

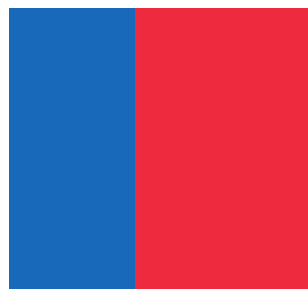


Sistema Nacional de Inversiones

METODOLOGÍA PARA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS PARA EL MANEJO O GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y ASIMILABLES

Documento elaborado por la **División de Evaluación Social de Inversiones**

Agosto 2022





Acrónimos

MDSF Ministerio de Desarrollo Social y Familia

SUBDERE Subsecretaría de Desarrollo Regional

MMA Ministerio de Medio Ambiente

MINENEGIA Ministerio de Energía

MINSAL Ministerio de Salud

PUCV Pontificia Universidad Católica de Valparaíso



En la elaboración del presente documento contribuyeron profesionales del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, del Ministerio de Energía, del Ministerio de Medio Ambiente, de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, del Ministerio de Salud, de los Gobiernos Regionales de Tarapacá, Coquimbo, Valparaíso y Los Lagos, y de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.



CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	OBJETIVO y ALCANCES METODOLÓGICOS	2
3	ANTECEDENTES GENERALES NORMATIVOS.....	4
4	PROCESO DE GESTIÓN.....	6
5	TIPOS DE INICIATIVAS DE INVERSIÓN.....	8
6	TIPOS DE PROCESOS EN PROYECTOS DE INVERSIÓN	11
7	FORMULACIÓN DE PROYECTOS.....	12
8	EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS.....	26
9	EVALUACIÓN PRIVADA DEL PROYECTOS.....	46
10	CONCEPTOS.....	49
11	FICHA RESUMEN DEL PROYECTO.....	55
12	BIBLIOGRAFÍA	57
13	ANEXOS.....	58



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Tipos de iniciativas de inversión según etapa de manejo de residuos.	10
Tabla N° 2. Profundidad de análisis de demanda actual y proyectada	18
Tabla N° 3. Aspectos a considerar en Alternativas de Solución.....	20
Tabla N° 4. Ejemplo de configuración de alternativas de solución.....	24
Tabla N° 5. Costos de operación anuales.....	30
Tabla N° 6. Tipo de iniciativas de inversión que podrán emplear el método económico.....	37
Tabla N° 7. Aplicación de los precios sociales.....	38
Tabla N° 8. Criterios de evaluación según etapa de jerarquización para el manejo de residuos.....	41
Tabla N° 9. Flujos netos de la evaluación económica del proyecto.....	42
Tabla N° 10. Flujos netos de la evaluación económica de iniciativas de inversión de gestión de residuos..	44
Tabla N° 11. Flujo de beneficios y costos privados.....	47
Tabla N° 12. Determinación de Población Objetivo	61
Tabla N° 13. Beneficios por valorización de compost	65
Tabla N° 14. Composición de residuos reciclables.....	66
Tabla N° 15. Estimación de residuos totales de la comuna.....	66
Tabla N° 16. Precio de mercado de residuos reciclables.....	67
Tabla N° 17. Estimación de beneficios por venta de reciclaje.....	68



ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama N° 1. Pirámide Jerárquica de gestión de residuos.....	3
Diagrama N° 2. Proceso de Gestión de Residuos Domiciliarios y Asimilables.....	7
Diagrama N° 3. Identificación de Población de referencia, afectada, objetivo y postergada.....	15
Diagrama N° 4. Árbol de causas y efectos.....	60
Diagrama N° 5. Método de cuartos para muestreo de residuos.....	63
Diagrama N° 6. Ejemplo costos de operación de distintas alternativas de solución.....	69



FICHA RESUMEN

Nombre Metodología	METODOLOGÍA PARA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS PARA EL MANEJO O GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y ASIMILABLES		
Sector	Recursos Naturales y Medio Ambiente		
Subsector	Medio Ambiente	Descriptor	Residuos Sólidos
Resumen	Documento orientado a la formulación y evaluación de iniciativas de inversión para el manejo o gestión de residuos domiciliarios y asimilables		
Proyectos a los que aplica	- Inversión intangible - Instalaciones o equipos para la separación de residuos en origen o externas al domicilio - Instalación de recepción y almacenamiento de residuos con o sin pretratamiento - Vehículos para la recolección diferenciada o mixta (tradicional) de residuos sólidos domiciliarios y asimilables - Instalaciones y equipamiento para preparación para el reuso - Instalaciones o equipamiento para el reciclaje de residuos inorgánicos - Instalaciones o equipamiento para el reciclaje de residuos orgánicos - Instalaciones de valorización energética - Instalación de transferencia de residuos - Instalaciones de eliminación de residuos - Instalaciones para el cierre y rehabilitación de sitios de disposición final		
Marco legal	- <u>Constitución Política de la República [Const]. Art. 8°. 21 de octubre de 1980 (Chile).</u> - <u>Ley N°19.300 de 1994. Aprueba Ley sobre Bases generales del Medio Ambiente. 9 de marzo de 1994.</u> - <u>Decreto N°1 de 2006 [con fuerza de ley]. Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N° 18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades. 26 de julio de 2006.</u> - <u>Decreto N°725 [con fuerza de ley]. Código sanitario. 31 de enero 1968.</u> - <u>Ley N°20.920 de 2016. Establece Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje. 1 de junio de 2016.</u> - <u>Ley N°21.074 de 2018. Fortalecimiento de la regionalización del país. 15 de febrero 2018.</u>		



Decretos, Resoluciones y Normas relacionadas	- <u>Decreto N°30 de 2017 [Minsiterio de Relaciones Exteriores]. Promulga el acuerdo de París, adoptado en la vigésimo primera reunión de la conferencia de las partes de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. 23 de mayo de 2017.</u> - <u>Decreto N°40 de 2013 [Ministerio de Medio Ambiente]. Aprueba reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. 12 de agosto de 2013.</u> - <u>Decreto N°469 de 2021 [Ministerio del interior y seguridad pública; subsecretaría del interior]. Aprueba Política de Ordenamiento Territorial. 5 de julio de 2021.</u> - <u>Decreto N°189 de 2008 [Ministerio de Salud; Subsecretaría de Salud Pública]. Aprueba Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios. 5 de enero de 2008.</u> - <u>Decreto N°1 de 2013 [Ministerio de Medio Ambiente]. Aprueba Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, RETC. 2 de mayo de 2013.</u> - <u>Decreto N°119 de 2017 [Ministerio de Energía]. Aprueba reglamento de seguridad de las plantas de biogás e introduce modificaciones al reglamento de instaladores de gas. 2 de febrero de 2017.</u> - <u>Decreto N°29 de 2013 [Ministerio de Medio Ambiente]. Establece Norma de Emisión para la Incineración y Co-procesamiento y deroga decreto N°45, de 2007, del Ministerio de Secretaría General de la Presidencia. 12 de septiembre de 2013.</u> - <u>Resolución Exenta N°9187 de 2018 [Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo]. Sustituye la Guía operativa del Programa Nacional de residuos sólidos, de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (E15387/2018). 13 de agosto de 2018.</u> - <u>Resolución N°2.444 de 1980 [Ministerio de Salud]. Normas Sanitarias Mínimas para la Operación de Basurales. 31 de julio 1980.</u> - <u>NCh 3321 de 2012 [Instituto Nacional de Normalización]. Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (RSM).</u> - <u>NCh 3322 de 2013 [Instituto Nacional de Normalización]. Colores de Contenedores para Identificar Distintas Fracciones de Residuos.</u> - <u>NCh 2880 de 2015 [Instituto Nacional de Normalización]. Compost - Requisitos de Calidad y Clasificación.</u> - <u>NCh 3212 de 2012 [Instituto Nacional de Normalización]. Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas - Directrices Generales sobre Olores Molestos.</u> - <u>NCh 3190 de 2010 [Instituto Nacional de Normalización]. Calidad del Aire - Determinación de la Concentración de Olor por Olfatometría Dinámica.</u> - <u>NCh 3375 de 2015 [Instituto Nacional de Normalización]. Digestato - Requisitos de Calidad.</u> - <u>NCh 3376 de 2015 [Instituto Nacional de Normalización]. Residuos Sólidos Municipales — Diseño y Operación de Instalaciones de Recepción y Almacenamiento.</u>		
Principales fuentes de información	- Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) del Ministerio del Medio Ambiente - Registro del Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) - Catastro de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) vigente, publicado por la Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE).		
Enfoque de evaluación	Costo - Eficiencia Costo - Beneficio	Horizonte de evaluación (años)	20



Beneficios o ahorros de costo	- Ahorro por generación de energía - Ahorro por producción de compost - Ahorro por reutilización o reciclaje de residuos - Ahorro de costo por gestión integral de residuos (GIR)	
Externalidades	- Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)	
Indicador económico	Nombre indicador	Valor Actual Neto (VAN) Valor actual de los costos (VAC) Costo anual equivalente (CAE)
	Criterio de Decisión	VAN igual o mayor a cero Costo Anual Equivalente por tonelada dispuesta



1 INTRODUCCIÓN

El Sistema Nacional de Inversiones (SNI) norma y rige el proceso de inversión pública de Chile, estableciendo los principios, metodologías, normas, instrucciones y procedimientos que orientan la formulación, evaluación y ejecución de las iniciativas de inversión que postulan a fondos públicos, con el objeto de impulsar aquellos que sean más rentables para la sociedad y que respondan a las estrategias y políticas de crecimiento, desarrollo económico y social de la nación.

En un escenario de cambio climático y de desarrollo sostenible, surge la necesidad de minimizar el impacto ambiental y social relacionado con el manejo y gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables. Asimismo, se ha visto un incremento de problemáticas relacionadas con el manejo y gestión de residuos, siendo una necesidad latente, generar iniciativas que permitan el cumplimiento de los nuevos estándares ambientales a nivel nacional.

En este contexto, se hace necesario ajustar la metodología para la formulación y evaluación de proyectos en estas materias, con el propósito de incorporar los principios establecidos en la normativa ambiental actual (Ver Anexo N°1), así como la jerarquía en el manejo de residuos, el principio precautorio y el preventivo, y todo lo que demanda en nuevas iniciativas de inversión que reconozcan la transversalidad de los asuntos medio ambientales y la multisectorialidad de la normativa y competencias en materia ambiental.



2 OBJETIVO y ALCANCES METODOLÓGICOS

2.1 OBJETIVO

La presente metodología tiene por objetivo guiar la formulación y evaluación de proyectos que busquen el manejo ambientalmente racional a través de la generación de iniciativas de inversión que promuevan la jerarquía de manejo de residuos sólidos domiciliarios y asimilables, y la intervención en el territorio, a lo largo de todo el ciclo, desde su generación hasta su valorización o eliminación.

2.2 ALCANCES METODOLÓGICOS

Este documento regirá para todas las iniciativas de inversión orientadas al desarrollo de proyectos individuales y conjunto de iniciativas que promuevan la jerarquía de manejo o gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables.

Será considerado como un proyecto integral, la cartera de proyectos o conjunto de proyectos individuales que promueven la jerarquía (ver Diagrama N°1) para el manejo o gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables, privilegiando la prevención, el reuso y el reciclaje de residuos, en línea con los principios de la economía circular. Un proyecto integral podrá estar compuesto por varias intervenciones, tales como: obras civiles, equipamiento, consultorías y programas de gestión de residuos sólidos, que permitan operar estos proyectos, mejorando la gestión a nivel local o regional.

