos orgánicos»



1	Resumen Ejecutivo	6
2	Marco estratégico y conceptual	8
2.1	¿Cuál es la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales?	9
2.2	La valorización de residuos orgánicos en el centro de la economía circular y la mitigación del cambio climático	10
2.3	¿Cómo se realiza la gestión municipal de residuos orgánicos?	12
2.4	Tipos y acciones de inversión	19
3	Vías de financiamiento	23
3.1	FNDR - Sistema Nacional de Inversiones (SNI)	27
3.2	FNDR - Circular 33	28
3.3	Acciones Concurrentes (Programa de Mejoramiento de Barrios - PMB)	29
3.4	Fondo Regional de Interés Local (FRIL)	30
3.5	Fondo para el Reciclaje	31
4	Casos exitosos	32
4.1	Programa piloto de compostaje domiciliario en Limache	33
4.2	Planta de compostaje de residuos orgánicos de la comuna de Santa Juana	35
4.3	Centro integral de residuos sólidos de Lonconao en Futaleufú	37
4.4	Gestión para reducción de los residuos sólidos de la Comuna de Ancud: Un territorio insular con alerta sanitaria	39
4.5	Huerto piloto de producción de almácigos y hortalizas, con sistema de captación de agua lluvia, riego por aspersión y compostera en Puerto Aysén	41
5	Propuestas de iniciativas	43
5.1	Compostaje domiciliario	44
5.2	Compostaje comunitario	46
5.3	Compostaje en planta	48

Figuras

FIGURA 1	Tipo de residuos municipales según su origen.....	9
FIGURA 2	Etapas jerárquicas de la gestión de residuos orgánicos.....	12
FIGURA 3	Esquematzación de flujos para compostaje in situ o en planta.....	16
FIGURA 4	Relación entre fases, etapas e ítem de inversión	19
FIGURA 5	Esquema general de líneas de financiamiento de iniciativas de valorización de residuos orgánicos por institución que canaliza la demanda	26
FIGURA 6	Diagrama de flujo refrencial para postular iniciativas de valorización de residuos sólidos orgánicos al Sistema Nacional de Inversiones	27
FIGURA 7	Diagrama de flujo referencial para postular iniciativas de valorización de residuos sólidos orgánicos vía Circular 33	28
FIGURA 8	Diagrama de flujo referencial para postular iniciativas de valorización de residuos sólidos orgánicos vía PMB – AACC	29
FIGURA 9	Diagrama de flujo para postular iniciativas de valorización de residuos sólidos orgánicos vía FRIL	30
FIGURA 10	Diagrama de flujo para postular iniciativas de valorización de residuos sólidos orgánicos vía FPR	31
FIGURA 11	Programa piloto de compostaje domiciliario.....	34
FIGURA 12	Sistema de recolección selectiva de residuos orgánicos y planta de compostaje	36
FIGURA 13	Centro integral de residuos sólidos de Lonconao.....	38
FIGURA 14	Gestión para reducción de los residuos sólidos	40
FIGURA 15	Huerto piloto y compostaje comunitario.....	42
FIGURA 16	Descripción de etapas operativas e ítems de inversión para modelo de programa de compostaje domiciliario.....	44
FIGURA 17	Descripción de etapas operativas e ítems de inversión para modelo de proyecto de compostaje comunitario.....	46
FIGURA 18	Descripción de etapas operativas e ítems de inversión para plantas de compostaje.....	51

Cuadros

CUADRO 1	Tipos de equipamiento para la separación en origen.....	13
CUADRO 2	Tipos de equipamiento para la recepción y almacenamiento	14
CUADRO 3	Tipos de vehículos para recolección y transporte.....	15
CUADRO 4	Tipos de plantas de compostaje y algunas consideraciones generales.	18
CUADRO 5	Esquema general de vías de financiemiento a través de Gobiernos Regionales	25
CUADRO 6	Rango de demanda por superficie y costo de inversión en plantas de compostaje con volteo mecánico	50

1

Resumen Ejecutivo



Resumen Ejecutivo

En Chile, más del 58% del total de los residuos sólidos municipales, son orgánicos, lo cual representa una fracción importante del problema a resolver por las municipalidades del país, dada su responsabilidad legal en gestionar los residuos sólidos, siendo sus efectos ambientales, sociales y económicos, una preocupación permanente.

Para hacerle frente, distintas municipalidades del país han comenzado a implementar acciones para valorizar la fracción orgánica, no obstante, este esfuerzo aún es inferior al 1% del total de toneladas generadas cada año¹. Con el lanzamiento de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO) el año 2021, el Ministerio del Medio Ambiente, se propuso como objetivo aumentar significativamente su valorización, aspirando llegar a un 30% el año 2030, aumentando al 66% para el año 2040.

El desarrollo de esta Guía representa una manera concreta de apoyar a las municipalidades y asociaciones de municipalidades, en la presentación de iniciativas de inversión a las diferentes líneas de financiamiento público disponibles, por tratarse de una herramienta de información, pero al mismo tiempo, de orientación para acelerar procesos de preinversión e inversión pública.

Considerando la actual estructura de acceso a financiamiento público, la Guía provee de un marco estratégico conceptual para la nivelación del lenguaje asociado a los procesos de formulación y evaluación de iniciativas de inversión, una descripción pormenorizada de los distintos instrumentos públicos de

financiamiento de iniciativas de inversión que apunten a la valorización de los residuos sólidos orgánicos municipales, incorporando casos calificados como exitosos, ya que han podido sortear de manera adecuada el sistema de financiamiento y resuelto el problema que les dio origen. Finalmente, se proponen algunas configuraciones de iniciativas a modo de orientar posibles soluciones, las cuales deben ser evaluadas en su pertinencia para cada caso.

Ciertamente, se debe seguir avanzando en fortalecer los mecanismos institucionales de acceso al financiamiento de iniciativas de valorización de los residuos sólidos orgánicos, no tan solo para dar cumplimiento a las metas fijadas por el Estado, si no, además, por la responsabilidad de asegurar a la ciudadanía que los esfuerzos realizados para la valorización de los residuos sólidos orgánicos, son verosímiles y alcanzables en los plazos comprometidos.

1 Según lo declarado el año 2017 por las municipalidades en el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER).

2 Marco estratégico y conceptual



2.1 ¿Cuál es la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales?

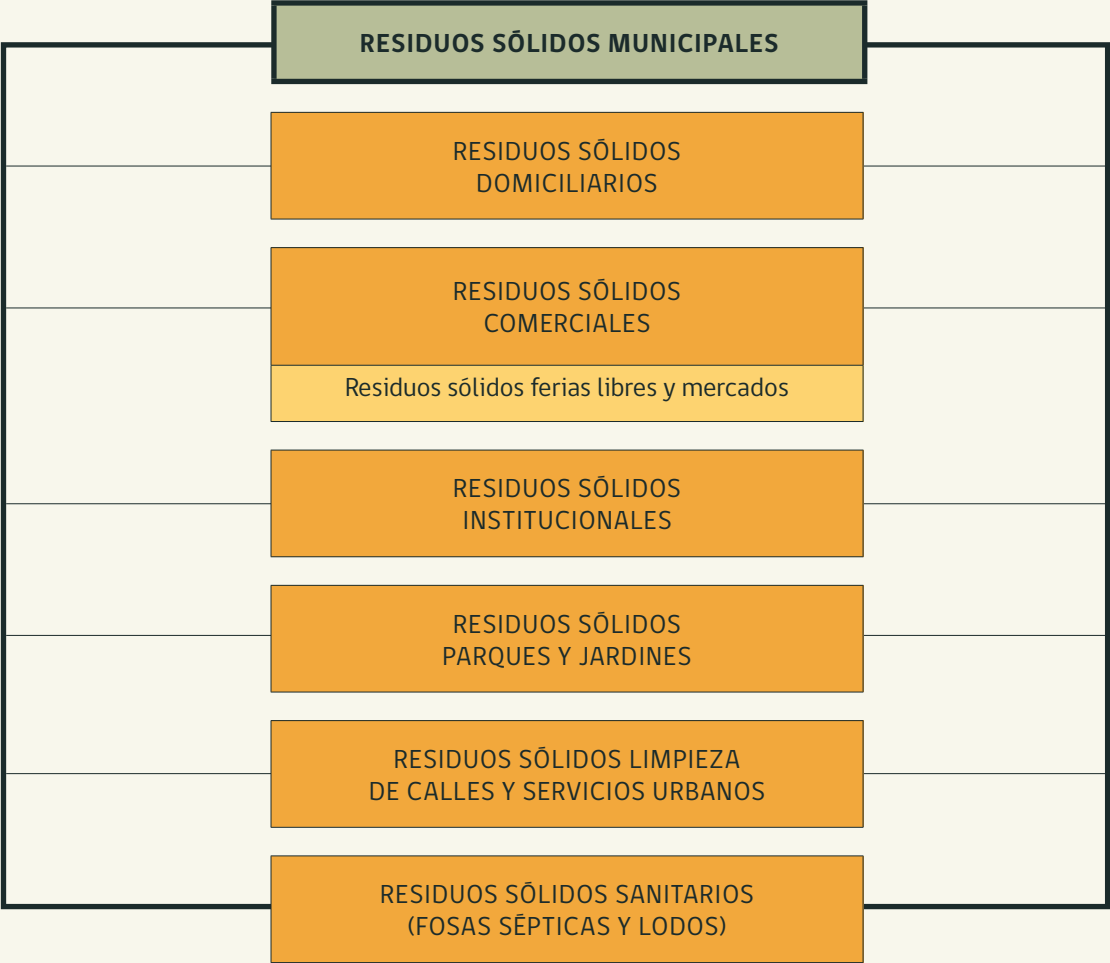
Los municipios chilenos poseen la función privativa de gestionar los residuos que se generen en su territorio y que producto de la legislación no se encuentre asignada la responsabilidad a otros generadores, como pueden ser los residuos de origen industrial. Por ello es que se entiende por residuos sólidos municipales todos los residuos que le corresponde gestionar a cada municipio.

Si bien existen algunas diferencias en cada realidad local (por ejemplo, un municipio rural que deba administrar una planta de tratamiento de aguas servidas, deberá también gestionar los lodos que de ella se generen), en general, existen elementos comunes que permiten identificar los residuos sólidos municipales según su origen.

Por tanto, en general los residuos sólidos municipales agrupan los residuos sólidos domiciliarios, los residuos sólidos de parques y jardines (áreas verdes y otros espacios similares), los residuos sólidos de ferias libres y mercados de abastos, los residuos sólidos de limpieza de calles y servicios urbanos (barrido, drenaje de aguas lluvias y papeleros urbanos) y los residuos sólidos sanitarios (fosas sépticas y lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas) (Figura 1). Para efectos de esta guía se situará el foco en los residuos orgánicos generados en los domicilios y otras fuentes similares, ferias libres, parques y jardines.

FIGURA 1
Tipo de residuos municipales según su origen².

² Suele nominarse al conjunto de residuos de origen comercial e institucional cuyas características de composición se asemejen a los residuos de origen domiciliario, o a alguna fracción de ellos, como residuos sólidos domiciliarios y asimilables.



2.2 La valorización de residuos orgánicos en el centro de la economía circular y la mitigación del cambio climático

De acuerdo al Informe Consolidado de Emisiones y Transferencias de Contaminantes del RETC 2005-2020, publicado el 2022 por el Ministerio del Medio Ambiente, se estima que para el año 2020, de los 18 millones de toneladas de residuos sólidos generados en el país, cerca de 7,92 millones de toneladas, corresponden a residuos gestionados por los municipios, de las cuales 4,6 millones de toneladas serían residuos orgánicos (considerando que el 58% de la generación municipal corresponde a residuos orgánicos). Según cifras del propio Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes para el mismo 2020, el 1,4% de los residuos sólidos municipales fueron valorizados, y de ellos cerca de un 3% corresponde a residuos orgánicos. Es decir, anualmente sólo 2.600 toneladas del total de residuos declarados por los municipios son residuos orgánicos que serían valorizados. No obstante, en esta contabilidad no aparecen un gran número de iniciativas de compostaje a escala domiciliaria, que es probablemente, en la actualidad, el principal flujo de residuos orgánicos valorizados, pero aún con ello es probable que la valorización de residuos orgánicos aún no supere el 1% del total generado.

Este escenario constituye un aporte importante en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de las cuales es responsable nuestro país. El 4% de los GEI emitidos por Chile provienen de la actual disposición final de los residuos sólidos³ y, por cierto, la degradación anaeróbica a la que se ve expuesto el material orgánico es uno de los principales procesos que aportan a ello. Se estima que de evitarse la disposición de residuos orgánicos en vertederos y/o rellenos sanitarios, es posible reducir entre

un 70-80% de las emisiones que actualmente generan⁴. Ello no contabiliza la mitigación de GEI que podría generarse por la reducción de la recolección y transporte, o el secuestro de carbono producido por la aplicación de compost en el suelo.

Por esta razón nuestro país ha establecido que la transición a una economía circular es un eje prioritario de la política climática. En efecto la Estrategia Climática de Largo Plazo⁵ establece cuatro objetivos, donde uno de ellos aborda específicamente el sentido último de esta guía: aumentar significativamente la tasa de valorización de los residuos orgánicos gestionados a nivel municipal (domicilios, ferias libres y parques y jardines), regenerando los sistemas naturales. Es este objetivo del cual se hace cargo la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO) y donde también colaboran las definiciones estratégicas establecidas en la Hoja de Ruta para un Chile Circular 2040.

En concreto, la ENRO establece una meta de largo plazo para el año 2040 donde se espera que el 66% de los residuos orgánicos gestionados por los municipios sean efectivamente valorizados. Para llegar a esa cifra, se establecen un grupo de metas intermedias al 2030⁶:

3 Ministerio del Medio Ambiente (2022). Quinto Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Gobierno de Chile, Santiago, Chile.

4 IPCC (2022). Climate change. Mitigation of Climate Change. Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change, Geneva, Switzerland.

5 Ministerio del Medio Ambiente (2021). Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile. Camino al carbono neutralidad y resiliencia a más tardar al 2050. Gobierno de Chile, Santiago, Chile.

6 Ministerio del Medio Ambiente (2021). Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040. Gobierno de Chile, Santiago, Chile.



- Valorizar un 30% de los residuos orgánicos generados a nivel municipal.
- Llegar a 5.000 establecimientos educacionales con composteras y/o vermicomposteras.
- Contar con un 50% de las instituciones públicas separando en origen y valorizando los residuos orgánicos que generan.
- Contar con 500.000 familias que utilicen composteras y/o vermicomposteras en sus viviendas.
- Alcanzar 500 barrios del Programa de Recuperación de Barrios o «Quiero mi Barrio» haciendo compostaje y/o vermicompostaje.
- Lograr que todos los parques urbanos administrados por el MINVU valoricen los residuos orgánicos generados, preferentemente en sus instalaciones.

El alcanzar estas metas estratégicas requiere de una decidida inversión pública en diferentes escalas. Por ello, siendo el Sistema Nacional de Inversiones el pivote institucional de orientación para la formulación, evaluación y ejecución de las iniciativas de inversión pública es destacable que la reducción de GEI, asociada a la valorización de residuos orgánicos, es reconocida como un beneficio en la evaluación social de proyectos del sector residuos⁷. Aquello también resulta un incentivo para la integralidad de proyectos de inversión que busquen abordar la gestión municipal de residuos, pues mientras mayor sea la reducción de GEI mayor será posibilidad de que estas iniciativas sean socialmente rentables y por tanto sean de potencial financiamiento.

⁷ Ministerio de Desarrollo Social y Familia (2022). Metodología para formulación y evaluación social de proyectos para manejo o gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables. División de Evaluación Social de Inversiones. Gobierno de Chile, Santiago, Chile.

2.3 ¿Cómo se realiza la gestión municipal de residuos orgánicos?

Bajo un enfoque de economía circular, a nivel jerárquico, la mejor alternativa de gestión de residuos orgánicos es prevenir su generación, y para ello, la estrategia es evitar el desperdicio de alimentos. Lograr que los residuos no se generen requiere de una serie de acciones necesarias para desarrollar competencias institucionales y ciudadanas que permitan abordar ese desafío. A ello se le conoce como prevención de la generación, que corresponde a la primera de las etapas operativas de la gestión de residuos orgánicos (Figura 2).

La prevención de la generación es la etapa operativa de la gestión de residuos que busca, a través de diferentes instrumentos de socialización (educativas formales, educativas informales, capacitación y publicidad) o económicos (pago por generación), intervenir el comportamiento de los generadores, con el objetivo de reducir la cantidad de residuos generados. Las acciones enmarcadas en esta etapa operativa deben ser permanentes en el tiempo y no pueden, en ningún caso, ser hitos específicos o puntuales. Junto con la prevención de la generación es necesario que, en las mismas prácticas de educación, difusión y formación ciudadana, se incorpore la promoción del fomento a la separación en origen, que será imprescindible para la segregación de los residuos orgánicos desde el propio lugar de generación.

FIGURA 2
Etapas jerárquicas de la gestión de residuos orgánicos.

ETAPAS OPERATIVAS	RESIDUOS ORGÁNICOS
Prevención de la generación y fomento a la separación	Considera todas las acciones de comunicación, difusión, capacitación y formación ciudadana destinada a evitar la generación de residuos y promover la segregación en origen.
Separación de origen	Incluye el equipamiento necesario para separar la fracción orgánica de los residuos al interior de los domicilios.
Almacenamiento	Incluye instalaciones y equipamiento para almacenar temporalmente en el espacio público la fracción orgánica de los residuos previamente separada.
Recolección y transporte	Considera los equipos y vehículos requeridos para la recolección en domicilio (puerta a puerta) o en el espacio público (en bloques) y el posterior transporte hasta destino final de valorización.
Valorización	Obras civiles, instalaciones, equipos, equipamientos y vehículos para infraestructura para la valorización de residuos orgánicos hasta su transformación en material biológicamente estable.