Estas iniciativas buscan, de forma concordante con la política pública vigente en la materia¹:

- Desarrollar e implementar iniciativas considerando la jerarquía en el manejo de residuos
- Asegurar el acceso al manejo ambientalmente racional de residuos en todo el territorio nacional
- Concientizar a la sociedad sobre los beneficios de la prevención y su valorización para generar cambios de conducta.
- Levantar, estandarizar y comunicar información asociada a la jerarquía en el manejo de residuos

¹Política Nacional de Residuos 2018-2030.



Diagrama N° 1. Pirámide Jerárquica de gestión de residuos



Fuente: Ley N° 20.920 de 2016.

Este documento orienta la evaluación de la conveniencia socioeconómica de proyectos de manejo o gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables.

Cuando a nivel local coexistan componentes complementarios a la gestión de residuos, relacionados con productos prioritarios de la Ley N° 20.920 de Responsabilidad Extendida al Productor (Ley REP), se deberán efectuar las consideraciones pertinentes en la evaluación, en cuanto a la demanda de disposición final de los residuos y características del proyecto, y todos los aspectos establecidos en Ley y normativa legal vigente.



3 ANTECEDENTES GENERALES NORMATIVOS

El Artículo N°19, numeral 8 de la Constitución Política de la República señala “el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza.”

La Ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente”, en este marco, la Ley 19.300 del año 1994, modificada por la Ley N° 20.417 del año 2010, crea el Ministerio del Medio Ambiente, organismo del Estado encargado de la regulación en el ámbito ambiental a través del diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa. El Artículo N° 10 de la Ley N°19.300, Sobre Bases del Medio Ambiente, establece que los proyectos de manejo de residuos deben ser sometidos a evaluación de impacto ambiental, debido a que pueden causar perjuicios en términos ambientales.

Se destaca que las políticas y asuntos medio ambientales son transversales a varias instituciones, correspondiendo al Ministerio del Medio Ambiente “proponer políticas y formular normas, planes y programas en materia de residuos” (Ley N° 19.300 de 1994). En lo que respecta a manejo de residuos, la Ley N° 18.695 Orgánica Constitucional de Municipalidades, en su Artículo N°3, literal f) establece que será función de las municipalidades el aseo y ornato, y corresponderá a éstas la recolección, transporte y/o disposición final de los residuos domiciliarios. Asimismo, el Código Sanitario (DFL 725, 1967) indica como obligación que las municipalidades deben efectuar la recolección, transporte y eliminación de residuos, basura y desperdicios que se produzcan o se depositen en la vía urbana.

La Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) crea en 2007 el Programa Nacional de Residuos Sólidos (PNRS) con el objetivo de contribuir al desarrollo territorial sustentable a nivel regional, comunal, y local, por medio de la implementación de sistemas integrales de gestión de residuos sólidos, que tengan como eje una mejora de la calidad ambiental y las condiciones de salubridad. Este programa financia proyectos de gestión de residuos sólidos, siendo las principales actividades abordadas: a) Apoyo a la gestión local y fiscalización, b) Transporte, minimización y disposición final de residuos sólidos domiciliarios y c) Administración y supervisión.

En junio del año 2016 se promulgó la Ley N°20.920 del Ministerio del Medio Ambiente - Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje, que tiene por propósito disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor y otros instrumentos de gestión de residuos, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente. Esta Ley prioriza seis productos, correspondientes a aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, baterías, pilas, envases y embalajes, y neumáticos; que deberán cumplir con un sistema de Responsabilidad Extendida del Productor, para la gestión de residuos. El 8 de mayo del año 2020, el Consejo de Ministros para la



Sustentabilidad (CMS) aprobó por unanimidad el proyecto de decreto supremo que establece metas de recolección y valorización para envases y embalajes, representando este hito un gran avance en la implementación de la Ley N° 20.920.

Con relación al catastro de residuos, el D.S. N° 1/2013 del Ministerio del Medio Ambiente indica que los declarantes del Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) deben reportar antes del 30 de marzo de cada año los residuos generados el año anterior en el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), indicando el origen, tipo de residuo, toneladas acumuladas, destino y tipo de tratamiento.

En 2019, en el marco de la COP25, Chile se sumó al compromiso de carbono neutralidad al 2050. Para lograr este desafío se deberán tomar acciones orientadas a desarrollar soluciones integrales para la gestión de residuos en una economía baja en carbono a través de la promoción de la reducción, reuso y reciclaje de residuos domiciliarios.

El 9 de abril del 2020, Chile presentó a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático la actualización de los compromisos para la contribución determinada a nivel nacional (NDC), la cual incorpora un componente de contribución en integración, que “busca relevar las sinergias entre mitigación y adaptación para enfrentar el cambio climático, estableciendo compromisos a ser implementados en el período 2020 - 2030, cuyo desarrollo deberá ser armonizado con las necesidades y requerimientos que presenta la actual pandemia de COVID19, resultando en eventuales ajustes en la ejecución de la NDC en relación con las prioridades sociales, ambientales y económicas que deba tomar el país” (Gobierno de Chile, 2020).

Uno de los componentes de integración descritos en la actualización de la NDC es la Economía Circular, orientado a “transitar desde un modelo económico lineal, de extraer-usar-desechar, hacia un modelo circular, que utiliza y optimiza los stocks y flujos de materiales, energía y residuos” (Gobierno de Chile, 2020). Uno de los tres compromisos de este componente señala que Chile se compromete a “Desarrollar, en 2020, una Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos, orientada a aumentar la valorización de este tipo de residuos generados a nivel municipal, reincorporando los nutrientes, material orgánico o sustratos contenidos en ellos al proceso productivo, contribuyendo de esta forma tanto a la adaptación como a la mitigación del cambio climático” (Gobierno de Chile, 2020).



4 PROCESO DE GESTIÓN

Un proceso de gestión corresponde a todas las etapas involucradas desde la generación de los residuos domiciliarios y asimilables, hasta su disposición final. Estas deben ser detalladas identificando a los actores que intervienen en su gestión. El formulador deberá detallar el proceso de gestión de residuos del territorio, indicando a los actores involucrados, cantidad de residuos manejada y vínculos entre los procesos.

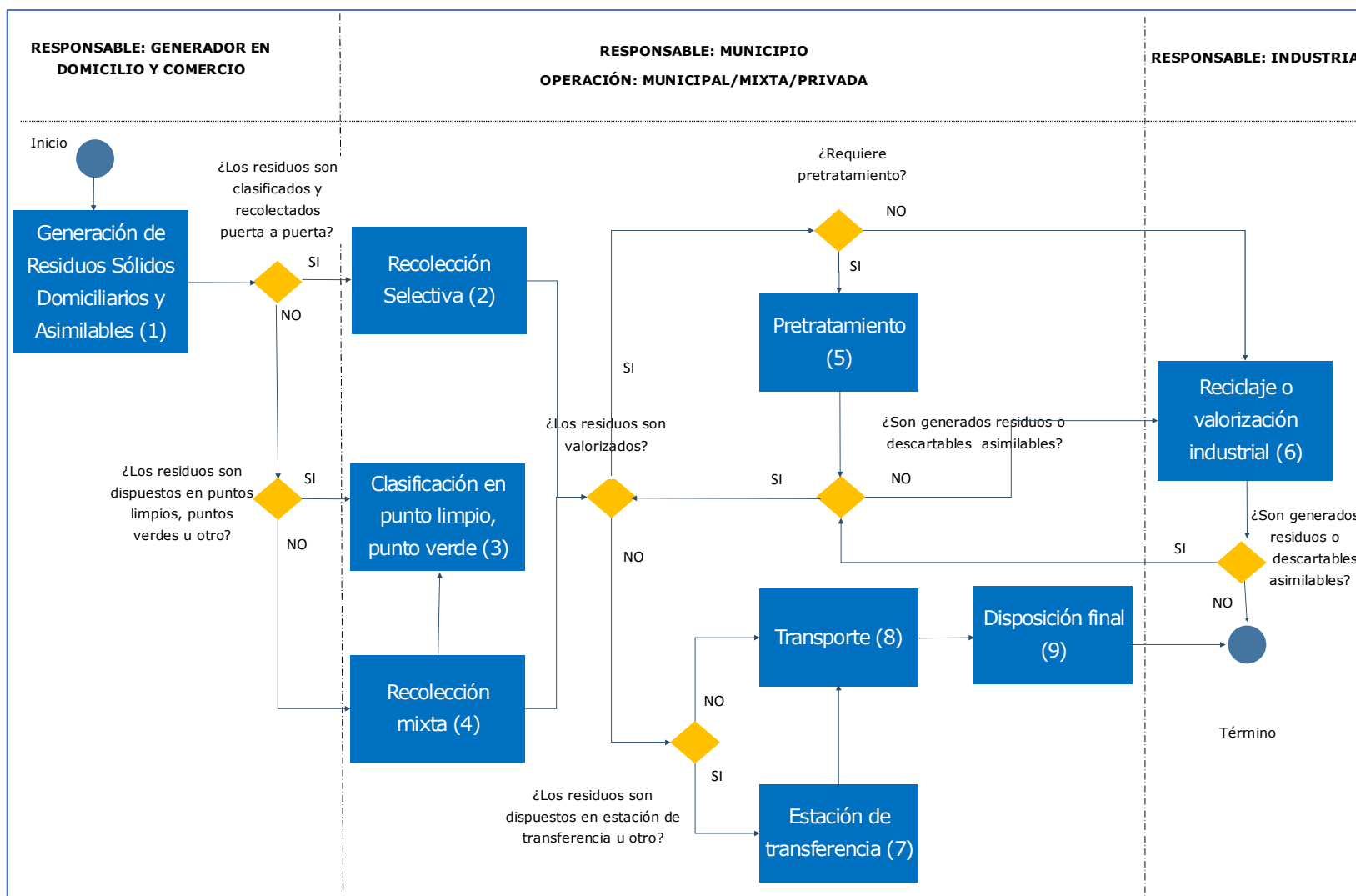
En general, el proceso de gestión de residuos (ver diagrama N°2) se inicia con la generación de residuos (1) que consiste en la concentración de residuos generados a nivel de cada domicilio o comercio (cuando corresponda). La proporción de residuos generados está relacionada directamente con medidas de prevención, reutilización y reducción o minimización de residuos. La recolección de residuos es efectuada puerta a puerta (domicilio), sin embargo, los residuos pueden ser separados en el mismo domicilio, a través de la implementación de un sistema de recolección selectiva puerta a puerta o en contenedores (2), pueden ser dispuesto en puntos limpios o puntos verdes (3), donde son separados por tipo de residuo reciclable.

Si los residuos no son separados en origen, se efectúa recolección mixta o no diferenciada (4), siendo factible la valorización de residuos a través del pretratamiento de residuos (5), extrayéndose la sección orgánica de la reciclable y descartable. La valorización de residuos puede generar productos en forma de energía o productos reciclados, para esto los residuos son clasificados y segregados dependiendo si son residuos orgánicos, reciclables o residuos descartables. Los residuos reciclables o valorizables son derivados a la industria (6) como materia prima para ser procesada (tratamiento) a fin de generar un producto con valor agregado para su posterior comercialización.

De los procesos de pretratamiento y reciclaje o valorización industrial (6) se extraen residuos descartables asimilables², que corresponde a la sección de residuos no valorizables, y que son derivados a una estación de transferencia (7) o transportados (8) directamente al sitio de disposición final (9), al igual que los residuos que no son valorizados.

² Entre los residuos descartables se encuentran residuos descartables asimilables y no asimilables a residuos sólidos domiciliarios.