La siguiente etapa operativa de la gestión de residuos orgánicos corresponde a la separación en origen, que es la acción realizada por los generadores para segregar en su domicilio, comercio, institución, feria libre u otro lugar, el material orgánico cuyo destino final será la valorización. La acción de separación, en muchos casos, debe ir acompañada de equipamiento que facilite e incentive la separación, y

mantenga los residuos en calidad adecuada para la siguiente etapa operativa. La capacidad de dicho equipamiento y sus características físicas dependerá de la cantidad de residuos a separar, la frecuencia con que se ejecuta la etapa operativa siguiente y el tipo de valorización a la que se someterá el residuo (Cuadro 1).



CONTENEDOR DOMICILIARIO AIREADO DE 12 LITROS
Recomendado cuando debe recolectarse pocas veces a la semana. Requiere siempre uso de bolsa, idealmente compostable.



CONTENEDOR DOMICILIARIO CERRADO DE 7 LITROS
Recomendado para recolección frecuente o vaciado diario (compostaje domiciliario). No es imprescindible el uso de bolsa.



CONTENEDOR COMERCIAL CERRADO DE 120 LITROS
Recomendado para uso de comercios e instituciones.

CUADRO 1
Tipos de equipamiento para la separación en origen.



Contenedor de 770 litros con ruedas. Su recolección puede realizarse en vehículos de carga trasera y/o lateral.



Contenedor de 2.400 litros de fondo metálico. Su recolección puede realizarse en vehículos de carga trasera y/o lateral.

Luego de la separación de los residuos orgánicos en el lugar de generación, estos podrían ser almacenados en el espacio público, a la espera del servicio de recolección. Esto podría realizarse en el mismo equipamiento utilizado para la separación en origen, o bien, en un equipamiento de mayor tamaño. Esta decisión condicionará las características operativas del sistema de recolección. En general cuando se trata de residuos de origen domiciliario, se recomienda que el almacenamiento se efectúe en los mismos contenedores usados al interior del domicilio, ya sea para su valorización in situ (ver Sección 5 - Compostaje domiciliario) o para ser recolectados puerta a puerta. Este formato de almacenamien-

to/recolección es el que ha demostrado maximizar las tasas de separación y recolección segregada de residuos orgánicos. No obstante, si aquello no es posible, pueden almacenarse en contenedores de mayor capacidad, por ejemplo, en sectores comerciales, ferias libres, en zonas con edificación en altura o bien en condominios cerrados. Lo mismo ocurre en zonas donde pueda ser difícil por la rutina de los generadores estar disponibles para la recolección puerta a puerta. En todos estos casos, serán los propios generadores los que deberán depositar, luego de la separación en origen, sus residuos en este tipo de equipamiento (Cuadro 2).

CUADRO 2

Tipos de equipamiento para la recepción y almacenamiento.

Como ya se señaló antes, el tipo de almacenamiento y el sistema de recolección deben ser coherentes entre sí. Así como cualquier tipo de recolección de residuos, serán las características de los contenedores de separación en origen o de almacenamiento en el espacio público, lo que condicionará el tipo de vehículo. Cuando sea el caso y se usen contenedores de gran volumen, como los señalados en la etapa operativa previa, los vehículos recolectores deberán estar configurados para la carga y descarga de dicho equipamiento (alza contenedor de carga trasera o carga lateral), siendo habitual el uso de cajas compactadoras, por lo cual los vehículos deberán tener capacidad y tecnología suficiente para la acumulación de los líquidos que se generen por el cambio de densidad del material residual (Cuadro 3).

Cuando la recolección se realiza directamente desde el equipamiento de separación en origen domiciliario, es recomendable, para preservar la humedad de los residuos orgánicos, evaluar el uso de camiones de tolva plana sin compactación, sobre el cuál pueda cargarse de manera manual los contenedores domiciliarios de bajo volumen. Esto puede realizarse en contenedores con o sin bolsa (si se usa bolsa, siempre compostable). Además, se debe resguardar que el camión posea lona u otro sistema de cobertura mientras se ejecuta el transporte hasta destino final, para evitar que los residuos caigan al suelo. Dicha evaluación debe considerar, entre otras variables, la población atendida y la distancia existente desde la zona de recolección y la planta de tratamiento, a objeto de seleccionar el sistema de recolección más eficiente para cada caso de estudio. Cuando la distancia es considerable y/o el sistema atiende una alta población, es preferible utilizar un camión compactador de carga trasera, para optimizar los tiempos de recolección y transporte. En esta misma línea, es posible el uso de vehículos de recolección y transporte de menor capacidad de carga o adaptaciones con contenedores que pueden ser empleados a escala de barrio o en territorios de baja población.

Por último, la etapa operativa final es la valorización, que corresponde al proceso biológico de transformación del material orgánico en un nuevo producto. Si bien a partir de las definiciones de la ENRO, lo más recurrente será el proceso de compostaje, que permite la obtención de compost y/o el vermicompostaje de la cual se obtendrá humus, también se incluye aquí los procesos de digestión anaeróbica, cuyos productos útiles será el digestato (materia orgánica biológicamente estabilizada) y el biogás (gas rico en metano y de potencial aprovechamiento energético).

CUADRO 3

Tipos de vehículos para recolección y transporte.



Camión carga lateral 12 m³



Camión de tolva abierta 7 m³

El primer elemento asociado a los procesos de valorización que es menester precisar, es la consideración que siempre será una mejor opción de valorización de residuos orgánicos, aquella que se ejecute en el mismo punto de generación, restringiendo la demanda por recolección y transporte, que suele representar cerca del 60-70% del costo operativo municipal. Por ello, es posible diferenciar los tipos de valorización de residuos orgánicos en dos grupos: valorización in situ o en planta. Por ejemplo en el compostaje in situ es el propio generador, posterior a la separación en origen, quien debe llevar o tras-

ladar sus residuos al equipamiento o zona de compostaje, mientras que, en el compostaje en planta, siempre será necesario la ejecución de la etapa operativa de recolección y transporte (Figura 3).

Dentro de la valorización in situ se puede encontrar al menos dos opciones: compostaje domiciliario y compostaje vecinal o comunitario. El compostaje o vermicompostaje domiciliario corresponde a la operación del proceso al interior del domicilio con un equipamiento destinado específicamente

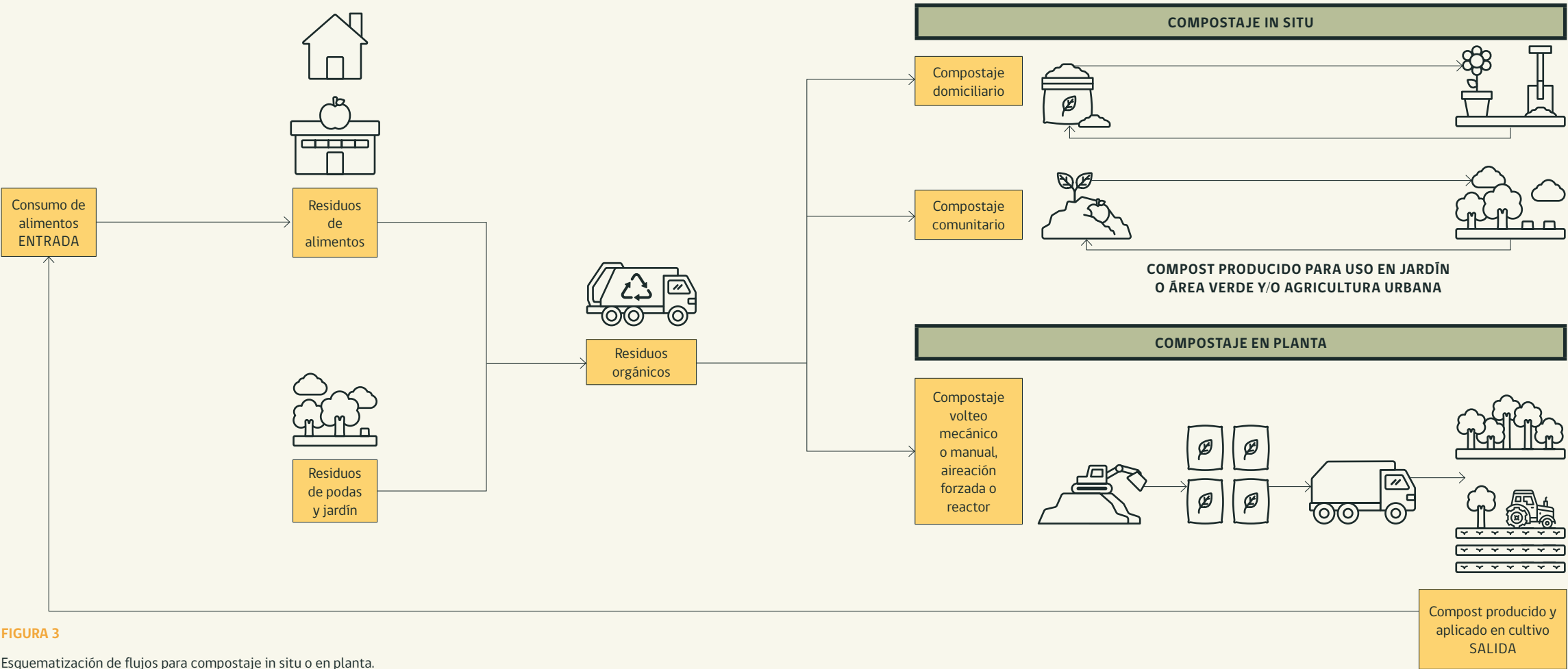


FIGURA 3
Esquematización de flujos para compostaje in situ o en planta.

para ello (por ejemplo, para una familia de 4 personas, suele ser suficiente una compostera de 300 litros). En el caso de un compostaje comunitario es necesario distinguir aquel proceso de escala menor, donde la dinámica es muy similar al proceso domiciliario, con la diferencia que el equipamiento es de mayor volumen y puede ser compartido por dos o tres familias (por ejemplo, en composteras de 1.000 litros), de aquellos de escala mayor o escala barrial, que al tratarse de una alternativa que considera la valorización de mayor cantidad de residuos, requiere de mayor equipamiento e infraestructura. Se trata del uso de una zona especialmente habilitada, con una superficie adecuada (entre 30 y 40 m²), con equipamiento para el compostaje capaz de satisfacer la demanda de unas 400 a 600 personas (100 a 150 familias). Por ello, es que este tipo de solución puede plantearse a escala de barrio. El compostaje comunitario tiene dos consideraciones para garantizar su éxito: primero, debe considerar la presencia de una persona que lidere y asegure el control del proceso de degradación biológica (ver apartado 5.2), y segundo, debe estar situada prioritariamente en una zona de alta frecuencia o tránsito diario, de manera tal, que se encuentre al alcance de la mayor cantidad de población, sin que ello signifique un desplazamiento adicional. Es posible también que, en ambos casos, particularmente para zonas rurales, existan alternativas tecnológicas diferentes al compostaje, por ejemplo, pequeños reactores de digestión anaerobia que puedan ser considerados como de operación domiciliaria o comunitaria.

Como se observa, las alternativas de valorización in situ son variadas, pero serán siempre funcionales a escalas reducidas. Por tanto, para alcanzar las metas estratégicas establecidas en nuestras políticas públicas, es necesario también el desarrollo de procesos de compostaje en planta. Al respecto, las tecnologías a utilizar dependen principalmente del tipo de equipos y equipamiento disponible, de la localización, pero principalmente de la cantidad y tipos de residuos a tratar y de las condiciones meteorológicas. De manera general, los métodos de compostaje se pueden clasificar en sistemas estáticos o agitados, o bien, en sistemas abiertos o cerrados. En línea con lo anterior, las tecnologías a utilizar varían principalmente según el sistema de aireación que se utilizará para ventilar las pilas de compostaje y también cómo se gestionarán las emisiones de olor durante el proceso. A continuación, se describen algunos tipos de plantas de compostaje y sus principales consideraciones.

A lo anterior se puede sumar las tecnologías de digestión anaeróbica, donde la tipología del reactor puede ser variada, como también su tamaño, existiendo algunas experiencias a nivel domiciliario, pero con mayor viabilidad para plantas de gran escala.

CUADRO 4

Tipos de plantas de compostaje y consideraciones generales.

8 Para algunas tipologías de planta se identifica requerimiento de infraestructura opcional. En el caso de la techumbre, dependerá de las condiciones meteorológicas o alternativas de cobertura de pilas con textiles impermeables. En el caso del sistema de recirculación de líquidos, dependerá del resultado del balance hídrico. El sistema de impermeabilización del suelo, independientemente de su materialidad, debe cumplir con el coeficiente de conductividad hidráulica requerido por la autoridad competente o establecido en la reglamentación específica, para evitar potencial lixiviación de líquidos al subsuelo, siendo posible considerar contacto directo de pilas con el suelo, siempre y cuando éste presente características físicas que aseguren dicha conductividad, lo que deberá ser demostrado a la autoridad competente.

TIPO DE PLANTA	CONSIDERACIONES OPERATIVAS	CONSIDERACIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES	CONSIDERACIONES FINANCIERAS ⁸	CONSIDERACIONES SOCIALES
Volteo manual 	• Manejo manual, • Dificultad en el control de la calidad del compost. • Tiempo requerido 4 a 6 meses entre fase de descomposición y maduración.	• Requiere mayor superficie por toneladas tratada (pilas de baja altura). • Requiere control exhaustivo de olores y vectores.	• Costos de inversión: Techumbre opcional; sistema de impermeabilización del suelo con inclinación para evitar acumulación de líquidos; sistema de recirculación de líquidos opcional; y cierre perimetral. • Costos de operación: Intensiva en mano de obra.	• Se requiere mano de obra no calificada.
Volteo mecánico 	• Requiere uso de maquinaria. • Calidad del compost puede gestionarse con mayor facilidad. • Tiempo requerido 3 a 5 meses entre fase de descomposición y maduración.	• Requiere menor superficie por tonelada tratada (pilas más altas y largas). • Requiere control exhaustivo de olores y vectores.	• Costos de inversión: Techumbre opcional; sistema de impermeabilización del suelo con inclinación para evitar acumulación de líquidos; sistema de recirculación de líquidos opcional; cierre perimetral y maquinaria. • Costos de operación: Mano de obra y combustible para maquinaria.	• Se requiere mano de obra semi calificada y no calificada.
Aireación forzada 	• No requiere volteo. • Calidad del compost puede gestionarse con mayor facilidad. • Tiempo requerido 3 a 5 meses entre fase de descomposición y maduración.	• Requiere menor superficie por tonelada tratada. • Requiere control exhaustivo de olores y vectores en sistema abierto.	• Costos de inversión: Techumbre opcional; sistema de impermeabilización del suelo con inclinación para evitar acumulación de líquidos; sistema de recirculación de líquidos opcional; tuberías y sopladores; sistema de monitoreo automático opcional; cierre perimetral y maquinaria. • Costos de operación: Mano de obra, electricidad y combustible para maquinaria.	• Se requiere mano de obra semi calificada y no calificada.
Reactor en túneles 	• Proceso totalmente controlado. • Calidad del compost homogénea. • Tiempo requerido 1 a 3 meses entre fase de descomposición y maduración.	• Se demanda extensión de suelo (túneles y maduración). • Control de olores y vectores.	• Costos de inversión: Infraestructura intensiva; sistema de impermeabilización del suelo con inclinación para evitar acumulación de líquidos; cierre perimetral y maquinaria. • Costos de operación: Mano de obra, electricidad, agua y combustible para maquinaria.	• Se requiere mano de obra semi calificada y calificada.

2.4 Tipos y acciones de inversión

La implementación de sistemas de gestión de residuos orgánicos exige, en la mayoría de los casos, acceder a financiamiento externo al presupuesto municipal. Como se verá en las secciones siguientes de esta guía, cada una de las opciones de acceso a recursos financieros poseen su propio lenguaje. No obstante, el desafío de llegar al 66% de valorización de residuos orgánicos de origen municipal, tal como lo indica la ENRO, requiere que todos los mecanismos de financiamiento converjan en un lenguaje único, que integre las alternativas técnicas bajo un objetivo común.

En tal sentido, es el Sistema Nacional de Inversiones (SNI) el que posee un fondo conceptual y técnico que se ha posicionado en la práctica administrativa, y por tanto, se reconoce en él una referencia que puede hacerse extensible a otros mecanismos de inversión. Al respecto, si se trata de la inversión, se pueden diferenciar en dos fases: preinversión e inversión (Figura 4).

- **Preinversión:** corresponde al proceso de elaboración de los estudios y análisis necesarios para la formulación y evaluación de la iniciativa de inversión que busca resolver el problema, atender la necesidad o hacer uso de la oportunidad, que le ha dado origen. El aumentar el nivel de certeza técnica y económica, tiene como objetivo determinar la pertinencia de realizar o no una iniciativa de inversión.

FASES DE INVERSIÓN	ETAPAS DE INVERSIÓN			ÍTEM DE INVERSIÓN	ETAPAS DE INGENIERÍA	
	ESTUDIO BÁSICO	PROGRAMAS	PROYECTOS		INGENIERÍA	COSTOS
PREINVERSIÓN			Prefactibilidad	Asistencia Técnica o Consultoría	Conceptual	± 40-60%
			Factibilidad		Instrumental Básica	± 20-30%
INVERSIÓN	Ejecución	Diseño	Diseño			Detalle
		Ejecución	Ejecución	Terreno		< 10%
				Obras		
				Vehículos		
				Equipos		
				Equipamiento		

- **Inversión:** corresponde a todas las acciones destinadas a materializar la solución formulada y evaluada que se haya definido como conveniente.

FIGURA 4
Relación entre fases, etapas e ítem de inversión.

Por otro lado, no todas las inversiones poseen las mismas características, el propio SNI define la existencia de al menos tres tipologías. En diversos otros instrumentos es posible encontrarse con líneas estratégicas de financiamiento que pueden reconocer uno o varios de estos tipos de iniciativas:

- **Estudios básicos:** Corresponde a iniciativas de inversión destinadas a generar información sobre recursos humanos, recursos físicos o recursos financieros que permitan identificar nuevas iniciativas de inversión. Se reconocen en esta clasificación: diagnósticos, modelos de gestión, estudios de oferta y demanda, entre otros.
- **Programas:** Corresponde a iniciativas de inversión cuyo objetivo es incrementar, mantener o recuperar la capacidad de generación de un beneficio asociado a un recurso humano o recurso físico, y que no son los inherentes a la labor de la institución que formula. Se reconocen en esta clasificación: procesos de educación y capacitación, principalmente para la prevención de la generación y fomento separación en origen.
- **Proyectos:** Corresponde a iniciativas que permiten incrementar, mantener o mejorar la producción de bienes o prestación de servicios. Se incluyen estudios preinversionales (prefactibilidad y factibilidad), diseño y ejecución.

Producto de sus características cada tipología de inversión considera una o varias etapas, mientras los estudios básicos, una vez formulados solo resta su ejecución; en el caso de los programas es posible que este sea primero diseñado y luego ejecutado. En tanto, en el caso de los proyectos, el ciclo de vida de las iniciativas puede ser algo más extensa: fase preinversional, con las etapas de prefactibilidad y factibilidad, y la fase de inversión, con las etapas de diseño y ejecución.

- **Prefactibilidad:** etapa en la cual se analizan diferentes alternativas de solución a un problema identificado, descartando aquellas no viables técnica y económicamente, y seleccionando la alternativa que habrá de diseñarse, o bien cuya mayor precisión deberá lograrse en etapa de factibilidad. Por ejemplo, la evaluación de diferentes tecnologías de compostaje, o de diferentes alternativas de configuración de infraestructura para un centro de tratamiento integral.

- **Factibilidad:** etapa en la cual se profundiza y perfecciona la alternativa identificada en prefactibilidad, generalmente requiere de información primaria generada específicamente para este proyecto. Por ejemplo, habiendo seleccionado la tecnología de compostaje con volteo mecánico, en esta etapa sería necesario tener un muestreo detallado de los flujos de residuos orgánicos para ser aún más precisos en la alternativa seleccionada.
- **Diseño:** etapa en la cual debe desarrollarse la arquitectura, ingeniería y especialidades, presupuesto detallado de la alternativa seleccionada en la fase preinversional. Además, deben incluirse los requerimientos de equipos, equipamientos, vehículos y consultorías que den viabilidad a la iniciativa. Por ejemplo, el diseño de una planta de compostaje requerirá el diseño de toda la zona de compostaje, pero también de las zonas anexas (pesaje, lavado de camiones, recepción y control, entre otros), la identificación de los vehículos recolectores (si es que no se contara con ellos), los contenedores de separación en origen y/o de almacenamiento. En esta etapa también debe tramitarse todos los permisos requeridos para la ejecución, incluyendo la respuesta a la consulta de pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), indicando que el proyecto no debe someterse al SEIA o la Resolución de Calificación Ambiental, Permisos Sectoriales y otros que sean requisito de acuerdo a las características de la iniciativa⁹.
- **Ejecución:** etapa que corresponde a la concreción de la iniciativa diseñada, a través de la construcción de obras y adquisición de vehículos, equipos y equipamiento. El término de esta etapa da paso a la puesta en marcha y operación.

9 Cuando sea pertinente se debe considerar entre otros los trámites y permiso de acceso saneado, factibilidades de servicios, calificación industrial (de ser requerida por la DOM), informe de factibilidad de construcción ajenas a la agricultura en área rural (IFC) si aplica, coeficiente utilización del suelo (CUS) y permiso de obra nueva (PON).

PROYECTO CON DISEÑO REFERENCIAL¹⁰

El ciclo lógico en el desarrollo de proyectos indica que siempre frente a la existencia de etapa de ejecución, existirá un diseño ejecutado de manera previa. Se debe considerar, en el caso de iniciativas que sean tramitadas en el marco del Sistema Nacional de Inversiones (SNI), que ese diseño se realice como parte del ciclo de vida del proyecto o programa.

No obstante, excepcionalmente podrá presentarse una iniciativa directamente a la etapa de ejecución. En ese caso se deberá contar con diseños financiados o elaborados por la institución responsable de la etapa con recursos propios o externos, y será necesario la presentación de los antecedentes preinversionales en los que se basó el diseño y evaluación técnico-económica exigida para dicha etapa.

Cuando existan iniciativas que postulan a las etapas de diseño y ejecución de manera conjunta¹¹, deben contar con:

- Antecedentes técnicos de un diseño referencial
- Bases Administrativas Generales tipo específicas para esta modalidad de contratación, aprobadas con Toma de Razón por parte de la Contraloría General de la República

Ahora bien, cada etapa de inversión puede considerar recursos financieros para uno u otro ítem. La fase de preinversión, tanto en etapa de prefactibilidad y factibilidad, demandará principalmente financiamiento para el ítem de consultoría, o asistencia técnica especializada. Mientras que, ya seleccionada una alternativa, e iniciada la fase de inversión, y particularmente, cuando la iniciativa se presenta directamente a etapa de diseño, será necesario – cuando así lo demande la realidad de la iniciativa en formulación – la adquisición del terreno. Sólo acreditando la propiedad de un terreno, o cumpliendo los requisitos determinados por el Sistema Nacional de Inversiones para postulación de iniciativas de inversión a la etapa de diseño o ejecución¹², es posible la construcción de obras con presupuesto público, por tanto, resulta imprescindible que dicha condición se garantice desde la fase de prefactibilidad o ingresando directamente a las etapas posteriores, tal como establece el documento de Requisitos de Información Sectorial, del Subsector Medio Ambiente, Proyectos para el Manejo y Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios y Asimilables (https://sni.gob.cl/storage/docs/220818_RIS_Residuos_Solidos_Domiciliarios_y_Asimilables.pdf). Finalmente, en la fase de ejecución, se añaden los ítems de obras, vehículos, equipos y equipamiento.

Uno de los elementos adicionales al ciclo lógico de las iniciativas de inversión y que muchas veces genera dificultades en su evolución, es el nivel de detalle de ingeniería y precisión de costos (tanto para proyectos, como para programas) que debe considerarse en cada etapa de inversión. Durante la prefactibilidad, al momento de comparar alternativas, es necesario el desarrollo de ingeniería conceptual. La ingeniería conceptual requiere la identificación de los requerimientos imprescindibles para que una alternativa se concrete: tamaño de infraestructura, tipo y cantidades de vehículos, equipos y equipamiento, requerimientos de personal, cronograma inicial de proyecto, diagrama de procesos y otros elementos mínimos que permita analizar la rentabilidad de una alternativa. Al tratarse de valorización

¹⁰ Detalle en <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/antecedentes-tecnicos-requeridos-para-proyectos-que-postulan-directamente-a-ejecucion-con-un-diseno-referencial/?wpdmdl=1911>

¹¹ Quedan excluidos de presentarse al SNI en esta modalidad, a menos que ya hayan cumplido la exigencia y tengan una Resolución de Calificación Ambiental, iniciativas que deban aprobar una Declaración o Estudio de Impacto Ambiental en el SEA. También proyectos que deban realizar un EISTU o requieran un pronunciamiento favorable respecto del diseño de parte del Consejo de Monumentos Nacionales.

¹² Esta información está en el documento descargable del siguiente enlace: https://sni.gob.cl/storage/docs/Requisitos%20ge-nericos%20terrenos%201037_2019.pdf

de residuos orgánicos, es necesario considerar aquí los requerimientos de recursos humanos necesarios para la etapa fomento a la separación en origen, ya que ello constituye un elemento crítico para la gestión posterior. En esta etapa de ingeniería puede existir un margen error en la estimación de costos entre un 40 o 60%. A mayor complejidad de la solución, menor es la precisión.

Ya sea que la etapa de prefactibilidad requiera de un análisis adicional de factibilidad, o directamente su evolución a etapa de diseño, corresponde el desarrollo de ingeniería básica. La ingeniería básica requiere realizar el estudio de instalaciones físicas, planos de equipos, estándares normativos y seguridad, proyectos de especialidades agua, energía, combustible (incluyendo instrumentos), memorias de cálculo, ingeniería estructural, factibilidad de servicios, mecánica de suelos, topografía del terreno, entre otros. Una condición de control para el desarrollo de este nivel de ingeniería son los requerimientos necesarios para someter la iniciativa de inversión a tramitación en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y/o los permisos sectoriales necesario de obtener. El diseño a nivel de la ingeniería básica, permite una estimación de costos más certera; por ello, en el tránsito de la fase de preinversión (prefactibilidad y factibilidad) a la fase de inversión (diseño) es posible conseguir una mayor precisión de la inversión requerida.

Por último, será el proceso de evaluación sectorial y/o el producto del paso del proyecto en el SEIA, que se tendrán todas las precisiones requeridas para el desarrollo de la ingeniería de detalle, lo que permitirá reducir el error de estimación de costos. La ingeniería de detalle, en simple, es la revisión y profundización de la ingeniería básica, el análisis de compatibilidad de servicios, la programación de obras, precisión de cálculos y revisión independiente.

Sólo la consideración de cada una de estas precisiones permitirá que quién formule una iniciativa de inversión, a nivel de proyecto o programa, pueda llegar a buen término. Lo que sigue, en las secciones que a continuación se presentan, recoge cada uno de los elementos presentados aquí. No obstante, se reconoce que cada situación o iniciativa es un caso único, y que será su propio desarrollo el que definirá su contenido técnico y su tránsito administrativo, hasta conseguir el financiamiento requerido para su concreción.

3 Vías de financiamiento



Para el análisis y desarrollo de la presente guía, orientada a facilitar el acceso a las vías de financiamien- to de iniciativas de valorización de los residuos sólidos orgánicos, inicialmente, se debe tener presente que se elabora en un contexto de cambio de modelo económico a nivel conceptual, pero, sobre todo, operacional. Un cambio desde una economía que extrae usa y desecha, a una que impulsa la circulari- dad de los recursos naturales para mantener su valor económico el mayor tiempo posible, aumentando sus beneficios ambientales y sociales.

Este escenario plantea un desafío que apunta particularmente a la institucionalidad pública, especial- mente a nivel regional y local. Las Municipalidades y las Asociaciones de Municipalidades, asumen la tarea de abordar este proceso que implica contar con la disponibilidad tecnológica para aquello, pero, además, de impulsar el cambio social en la adopción por parte de la población, de conductas acordes a maximizar los beneficios de la inversión pública ejecutada en los territorios subnacionales y locales.

Como señala la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO), los residuos orgánicos, corres- ponden a la gran mayoría de los residuos que generamos en nuestras ciudades, y para ello, propone como meta final pasar de un 1% en la actualidad a un 66% de valorización de los residuos orgánicos generados a nivel municipal al 2040, siendo las municipalidades y asociaciones de municipalidades las llamadas a liderar este proceso, requiriendo herramientas efectivas para acceder a recursos fi- nancieros que les permitan desarrollar iniciativas que apunten a la tarea de aumentar la valorización de los residuos orgánicos.

Antes de entrar en detalle, es necesario mencionar que esta Guía, no profundizará más allá de la des- cripción de los diversos fondos públicos existentes para financiar iniciativas de estas características, ya que su configuración está fijada claramente en la Ley de Presupuesto de cada año, siendo más bien pertinente, adentrarse en las distintas rutas o caminos posibles de tomar por las instituciones for- muladoras, en este caso, las municipalidades y sus asociaciones, para postular y lograr acceder exi- tosamente a ellos.

A continuación, se identifican y describen los mecanismos de postulación a dichas fuentes de finan- ciamiento, considerando las distintas rutas o vías y los criterios señalados en el marco estratégico y conceptual mencionado en el capítulo anterior de esta guía.

Dependiendo de la complejidad de las iniciativas que aborden, los formuladores, en este caso las mu- nicipalidades y asociaciones de municipalidades, pueden acudir básicamente a tres instituciones que canalizan la demanda para acceder a los fondos o fuentes de financiamiento en materia de valorización de residuos sólidos orgánicos:

A. GOBIERNOS REGIONALES (GORES)

Las principales vías disponibles en los Gobiernos Regionales, para financiar iniciativas de inversión de valorización de residuos orgánicos, son el Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), que concentra la mayor cantidad de recursos, y el Fondo Regional de Interés Local (FRIL)¹³.

En el caso del FNDR, de acuerdo con el tipo de inversión, se requerirá la presentación de la iniciativa de inversión vía Sistema Nacional de Inversiones (SNI) o vía Circular 33¹⁴. Adicionalmente, el FNDR consi- dera los aportes que hace SUBDERE, a través del Fondo Apoyo Contingencia Regional (FACR), que es un fondo que concurre con financiamiento que, entre otros, responde al Programa Nacional de Residuos Sólidos (PNRS)¹⁵, para financiar o cofinanciar las iniciativas que hayan cumplido con los requisitos ne- cesarios para ser priorizadas y financiadas. De esta forma se incrementa el presupuesto de inversión regional en este ámbito.

13 En relación al FRIL, cada Gobierno Regional define su líneas estratégicas de inversión, estableciendo la tipología de proyectos e instituciones beneficiarias.

14 En términos generales, las tipologías admisibles a ser evaluadas mediante este procedimiento son estudios propios del giro de la institución, adquisición de activos no financieros, gastos producidos por situaciones de emergencia, y conservación de cualquier infraestructura pública. No obstante, cada Gobierno Regional puede precisar su orientación.

15 La Guía Operativa del Programa Nacional de Residuos Sólidos establece los términos y condiciones que rigen las actividades que se desarrollarán a través del programa.

Cabe destacar que los criterios específicos y antecedentes necesarios para requerir financiamiento de iniciativas de inversión, son establecidos por cada Gobierno Regional, por lo tanto, pueden presentarse variaciones de región en región.

Respecto de las orientaciones que cada Gobierno Regional le puede dar al FRIL, aparece el caso del Gobierno Regional de Coquimbo¹⁶, que «considera el buen manejo de residuos a escala local mediante el reciclaje, proyectos como huertos comunitarios, composteras, atrapanieblas, proyectos de conservación y manejo eficiente del agua, riego urbano eficiente, pequeños emprendimientos con educación ambiental a la comunidad en relación a la crisis hídrica y cambio climático, entre otros».

B. SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO REGIONAL Y ADMINISTRATIVO, SUBDERE.

Para el caso de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE), las municipalidades pueden acceder a los fondos del Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB), bajo la modalidad de Acciones Concurrentes (AACC), siguiendo las orientaciones de la Guía Operativa del Programa Nacional de Residuos Sólidos (PNRS)¹⁷. En este contexto, las iniciativas de inversión orientadas a la valorización de residuos orgánicos financiables a través de esta vía son principalmente programas, proyectos, asistencia técnica, estudios y obras.

Sin perjuicio de lo anterior, aquellas iniciativas cuyo monto supere las 5.000 UTM deben contar con recomendación favorable del Ministerio de Desarrollo Social y Familia al momento de postular.

16 Para detalles, visitar <https://www.gorecoquimbo.cl/fondo-de-inversion-local-del-gobierno-regional-impulsara-proyectos-que/gorecoquimbo/2022-03-03/151408.html>

17 La Guía Operativa del Programa Nacional de Residuos Sólidos establece los términos y condiciones que rigen las actividades que se desarrollan al alero del Programa.

FORMULACIÓN SEGÚN TIPOLOGÍA	EVALUACIÓN	FONDO
Municipalidades y Asociaciones de Municipalidades	Gobierno Regional - MDSyF	Gobierno Regional - SUBDERE
Equipamiento Subtítulo 29	Circular 33 Mecanismo de evaluación	FNDR LD / FACR PNRS
Programa Subtítulo 33	Sistema Nacional de Inversiones Mecanismo de Evaluación	FNDR LD / FACR PNRS
Proyecto Subtítulo 31	Sistema Nacional de Inversiones Mecanismo de Evaluación	FNDR LD / FACR PNRS

NOTA: Asociado al Subtítulo 31 se encuentran estudios básicos, prefactibilidad, factibilidad, diseño y obras.

LD = Libre disposición
FARC = Fondo de Apoyo a la Contingencia Regional
PNRS = Programa Nacional de Residuos Sólidos

CUADRO 5
Esquema general de vías de financiamiento a través de Gobiernos Regionales.

C. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, MMA

Como tercera institución se encuentra el Ministerio del Medio Ambiente, que mediante el Fondo para el Reciclaje aborda en parte, la demanda municipal (incluidas las asociaciones municipales) de financiamiento de iniciativas asociadas a la valorización de residuos domiciliarios, incluyendo aquellas que se orientan a la valorización de la fracción orgánica.

En la Figura 5, se presenta un esquema general que agrupa las líneas de financiamiento analizadas por cada institución y la vía a través de la que se debe requerir el financiamiento:

FONDO		VÍA DE SOLICITUD DE FINANCIAMIENTO	
GOBIERNOS REGIONALES	Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) / Fondo de Apoyo a la Contingencia Nacional /FACR)	Sistema Nacional de Inversiones (SNI)	Circular 33
	Fondo Regional de Iniciativa Local (FRIL)	Según instructivos o bases de cada Gobierno Regional	
SUBDERE	Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB)	Acciones Concurrentes	
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE	Fondo para el Reciclaje (FPR)	Sistema de fondos concursables del Estado (www.fondos.gob.cl)	

El FACR es un fondo administrado por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE).

FIGURA 5

Esquema general de líneas de financiamiento de iniciativas de valorización de residuos orgánicos por institución que canaliza la demanda¹⁸.

Cabe consignar que, si bien esta Guía de Financiamiento está orientada a las municipalidades y asociaciones de municipalidades, es importante relevar la existencia de otras fuentes de financiamiento que podrían contribuir a valorizar la fracción orgánica de los residuos municipales, pero que están orientadas a financiar iniciativas presentadas principalmente por organizaciones privadas o de la sociedad civil, organizaciones comunitarias funcionales o territoriales, organizaciones no gubernamentales (ONG), universidades, emprendedores, etc. Algunas de ellas son: el FNDR 6%, 7% u 8% de los Gobiernos Regionales¹⁹; el Fondo de Protección Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente; el Programa de Desarrollo Local – PRODESAL de INDAP del Ministerio de Agricultura; y algunos programas de CORFO.