Diagrama N° 2. Proceso de Gestión de Residuos Domiciliarios y Asimilables





5 TIPOS DE INICIATIVAS DE INVERSIÓN

Los tipos de iniciativas de inversión que considera esta metodología son todas aquellas que promueven la jerarquía para el manejo o gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables (ver Tabla N°1) y que privilegian la prevención, el reuso y el reciclaje de residuos, en línea con los principios de la economía circular.

Los tipos de solución que podrán ser evaluadas aplicando la presente metodología son los siguientes:

- a) **Inversión Intangible:** Corresponde a toda aquella inversión que incremente la productividad de las instalaciones relacionadas con la jerarquía de manejo de residuos y que es esencial para el óptimo funcionamiento y logro de los objetivos planteados por la alternativa de solución seleccionada. Esta inversión puede ser ejecutada a través de: Consultorías, programas³ de sensibilización, programas de transferencia de capacidades a la comunidad o puede ser dirigido a recursos humanos involucrados en el proceso de gestión de residuos.
- b) **Instalaciones o equipamiento para la separación de residuos en origen o externas al domicilio:** Corresponde a toda aquella instalación o equipamiento necesario para la separación de residuos sólidos domiciliarios y asimilables en origen, tales como: Contenedores, sacas, entre otros.
- c) **Instalación de recepción y almacenamiento de residuos con o sin pretratamiento:** Corresponde a toda aquella instalación o equipos que tienen por objetivo recibir, acumular de manera selectiva y/o efectuar un pretratamiento a los residuos sólidos domiciliarios, para luego transportarlos a instalaciones para su reuso, reciclaje o valorización energética. Ejemplos de tales instalaciones son: puntos limpios, puntos verdes, centros de acopio, equipos de secado de residuos orgánicos, plantas de pretratamiento.
- d) **Vehículos para la recolección diferenciada o mixta (tradicional) de residuos sólidos domiciliarios y asimilables:** Corresponde a todo aquel vehículo empleado para la recolección de residuos en origen (domicilio o comercio) hasta una planta de transferencia, valorización o eliminación final.
- e) **Instalaciones y equipamiento preparación para el reuso:** Corresponde a toda aquella instalación o equipos destinados a ejecutar acciones relacionadas con la revisión, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos desechados son acondicionados para su reutilización sin necesidad de otra transformación previa, extendiendo la vida útil de bienes y/o productos (muebles, aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, etc.)

³ Para la formulación de programas revisar la "[Guía metodológica para la formulación de programas](#)", disponible en el sitio web del SNI.



- f) **Instalaciones o equipamiento para el reciclaje de residuos inorgánicos:** Corresponde a aquella instalación o equipos que tiene por objetivo utilizar un residuo inorgánico o productos prioritarios para aprovechar o recuperar su materialidad. Se excluyen de esta categoría aquellos procesos que lo utilizan, total o parcialmente, como fuente de energía o para la producción de combustible.
- g) **Instalaciones o equipamiento para el reciclaje de residuos orgánicos:** Corresponde a aquella instalación o equipos que tienen por objetivo utilizar un residuo orgánico para aprovechar o recuperar su materialidad, incluyendo aquellos procesos que lo utilizan, total o parcialmente, como fuente de energía o para la producción de combustible. Destacan instalaciones o equipos que transforman el residuo orgánico en compost e instalaciones destinadas a la digestión anaeróbica. Las instalaciones de compostaje presentan distintas escalas, desde soluciones domiciliarias como compostera o vermicompostera domiciliaria, instalación de compost comunitario o instalaciones mayores de compost.
- h) **Instalaciones de valorización energética:** Corresponde a toda aquella instalación que emplea residuos para aprovechar su poder calorífico.
- i) **Instalación de transferencia de residuos:** Corresponde a toda aquella instalación o vehículo de carga de gran tonelaje para el transbordo o transferencia de residuos domiciliarios y asimilables hasta los sitios de destino final.
- j) **Instalaciones de eliminación de residuos:** Corresponde a aquella instalación que permite disponer de manera definitiva o eliminar un residuo en instalaciones autorizadas. Además, considera el cierre y rehabilitación del terreno destinado a la disposición final. Por ejemplo: Rellenos sanitarios con operación mecánica y manual, entre otras.
- k) **Instalaciones para el cierre y rehabilitación de sitios de disposición final:** Corresponde a aquella acción orientada al cierre y rehabilitación del terreno que ha sido destinado a la eliminación de residuos de manera no autorizada.

Para mayor detalle de los tipos de iniciativas de inversión se recomienda revisar el documento **“Fichas técnicas de tipos de iniciativas de inversión para la gestión de residuos domiciliarios y asimilables”**⁴.

⁴ Publicado en la página web del Sistema Nacional de Inversiones.



Tabla N° 1. Tipos de iniciativas de inversión según etapa de manejo de residuos.

ETAPA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y ASIMILABLES		TIPOS DE SOLUCIONES	TIPO DE INICIATIVA DE INVERSIÓN
GESTIÓN DE RESIDUOS	Prevención y fomento de la separación de residuos en origen	a. Inversión intangible	• Consultorías • Programas de sensibilización o de transferencia de capacidades
	MANEJO DE RESIDUOS	b. Instalaciones o equipos para la separación de residuos en origen o externas al domicilio	• Contenedores • Sacas
		c. Instalación de recepción y almacenamiento de residuos con o sin pretratamiento	• Puntos verdes • Puntos limpios • Centros de acopio • Planta de pretratamiento de residuos
		d. Vehículos para la recolección diferenciada o mixta (tradicional) de residuos sólidos domiciliarios y asimilables	• Vehículos para la recolección diferenciada o mixta
		e. Instalaciones y equipamiento para preparación para el reuso	• Planta para la reutilización de residuos • Instalaciones y equipos de revisión, selección y limpieza
		f. Instalaciones o equipamiento para el reciclaje de residuos inorgánicos	• Planta de reciclaje municipal
		g. Instalaciones o equipamiento para el reciclaje de residuos orgánicos	• Planta de compostaje municipal • Planta de compostaje comunitaria barrial • Composteras y vermicomposteras domiciliarias • Planta o equipamiento de digestión anaeróbica de residuos orgánicos
			• Plantas de valorización energética
		h. Instalaciones de valorización energética	• Plantas de valorización energética
	Eliminación	i. Instalación de transferencia de residuos	• Estación de transferencia o trasvase • Vehículos de carga en gran tonelaje para la transferencia de residuos sólidos domiciliarios y asimilables
		j. Instalaciones de eliminación de residuos	• Rellenos sanitarios con operación mecánica y manual
		k. Instalaciones para el cierre y rehabilitación de sitios de disposición final	• Planes de cierre de vertederos o basurales • Normalización de vertederos



6 TIPOS DE PROCESOS EN PROYECTOS DE INVERSIÓN

En el contexto del Sistema Nacional de Inversiones se denomina **proceso** a la acción que caracteriza la naturaleza de la iniciativa de inversión, según se trate de un proyecto, un programa o un estudio básico. Los procesos para proyectos de inversión considerados en esta metodología son los siguientes:

- **Ampliación:** Son proyectos que tienen por objeto aumentar la capacidad de un servicio, sin modificación de la calidad de servicio. Por ejemplo, ampliar la superficie de un relleno sanitario, o ampliar la cobertura de recolección selectiva de residuos en un municipio.
- **Construcción:** Son proyectos que llevan a la materialización de un servicio que no existe a la fecha. En el contexto de esta metodología, corresponde a la construcción de nuevas infraestructuras, o nuevas instalaciones que prestan nuevos servicios al interior de infraestructuras existentes.
- **Mejoramiento:** Acción que tiene como objetivo aumentar la calidad de un servicio existente. Por ejemplo, mejorar la infraestructura del centro de acopio existente, etc.
- **Reposición:** Implica la renovación parcial o total de un servicio ya existente, con o sin cambio de la capacidad y/o calidad del mismo.
- **Normalización:** Modificación de un bien o servicio existente con la finalidad de adecuarlo a ciertas normas predeterminadas.



7 FORMULACIÓN DE PROYECTOS

El presente capítulo aborda aspectos elementales a considerar en la formulación de iniciativas de inversión que promueven la jerarquía para el manejo o gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables.

7.1 Diagnóstico de la Situación Actual

7.1.1 Planteamiento e Identificación del Problema

El planteamiento e identificación del problema es la parte más importante en la formulación de proyectos, ya que a partir de su correcta definición surgen acciones que podrán contribuir a mejorar o solucionar el problema detectado.

Es importante señalar que el problema no debe definirse en términos de la falta de infraestructura, pues de esta manera se predetermina la solución a adoptar, lo que limita el análisis de alternativas, al contrario, se deberá determinar en función de las personas, el nivel de cobertura o calidad del servicio público y la pérdida de bienestar que tal situación genera.

Antes de adoptar una solución directa al problema identificado, se deberán analizar las posibles causas que lo originan y los efectos que provoca.

Normalmente, un análisis rápido permite identificar los efectos de un problema antes que sus causas; es por ello que el proyecto debe formularse en términos que permita solucionar la causa del problema que se detecta en primera instancia. Por lo tanto, una buena identificación del problema de fondo es el punto de partida para originar el proyecto preciso. Una fácil pregunta que debe responder el formulador del proyecto es ¿Qué problema se espera resolver con el proyecto? ¿Qué necesidad se encuentra insatisfecha? O ¿Qué oportunidad se desea aprovechar?

Una incorrecta identificación del problema genera ineficiencias en cuanto al uso de recursos públicos, ejecutando proyectos que no solucionan una problemática en particular y que, por lo tanto, la demanda proyectada para su uso sea sobre o subestimada en cuanto a la necesidad efectiva de la población objetivo. Por ejemplo, un problema mal identificado sería el siguiente: **"Falta de un relleno sanitario en la Región"**, dado que la falta de infraestructura no es un problema por sí mismo, ya que predetermina la solución a efectuar. Por el contrario, un problema bien identificado sería el siguiente: **"Baja condición de salubridad y calidad ambiental en la Región"**. A partir de esto, el formulador podrá distinguir las alternativas que de mejor manera darán solución al problema identificado, así como las medidas complementarias que no se reconocerían al definir el problema como la falta de la infraestructura, por ejemplo: La construcción de un relleno sanitario y un programa de reciclaje.



Para la identificación del problema se recomienda aplicar la herramienta “Árbol del problema y objetivos”⁵ (ver ejemplo en Anexo N°2).

7.1.2 Área de Estudio e Influencia

Antes de identificar el área de influencia, se debe determinar el **área de estudio**, que corresponde a la zona geográfica en donde se contextualiza el problema o necesidad detectada. Para su caracterización, se deberán considerar al menos lo siguientes aspectos:

- Tipo de zona y sus límites: Corresponde a los límites geográficos y/o político-administrativos, tipo de zona y sus límites, ya sean urbanos o rurales, lugar de concentración de la población, entre otros.
- Servicios urbanos: Se deben describir la disponibilidad de servicios públicos, acceso a servicios básicos existentes (luz, agua, gas), equipamiento público, espacios públicos, servicios de salud, seguridad, educación, comunitario, accesibilidad y conectividad urbana, accesibilidad universal, entre otros.
- Actividad económica y comercio: Se deberán identificar las principales actividades económicas de la zona, por ejemplo, industrias y comercio.
- Caracterización demográfica, socioeconómica y cultural: Corresponderá caracterizar a la demografía general de la zona de estudio, grupos etarios, población con discapacidad, condiciones económicas, pobreza por ingresos y pobreza multidimensional, condiciones culturales de la zona, su origen, pueblos originarios, comportamientos, condiciones de habitabilidad, entre otros.
- Geografía y climatología: Caracterización general de la zona distinguiendo aspectos tales como: clima, pluviometría, geografía, temperatura, viento, suelo, entre otros.
- Planificación territorial: Identificar las condiciones de regulación territorial actual, tales como: Plan Regulador Regional, Plan Regulador Comunal y Plan de desarrollo Comunal (PLADECO).
- Condiciones ambientales: Identificar las condiciones sanitarias del suelo, aire, entre otros.
- Amenazas en el territorio: Identificar las principales amenazas presentes en el territorio, ya sean amenazas naturales o antrópicas. Además, se deberán identificar la disponibilidad de herramientas de gestión del riesgo en el territorio, tales como: el Plan de Emergencia Comunal (PNE), protocolos de emergencia, planes de riesgo, plan comunal de protección civil, entre otros.