A continuación, se indican las rutas específicas por la línea de financiamiento para la postulación de iniciativas:

Advertencia: Los diagramas de flujos son referenciales, mostrándose los pasos más importantes, por tanto, dependiendo de la estructura interna de cada Gobierno Regional, podrían incluir otros actores y/o pasos en el proceso de revisión de cada iniciativa de inversión.

18 El FACR es un fondo administrado por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE).

19 Algunos Gobiernos Regionales financian iniciativas presentadas por las municipalidades con su FNDR 6% o 7%. Por ejemplo, el Instructivo General del Fondo FNDR 7% del año 2022 (https://www.goreohiggins.cl/images/7porciento/2022/bases_generales.pdf) del GORE de la Región de O’Higgins, en su artículo 3, de la Postulación, establece que «Podrán postular al fondo FNDR 7% todas las organizaciones privadas sin fines de lucro, cuya personalidad jurídica cuente con 2 años o más de antigüedad al momento de la postulación. Además, **podrán postular instituciones públicas y municipalidades de la región**. Sin perjuicio de lo anterior, cada fondo detallará en su instructivo específico qué tipo de organizaciones podrán postular y cuáles no» (énfasis agregado).

3.1. FNDR - Sistema Nacional de Inversiones (SNI)²⁰

- **Monto referencia:** No existe limitación de presupuesto, este se encuentra determinado por el tamaño de la iniciativa.
- **¿Quién puede postular?:** Municipalidades y otros servicios e instituciones del sector público.
- **Tipo de inversión:** Asistencia técnica o consultoría, adquisición de terreno, obras civiles, vehículos, equipos o equipamiento.
- **Iniciativas de inversión:** Estudios, programas y/o proyectos.
- **Etapas operativas:** Prevención de la generación/fomento a la separación, separación en origen, almacenamiento, recolección y transporte, valorización y eliminación.
- Se incluyen enlaces de la metodología general y específica para residuos del SNI fuente de información donde encontrar los requisitos para postulación.

<https://sni.gob.cl/storage/docs/Metodologi%CC%81a-Genera-2013.pdf>
https://sni.gob.cl/storage/docs/210604_Metodologia_GIRS.pdf

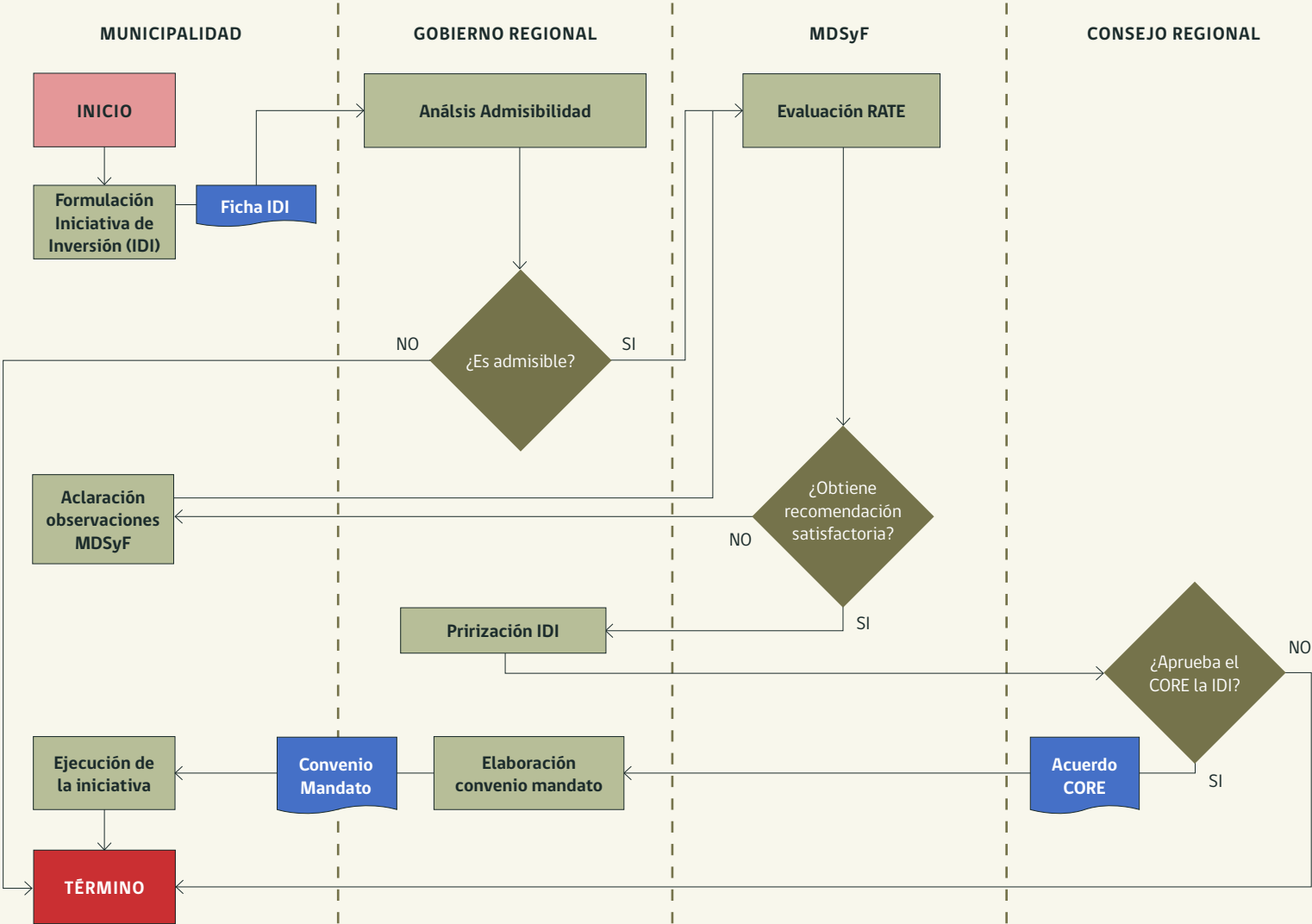


FIGURA 6

Diagrama de flujo refrencial para postular iniciativas de valorización de residuos sólidos orgánicos al Sistema Nacional de Inversiones.

²⁰ El diagrama de flujo está elaborado considerando que la iniciativa de inversión no fue objetada técnicamente (RATE OT) y se mantiene en el proceso de evaluación.

3.2. FNDR - Circular 33^{21 22}

- **Monto referencia:** No existe limitación de presupuesto, este se encuentra determinado por el tamaño de la iniciativa y criterios establecidos por los propios Gobiernos Regionales.
- **¿Quién puede postular?:** Municipalidades y otros servicios e instituciones del sector público.
- **Tipo de inversión a financiar:** Reparación o reposición de infraestructura pública, construcción y arriendo de edificios, compra o arriendo de vehículos, mobiliario, máquinas y equipos, equipos informáticos, programas informáticos, gastos producidos por situaciones de emergencia por causa natural o humana.
- **Iniciativas de inversión:** Estudios, programas y/o proyectos.
- **Etapas operativas:** Prevención de la generación/fomento a la separación, separación en origen, recepción y almacenamiento, recolección y transporte, valorización y eliminación.
- A modo de referencia, se sugiere revisar el ejemplo de la región del Biobío en el siguiente enlace <https://sitio.gorebiobio.cl/wp-content/uploads/2022/04/Manual-de-Conservacion-2022-final.pdf>

21 Cada Gobierno Regional tiene la facultad de determinar criterios de priorización para la asignación de recursos a iniciativas de inversión vía Circular 33. Se sugiere revisar la página web del Gobierno Regional de su interés para identificar la guía operativa correspondiente.

22 Detalles en Oficio Circular N°33 https://www.dipres.gob.cl/598/articles-47841_doc_pdf.pdf

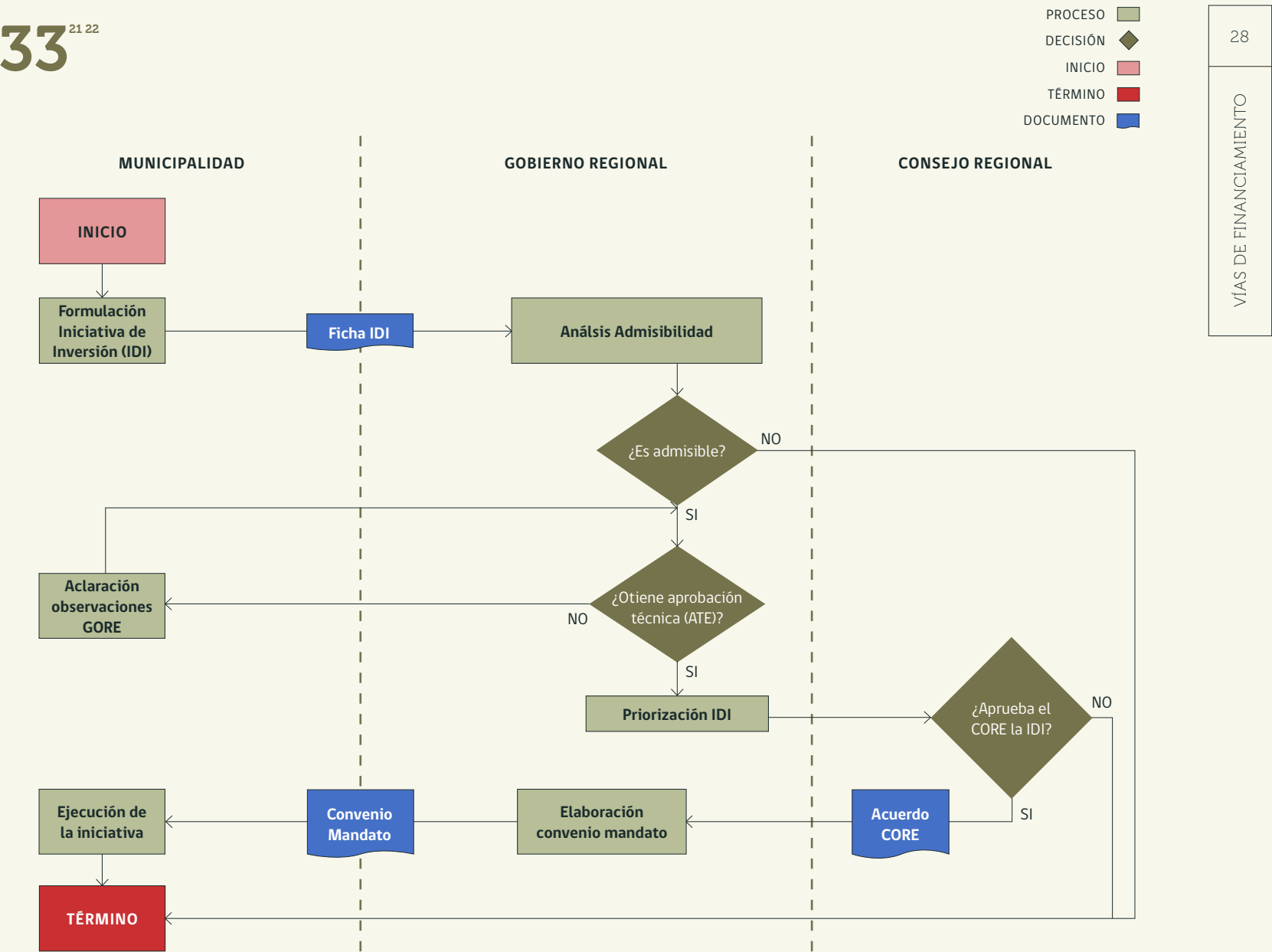


FIGURA 7

Diagrama de flujo referencial para postular iniciativas de valorización de residuos sólidos orgánicos vía Circular 33.

3.3. Acciones Concurrentes (Programa de Mejoramiento de Barrios - PMB)²³

- **Monto referencia:** Hasta 5.000 UTM. Si supera dicho límite se debe contar con la recomendación favorable del Ministerio de Desarrollo Social y Familia.
- **¿Quién puede postular?:** Municipalidades y asociaciones de municipalidades con personalidad jurídica vigente.
- **Tipo de inversión²⁴:** Diseño y estudios técnicos (diagnósticos), asistencia técnica, asistencia legal, inspección técnica, saneamiento de títulos, obras y adquisición de terrenos.
- **Iniciativas de inversión²⁵:** Estudios, programas y/o proyectos.
- **Etapas operativas:** Prevención de la generación/fomento a la separación, separación en origen, recepción y almacenamiento, recolección y transporte, valorización y eliminación.
- A modo de referencia, se sugiere revisar los siguientes enlaces
http://www.subdereenlinea.gov.cl/modulo_biblioteca/biblioteca.php
https://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/guia_operativa_pnrs-_res.ex._._9187_de_2018.pdf

23 El diagrama de flujo está elaborado considerando que la iniciativa de inversión cumple con los criterios de la Guía Operativa del Programa Nacional de Residuos Sólidos e ingresa al proceso de elegibilidad.

24 Se debe tener presente que el detalle de las tipologías podrá ser modificado a través de la Glosa presupuestaria de cada año.

25 La municipalidad o asociación de municipalidades que esté postulando al programa, podrá financiar a lo menos el 5% del total del proyecto, respaldando el financiamiento con el respectivo acuerdo de Concejo Municipal.

Fuente: <https://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/RES%205973%20GUIA%20OPERATIVA%20PMB%202019.pdf>

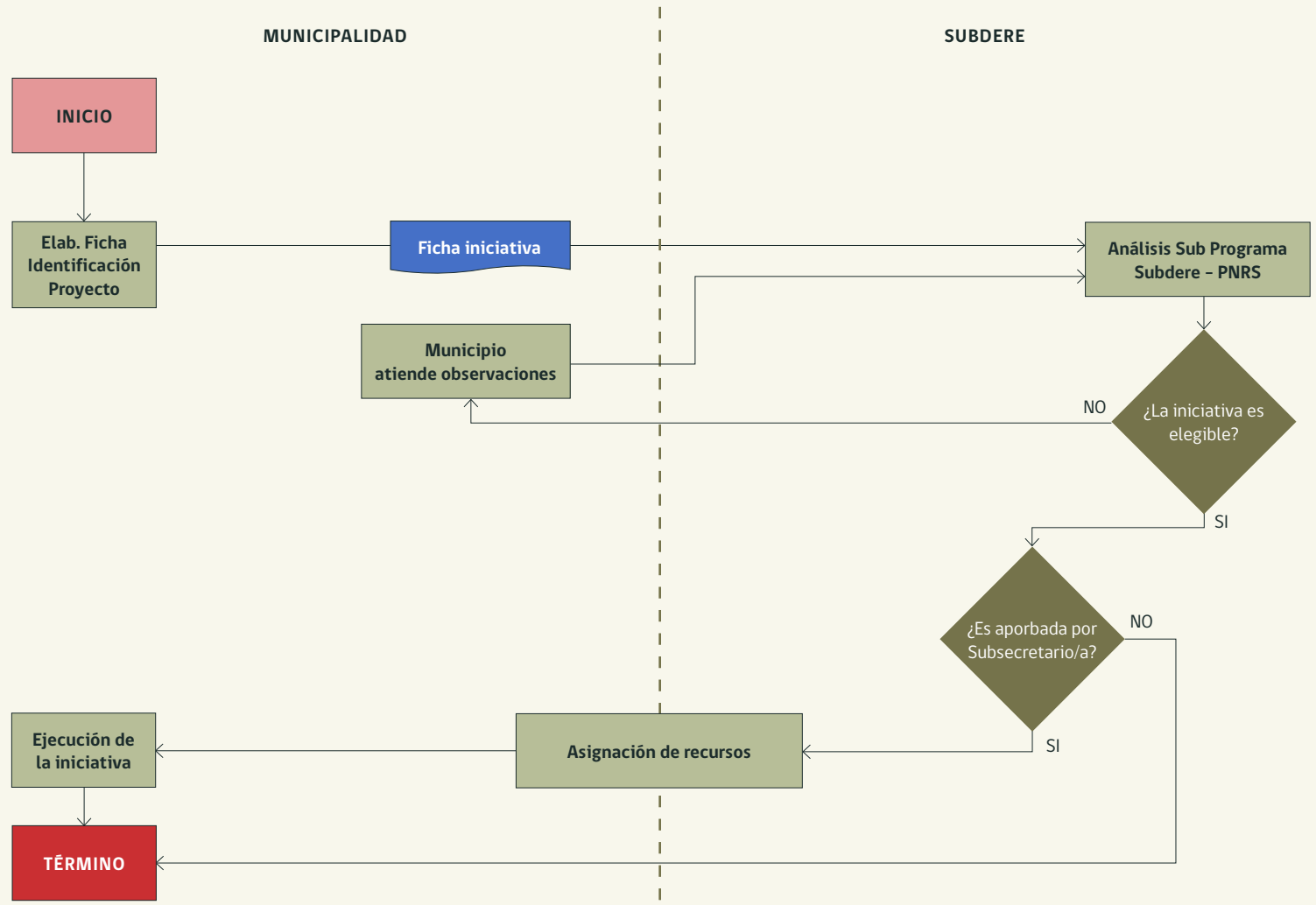


FIGURA 8
Diagrama de flujo referencial para postular iniciativas de valorización de residuos sólidos orgánicos vía PMB – AACC.

PROCESO ■
DECISIÓN ◆
INICIO ■
TÉRMINO ■
DOCUMENTO ■

3.4. Fondo Regional de Interés Local (FRIL)

- **Monto referencia:** Monto variable según definición de cada Gobierno Regional (generalmente entre 2.000 a 2.500 UTM).
- **¿Quién puede postular?:** Municipalidades
- **Iniciativas de inversión:** Proyectos
- **Etapas operativas:** Prevención de la generación/fomento a la separación, separación en origen, recepción y almacenamiento, recolección y transporte, valorización y eliminación.
- **Tipo de inversión**²⁶: Servicios básicos y públicos, vialidad, equipamiento comunitario.
- A modo de referencia, se sugiere revisar el ejemplo de la región de O'Higgins en el siguiente enlace https://www.goreohiggins.cl/images/fril/res-exe_0536-2021.pdf

NOTA: El diagrama de flujo está elaborado considerando que la iniciativa se mantiene en el proceso de evaluación hasta que obtiene su aprobación y su costo no sobrepasa el rango necesario para requerir Acuerdo CORE e informe favorable del Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

26 Se debe tener presente que el detalle de las tipologías podrá ser modificado a través de la Glosa presupuestaria de cada año.