Determinada el área de estudio, se define el **área de influencia**, que tiene por objetivo establecer el área donde el problema afecta directamente a la población. Esta superficie puede ser igual al área de estudio o un subconjunto de ella.

⁵ Naciones Unidas (2005). "Metodología General de Identificación, Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública"



7.1.3 Población objetivo actual y proyectada

Para determinar la población objetivo se deberán seguir los siguientes pasos:

Paso 1: Identificar la población de referencia

La **población de referencia** corresponde a la población total del área de influencia, es decir, a toda la población involucrada con el problema identificado.

Paso 2: Identificar la población afectada

La **población afectada** corresponde a la población que presenta el problema detectado. Debe ser caracterizada la población según sus condiciones culturales, rango etario, género, pueblos originarios y presencia de minorías.

Paso 3: Identificar la población objetivo y población postergada

La **población objetivo** corresponde a toda aquella población que está afectada por el problema identificado y que será beneficiada por el proyecto.

Para el caso de iniciativas de inversión para gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables, la definición de población objetivo depende de la problemática identificada y localización.

La identificación de la población objetivo deberá considerar la descripción de, al menos, los siguientes aspectos:

- Descripción etaria
- Nivel de educación de la población
- Proporción de la población con empleo
- Ingreso medio
- Población en pobreza por ingreso y multidimensional
- Informalidad del empleo y principales oficios

La **población postergada** corresponde a toda aquella población que está afectada por el problema identificado, pero que, no será beneficiada por el proyecto.

El Diagrama N°3 indica la población de referencia, afectada, objetivo y postergada (ver ejemplo en Anexo N°3).



Diagrama N° 3. Identificación de Población de referencia, afectada, objetivo y postergada

POBLACIÓN DE REFERENCIA

Corresponde a la población total que conforma el área de influencia, es decir, a toda la población involucrada con el problema identificado.

POBLACIÓN NO AFECTADA

Corresponde a la población no afectada por el problema identificado.

POBLACIÓN AFECTADA POSTERGADA

Corresponde a la población que está afectada por el problema identificado, pero que no será atendida por la iniciativa de inversión o proyecto integral.

POBLACIÓN OBJETIVO

Corresponde a toda aquella población que es afectada por el problema identificado y será atendida por el proyecto, ya sea una iniciativa individual o un proyecto integral.



Paso 4: Proyección de la población objetivo

Para estimar la proyección de la población, se debe considerar el Censo Población vigente, publicado por el Instituto Nacional de Estadística (INE)⁶, la población flotante y la tasa de crecimiento para la estimación de la proyección. Para esto, se podrá considerar información estadística disponible a escala de manzana censal⁷. Cuando no se cuente con información actualizada en INE, entonces la estimación de la proyección de la población objetivo estará dada por el resultado de la siguiente ecuación (ver ejemplo en Anexo N°3):

$$P_t = P_0 * (1 + TC)^t$$

Donde,

P_t =Población Proyectada al año t (habitantes)

P_0 = Población actual (habitantes)

TC = tasa de crecimiento porcentual de la población (%)

t= año

7.1.4 Análisis de la Demanda Actual y Proyectada (ton/año)

El análisis de la **demanda actual** se efectúa a nivel territorial, reconociendo los límites territoriales geográficos y administrativos de atención del área de influencia, donde se focalizará la prestación del

⁶ Resultados Censo 2017 disponible en: <http://www.censo2017.cl/descargue-aqui-resultados-de-comunas/> y proyección de la población, disponible en: <https://www.inec.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion>

⁷ <https://stat.inec.cl/Index.aspx>



servicio de recolección, valorización y disposición final (eliminación). El análisis de demanda consta de los siguientes pasos:

- Paso 1: Estimación de la generación de residuos sólidos domiciliarios y asimilables
- Paso 2: Caracterización de residuos
- Paso 3: Estimación de la demanda actual y proyectada

Paso 1: Estimación de la generación de residuos sólidos domiciliarios y asimilables

La estimación de la demanda actual considera la identificación de la cantidad de personas generadoras de residuos sólidos domiciliarios, además de los recintos comerciales e industriales que generan residuos sólidos asimilables, y la superficie de parques, jardines y áreas verdes en general.

Considerando la caracterización de la población de referencia, se estima la generación total de residuos domiciliarios y la tasa de producción per cápita (kg/hab/día), según la estadística disponible en el Registro del Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) del Ministerio del Medio Ambiente, en el último catastro publicado por la Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE), complementando con información disponible del municipio.

Se deberán incorporar al análisis del manejo de residuos la existencia de microbasurales⁸, su ubicación, tamaño y composición, de acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), complementada con los registros municipales.

Cuando una localidad no cuente con registros o estos no sean representativos, se podrá considerar las estimaciones de tasa de producción per cápita (kg/hab/día) dependiendo del tamaño de la unidad territorial y nivel socioeconómico o empleando información de una localidad similar.

Paso 2: Caracterización de residuos

La **caracterización de los residuos** corresponde "a un conjunto de acciones que se desarrollan en base a una metodología de recolección de datos para determinar la composición y propiedades de los residuos sólidos municipales (RSM) en una determinada localidad, en un tiempo determinado y se basan en el análisis físico de una cantidad determinada de residuo" (NCh 3321, 2013) debe contemplar su origen, comercial y/o residencial, y tamaño de la población atendida. Además, se debe especificar la composición⁹ orgánica de los residuos, distinguiendo la sección orgánica, reciclable y descartable. Para esto, el formulador podrá emplear información bibliográfica de fuentes secundarias o mediante un muestreo para clasificar la composición de los residuos, especialmente, cuando se trate de instalaciones de valorización energética,

⁸ Un microbasural corresponderá a todo aquel punto de acumulación de restos de basura y/o escombros esparcidos o concentrados en el espacio público de manera permanente, eventual o intermitente.

⁹ Componente del residuo: categoría del residuo, compuesto de materiales similares respecto de sus propiedades físicas (Nch 3321, 2013).



las que requieren de información y certeza sobre la cantidad de residuos orgánicos, residuos reciclables y no reciclables, además de testear su calidad y poder calorífico.

En proyectos de valorización energética, será necesario conocer la sección de residuos que podrá ser valorizada y su contenido calórico (para el análisis del contenido calórico ver Capítulo 8.3 Identificación y cuantificación de Beneficios).

$$\mathbf{Dda_RV} = \sum_{i=1}^i \mathbf{RV}_i - \sum_{n=1}^n \mathbf{RVN}_n$$

Donde,

Dda_RV= Demanda total de residuos valorizables (ton/año)

RV_i= Residuos totales (ton/año), siendo i, tipo de residuo valorizable.

RVN_n = Residuos no valorizables (ton/año), siendo n tipo de residuo no valorizable.

Paso 3: Estimación de la demanda actual y proyectada

La proyección de la demanda deberá considerar el crecimiento del tamaño de la población según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Así, en el caso de los residuos de origen residencial y comercial, su tasa de crecimiento dependerá principalmente del crecimiento de la población y condición socioeconómica. Finalmente, la evolución de los residuos industriales dependerá del crecimiento que experimente la actividad industrial en la localidad.

La estimación de la demanda deberá considerar otros aspectos relevantes que puedan influir en el crecimiento de la población en estudio, tales como:

- Planes de construcción de nuevas viviendas que impliquen un aumento de la población en el sector
- Efecto de campañas de educación ambiental o de reciclaje en origen
- Segregación de residuos orgánicos y reciclables en origen

La estimación de demanda tendrá que profundizar en la caracterización de los residuos, aspecto fundamental para decidir la alternativa de solución más adecuada para cada territorio (ver Anexo N°4).

En caso de que corresponda, el formulador deberá prever cambios legislativos que puedan afectar directamente las características, estándares u otro relacionados con recintos para la gestión integral de residuos.

Proporcionalidad del análisis de demanda actual y proyectada

La profundidad del análisis de demanda actual y proyectada dependerá de la etapa a la cual postula la iniciativa de inversión, según lo siguiente (ver Tabla N°2):



Tabla N° 2. Profundidad de análisis de demanda actual y proyectada

Etapa de manejo de Residuos	A etapa de prefactibilidad, de factibilidad y de diseño	A etapa de ejecución
a) Prevención, separación en origen, recepción, almacenamiento, recolección de residuos		-Registro del Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) -Caracterización de residuos (fuente secundaria)
b) Valorización y eliminación de residuos	-Registro del Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) -Caracterización de residuos (fuente secundaria)	-Registro del Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) -Caracterización de residuos (fuente primaria)
c) Valorización energética	-Registro del Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) -Caracterización de residuos (fuente secundaria) Contenido calórico de los residuos (fuente secundaria)	-Registro del Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) -Caracterización de residuos (fuente primaria) Contenido calórico de los residuos (fuente primaria)

Toda instalación de reciclaje a escala local, tales como plantas de compostaje barrial o comunal deberá considerar la profundidad de análisis señalada en el literal a) de la tabla anterior.

7.1.5 Oferta actual (ton/año) y proyectada

El **análisis de la oferta actual y proyectada** tiene por objetivo estimar la capacidad instalada del servicio en el área de influencia, mediante la identificación de infraestructura existente, equipos y equipamiento, estándar de servicio, capacidad de los recintos, tipo de administración, personal, asignaciones y estado de conservación de la infraestructura, vida útil remanente de cada tipo de solución o proyecto según etapa de la jerarquía de manejo de residuos, y antecedentes técnicos como volumen actual acumulado en cada componente, existencia de drenajes de agua y gases, evidencia de lixiviados.

El análisis de proyectos individuales e integrales deberán **analizar el manejo de residuos a escala territorial** e identificar todos los establecimientos de residuos en el área de influencia (públicos y privados), indagando en el tipo de servicio entregado, cantidad recepcionada, pretratada, valorizada y/o enviada a disposición final. Además, debe establecer el cumplimiento de todas las normas, identificando las carencias sanitarias, ambientales, técnicas y operacionales actuales.

Para efectuar una estimación apropiada de la oferta actual de la infraestructura, el formulador deberá analizar el último Informe del Estado del Medio Ambiente emitido por el Ministerio del Medio Ambiente, la



información disponible en el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)¹⁰ del Ministerio del Medio Ambiente, el último catastro de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD), publicado por la Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE) e información disponible en el municipio. Lo anterior permitirá verificar la capacidad instalada para el manejo de residuos, caracterizando el tipo de residuos que maneja y los servicios ofertados. Esto se complementa con información disponible por el formulador (sumado a visitas a los centros ubicados en el área de influencia) verificando en terreno la capacidad efectiva de los recintos instalados y capacidad óptima de funcionamiento.

La profundidad del análisis de capacidad instalada dependerá de la etapa a la que postule la iniciativa de inversión, según lo siguiente:

- **A etapas de prefactibilidad y de factibilidad.** Identificar la capacidad instalada de acuerdo con información secundaria disponible.
- **A etapas de diseño y de ejecución.** Estimar la capacidad instalada efectiva, considerando la información levantada en etapas anteriores y verificando en terreno la capacidad instalada efectiva para el manejo de residuos. En esta etapa se deberá considerar la tramitación de proyectos en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), solicitud de permisos de edificación en Direcciones de Obras Municipales, proyectos de valorización financiados por Corfo u otro.

7.1.6 Estimación Déficit Actual y Proyectado (ton/año)

El déficit proyectado (ton/año) se estima como la diferencia entre la demanda y la oferta (capacidad instalada) proyectada al año 20 (ton/año), considerando la gestión¹¹ de residuos domiciliarios y asimilables desde su origen (domicilio o comercio) hasta su valorización y/o eliminación, durante la proyección de vida útil del proyecto.

7.2 Optimización de la Situación Base

El análisis de la situación base optimizada tiene por objetivo evitar sobredimensionar los beneficios de la alternativa de solución mediante la identificación de **medidas de gestión de bajo costo** que permitan mejorar la calidad o cobertura de la producción del servicio actual, eliminando parcial o totalmente el problema identificado. Estas medidas permitirán disminuir parte del déficit calculado, por lo tanto, la dimensión y costos del proyecto puede ser menor que los estimados originalmente. Algunas medidas de gestión para la optimización de la situación base son las siguientes:

¹⁰ Considerar que la información contenida en el RETC está desfasada en un año a lo menos, por lo tanto, proyectos que postulen a etapas de diseño y ejecución deberán complementar esta información con información de las Municipalidades, SUBDERE o terreno.

¹¹ Incluso para proyectos intermedios se deberá revisar el proceso de gestión completo, pues cuando se da el caso de que el problema se puede resolver con una iniciativa de inversión en uno de los eslabones del proceso, este no tiene sentido sin toda la cadena de valor, por lo que debe verificarse la coherencia con todo ese ciclo.



- Optimizar costos de operación y mantenimiento
- Optimizar requerimientos de personal, según día y horario
- Optimizar o adecuar el uso de espacios comunes e individuales
- Instalar tecnología de monitoreo de bajo costo
- Habilitar o ampliar recintos en funcionamiento

Otras medidas de gestión de menor escala que podrán ser consideradas en la optimización de situación actual corresponden a: Modificaciones en Ordenanzas Municipales para fomentar la segregación.

Las medidas de gestión deben cumplir con todos los requerimientos de la normativa actual y estándares establecidos según tipo de infraestructura. En este contexto, la situación base, eventualmente podría no ser susceptible de optimización.

7.3 Análisis de Alternativas

El análisis de alternativas de solución deriva de una buena identificación del problema, sus causas y efectos, que conllevan a la definición de objetivos. Una vez que se ha optimizado la situación base, se deberán configurar alternativas de solución que permitan mitigar el problema y el déficit detectado.

Planteado el objetivo, se analizan las alternativas de solución. No todas las alternativas de solución identificadas podrán ser llevadas a cabo, debido a su complementariedad y/o exclusión. Por ejemplo, la construcción de un nuevo recinto podría contribuir de igual manera a la solución del problema que una ampliación de un recinto.

De acuerdo con el proceso (construcción, reposición, ampliación u otro), cada alternativa de solución deberá identificar los siguientes aspectos:

Tabla N° 3. Aspectos a considerar en Alternativas de Solución.

Aspecto	Identificar	Objetivo
Capacidad (ton/año) - Tamaño proyecto (m3)	¿Cuál será su capacidad?	Determinar el tamaño, según la oferta y demanda actual y futura durante la vida útil del proyecto.
Localización	¿Dónde se localiza?	Determinar la mejor ubicación territorial de la solución, distinguiendo al menos los siguientes aspectos: Uso de suelo, según instrumento de planificación territorial, vías de accesos, terrenos fiscales o privados disponibles, tamaño del recinto, cercanía y desarrollo urbano, otros establecimientos existentes, factibilidad de suministro de servicios básicos, clima, riesgo de desastres, factores socioambientales, locomoción, entre otros.



Aspecto	Identificar	Objetivo
Tecnología/diseño	¿Cómo se solucionará el problema identificado?	Se determina el tipo de solución según estándares técnicos del sector, considerando aspectos relacionados con sistema constructivo, equipos, background cultural de la población respecto al tema medioambiental, entre otros.

Todas las alternativas de solución identificadas deberán responder a la misma problemática, dando solución a la población objetivo predefinida.

7.3.1 Tamaño de la iniciativa

El tamaño de la iniciativa debe responder el déficit identificado, en principio, y estará condicionado al sitio o lugar físico donde se ejecutará la instalación.

Para el caso de proyectos de **disposición final**, el tamaño de la iniciativa dependerá directamente de los siguientes parámetros:

- i) **Generación total** anual para el horizonte a evaluar, expresado en ton/año.
- ii) **Recubrimiento diario de los residuos**. Entre un 10% a un 20% del volumen de residuos a disponer.
- iii) **Vida útil de la instalación**. Demanda acumulada y densidad de compactación, expresado en ton/m³.
- iv) **Método de relleno**. El cual determina la altura del talud. Para este caso generalizado se ha considerado un talud de 1:3.
- v) **Método de área**. Altura del relleno. Determinado por las condiciones geotécnicas de estabilidad del talud del relleno sanitario.

Para iniciativas de **recepción, almacenamiento y valorización**, el tamaño dependerá de la demanda asociada a la iniciativa, que deberá ser analizado independientemente en cada caso, según la demanda y escasez de los servicios relacionados con la oferta.

7.3.2 Criterios de localización

Consideraciones de Instrumentos de Planificación Territorial y Cumplimiento de la Legislación Ambiental y Sanitaria

La selección de alternativas de solución deberá estar en concordancia con los instrumentos de planificación territorial mandatorios a nivel comunal y regional.



- Las iniciativas relacionadas con el manejo de residuos deberán analizar al menos lo siguiente: Proximidad a viviendas, aeropuertos, terrenos aluviales, zonas de fallas geológicas, zonas inestables, aspectos socioambientales, entre otras. Asimismo, deberá cumplir con la normativa actual detallada en el Decreto N°725 [con fuerza de ley]. Código sanitario. 31 de enero 1968, Decreto N° 189 del 2008 [Ministerio de Salud; Subsecretaría de Salud Pública]. Aprueba Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios. 5 de enero de 2008, la Ley N°19.300 de 1994. Aprueba Ley sobre Bases generales del Medio Ambiente. 9 de marzo de 1994, Decreto N°40 de 2013 [Ministerio de Medio Ambiente]. Aprueba reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. 12 de agosto de 2013, Ley N° 21.074 de 2018. Fortalecimiento de la regionalización del país. 15 de febrero 2018 o la normativa vigente.

Para definir la localización adecuada de un recinto, es importante tener en cuenta lo siguientes dos criterios:

- Maximizar la captación de la demanda potencial
- Minimizar el costo de operación (transporte, tratamiento, transferencia y disposición final)

Para ello, será necesario disponer de un plano de la zona que considere los terrenos disponibles y su accesibilidad, como también la ubicación de establecimientos escolares existentes, densidad de viviendas, etc. Para facilitar este proceso, el formulador podrá emplear recursos como *Google Earth*, *Google Maps*, *ArcGis*, *QGIS* u otro.

Consideración de Riesgo de Desastre y Cambio Climático

La selección de alternativas de solución deberá adicionar al análisis de localización todas las condiciones establecidas en la Metodología Complementaria para la Evaluación de Riesgo de Desastres de Proyectos de Infraestructura Pública y en el Manual de Escalas para la Cuantificación del Riesgo de Desastres de Proyectos de Infraestructura Pública, para evaluar el riesgo de desastres de dichas alternativas, respecto a las amenazas de inundación por tsunami, incendios forestales, erupciones volcánicas y remoción en masa.

7.3.3 Tecnología

Se contempla dentro de este criterio los aspectos tecnológicos que pueden implicar cambios en las alternativas de solución, incluso, podrían impactar el tamaño del área de disposición final o tamaño de iniciativas intermedias para la gestión de residuos.

Determinado el tamaño y localización del proyecto, se define el tipo de solución, considerando aspectos como materialidad, equipos convencionales, personal y otros recursos necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación, de acuerdo con lo indicado en el programa arquitectónico.

7.4 Configuración de alternativas de proyectos integrales

La configuración de alternativas de solución deberá promover la jerarquía de manejo y gestión de residuos y, que en conjunto, generen sinergia y complementariedad para enfrentar de manera más efectiva y eficaz la problemática identificada.



Para la conformación de alternativas de solución se deberán identificar todas las acciones complementarias, es decir, aquellas que generen mayores beneficios que individualmente. Por ejemplo, efectuar una acción de segregación diferenciada de residuos orgánicos y otra acción de desarrollo de una planta de compostaje municipal. En este caso, ambas iniciativas se complementan y en conjunto, generan mayor eficiencia en la gestión de residuos.

Por otra parte, se deberán indicar las acciones que no puedan ser llevadas a cabo al mismo tiempo, por ejemplo, si un municipio decide efectuar recolección diferenciada de residuos orgánicos entonces será excluyente realizar recolección no diferenciada, ya que será poco factible efectuar ambas acciones al mismo tiempo en un mismo territorio.

Para identificar las acciones que contribuyan a promover la jerarquía de manejo de residuos se recomienda responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de acciones son posibles de implementar para solucionar la problemática identificada y que promuevan la jerarquía de manejo de residuos?
- ¿Las acciones identificadas solucionan el problema detectado?
- ¿Las soluciones identificadas son complementarias en la práctica?
- ¿Cuáles son las soluciones que pueden ser implementadas en la práctica?

Una vez respondidas las preguntas, se recomienda construir una tabla con las acciones complementarias factibles a ser implementadas, con el propósito de conformar las alternativas de solución factibles.

Los pasos generales a seguir en la identificación de acciones para el manejo y gestión de residuos son los siguientes:

Paso N° 1: Enumerar los tipos de acciones pertinentes y factibles para una gestión de residuos.

Paso N° 2: Categorizar acciones complementarias y excluyentes.

Paso N° 3: Obtener alternativas de solución para la gestión de residuos agrupadas, contemplando las opciones de acciones complementarias.

Paso N° 4: Seleccionar alternativas factibles de implementar, desde el punto de vista técnico.

Por ejemplo, la Tabla N°4 indica opciones de solución integrales factibles para abordar la problemática de disposición de residuos sólidos en una localidad.



Tabla N° 4. Ejemplo de configuración de alternativas de solución.

Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Acciones complementarias: 1. Recolección no diferenciada o mixta 2. Puntos limpios 3. Programa de capacitación y/o difusión 4. Relleno sanitario	Acciones complementarias: 1. Recolección diferenciada 2. Planta de transferencia 3. Programa de capacitación y/o difusión 4. Relleno sanitario	Acciones complementarias: 1. Recolección no diferenciada o mixta 2. Valorización energética 3. Relleno sanitario	Acciones complementarias: 1. Recolección no diferenciada o mixta 2. Planta de transferencia 3. Relleno sanitario

Una vez configuradas las alternativas de solución, el formulador deberá analizar su estructura de costos, tamaño y capacidad conjunta.

7.5 Participación ciudadana en la configuración de alternativas de solución

Para lograr con éxito una configuración de alternativas de solución acorde a la problemática actual de valorización o eliminación de residuos, se debería contar con participación de la sociedad civil en el proceso de análisis de la problemática territorial y en la definición de alternativas de solución. Este proceso puede ser acompañado con capacitaciones de educación ambiental¹² y trabajo participativo con las comunidades.