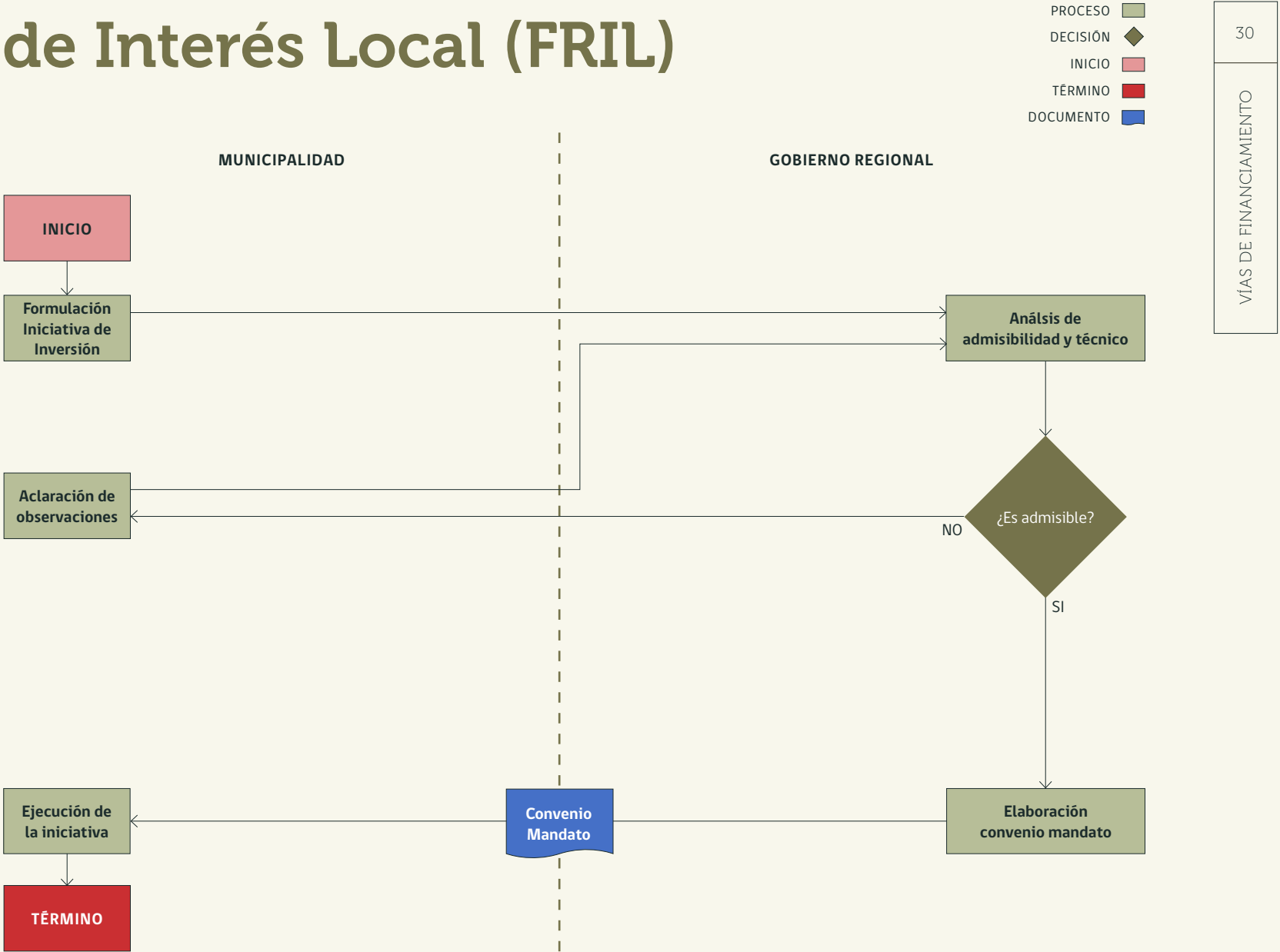


FIGURA 9
Diagrama de flujo para postular iniciativas de valorización de residuos sólidos orgánicos vía FRIL.

3.5. Fondo para el Reciclaje

- **Monto referencia:** \$11.000.000 (monto variable para cada llamado, según disposición presupuestaria y definición del MMA).
- **¿Quién puede postular?:** Municipalidades y Asociaciones de Municipalidades
- **Tipo de inversión:** Sensibilización a la ciudadanía y promoción del conocimiento técnico municipal, para fomentar la separación en origen y valorización de residuos, y la adquisición de equipamiento. En el caso de los residuos orgánicos, además considera la compra de equipamiento para separarlos y valorizarlos en el mismo de lugar donde se generan (kits de compostaje y/o vermicompostaje domiciliario) y el seguimiento correspondiente.
- **Iniciativas de inversión:** Proyectos, programas y acciones²⁷.
- **Etapas operativas:** Prevención de la generación/fomento a la separación, separación en origen, recepción y almacenamiento, recolección y transporte, valorización.
- A modo de referencia, se sugiere revisar las bases especiales del Fondo para el Reciclaje 2023 en el siguiente enlace <https://fondos.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/09/Bases-Especiales-FPR-2023.pdf>

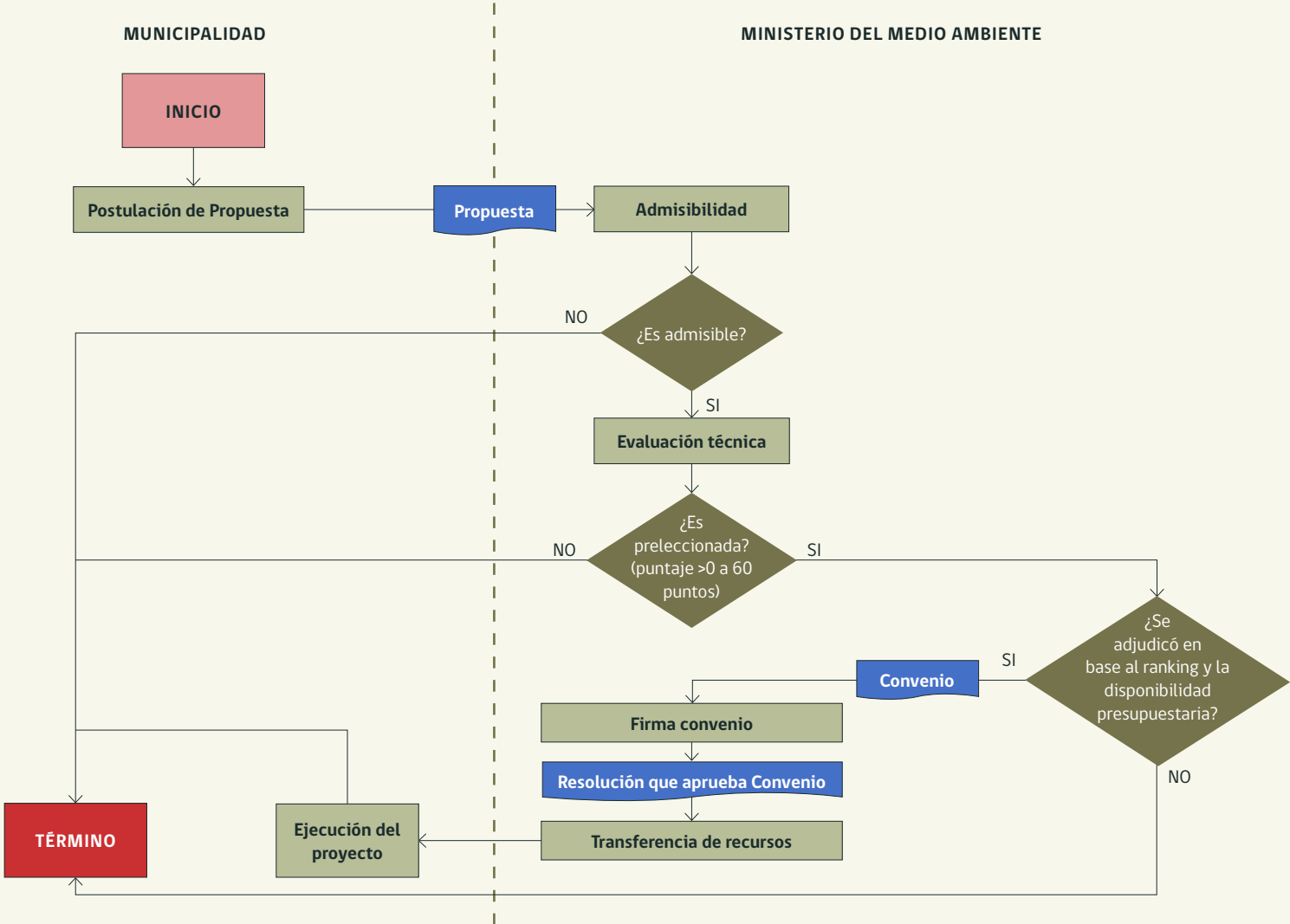


FIGURA 10

Diagrama de flujo para postular iniciativas de valorización de residuos sólidos orgánicos vía FPR.

27 Enmarcados en el artículo 3º del Reglamento del Fondo para el Reciclaje.

4 Casos exitosos

Conforme a entregar mayores referencias a las municipalidades y asociaciones de municipalidades respecto de las distintas opciones de iniciativas de valorización de los residuos sólidos orgánicos, a continuación, se presentan distintos casos exitosos. Es decir, casos en que se logró un nivel aceptable de resolución de la problemática asociada a la gestión en la fracción orgánica.

Las figuras que acompañan los casos exitosos que se describen a continuación presentan las etapas operativas que ocurren en cada caso, información relativa a las acciones de sensibilización y de formación realizadas y un diagrama del modelo de gestión. Los cuadros de las etapas operativas y del diagrama del modelo de gestión se relacionan y representan a través del mismo color, destacándose con colores más vivos aquellos que aplican a cada experiencia. A su vez, en el diagrama de gestión se conectan con flechas rojas los cuadros que contienen información específica de los equipos, equipamientos y vehículos utilizados en cada etapa operativa destacada con colores más vivos.



4.1 PROGRAMA PILOTO DE COMPOSTAJE DOMICILIARIO EN LIMACHE²⁸



Fuente imagen: <https://www.subdere.gov.cl/sala-de-prensa/subdere-financia-programa-piloto-de-compostaje-domiciliario-en-limache>

La comuna de Limache con financiamiento del Programa de Mejoramiento de Barrios, inició un modelo de gestión para la prevención de la generación y fomento a la separación y valorización a través del tratamiento en origen de los residuos orgánicos con equipamiento de compostaje domiciliario. Para ello adquirió 50 kits de composteras domiciliarias, que se conformaban por una compostera de 310 litros, un contenedor para los residuos orgánicos de 10 litros y un aireador en espiral, que fueron entregados a 50 familias beneficiadas de las localidades de Villa Magisterio, Población Los Castaños y Población Pedro Lira. El costo del programa implicó una inversión para su de ejecución de M\$10.099 y el plan piloto fue un programa preparado el 2020 por la Ilustre Municipalidad de Limache con el apoyo de una consultoría. El programa inició su ejecución el 15 de octubre de 2022 con la entrega de los kits de compostaje a las familias beneficiadas, en conjunto con la respectiva capacitación.

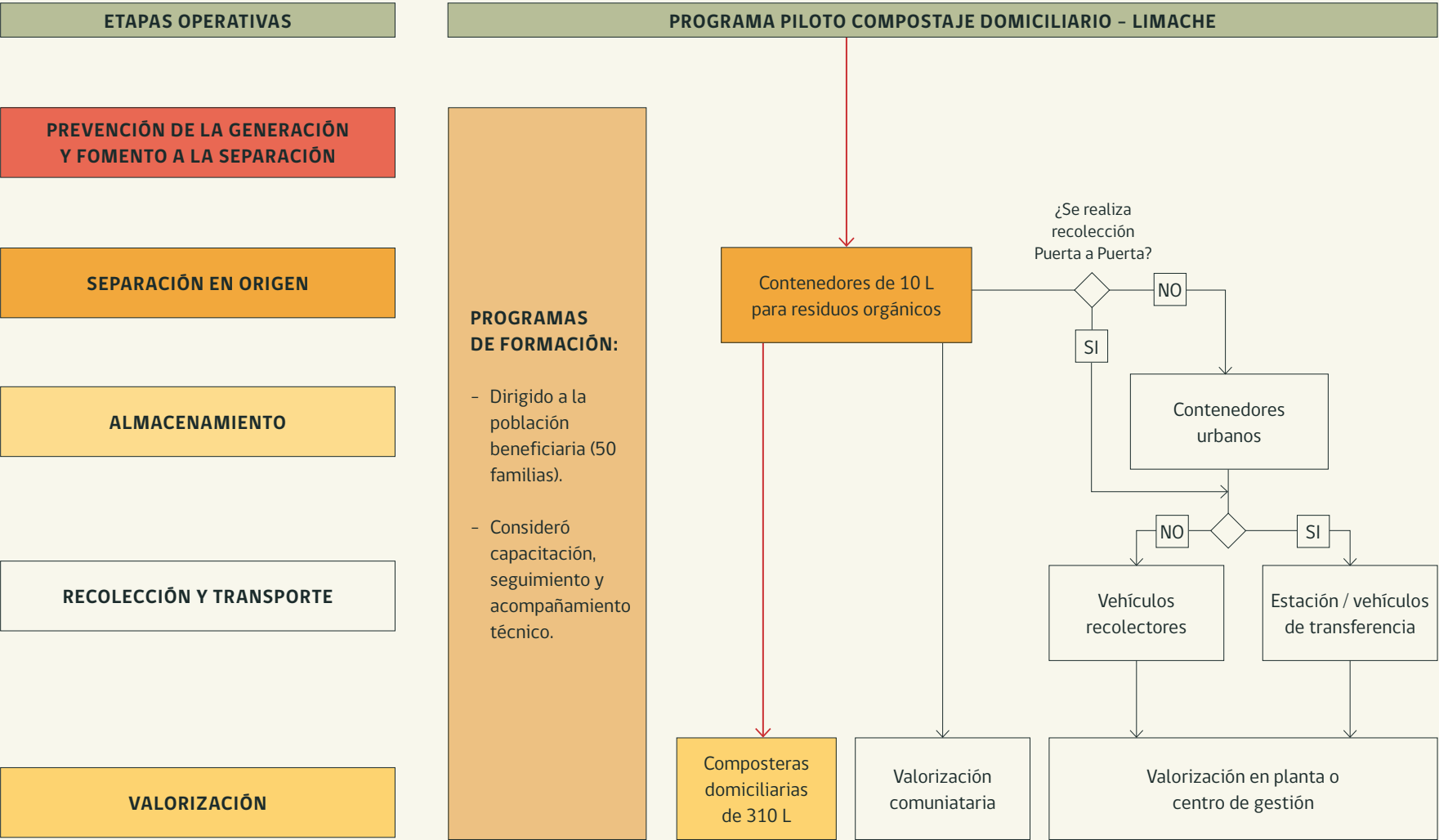
28 Enlace de información: <https://www.subdere.gov.cl/sala-de-prensa/subdere-financia-programa-piloto-de-compostaje-domiciliario-en-limache>

- **Habitantes de la comuna:** 46.121 habitantes (2017).
- **Generación estimada de residuos orgánicos de la comuna:** 12.779 t/año (2017)²⁹.
- **Aporte a meta ENRO:** Aporta con 50 viviendas a la meta de 500.000 familias que deben utilizar composteras y/o vermicomposteras para el año 2030 y con la meta de alcanzar el 30% de valorización de residuos orgánicos al 2030 y 66% al 2040.
- **Tipo de iniciativa:** Programa compostaje domiciliario
- **Capacidad de tratamiento estimada de la iniciativa:** 13,5 t/año.
- **Formulación:** Ingresó a etapa de ejecución, requiriendo recursos para la adquisición de equipamiento destinado a la separación en origen y valorización in situ de residuos orgánicos y para la contratación de una asistencia técnica (monitores) para el fomento de la separación de residuos en origen.
- **Ejecución/operación:** En diciembre del año 2019 la Municipalidad licitó la ejecución del «Programa piloto de compostaje de residuos domiciliarios de la comuna de Limache», con el objetivo de implementar el programa. En febrero de 2020 se adjudicó la licitación y comenzó su operación a mediados de octubre del mismo año. Se ejecutó durante 10 meses y en tres etapas (etapa 1: Capacitación y entrega de equipamiento; etapa 2: Seguimiento, supervisión y apoyo; y etapa 3: Evaluación del programa). Respecto a la operación, los costos asociados fueron principalmente, el personal destinado a la capacitación y seguimiento de la iniciativa.

29 Para el cálculo de esta estimación se utilizó la información de las bases de datos del estudio «Línea base diagnóstico y catastro de residuos sólidos domiciliarios» de Subdere, publicada en el enlace <https://proactiva.subdere.gov.cl/handle/123456789/518?show=full>. Específicamente se utilizaron las bases de datos denominadas «RSD PPC y Población Total Atendida» y «Composición de Residuos» y la población del del Censo 2017.

• **Recomendación:** Para la valorización de residuos orgánicos in situ, se recomienda utilizar el Programa de Mejoramiento de Barrios, siempre que el monto total del programa no supere las 5.000 UTM. En caso contrario, resultará conveniente su presentación al FNDR vía SNI, teniendo en consideración la variable de la cantidad de familias/viviendas beneficiadas con el equipamiento de compostaje domiciliario.

FIGURA 11
Programa piloto de compostaje domiciliario.