La incorporación de un proceso de participación ciudadana tiene por propósito generar soluciones en conjunto con la comunidad. Este proceso permitirá identificar de mejor manera las externalidades de alternativas de solución.

Buscar alternativas de solución que faciliten la coexistencia de proyectos¹³ orientados a enfrentar la problemática de valorización o eliminación de residuos, y que permitan minimizar las externalidades negativas, a través de medidas de mitigación o compensación, mediante la entrega de otros servicios urbanos orientados a mejorar el acceso y cobertura en la zona proyectada para el emplazamiento del proyecto de inversión, las que podrán convertirse en soluciones sostenibles y aceptadas por la comunidad.

La participación ciudadana deberá contemplar a todo aquel actor que pueda ser afectado positiva o negativamente por el proyecto. Para esto, podrán ser convocados representantes de grupos de interés, siendo relevante considerar al menos a las juntas de vecinos, organizaciones comunitarias, empresas, municipio, entre otros. Se recomienda emplear un análisis de involucrados¹⁴, con el propósito de identificar a todos los actores relevantes del territorio que puedan verse afectados por el proyecto.

¹² Corresponde al proceso de participación ciudadana temprana.

¹³ Proyectos sometidos al SEIA, considera el derecho a la participación ciudadana, según lo estipula el párrafo 3 de la Ley 19.300 y el artículo 94 del reglamento del SEIA.

¹⁴ Para mayor información sobre el análisis de involucrados, revisar el siguiente documento: Naciones Unidas (2005). "Metodología General de Identificación, Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública"



Se sugiere que los acuerdos que sean tomados en las jornadas de participación ciudadana sean considerados en el diseño final de la alternativa de solución.

La participación ciudadana constituye un proceso de información y educación que debería iniciar en fase de preinversión (participación temprana), a partir de la idea de proyecto o alternativa de solución, hasta la etapa de ejecución de la alternativa seleccionada. Durante este proceso se deberá socializar la problemática y acciones necesarias que contribuyan a resolver el problema en cuestión.

Se recomienda incorporar procesos de participación temprana (desde la etapa de preinversión), en los Consejos de la Sociedad Civil como mecanismo de participación ciudadana de carácter consultivo y democrático, con dependencia directa del Gobernador Regional, en el marco de la Ley 21.074.



8 EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS

El presente capítulo aborda aspectos elementales a considerar en la evaluación social de iniciativas de inversión para el manejo o gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables.

La evaluación social de proyectos permite estimar el efecto que tendrá un proyecto en el bienestar de la sociedad, valorando sus costos y beneficios. El Sistema Nacional de Inversiones (SNI) utiliza dos tipos de análisis para la evaluación: 1. Análisis costo beneficio y 2. Análisis costo eficiencia. Para el caso de iniciativas de inversión para el manejo de residuos, deberá ser comparada la situación actual (sin proyecto) versus la situación con proyecto, ambas proyectadas en el horizonte de evaluación (para mayor detalle, ver Capítulo 8.5 Indicadores Económicos y Criterios de Decisión).

8.1 Modelo de gestión

El modelo de gestión corresponde al modo en que cada proyecto efectúa el proceso de producción durante su operación (ver Capítulo 5)



PROCESO DE GESTIÓN), mediante servicios para la gestión de residuos, los que requerirán: recursos humanos, equipamiento, insumos, áreas o infraestructura, entre otros; necesarios para su producción, para asegurar su óptimo funcionamiento y, determinación del tamaño del sitio de disposición final.

El modelo de gestión deberá dar cuenta de los contratos suscritos o por suscribir con el o los municipios, empresas encargadas de la recolección, transporte y disposición de residuos.

La construcción de un proyecto individual o integral de gestión de residuos deberá detallar el proceso de gestión desde el origen hasta la disposición final, **describiendo en cada subproceso la cantidad de residuos gestionados en este, la necesidad de equipamiento, insumos y recursos humanos para su óptimo funcionamiento** (ver Capítulo 0



PROCESO DE GESTIÓN).

8.1.1.1 **Oferta de servicios**

La gestión de residuos revisa la ejecución de varios servicios relacionados, que en conjunto, y de manera coordinada, permiten una gestión efectiva y eficiente de los residuos a nivel territorial. Aún cuando la alternativa este orientada en un subproceso específico, este genera un efecto en otros subprocesos, por lo que debe ser revisado todo el proceso de gestión de residuos (ver Capítulo 0



PROCESO DE GESTIÓN)

Los principales servicios involucrados en el proceso de gestión de residuos son:

- Servicio de recolección diferenciada o no diferenciada
- Servicios intermedios de acumulación
- Servicios de reciclaje y valorización de residuos
- Servicio de disposición final
- Servicio ambiental para la rehabilitación del suelo y cierre

El proyecto de gestión integral de residuos deberá indicar los servicios vinculados a la gestión de residuos, desde el origen hasta disposición final, cuando se trate de un proyecto que involucre el proceso completo de gestión de residuos, o desde origen hasta su valorización, cuando se trate de componentes de gestión de residuos intermedios entre la recolección en origen y disposición final.

8.1.1.2 Equipamiento, Equipos y Vehículos

El equipamiento dispuesto para el proceso de gestión de residuos debe cumplir con requerimientos técnicos para su óptimo funcionamiento, según aspectos tecnológicos, procesos y requerimientos para el recurso humano.

8.1.1.3 Recursos Humanos

Todo proyecto de inversión deberá incorporar en la elaboración y definición del modelo de gestión, el requerimiento de recursos humanos para cumplir con un estándar de servicio. Para esto, el formulador deberá considerar los servicios programáticos que deberán ser considerados en el manejo y gestión de residuos, el personal administrativo requerido para su buen funcionamiento y deberá definir los cargos y las funciones que cumplirá en el proyecto.

8.1.2 Programa arquitectónico

Identificadas todas las iniciativas de inversión a ser consideradas en el manejo y gestión integral de residuos, que conforman el proyecto integral¹⁵, se debe analizar la estructura del programa arquitectónico de los distintos componentes de infraestructura.

El programa arquitectónico debe responder a los requerimientos de recursos humanos, funciones, oferta de servicios y población objetivo a ser atendida. Lo anterior, permitirá determinar el tamaño y necesidad

¹⁵ Proyecto integral: Cartera de proyectos o conjunto de iniciativas de inversión (proyectos, programas y estudios de inversión) que promueven la jerarquía de manejo y gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables.



de cada componente que conforma el proyecto de residuos, considerando la normativa vigente¹⁶ y marcos regulatorios para su edificación, como aspectos de género y accesibilidad universal que deben ser incorporados al diseño definitivo del proyecto. Esto último, especialmente, cuando se trate del componente de puntos limpios.

8.2 Identificación de Costos

8.2.1 Costos de operación y mantenimiento

Los **costos de operación** corresponden a todos aquellos necesarios para el correcto funcionamiento de la infraestructura en etapa de operación. Los **costos variables** corresponden a todos aquellos necesarios para la óptima atención de la población objetivo, tales como, todos aquellos requerimientos de insumos, recursos humanos y materiales, entre otros. Mientras que los **costos fijos** corresponden a todos aquellos necesarios independientemente de la población objetivo atendida, tales como recursos administrativos.

Por otra parte, dentro del **costo de mantenimiento** se consideran todas aquellas acciones efectuadas con el fin de mantener en un nivel de funcionamiento adecuado, la infraestructura, mobiliario y equipos, mediante el mantenimiento rutinario y periódico, por ejemplo, cambio de repuestos, arreglos menores, entre otros.

Tabla N° 5. Costos de operación anuales.

Ítems	Cantidad	Precio unitario	Total
(1) Costos de operación (1.1)+ (1.2)			
(1.1) Costos Variables			
- Materiales de uso corriente			
- Combustible			
- Textiles, vestuarios y calzado			
- Alimentos y bebidas			
- Profesionales y técnicos			
(1.2) Costos Fijos			
- Administración (recursos humanos)			
- Servicios básicos (luz, agua, gas, telefonía)			
Servicios Generales (pasajes, bodegajes, otros)			
(2) Costos de mantenimiento (2.1) + (2.2)			
(2.1) Mantenimiento y reparación de equipos			

¹⁶ D.S 189, 2005. Reglamento de Rellenos Sanitarios. Disponible en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=268137>



Ítems	Cantidad	Precio unitario	Total
(2.2) Mantenimiento y reparación de infraestructura (pintura, reparaciones, entre otros)			
Total Costos operación y mantenimiento (1) + (2)			

8.2.2 Costo de Inversión y Reinversión

El **costo de inversión** corresponderá a todos los recursos financieros necesarios para que el proyecto sea ejecutado y puesto en marcha, e incluye la adquisición del terreno, equipos, equipamiento, obras civiles, instalación de servicios básicos, expropiaciones, consultorías, capacitaciones o acciones de difusión vinculadas al incremento de productividad del proyecto.

El **costo del terreno** corresponderá a la adquisición de la propiedad donde se ejecutará el proyecto. Si el servicio ya cuenta con un terreno, deberá valorizarse, considerando su costo alternativo empleando un análisis de transacciones en el sector a través del Conservador de Bienes Raíces o por tasación comercial. Podrá ser empleado la tasación fiscal cuando este sea mayor al valor comercial del terreno.

El monto de **reinversión** corresponderá a las reposiciones que sean necesarias para continuar el buen funcionamiento del proyecto durante su operación. Se considera dentro de los ítems de reinversión acciones asociadas a reparaciones mayores de la infraestructura, adquisición de equipos y equipamiento por término de su vida útil, entre otros. El formulador deberá incorporar dentro del flujo, la vida útil de los bienes adquiridos, los montos de las reinversiones en que deberá incurrir durante la operación del proyecto, de acuerdo con el horizonte de evaluación establecido.

8.2.3 Costos de Mitigación

Corresponderá a todos los costos asociados a reducir los posibles impactos ambientales que generará el proyecto, según lo dispuesto por Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)¹⁷ del Ministerio del Medio Ambiente, a través de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o un estudio de impacto ambiental (EIA). Esto implica considerar los costos de tramitación sumada a todas las obligaciones que sean definidas en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) de la iniciativa de inversión. El Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental está disponible en el sitio web del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), www.sea.gob.cl.

Iniciativas que no requieran someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), no podrán cargar eventuales costos de medidas de impactos ambientales.

¹⁷ Ley 19.300, sobre las bases generales del Medio Ambiente, disponible en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30667&idParte=0&idVersion=>; y Decreto 40, aprueba reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental, disponible en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1053563>



8.3 Identificación y cuantificación de Beneficios

Las iniciativas de inversión formuladas para la gestión integral de residuos sólidos domiciliarios y asimilables deberán identificar los beneficios, independiente si estos pueden o no ser cuantificados, tales como beneficios por reducción de morbilidad, reducción de contaminación local, reducción de mal olor, entre otros.

En el flujo de la evaluación económica se podrá incorporar la cuantificación de beneficios asociados a la producción de energía, suelo en formato de compost y materiales para reciclaje o reutilización, enmarcados en la Ley REP.

- a) **Consumo o ahorro de energía.** Corresponderá al producto del precio social de la energía (ver Anexo N°5) por kilo watt-hora y la cantidad de energía calórica generada por hora (térmica y/o eléctrica). En mercados competitivos el precio de mercado refleja el precio social de bienes o servicios.

$$\text{Val}_{\text{energía}} = \text{PE} * \text{QEn}$$

Donde,

Val_{energía}= Cuantificación de beneficios por generación de energía.

QEn= Cantidad de energía generada en kWh.

PE= Precio Energía kWh.