4.2 PLANTA DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE LA COMUNA DE SANTA JUANA³⁰



Fuente imagen: <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-del-bio-bio/2019/04/17/parte-primera-planta-de-reciclaje-y-compostaje-de-santa-juana-proyecto-inedito-en-el-pais.shtml>

La construcción e implementación del proyecto «Planta integrada de manejo de residuos para la comuna de Santa Juana», que consideró una planta de compostaje de residuos orgánicos de aproximadamente 2.500 m², fue financiada con recursos del FNDR provenientes en su totalidad de la Provisión de Residuos Sólidos de Subdere (actualmente Fondo de Apoyo a la Contingencia Regional). Una parte de los recursos se utilizó para contratar una consultora que estuvo a cargo de educar y sensibilizar a la ciudadanía para implementar el sistema de separación en origen y recolección diferenciada puerta a puerta, en la zona urbana de la comuna. Para ello se adquirieron y entregaron 4.090 kits de contenedores a las familias beneficiadas. Los kits están compuestos de 2 contenedores de 40 litros, para los residuos de papeles y cartones, y residuos reciclables restantes (botellas plásticas, latas y vidrio), además de dos contenedores para los residuos orgánicos, uno de 10 litros para almacenar diariamente los residuos en la cocina y otro de 20 litros para acumular lo generado y entregarlo al sistema de recolección selectiva. La planta

de compostaje posee una capacidad de 1.200 t/año aproximadamente. El costo del proyecto implicó una inversión cercana a los M\$800.000, incluido el centro de acopio y pretratamiento de residuos de envases y embalajes. El proyecto inició su marcha blanca el 19 de marzo de 2019, con el sistema de recolección diferenciada de residuos puerta a puerta.

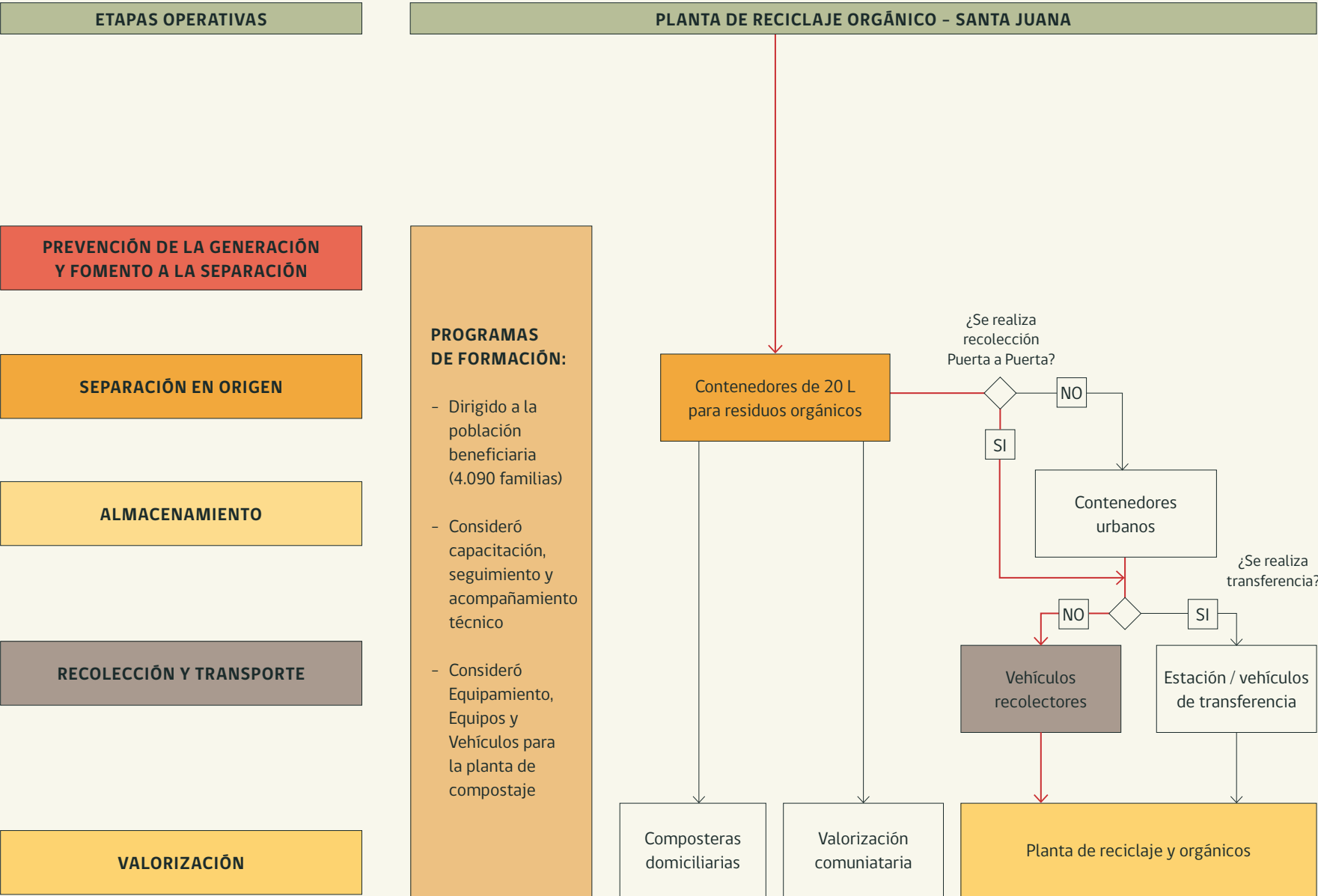
- **Habitantes de la comuna:** 13.749 habitantes (2017).
- **Generación estimada de residuos orgánicos de la comuna:** 1.674 t/año (2017)³¹.
- **Aporte a meta ENRO:** Aporta y con la meta de alcanzar el 30% de valorización de residuos orgánicos al 2030 y 66% al 2040. De acuerdo con la capacidad de planta podría valorizar más de un 70% de los residuos orgánicos generados en la comuna.
- **Tipo de iniciativa:** Proyecto de construcción planta integrada de manejo de residuos, Santa Juana. Incluye una planta de compostaje.
- **Capacidad de tratamiento estimada de la iniciativa:** El galpón de compostaje de 2.567 m² tiene una capacidad de 1.200 toneladas año, sin embargo, los últimos años ha tratado alrededor de 240 t/año de residuos orgánicos.
- **Formulación:** Se requirió asistencia técnica y consultorías para la etapa de diseño y ejecución del proyecto, también consideró inversión en equipamiento para la separación en origen y vehículos para la recolección selectiva y el transporte de los residuos para su valorización en la planta, esta última requirió del desarrollo de obras y la adquisición de equipamiento y maquinaria para su operación.
- **Ejecución/operación:** Los principales costos asociados a la operación son la mano de obra necesaria para efectuar la recolección puerta a puerta de residuos orgánicos dos días a la semana y el personal trabaja en la planta de compostaje, el combustible necesario para los vehículos de recolección y el funcionamiento de la maquinaria de la planta, además del costo de la electricidad de la planta.

30 Enlace de información: https://acuerdochilecanada.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/08/Planta-integrada-de-manejo-de-residuos_Santa-Juana_Alcalde-Angel-Castro.pdf

31 Para el cálculo de esta estimación se utilizó la información de las bases de datos del estudio «Línea base diagnóstico y catastro de residuos sólidos domiciliarios» de Subdere, publicada en el enlace <https://proactiva.subdere.gov.cl/handle/123456789/518?show=full>. Específicamente se utilizaron las bases de datos denominadas «RSD PPC y Población Total Atendida» y «Composición de Residuos» y la población del del Censo 2017.

- Recomendación:** Para la construcción de una planta de tratamiento de residuos de estas características, que considera un sistema de recolección selectiva y un proceso de educación dirigido a la ciudadanía, se recomienda la presentación del proyecto al Gobierno Regional para ser financiado a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional, preferentemente con la concurrencia del Fondo de Apoyo a la Contingencia Regional de SUBDERE. Por su parte, respecto de la operación, es deseable contar con algún instrumento de planificación (Plan Comunal de Gestión de Residuos Sólidos o su equivalente), que permita comprometer a la municipalidad respectiva, destinar recursos financieros y humanos para su operación permanente y estable del sistema. Además, respaldarlo con una ordenanza municipal que ponga los incentivos correctos a las y los ciudadanos.

FIGURA 12
Sistema de recolección selectiva de residuos orgánicos y planta de compostaje.



4.3 CENTRO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LONCONAO EN FUTALEUFÚ³²



Fuente imagen: <https://www.facebook.com/617161862045997/photos/a.617170035378513/654003205028529/>

La comuna de Futaleufú, con financiamiento FNDR del Gobierno Regional provenientes en su totalidad de la Provisión de Residuos Sólidos de Subdere (actualmente Fondo de Apoyo a la Contingencia Regional), inició una iniciativa de gestión integral de residuos en la zona urbana, la que incluyó separación en origen, recolección puerta a puerta y manejo de los residuos recolectados selectivamente en un centro de tratamiento integral municipal. Se adquirieron 1.000 kits, cada kit conformado por 3 contenedores, un contenedor para residuos reciclables (vidrio, latas, plástico, cartón), otro para residuos orgánicos y el tercero para residuos descartables. Para domicilios se distribuyeron kits de contenedores de 40 litros y para locales comerciales kits de contenedores de 240 litros. El programa financió también 10 puntos limpios para distintas zonas de la comuna y talleres que se realizaron para educar a los vecinos sobre gestión de residuos sólidos domiciliarios. El centro tiene una superficie de 29 ha, distribuidas entre un

galpón de 600 m², para clasificar y compactar residuos reciclables, un galpón de 200 m², para 9 pilas de compostaje, y zanjas de disposición final. La planta de compostaje tiene una capacidad de recepción de 144 toneladas/año de residuos orgánicos. La iniciativa implicó una inversión aproximada de M\$1.300, su ejecución inició el 2015 y finalizó el 2018. El mantenimiento del Centro y el sistema de recolección selectiva son financiados con recursos municipales.

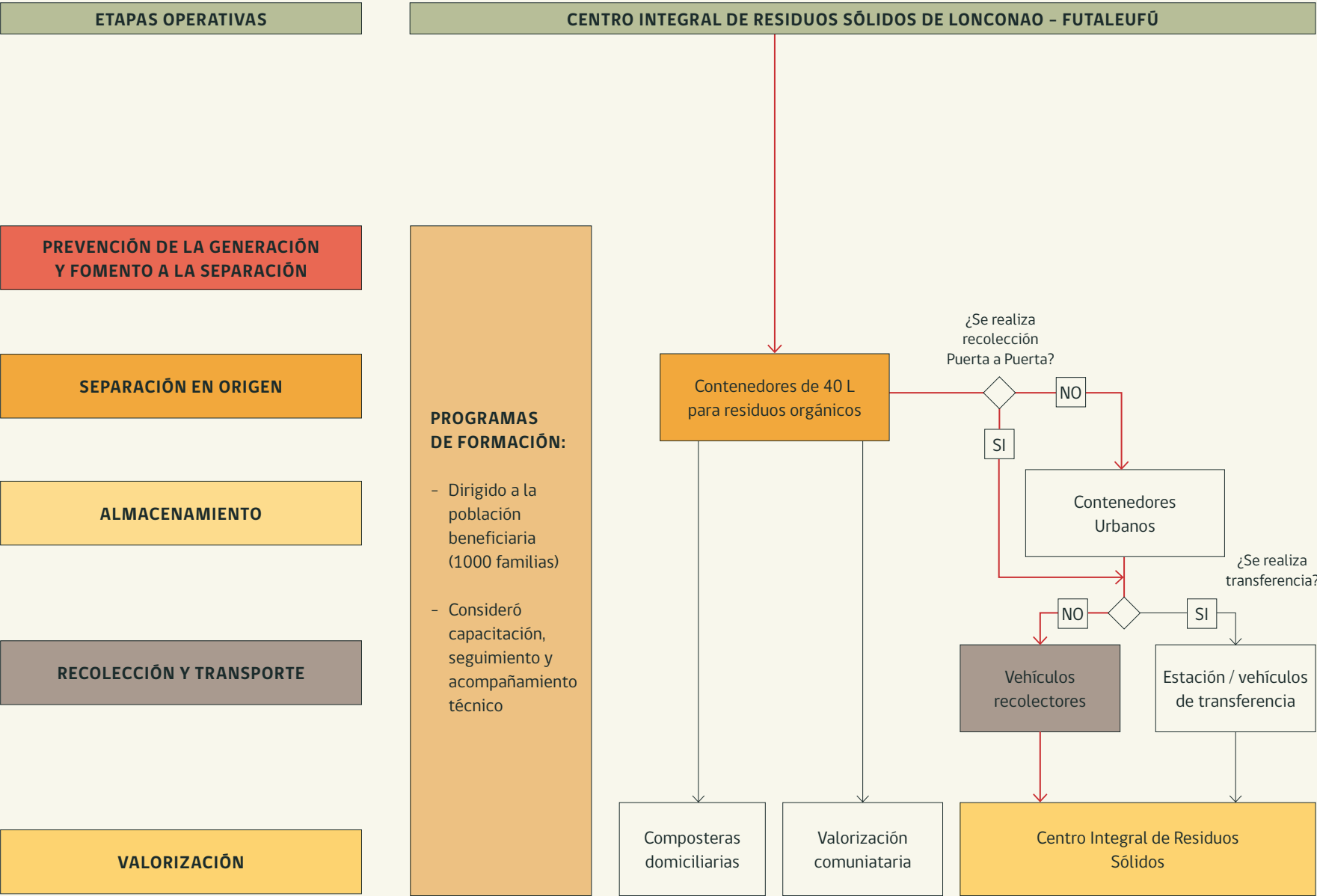
- **Habitantes de la comuna:** 2.623 habitantes (2017).
- **Generación estimada de residuos orgánicos de la comuna:** 181 t/año (2017)³³.
- **Aporte meta ENRO:** Aporta y con la meta de alcanzar el 30% de valorización de residuos orgánicos al 2030 y 66% al 2040. De acuerdo con la capacidad de planta podría valorizar cerca de un 80% de los residuos orgánicos generados en la comuna.
- **Tipo de iniciativa:** Proyecto de construcción centro tratamiento integral residuos sólidos Futaleufú. Incluye una planta de compostaje.
- **Capacidad de tratamiento estimada de la iniciativa:** Tiene una capacidad de valorización de 144 toneladas anuales de residuos orgánicos.
- **Formulación:** Se requirió de asistencia técnica y consultorías para la etapa diseño y ejecución del proyecto, también consideró equipamiento y equipos, obras civiles y vehículos.
- **Ejecución/operación:** En el año 2016 el concejo municipal de Futaleufú aprobó una ordenanza relativa al manejo de residuos que dio paso a la implementación del «Plan de recolección diferenciada puerta a puerta de residuos sólidos domiciliarios del sector urbano de la comuna», orientado a 1.000 viviendas. La Municipalidad de Futaleufú financia la operación del Centro Integral de Residuos Sólidos y del sistema de recolección selectiva. La consultora asociada, estuvo a cargo de proveer los contenedores, realizar campañas informativas, actividades de educación ambiental en establecimientos educacionales y capacitaciones a funcionarios municipales.

32 Enlace de información: <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Seria-docuemntos-GAIA-Caso-3.pdf>

33 Para el cálculo de esta estimación se utilizó la información de las bases de datos del estudio «Línea base diagnóstico y catastro de residuos sólidos domiciliarios» de Subdere, publicada en el enlace <https://proactiva.subdere.gov.cl/handle/123456789/518?show=full>. Específicamente se utilizaron las bases de datos denominadas «RSD PPC y Población Total Atendida» y «Composición de Residuos» y la población del del Censo 2017.

- Recomendaciones:** Para la construcción de un centro integral de residuos sólidos, que incluye un programa de separación en origen y recolección selectiva y difusión, se recomienda la presentación del proyecto al Gobierno Regional pertinente para ser financiado a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional, preferentemente con la concurrencia del Fondo de Apoyo a la Contingencia Regional de SUBDERE. Por su parte, respecto de la operación, es deseable contar con algún instrumento de planificación (Plan Comunal de Gestión de Residuos Sólidos o su equivalente), que permita comprometer a la municipalidad respectiva, destinar recursos financieros y humanos para su operación permanente y estable del sistema. Además, respaldarlo con una ordenanza municipal que ponga los incentivos correctos a los ciudadanos.

FIGURA 13
Centro integral de residuos sólidos de Lonconao (el esquema solo considera la gestión de residuos orgánicos).



4.4 GESTIÓN PARA REDUCCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA COMUNA DE ANCUD: UN TERRITORIO INSULAR CON ALERTA SANITARIA³⁴



Fuente imagen: <https://www.paiscircular.cl/ciudad/los-proyectos-del-fondo-reciclaje-que-pretenden-sacar-a-chiloe-de-la-alerta-sanitaria/>

En la comuna de Ancud, con el financiamiento del Fondo para el Reciclaje (FPR) del Ministerio del Medio Ambiente, se dio inicio al proyecto «Gestión para reducción de los residuos sólidos de la comuna de Ancud: Un territorio insular con alerta sanitaria». Se adquirieron 640 kit de compostaje domiciliario y 42 kits para establecimientos educacionales, a fin de recuperar materia orgánica transformándola en compost. Cada kit considera: 1 compostera Earth Machine, 1 contenedor para residuos orgánicos de cocina de 8 litros y 1 bastón aireador de acero zincado (más 2 contenedores de 48 litros para

34 Enlace de información: <https://www.muniancud.cl/portal/wp-content/uploads/2022/07/ANCUD-CURCULAR-Datos-y-Metas.pdf>

separación de plástico y vidrio). El proyecto contó con una inversión de M\$110.000 en total³⁵ y comenzó su primera etapa de forma piloto el año 2019, entrando en plena operación ese mismo año.

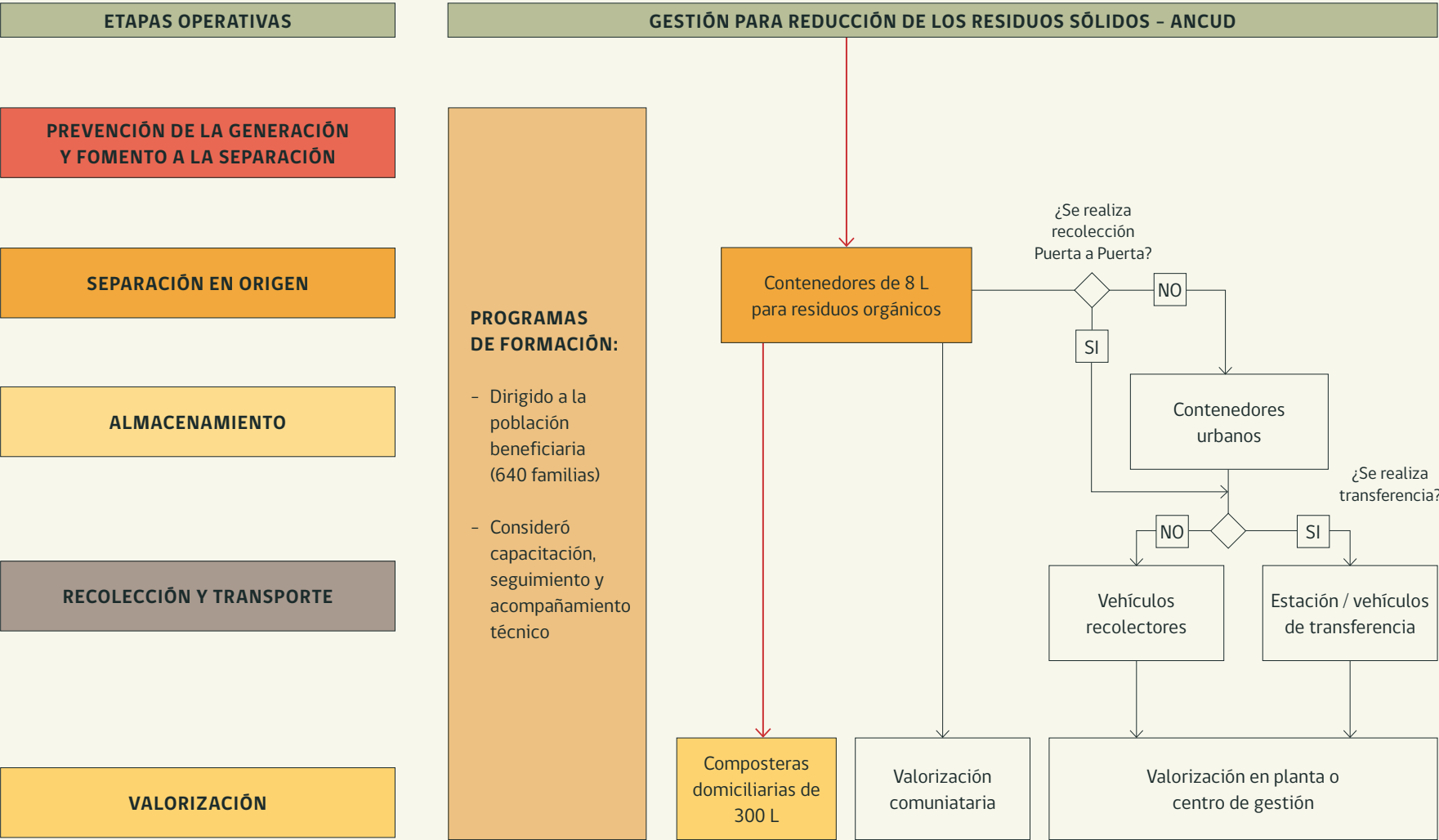
- **Generación estimada de residuos orgánicos:** 10.150 t/año (2017)³⁶.
- **Aporte meta ENRO:** Aporta con 640 viviendas a la meta de 500.000 familias que deben utilizar composteras y/o vermicomposteras para el año 2030 y con la meta de alcanzar el 30% de valorización de residuos orgánicos al 2030 y 66% al 2040.
- **Tipo de iniciativa:** Proyecto de compostaje domiciliario.
- **Capacidad de tratamiento estimada de la iniciativa:** Tiene una capacidad de valorización de 119 toneladas año, asumiendo un tiempo de descomposición y maduración de 6 meses.
- **Formulación:** A partir del proyecto «Asistencia Técnica para la Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios de Chiloé», fue posible fundamentar técnicamente el diseño del proyecto a ser presentado al FPR, dado que en el «Informe 3.1 de Caracterización de RSD comuna de Ancud – Chiloé», se concluye que el 48,66% de los RSD de la comuna corresponden a materia orgánica y 22% de residuos inorgánicos valorizables, siendo la base de la formulación realizada por el equipo municipal.
- **Ejecución/operación:** La iniciativa entró en ejecución el año 2019 con la entrega de kits de composteras a los vecinos de la comuna, este proceso fue acompañado del desarrollo de jornadas de capacitación y un seminario, una fuerte estrategia de difusión y la constitución de un comité ambiental municipal ampliado, entre otros componentes.

35 Se debe considerar que el proyecto además de la adquisición del equipamiento (kits de compostaje) incluyó el desarrollo de jornadas de capacitación y un seminario, una estrategia de difusión, constitución de un comité ambiental municipal ampliado, diagnóstico comunal sobre gestión de residuos, entre otros.

36 Para el cálculo de esta estimación se utilizó la información de las bases de datos del estudio «Línea base diagnóstico y catastro de residuos sólidos domiciliarios» de SUBDERE, publicada en el enlace <https://proactiva.subdere.gov.cl/handle/123456789/518?show=full>. Específicamente se utilizaron las bases de datos denominadas «RSD PPC y Población Total Atendida» y «Composición de Residuos» y la población del del Censo 2017.

- Recomendaciones:** Se recomienda a los municipios y asociaciones municipales aprovechar esta vía de financiamiento del Ministerio del Medio Ambiente, cuando incluya acciones de valorización de residuos orgánicos a nivel domiciliario, considerando que cualquier municipio o asociación puede canalizar recursos a una población determinada, asegurando una fuerte componente de capacitación y seguimiento durante toda la implementación del proyecto, factor que resulta relevante para garantizar el éxito y la sostenibilidad de la inversión.

FIGURA 14
Gestión para reducción de los residuos sólidos.



4.5 HUERTO PILOTO DE PRODUCCIÓN DE ALMÁCIGOS Y HORTALIZAS, CON SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA, RIEGO POR ASPERSIÓN Y COMPOSTERA EN PUERTO AYSÉN.³⁷



Fuente imagen: <https://www.diarioregionalaysen.cl/noticia/agro-y-ganaderia/2022/05/agrupacion-las-maravillas-fortalece-su-proyecto-de-huerto-piloto>

Si bien la presente guía está enfocada en explorar las principales vías de financiamiento disponibles para municipalidades y asociaciones de estas, a continuación, se describe una experiencia financiada con recursos del Fondo de Protección Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente, que es un fondo concursable dirigido principalmente a organizaciones sociales territoriales y funcionales. Lo anterior, con el propósito de relevar la existencia de otras vías de financiamiento que contribuyen al desarrollo de iniciativas orientadas a valorizar residuos orgánicos municipales, que pueden ser promovidas y aprovechadas por las municipalidades.

En este contexto, en la comuna de Aysén, con el financiamiento del Fondo de Protección Ambiental (FPA), la organización denominada Agrupación de Mujeres Campesinas y Emprendedoras «Las Maravillas»,

37 Enlace de información: <https://www.muniancud.cl/portal/wp-content/uploads/2022/07/ANCUD-CURCULAR-Datos-y-Metas.pdf>

inició un modelo de gestión y prevención de generación de residuos orgánicos a través de un proyecto de huerto de producción de almácigos y hortalizas, con sistema de captación de aguas lluvia, riego por aspersión y compostera. El proyecto contó con una inversión de M\$4.000 y comenzó su operación de forma piloto el año 2021, entrando en plena operación el 6 de mayo de 2022.

- **Habitantes de la comuna:** 23.959 habitantes (2017).
- **Generación estimada de residuos orgánicos:** 7.007 t/año (2017)³⁸.
- **Aporte meta ENRO:** Aporta y con la meta de alcanzar el 30% de valorización de residuos orgánicos al 2030 y 66% al 2040.
- **Tipo de iniciativa:** Proyecto de huerto piloto y compostaje comunitario, de acuerdo con lo establecido en las bases del FPA.
- **Capacidad de tratamiento estimada de la iniciativa:** Tiene una capacidad de valorización de 2,4 toneladas año, asumiendo un tiempo de descomposición y maduración de 6 meses.
- **Formulación:** Se requirió dar cumplimiento a las características, requisitos y actividades mínimas establecidas en la «FICHA TÉCNICA INVERNADERO Y COMPOSTAJE³⁹».
- **Ejecución/operación:** La Agrupación de Mujeres Campesinas y Emprendedoras «Las Maravillas», postularon al FPA a través del Concurso Iniciativas Sustentables Ciudadanas el 2020, con la iniciativa «Huerto piloto de producción de almácigos y hortalizas, con sistema de captación de agua lluvia, riego por aspersión y compostera», bajo el producto de «invernadero y compostaje». La iniciativa fue evaluada y seleccionada, entrando en ejecución el año 2021. Se requirió de un espacio comunitario que fue proporcionado por la municipalidad y el equipamiento fue financiado por el FPA. Por otro lado, las capacitaciones a la agrupación fueron obtenidas con las Becas Laborales que ejecuta el Servicio Nacional de Capacitación y Empleo en la región de Aysén. Finalizó su ejecución el año 2022, no obstante, a la fecha aún se encuentra en funcionamiento. Referente a la operación, los costes

38 Para el cálculo de esta estimación se utilizó la información de las bases de datos del estudio «Línea base diagnóstico y catastro de residuos sólidos domiciliarios» de Subdere, publicada en el enlace <https://proactiva.subdere.gov.cl/handle/123456789/518?show=full>. Específicamente se utilizaron las bases de datos denominadas «RSD PPC y Población Total Atendida» y «Composición de Residuos» y la población del del Censo 2017.

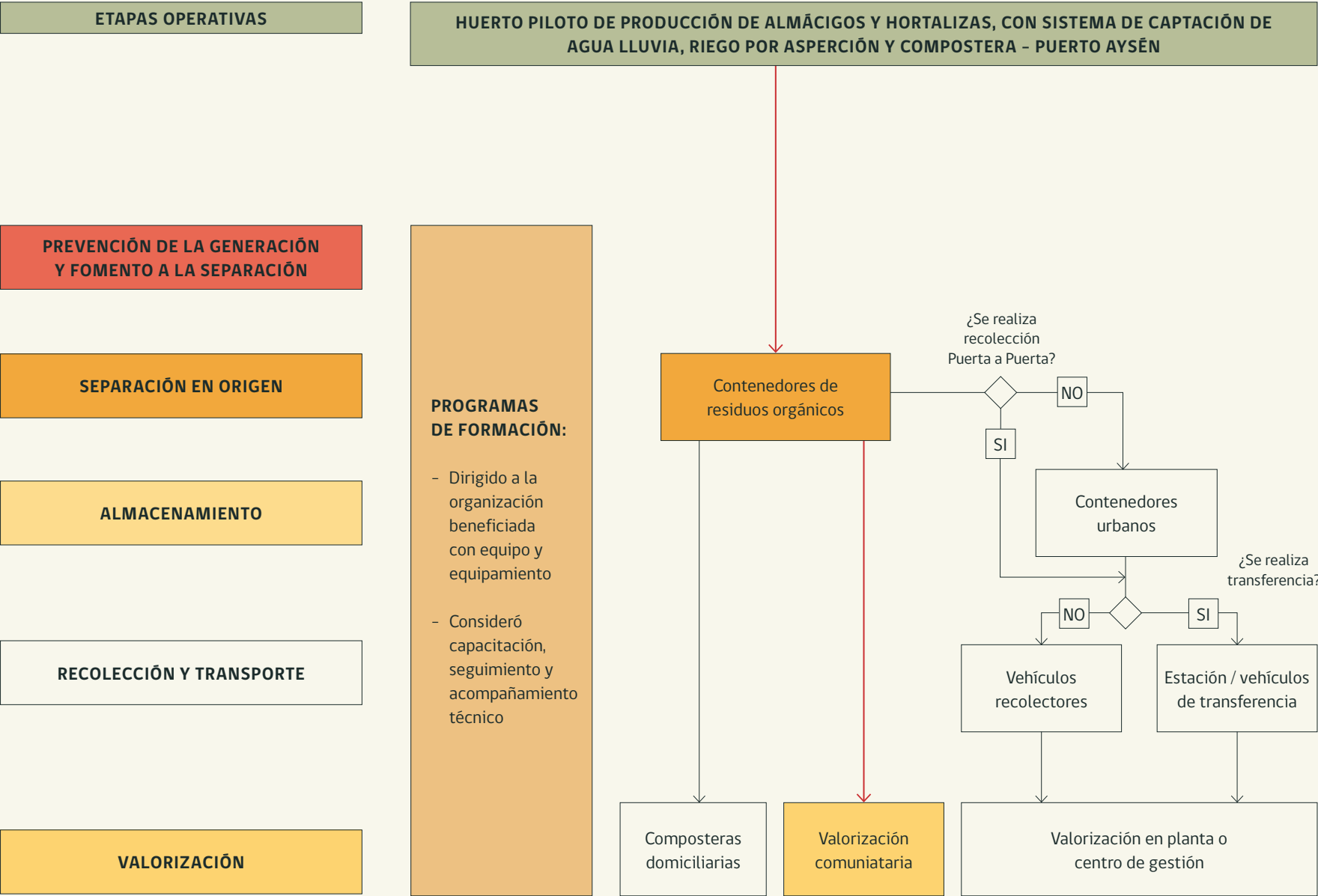
39 Revisar detalles en Ficha Técnica Invernadero Compostaje FPA año 2022 <https://fondos.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/08/Anexo-02-Ficha-Tecnica-Invernadero-y-Compostaje-5.pdf>

asociados a la iniciativa son principalmente el pago de los servicios básicos por el uso la infraestructura y la mano de obra, que debe ir interactuando a través de talleres teóricos y prácticos para el uso de la compostera.

Recomendaciones: Para aquellos concursos del Fondo de Protección Ambiental (FPA) del Ministerio del Medio Ambiente, que de acuerdo a sus objetivos, sea factible postular a proyectos que consideren dentro de sus actividades acciones de compostaje comunitario a pequeña escala, se recomienda que el respectivo municipio incentive a las organizaciones sociales a postular al FPA, promoviendo esta vía como una alternativa de financiamiento, y en lo posible, el municipio como organismo asociado, entregar asistencia técnica en estas materias a dichas organizaciones, en el proceso de diseño y ejecución de sus iniciativas.

FIGURA 15

Huerto piloto y compostaje comunitario.



5 Propuestas de iniciativas



5.1. Compostaje domiciliario

El compostaje domiciliario es una técnica de compostaje in situ. La diferencia radica en que todas las etapas operativas de gestión de residuos orgánicos ocurren íntegramente al interior del domicilio. Es por ello, que la escala de magnitud de una iniciativa de inversión de este tipo no posee como limitante el espacio o la generación de residuos, sino que la capacidad de control y manejo que cada familia del proceso biológico necesario para la obtención de compost.

Lo anterior, requerirá de mayor presencia de recursos humanos y recursos materiales destinados a la educación ciudadana y el seguimiento de los beneficiarios, ya que no sólo será necesario promover la separación en origen, sino también, resguardar de manera constante que el equipamiento de compostaje sea adecuadamente utilizado y que el proceso en sí, también se ejecute de manera segura y controlada. No obstante, será imprescindible que luego de finalizada el servicio de consultoría, el municipio absorba con la misma intensidad dicha gestión.

Como se menciona en la primera sección de esta guía, la necesidad de incentivar la separación en origen demanda proporcionar equipamiento a nivel domiciliario para ejecutar dicha acción. Es por ello, que dotar de contenedores domiciliarios es imprescindible. La capacidad volumétrica de este equipamiento puede ser menor que en el compostaje comunitario, toda vez que la frecuencia de vaciado en la compostera domiciliaria puede ser diaria.

ETAPAS OPERATIVAS	DESCRIPCIÓN	ÍTEM DE INVERSIÓN
PREVENCIÓN DE LA GENERACIÓN Y FOMENTO A LA SEPARACIÓN	- Proceso de educación ciudadana para la gestión de residuos orgánicos - Capacitación y desarrollo de competencias municipales - Diseño y ejecución de plan de medios	Consultoría / Asistencia Técnica
SEPARACIÓN EN ORIGEN	Contenedores domiciliarios de 5 L o 7 L	Equipamiento
VALORIZACIÓN	Composteras domiciliarias 300 L	Equipamiento

FIGURA 16
Descripción de etapas operativas e ítems de inversión para modelo de programa de compostaje domiciliario

En el caso del equipamiento para la valorización, la generación domiciliaria promedio en nuestro país permite estimar que el uso de una compostera de 300 litros resulta suficiente para una vivienda de hasta cuatro habitantes.

El monto de financiamiento total de la solución dependerá de la estrategia de adquisición de cada una de las partidas, incluyendo los recursos humanos necesarios. Si se considera la licitación conjunta de un programa completo (equipos, equipamientos y servicios profesionales), a ejecutarse durante un año, a precios del año 2022, la iniciativa podría tener un costo total de hasta 50 millones de pesos⁴⁰, considerando por ejemplo, la adquisición de composteras domiciliarias de tamaño estandar para un total de 125 viviendas, con un promedio de 4 personas por vivienda, pudiendo este monto ser menor o mayor según los requerimientos y la configuración específica de los componentes de la iniciativa de inversión⁴¹.

40 Esta estimación se hace considerando la necesidad de asegurar el funcionamiento de una solución que depende del comportamiento ciudadano. Una inversión en compostaje que no resguarde los recursos humanos suficientes para el fomento a la separación no tendrá el impacto en evitar que los residuos orgánicos sean efectivamente valorizados. No considerar esa acción, con o sin cargo a la solicitud de financiamiento, pone en riesgo el éxito de la iniciativa.