La estimación de la cantidad de energía generada anualmente proviene de la estimación de demanda y cantidad de energía calórica que es transformada en el proceso de valorización. La transformación de energía calórica a Kw-hora

$$\text{QEn} = * \sum_{i=1}^i \text{RV}_i * \text{K}_i$$

Donde,

QEn = Cantidad de energía generada

RV_i = Cantidad de residuos valorizables, siendo i, tipo de residuo.

K_i= Coeficiente de transformación en kWh, siendo i, el tipo de residuo.

Para alternativas de solución orientadas a la generación de energía se deberá estimar la cantidad de energía potencial de los residuos generados de un determinado territorio. Para esto, se debe analizar la capacidad calorífica de los residuos a través de muestreo.



- b) **Consumo o ahorro en la producción de compost.** Corresponderá al producto del precio de mercado del compost¹⁸ llevado a precios sociales. En mercados competitivos el precio de mercado refleja el precio social de bienes o servicios.

Este tipo de valorización proviene directamente de la sección orgánica de residuos que son transformados en compost. Dicha transformación puede ser efectuada en origen, a través de la segregación de los residuos en el mismo domicilio o, eventualmente, efectuar la segregación al momento de la recolección, segregando por tipo de comercio o industria. Por ejemplo, para recolección de residuos de ferias libres, podas o eliminación de residuos de empresas silvoagropecuarias.

$$\text{Val}_{\text{compost}} = \text{Pcomp} * \text{Fcomp} * \text{Qcomp}$$

Donde,

Val_{comp}= Cuantificación de beneficios sociales por venta de compost.

Qcomp= Cantidad de materia orgánica que es transformada como compost en toneladas métricas.

Pcomp= Precio Compost en toneladas métricas.

Fcomp= Factor de transformación de residuos orgánicos a compost.

La estimación de la cantidad de compost proviene de la aplicación de un factor de transformación de orgánicos a compost, que varía entre un 30% a un 35% de materia orgánica original. Este factor deberá ser aplicado para la estimación de los beneficios asociados a la generación de compost (ver ejemplo en Anexo N°6).

- c) **Consumo de productos reutilizables o reciclaje no orgánicos.** Corresponderá al producto de la cantidad de residuos reutilizables y reciclables por el precio de mercado por tonelada de cada tipo de residuo, llevado a precios sociales. El precio de residuos reutilizables será igual al precio de mercado de un artículo de segunda mano (sin IVA). En el mercado de reutilización puede incluir productos prioritarios reutilizados, entre otros. (ver ejemplo en Anexo N°7).

$$\text{Val}_{\text{reciclable}} = \sum_{i=1}^j \text{Prec}_i * \text{Qrec}_i$$

Donde,

¹⁸ Proyectos de generadoras residenciales deberán cumplir con la norma Nch. Elec. 2/84 y con la Instrucción técnica n° 01/2019: procedimiento de comunicación de energización de generadoras residenciales.

“Compost: producto inocuo y libre de efectos fitotóxicos que resulta del proceso de compostaje. Está constituido principalmente por materia orgánica estabilizada, donde no se reconoce su origen, puesto que se degrada generando partículas más finas y oscuras. Puede ser almacenado, sin alteraciones ni tratamientos posteriores, bajo condiciones ambientales adecuadas” (INN, 2003). NCh 2880.c2003. Compost - Clasificación y requisitos. Disponible en: <http://www.ingeachile.cl/descargas/normativa/agricola/NCH2880.pdf>



Val_{reciclable}= Cuantificación de beneficios por reciclaje.

Qrec_i= Cantidad de toneladas recicladas del residuo i.

Prec_i= Precio residuo reciclable, siendo i, el tipo de residuo.

- d) Ahorro de costo por gestión integral de residuos (GIR).** Corresponderá a la sumatoria del costo por disposición de toneladas de residuos no dispuestas en el relleno sanitario, producto de la mejora en eficiencia de reducción de residuos, reutilización, valorización y reciclaje, sumado el ahorro generado por toneladas de residuos evitadas a ser transportadas por camiones de recolección¹⁹, lo cual genera un ahorro de los costos de operación del proceso de recolección (ver ejemplo en Anexo N° 8).

$$\text{Ahorro}_{\text{GIR}} = (\text{C}_{\text{dip}} + \text{C}_{\text{rec}}) * \text{disp_ev}$$

Donde,

Ahorro_{GIR}= Ahorro de costos por gestión integral de residuos.

disp_ev = Cantidad de toneladas evitadas a ser dispuestas en rellenos sanitarios.

C_{dip}= Costo por tonelada dispuesta en relleno sanitario²⁰.

C_{rec}= Costo por tonelada recolectada en origen²¹.

8.4 Cuantificación de Externalidades

Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

Corresponderá al beneficio o costo generado por la emisión de gases efecto invernadero asociados a la disposición final de residuos en rellenos sanitarios. Esta cantidad de residuos debería variar dependiendo de la gestión integral que sea efectuada a nivel territorial, y que implicaría una reducción o incremento de gases de efecto invernadero en comparación a una situación base optimizada que puede contemplar seguir con la solución actual de disposición final de residuos. Sobre esta situación se estima el diferencial de gases de efecto invernadero emitidos en la situación actual de la localidad donde será emplazada la solución para la gestión de residuos, considerando la alternativa de solución en términos de capacidad instalada, tecnología y localización.

¹⁹ Considere costos de operación y valor del tiempo asociado a transporte. Ver documento de precios sociales.

²⁰ Ver *Catastro RSD* (SUBDERE, 2017). Este costo de disposición refleja también el beneficio relacionado con extensión de la vida útil del relleno sanitario, producto de la menor intensidad de uso (toneladas dispuestas).

²¹ Incorporar costos de operación en transporte (combustible, neumáticos, mano de obra, etc.) y valor del tiempo. Ver documento de precios sociales en la página web del SNI.



$$\text{Val}_{\text{GEI}} = \text{PS}_{\text{CO}_2} * \Delta \text{GEI}$$

Donde,

Val_{GEI}= Cuantificación de beneficios o costos por emisiones de gases de efecto invernadero.

ΔGEI= Corresponde a la diferencia entre la cantidad de toneladas de Gases de Efecto Invernadero producidas por la optimización de la situación base y las generadas por el proyecto.

PS_{co2}= Precio Social del Carbono.

La cuantificación de emisiones debe ser efectuada empleando la metodología del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y disponibles en el sitio web de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (United Nations Framework Convention on Climate Change), en la sección de metodologías²².

La cuantificación de emisiones (QGEI) se debe efectuar según la tecnología de cada solución. Los tipos de solución descritos en esta metodología son: Disposición final en relleno sanitario, plantas de compostaje, soluciones anaeróbicas o tratamientos termoquímicos (incineración, pirólisis). Mayor información sobre los tipos de tecnologías según tipo de tecnología se debe consultar el estudio de "MRV: Programa de Residuos orgánicos para la mitigación y la competitividad" (PUCV, 2015).

8.4.1 Valor residual

En el último periodo de la estructura de flujos considerados en la evaluación económica social deberá incluirse el valor residual de los activos del proyecto, dado que estos seguirán teniendo una capacidad generadora de beneficios posterior al horizonte de evaluación, y es preciso reconocer esto. Este valor puede calcularse bajo el método contable al restar la depreciación acumulada al valor inicial de los activos o, alternativamente, bajo el método económico al estimar el valor de los flujos netos futuros que podría generar el proyecto a partir del último período del horizonte de evaluación. El primer método tiene la ventaja de ser conservador y sencillo en su aplicación, aunque debe utilizarse con precaución para aquellos activos que rápidamente caen en la obsolescencia (tecnología). Por su parte, el segundo método permite incorporar en el valor residual, proyecciones del aumento en el valor del activo (en términos reales) como podría ser el caso de bienes inmuebles. Tal como se señaló anteriormente, el método simplificado de estimación del valor residual es el contable. Bajo este método, el Valor Residual se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{VR} = \text{VT} + \text{VDI}$$

Donde,

VR = Valor Residual

²² Disponible en: [CDM: Methodologies \(unfccc.int\)](http://cdm.methodologies.unfccc.int)



VT = Valor del terreno²³

VDI = Valor depreciado del inmueble

Por su parte:

$$\mathbf{VDI = VC - DA}$$

Donde,

VC = Valor de costo inicial del activo

DA = Depreciación acumulada del activo

Este cálculo, sin embargo, al estar asociado al valor de costo de los activos, omite el valor adicional dada la capacidad generadora de beneficios netos del activo a lo largo de su vida útil residual. En dicho período los activos seguirán produciendo el nivel de beneficios netos al cual haya convergido durante los años del horizonte de evaluación, a la vez que se requerirán reinversiones en algunos de los activos para mantener ese flujo hasta su cierre.

Por lo tanto, **cuando la vida útil del proyecto supere el horizonte de evaluación, el valor residual podrá ser estimado a través del valor de continuidad operacional**, que corresponderá al flujo neto generado por el proyecto posterior al horizonte de evaluación, descontando las reinversiones en activos necesarias para mantener ese flujo neto. Esta opción puede ser considerada para valorar la ampliación de vida útil de un sitio de disposición a través de la instalación infraestructura intermedia o de valorización como se indicará más adelante.

$$\mathbf{VR = VT + \left(\frac{FN - CR}{r} \right)}$$

Donde,

VR= Valor Residual

VT= Valor del terreno

CR= Cuota de reinversión

FN= flujo neto

La cuota de reinversión corresponde a la suma de los costos anuales equivalentes (CAE) de los flujos de reinversiones en los activos que lo requieran durante la vida útil residual. Para calcular esta Cuota de

²³ El mayor valor que pueda tener el terreno al cabo del horizonte de evaluación no es un beneficio atribuible al proyecto, por lo cual, solo se considera su valor inicial.



Reinversión (CR) se podría utilizar la herramienta de cálculo dispuesta para estos efectos en la página web del S.N.I.

Cuando la proyección del beneficio neto anual futuro a lo largo de la vida útil residual de los activos conlleve una elevada incertidumbre, motivo por el cual se suele preferir la aplicación del método contable para estimar el valor residual de un proyecto.

En el caso particular de los proyectos de gestión de residuos sólidos podría generarse una liberación de activos en el año 0. Para efectos de considerar el valor de esta liberación es posible aplicar el criterio presentado anteriormente bajo el enfoque económico. Así, en el caso de la liberación de un terreno en la situación con proyecto, en relación con la situación sin proyecto, puede asignarse un valor económico realizando la estimación de flujos netos que se podrían generar en un **uso alternativo de ese terreno**. En estos casos, en particular, se acepta la aplicación del método económico con la debida justificación de los flujos netos empleados para la proyección.

Para los siguientes tipos de iniciativas, la estimación del valor residual podrá emplearse el método económico:

Tabla N° 6. Tipo de iniciativas de inversión que podrán emplear el método económico.

Valor Residual	TIPO DE INICIATIVA DE INVERSIÓN
Método Económico	Estación de transferencia o trasvase
	Rellenos sanitarios con operación mecánica y manual
	Planes de cierre de vertederos o basurales
	Normalización de vertederos

En el caso de la estimación de **beneficios por extensión de la vida útil de un relleno sanitario**²⁴ debido a un proyecto, podrá aplicarse la misma fórmula para valorizar ese beneficio, empleando para ello en el flujo neto el costo promedio de disposición de los residuos adicionales que podrá soportar el relleno.

8.4.2 Vida útil operacional

La vida útil operacional dependerá del tipo de instalación, de acuerdo con la vida útil normal de los bienes físicos (ver Anexo N°9), establecida por el Servicio de Impuestos Internos (SII) en la Resolución N°43, de 26-12-2002.