41 La estimación de costos se realiza considerando un precio de composteras domiciliarias de \$50.000 por unidad, contenedores de separación en origen de \$9.000 por unidad, jornadas y material de difusión por un total de \$600.000, profesional del área ambiental con experiencia en gestión de residuos (12 meses de contrato), profesional del área social con experiencia en formación de competencias comunitarias (12 meses de contrato) y un profesional del área comunicaciones (servicio puntual de 2 meses). Cuando corresponda se incluye 8% de gastos generales, 15% de utilidades e impuesto valor agregado del año.

Como estrategia de financiamiento para una iniciativa de este tipo se puede considerar:

1. La inversión podría ser financiable a través del **Programa Mejoramiento de Barrios (PMB)**. Ello supone el compromiso municipal de absorber de manera concreta la continuidad de las acciones de capacitación, seguimiento y control.
2. También es posible acceder a este financiamiento desde fondos regionales, lo que requeriría la vía de postulación a través del **Sistema Nacional de Inversiones**. Las consideraciones para conseguir la rentabilidad social exigen las mismas especificaciones señaladas a continuación para el caso del compostaje comunitario. Una alternativa podría ser la formulación de esta iniciativa en calidad de programa o proyecto, dependiendo de las características del beneficio generado. En cualquier caso, dada la incidencia mayor que tiene el generador en el éxito de este tipo de solución, resulta recomendable que cualquiera sea la tipología de la iniciativa, se inicie con el diseño y luego con la ejecución. En caso de que el municipio pueda, con recursos propios, cubrir el requerimiento de profesionales para los procesos de participación, seguimiento y capacitación, es posible que la adquisición de equipos y equipamiento pueda ser financiable vía **Circular 33**.
3. También es posible acceder al financiamiento del **Fondo para el Reciclaje**. En este caso, considerando el tope presupuestario para adquisición de equipamiento (45% del presupuesto total transferido al municipio), permitiría equipar alrededor de 70 viviendas⁴², tanto para separación en origen y valorización de residuos orgánicos. Con el resto de los ítems presupuestarios se puede abordar de manera complementaria el proceso de educación ciudadana, capacitación y seguimiento del grupo de beneficiarias y beneficiarios. Al igual que para el caso del PMB, se debe contar con el compromiso municipal de absorber de manera concreta la continuidad de la iniciativa.

42 Se considera para el cálculo que el FPR financia iniciativas de M\$ 11.000.

5.2. Compostaje comunitario

El compostaje comunitario es una técnica de compostaje in situ que se desarrolla principalmente en zonas urbanas y que permite que un grupo organizado de vecinos y vecinas valoricen los residuos orgánicos que generan, en un espacio especialmente habilitado para ello. Pueden considerarse como una solución factible de implementar para un amplio rango de habitantes, por ejemplo, desde 100 hasta 1.000 personas aproximadamente (30 a 300 viviendas), siendo determinante para su consideración como alternativa la cantidad de residuos orgánicos generados y el espacio disponible.

Por ejemplo, para un grupo de población que demande de compostar 40 toneladas de residuos orgánicos compostables al año, se requerirá de una zona de compostaje de 8 m³ de capacidad (8 unidades de 1m³ cada uno), que sumando la zona de tránsito necesitará de 36 m² de superficie. Esta zona debe contar con cierre perimetral de baja altura e iluminación.

Entendiendo que esta opción de valorización exigirá que sean los propios generadores, en tanto vecinos, los que accedan hasta la zona de compostaje, es recomendable la dotación de contenedores domiciliarios de 10 litros, que permitan el almacenamiento de los residuos orgánicos al interior del domicilio, durante al menos dos o tres días antes de su vaciado.

Por la necesidad de asegurar que el proceso de separación en origen y la operación de compostera comunitaria se realice de

ETAPAS OPERATIVAS	DESCRIPCIÓN	ÍTEM DE INVERSIÓN
PREVENCIÓN DE LA GENERACIÓN Y FOMENTO A LA SEPARACIÓN	- Proceso de educación ciudadana para la gestión de residuos orgánicos - Capacitación y desarrollo de competencias municipales - Diseño y ejecución de plan de medios	Consultoría / Asistencia Técnica
SEPARACIÓN EN ORIGEN	Contenedores domiciliarios de 10 L	Equipamiento
VALORIZACIÓN	Zona de compostaje comunitarios de 36 m², formada por 8 módulos de 1 m³ cada uno para proceso de descomposición y maduración en serie	Obras

FIGURA 17

Descripción de etapas operativas e ítems de inversión para modelo de proyecto de compostaje comunitario.

manera adecuada, es imprescindible que la iniciativa cuente con un programa de educación ciudadana, de capacitación y desarrollo de competencias municipales (en particular de quién ejecutará el rol de la persona que lidere el proceso) y la ejecución de un plan de medios asociado. Si el municipio o asociación de municipalidades no posee los recursos humanos y/o financieros para hacerlo, esta tarea podría ser parte de la iniciativa de inversión, lo que incluye materiales de difusión y la contratación de técnicos por al menos doce meses (incluyendo seguimiento posterior)⁴³.

En línea con lo planteado en la sección previa, la inversión podría realizarse considerando la adquisición de un servicio integral o bien parcializado. En el primer caso la iniciativa tendría que considerar, por ejemplo, la adquisición de servicios de especialistas para el diseño del sector de compostaje comunitario, u otras especialidades, además del proceso de educación ciudadana y desarrollo de competencias municipales. Mientras que, en el segundo, el costo podría ser menor, siempre y cuando se considere absorber las horas de profesionales especialistas a través de la propia municipalidad o asociación de municipalidades⁴⁴. Sin perjuicio de lo anterior, el costo dependerá de los requerimientos y configuración específica de la iniciativa de inversión.

43 Es imprescindible la presencia de dupla socio ambiental. No es recomendable técnicamente una opción diferente. En caso de ser un único técnico, este deberá tener experiencia suficiente para ejercer doble competencia, restringiendo el margen de opción profesional o bien aumentando honorarios.

44 Se mantienen las mismas consideraciones de la sección previa, con la diferencia que en este caso no existe adquisición de composteras, lo que es reemplazado por el costo de construcción de la zona de compostaje comunitario, que a precio de moneda 2022, superaría los 18 millones de pesos.

Como estrategia de financiamiento para una iniciativa de este tipo, se puede considerar:

1. La inversión requerida podría ser financiable a través de **Programa Mejoramiento de Barrios (PMB)**. Para ello es necesario tener el diseño de la zona de compostaje de manera previa a la postulación y considerar un mecanismo de medición, al inicio y al final de la iniciativa, que permita identificar el impacto de su implementación.
2. También es posible acceder a este financiamiento con fondos regionales, lo que requería la vía de postulación a través del **Sistema Nacional de Inversiones**. En este caso es necesario considerar que es poco probable conseguir la rentabilidad social requerida para la obtención de una autorización técnica-económica. Para abordar este escenario es posible usar dos estrategias:
 - Maximizar la población beneficiaria, considerando zona de compostaje de mayor tamaño o bien la distribución de varias zonas en diferentes localizaciones en el territorio comunal.
 - Sumar la solución para residuos orgánicos en proyectos integrales que consideren la gestión de otras fracciones de residuos.

Producto de la necesidad de incorporar otras estrategias para lograr la rentabilidad social, es recomendable realizar un estudio de preinversión (prefactibilidad) o bien directamente el diseño, siempre cuando exista la información suficiente para ello.

3. En subsidio a la alternativa 2 (SNI), para acceder a financiamiento puede darse a través del **Fondo Regional de Iniciativa Local (FRIL)**. Dependiendo de las definiciones del Gobierno Regional respectivo, es posible -contando con un prediseño conceptual- acceder a recursos directamente para etapa de construcción. Esta alternativa requeriría financiamiento compartido con recursos municipio o de otra fuente de financiamiento, para contar con el equipo técnico y profesional que acompañe el proceso.

5.3. Compostaje en planta

A diferencia de las dos opciones anteriores, el compostaje en planta se justifica en la medida en que exista una mayor demanda de residuos orgánicos a valorizar. Por ello, es completamente recomendable iniciar el ciclo de vida de la inversión, a través de un estudio preinversional que permita discriminar entre las alternativas de compostaje en planta de mayor rentabilidad social. E incluso, puede ser aún una mejor opción, la inclusión de dicho análisis en el marco de una infraestructura de gestión integral, que además de los residuos orgánicos, permita gestionar los residuos recuperables y los residuos descartables (o fracción resto). Esto es recomendable sobre todo en territorios que aún no tienen resuelta la disposición final o cuya vida útil este pronto a cumplirse.

Considerado lo anterior y si el monto de la inversión supera las 5000 UTM, la vía de postulación a financiamiento será en base a las metodologías del Sistema de Inversiones, incluidos los estudios conducentes a la construcción de obras civiles que superen dicho monto. En este punto, el Gobierno Regional puede financiar la iniciativa íntegramente con recursos del FNDR o solicitar a SUBDERE que cofinancie una parte de la inversión con los recursos del FACR, en cuyo caso, dicha subsecretaría, previamente, debe asegurarse que la iniciativa se ajuste a las líneas de financiamiento establecidas en la Guía Operativa del Programa Nacional de Residuos Sólidos. Aquello se hace extensible a las otras etapas de inversión (diseño y ejecución).

En el inicio del ciclo de vida del proyecto, una consultoría de prefactibilidad tendrá una demanda financiera que dependerá principalmente de las fracciones de residuos para los cuáles se busca solución y del tamaño de la población beneficiaria. Por ejemplo, una consultoría de prefactibilidad que analice alternativas sólo para residuos orgánicos (plantas de compostaje), tendrá una menor demanda financiera, que aquella que considere alternativas para separación de materiales y/o disposición final; o bien, un análisis de prefactibilidad para una solución de compostaje para una población de 5.000 personas tendrá menos demanda financiera, que el mismo análisis para 100.000 personas. Lo mismo ocurrirá en la etapa de diseño. Además, cualquiera sea la alternativa, existen tres elementos

que incidirán en los costos de ambas etapas, que implicarían un aumento del presupuesto requerido:

1. Muestreo de residuos para la determinación de cantidad a tratar y su composición.
2. Selección y validación de terreno (factibilidad técnica).
3. Ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

De esos tres elementos, es menester que los dos primeros se realicen cuanto antes en el ciclo de vida de un proyecto. La realización de estudios de muestreo de cantidades y composición de residuos y de selección del terreno (localización), bajo un enfoque de mínimo costo, siempre y cuando la inversión no supere las 5.000 UTM, es posible que puedan ser financiados por el Programa Nacional de Residuos Sólidos, de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, cuya vía de postulación sería el Programa Mejoramiento de Barrios (PMB), de lo contrario, la alternativa de inclusión en la etapa de preinversión deberá ser el Sistema Nacional de Inversiones.

Por otro lado, la tramitación de una iniciativa en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental queda determinado por la normativa respectiva. A la fecha de publicación de esta guía, el reglamento del SEIA (DS 40/2013) indica en su literal o.5 que las plantas de tratamiento de residuos sólidos de origen domiciliario que atiendan a una población igual o mayor a 5.000 habitantes deberán someterse a evaluación ambiental. Considerar, desde la fase de preinversión, por tanto, los requerimientos que ello podría implicar, por ejemplo: estudios de línea de base (flora, fauna, ecosistemas terrestres, hidrología, medio humano, uso del territorio, ruido, olores, entre otros), preparación de expediente de ingreso, adendas y proceso de participación ciudadana. No obstante, será necesario, al inicio de la etapa de desarrollo del diseño, contar con la resolución de calificación ambiental favorable, la que además incluirá los permisos sectoriales que aplican al proyecto.

PERMISOS SECTORIALES A TRAMITAR PARA AUTORIZACIÓN DE PLANTAS DE COMPOSTAJE	
PAS 138	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza ⁴⁵ .
PAS 140	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basura y desperdicios de cualquier clase o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basura y desperdicios de cualquier clase.
PAS 142	Permiso para todo sitio destinado al almacenamiento de residuos peligrosos (en caso de que se almacenen residuos peligrosos en la instalación de compostaje).
PAS 146	Permiso para la caza o captura de ejemplares de animales de especies protegidas para fines de investigación, para el establecimiento de centros de reproducción o criaderos y para la utilización sustentable del recurso (cuando sea necesaria rescate y relocalización de fauna durante construcción).
PAS 149	Permiso para corta de bosque nativo (cuando sea necesaria la tala de especies nativas para construcción).
PAS 160	Permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales o para construcción fuera de los límites urbanos (cuando el proyecto se emplace en un terreno ubicado fuera del límite urbano).

Ahora bien, si se trata de reconocer los principales ítems de inversión de una iniciativa de este tipo, el primero será el tamaño del terreno requerido. Sólo aquello permitirá reconocer la localización adecuada, como también el costo que tendrá su adquisición si corresponde. Aunque siempre se debe evaluar la disponibilidad de terreno en propiedad municipal o del Ministerio de Bienes Nacionales. En el Cuadro 5 se presenta una estimación de la superficie requerida, de acuerdo con el tamaño de la población atendida. Esta estimación se hace considerando que toda la población señalada separará de manera adecuada sus residuos orgánicos y utilizando la tecnología de compostaje con volteo mecánico. Se incluyen también los requerimientos de superficie para obras anexas (zona de recepción y pesaje, envasado del compost, lavado de camiones, entre otros)⁴⁶.

⁴⁵ Considerar en la medida en que exista solución particular para las aguas residuales sanitarias, aguas residuales provenientes del proceso de compostaje o del lavado de camiones.

⁴⁶ Estimaciones en base a modelo presente en Ortega, F. & Franchi-Arzola, I. (2022). Análisis de economía de escala en la implementación de compostaje en pilas con volteo mecánico para la valorización de residuos orgánicos en municipalidades de Chile. *Ecología y Desarrollo Sostenible*, 4(4), 54.

CAPACIDAD DE PLANTA		POBLACIÓN ATENDIDA EQUIVALENTE ⁴⁷	SUPERFICIE REQUERIDA	COSTO UNITARIO DE INVERSIÓN POR TONELADAS TRATADAS ANUALMENTE
Menos de 3.000 t/año	Menos 8 t/día aprox.	Menos de 20.000 personas	Menos de 0,8 ha	Más de \$80.000
Entre 3.000 y 15.000 t/año	Entre 8 y 41 t/día aprox.	Entre 20.000 y 100.000 personas	0,8 - 2,0 ha	\$45.000 - \$80.000
Entre 15.000 y 30.000 t/año	Entre 41 y 82 t/día aprox.	Entre 100.000 y 200.000 personas	2,0 - 4,0 ha	\$30.000 - \$45.000
Más de 30.000 t/año	Más de 82 t/día aprox.	Más de 200.000 personas	Más de 4,0 ha	Menos de \$30.000

CUADRO 6
Rango de demanda por superficie y costo de inversión en plantas de compostaje con volteo mecánico.

También en el Cuadro 5 se muestra el costo de inversión que podría tener una infraestructura de compostaje con volteo mecánico. Los montos allí señalados consideran todos los requerimientos de infraestructura, vehículos, equipos y equipamiento de una planta de referencia. Como se observa la existencia de economía de escala determina que mientras mayor sea la población atendida, y en consecuencia los residuos gestionados, menor será el costo de inversión por tonelada. Este fenómeno -con otras magnitudes, por supuesto- se producirá también con otras tecnologías de compostaje y con soluciones de mayor integralidad, como centros integrales de gestión, que incluyan estaciones de transferencia o zonas para la disposición final.

Además de los costos de inversión en la infraestructura para el compostaje, se deberá incluir también la solicitud de financiamiento para el resto de las etapas operativas de la gestión de residuos orgánicos. Tal como se señala en la Figura 3, al igual que todas las alternativas de valorización de orgánicos, el proceso de educación y sensibilización ciudadana, la formación de competencias municipales y despliegue de plan de medios, son imprescindibles. La magnitud de la inversión dependerá principalmente del tamaño de la población atendida. La consultoría que permitirá cubrir este requerimiento también puede incluir los servicios de asistencia técnica de obras que apoye al municipio en la tarea de supervigilar los procesos licitatorios, de ejecución y recepción de obras y la adquisición de vehículos, equipos y equipamiento.

47 Para la estimación de población equivalente se considera generación de 1 kg/hab/día, con composición de un 58% de residuos orgánicos y un 70% de eficiencia de separación (no todo el orgánico generado es o debe ser separado).

En efecto, los requerimientos de vehículos para la ejecución de la etapa operativa de recolección y transporte también deben ser incluidos en la solicitud de financiamiento (y, por ende, debidamente cuantificados en las etapas de inversión previas). A ello se añade, el requerimiento de equipamiento para la separación en origen, cuya justificación ya se ha planteado previamente. De ser necesario, también habrá de incluirse los equipamientos para la etapa operativa de recepción y almacenamiento, no obstante, se reitera que es la recolección puerta a puerta, el sistema que garantiza mayor calidad y cantidad de los residuos separados en origen.

FIGURA 18
Descripción de etapas operativas e ítems de inversión para plantas de compostaje.

ETAPAS OPERATIVAS	DESCRIPCIÓN	ÍTEM DE INVERSIÓN
PREVENCIÓN DE LA GENERACIÓN Y FOMENTO A LA SEPARACIÓN	- Proceso de educación ciudadana para la gestión de residuos orgánicos - Capacitación y desarrollo de competencias municipales - Diseño y ejecución de plan de medios	Consultoría / Asistencia Técnica
SEPARACIÓN EN ORIGEN	Contenedores domiciliarios (tamaño según frecuencia recolección)	Equipamiento
RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE	Vehículos recolectores (tolva plana o compactadores)	Vehículos
VALORIZACIÓN	Planta de compostaje como infraestructura unitaria o asociada a Centro de Gestión Integral de Residuos (incluye asistencia técnica de obras y para puesta en marcha)	Obras Vehículos Equipos Equipamiento Consultoría / Asistencia Técnica