²⁴ La aplicación del método económico deberá considerar un flujo constante de costos y beneficios posterior al último año del horizonte de evaluación. Además, el beneficio podrá estimarse solo cuando se alcance una tasa de crecimiento constante, la cual no debe superar la tasa social de descuento.



Cada alternativa de solución deberá precisar el tipo de instalación principal, junto al equipamiento necesario para su operación y estimar el recambio como ítem de reinversión en el año correspondiente, y considerarlo en el flujo de costos del proyecto.

Por ejemplo, la vida útil de composteras y vermicomposteras será de 10 años, asimilable a bien físico según SII de estanques (q).

8.4.3 Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación de iniciativas de inversión para la gestión de residuos será de 20 años.

8.4.4 Corrección a Precios Sociales

En la evaluación socioeconómica deberán utilizarse precios sociales o los factores de corrección social. Los precios sociales se definen como el costo económico o de oportunidad de los bienes y servicios producidos y consumidos en la sociedad. En situación de equilibrio competitivo, el "costo de oportunidad" de los factores de producción es igual a su precio de mercado. No obstante, cuando los mercados presentan distorsiones es necesario incorporar en la evaluación social las correcciones correspondientes para determinar los verdaderos costos de oportunidad de los factores. El SNI actualiza e informa anualmente los diferentes precios sociales que son utilizados para incorporar dichos ajustes en la evaluación. En términos prácticos, la aplicación de los precios sociales se realiza según lo indicado en la tabla siguiente:

Tabla N° 7. Aplicación de los precios sociales.

Costos	Ajuste
Maquinarias, equipos e insumos nacionales	Descontar IVA y otros impuestos
Maquinarias, equipos e insumos importados	Descontar IVA, arancel y otros impuestos; aplicar el factor de corrección de la divisa.
Sueldos y salarios	Aplicar el factor de corrección de la mano de obra, para cada nivel de calificación.
Combustibles	Utilizar el Valor Social del Diesel o Gasolina.

8.4.5 Tasa Social de Descuento

Una tasa de descuento es aquella que se utiliza para actualizar o descontar los flujos futuros de un proyecto simulados para el horizonte de evaluación, con el fin de comparar su valor actual con el valor de la inversión, y decidir sobre la conveniencia del proyecto. Para la evaluación social de proyectos se utiliza la tasa social de descuento, que representará el costo alternativo que significa para el país destinar fondos al proyecto y no a su mejor uso alternativo.



8.5 Indicadores Económicos y Criterios de Decisión

Las iniciativas de inversión para la gestión integral de residuos se encuentran en una etapa incipiente en el país, con regulaciones recientes que están en etapa introductoria.

Como criterio general, para la evaluación social de un proyecto integral, se deberá construir un flujo de costos y beneficios consolidado, cuando corresponda, en donde cada una de las componentes ha sido a su vez optimizada desde la óptica de cada proyecto individual, para determinar sus indicadores de rentabilidad como un proyecto integral. Por este motivo, para la evaluación social de iniciativas de inversión **se deberá analizar la separabilidad de las iniciativas y evaluar**, en su propio mérito, cada una de manera independiente, cuando se trate de valorización de productos intermedios, tales como energía, reciclaje, compost, entre otros. Estas **iniciativas, relacionadas con el proceso de gestión de los residuos, deberán ser evaluadas bajo el análisis costo beneficio**, de manera independiente, correspondiendo a los criterios de decisión, la estimación del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), llevando la evaluación a precios sociales.

Cuando la iniciativa de inversión está asociada directamente con la disposición final de residuos (eliminación), esta debe ser evaluada bajo el análisis costo eficiencia. Se justifica el análisis costo eficiencia en iniciativas de inversión de disposición final debido a que es difícil valorar los beneficios de este tipo de iniciativas y es un componente esencial para la gestión de residuos, por lo tanto, se asume como una necesidad que debe ser satisfecha por el Estado²⁵, ya que los beneficios superan con creces a los costos, justificando así el análisis costo eficiencia para su evaluación. Los criterios de decisión para este tipo de iniciativas corresponden a la estimación del Valor Actual de los Costos (VAC) y Costo Anual Equivalente por tonelada dispuesta (CAE por tonelada dispuesta), llevando la evaluación a precios sociales.

Para determinar la mejor alternativa de solución de cada componente, el formulador deberá comparar las alternativas y seleccionar la más conveniente en términos económicos y sociales.

La siguiente tabla (tabla N°8) resume el criterio de evaluación que deberá aplicarse según tipo de iniciativa, sea individual o integral, considerando la etapa de jerarquización para el manejo de residuos (ver Capítulo 5 TIPOS DE INICIATIVAS DE INVERSIÓN). Para proyectos individuales, el criterio de evaluación corresponde al descrito en la columna (a) "Criterio general de iniciativa individual". Por ejemplo, un proyecto de **"planta de pretratamiento de residuos"**, relacionado con la etapa de jerarquización para el manejo de residuos de "Recepción y almacenamiento", tendrá que emplear para la selección de la mejor alternativa de solución, el análisis de costo beneficio; mientras que un proyecto relacionado con la "Eliminación" o disposición final

²⁵ Ver Artículo 3º, Ley N°18.695 que establece la Ley Orgánica de Municipalidades.



de residuos, por ejemplo, un **“relleno sanitario”** tendrá que aplicar para la selección de la mejor alternativa de solución, el análisis costo eficiencia.

En proyectos integrales, es decir, para una cartera de proyectos o conjunto de iniciativas de inversión (proyectos, programas y estudios de inversión) que promuevan la jerarquía de manejo y gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables, se tendrá que aplicar el criterio de decisión presentado en la Tabla N°8. Por ejemplo, un proyecto de **“planta de pretratamiento de residuos”**, relacionado con la etapa de **“Separación en origen”** (b) integrado con un proyecto de **“Eliminación”** (g), tal como, un **“relleno sanitario”**, entonces tendrá que aplicar en su conjunto, para la selección de la mejor alternativa de solución integrada, el análisis costo eficiencia.

Proyectos integrales que incorporen dos o más componentes, ya sean de Separación en origen (b), Recepción y almacenamiento (c), Recolección de residuos (d) y/o Valorización de residuos orgánicos (e) con el componente de Eliminación (g), entonces tendrán que evaluarse en su conjunto bajo el análisis costo eficiencia. Al contrario, cuando se integren dos o más componentes, ya sean Separación en origen (b), Recepción y almacenamiento (c), Recolección de residuos (d) y/o Valorización de residuos orgánicos (e) con algún componente de Valorización energética y residuos inorgánicos (f), entonces el proyecto integral deberá seleccionar la mejor alternativa de solución aplicando el análisis costo eficiencia. Ver tabla N°8, columna que indica la **“Combinación entre (b), (c), (d)”**.

Todas las iniciativas que componen el proyecto integral deberán optimizar el indicador económico correspondiente, seleccionando la alternativa de solución más económico de acuerdo con lo indicado en la Tabla N° 8.

En el caso de iniciativas de inversión localizadas en un territorio rezagado o zona extrema, se recomienda incorporar el proyecto integral en su plan de desarrollo, siempre y cuando esté vinculado con las necesidades del territorio.



Tabla N° 8. Criterios de evaluación según etapa de jerarquización para el manejo de residuos.

Etapa de jerarquización para el manejo de residuos	Criterio general iniciativa individual (a)	Criterio proyecto integral						
		Separación en origen (b)	Recepción y almacenamiento (c)	Recolección de residuos (d)	Valorización de residuos orgánicos (e)	Valorización energética y residuos inorgánicos y reuso (f)	Eliminación (g)	Combinación entre (b), (c), (d)
Separación en origen (b)	Costo beneficio	-	Costo beneficio	Costo beneficio	Costo beneficio	Costo beneficio	Costo eficiencia	-
Recepción y almacenamiento (c)	Costo beneficio	Costo beneficio	-	Costo beneficio	Costo beneficio	Costo beneficio	Costo eficiencia	-
Recolección de residuos (d)	Costo beneficio	Costo beneficio	Costo beneficio	-	Costo beneficio	Costo beneficio	Costo eficiencia	-
Valorización de residuos orgánicos (e)	Costo beneficio	Costo beneficio	Costo beneficio	Costo beneficio	-	Costo beneficio	Costo eficiencia	-
Valorización energética y residuos inorgánicos y reuso (f)	Costo beneficio	Costo beneficio	Costo beneficio	Costo beneficio	Costo beneficio	-	Costo beneficio	Costo beneficio
Eliminación (g)	Costo eficiencia	Costo eficiencia			Costo eficiencia	Costo beneficio	-	Costo eficiencia



8.5.1 Análisis Costo Eficiencia

Este método se utiliza cuando las alternativas de proyectos analizados tienen beneficios esperados equivalentes por lo que estos no son estimados, ya que se asume que la provisión de estos servicios es socialmente rentable. Así, la decisión respecto a la conveniencia de desarrollar un proyecto se basa exclusivamente en la correcta determinación de los costos de las alternativas y posterior comparación de estos. De todos modos, este enfoque es semejante al análisis costo-beneficio en el sentido que reconoce que los proyectos tienen tanto costos como beneficios asociados y que solo deben realizarse aquellos en que los primeros sean inferiores a los segundos.

Para iniciativas de inversión evaluadas bajo este análisis, se deberá emplear la siguiente estructura de flujos netos:

Tabla N° 9. Flujos netos de la evaluación económica del proyecto

	Año 0	Año 1	Año 2	...	Año 20
(1) Costos de Operación		CO ₁	CO ₂	...	CO ₂₀
(2) Costos de Mantenimiento		CM ₁	CM ₂	...	CM ₂₀
(3) Costo Terreno	Te				
(4) Inversión proyecto	Inv				
(5) Valor Residual					-VR
(6) Reinversión				RE _t	
(7) Costos de Mitigación	Mt				
(8) Costo o ahorro de costo por emisiones GEI		Val _{GEI1}	Val _{GEI2}	...	Val _{GEI20}
(9) Ahorro por producción energética		Val _{energía1}	Val _{energía2}	...	Val _{energía20}
(10) Ahorro por producción de compost		Val _{suelo1}	Val _{suelo2}	...	Val _{suelo20}
(11) Ahorro por producción en reutilización o reciclaje		Val _{reciclable1}	Val _{reciclable2}	...	Val _{reciclable20}
(12) Ahorro costo por gestión integral de residuos		Ahorro _{GIR1}	Ahorro _{GIR2}	...	Ahorro _{GIR20}
Flujo de Costos y externalidades (1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)+(7) +(8) - Flujo beneficios (9)+(10)+(11)+(12)	I ₀	CT ₁ - Val ₁	CT ₂ - Val ₂	...	CT ₂₀ - Val ₂₀

8.5.1.1 Valor Actual de los Costos

El valor actual de los costos (VAC), es el indicador a utilizar cuando se comparan alternativas de proyecto que tienen los mismos beneficios y vida útil.

$$VAC = I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{CT_t}{(1+r)^t}$$

Donde,

VAC= Valor actual de los costos.



I_0 = Inversión inicial total, considera la inversión del costo de terreno, inversión proyecto y costos de mitigación.

CT_t = Costo total año t.

r = Tasa social de descuento (expresada en términos reales).

t = Horizonte de evaluación del proyecto.

8.5.1.2 Costo Anual Equivalente

El costo anual equivalente (CAE) es el indicador a utilizar cuando las alternativas evaluadas producen los mismos beneficios y tienen distinta vida útil.

$$CAE = VAC * \left[\frac{(1 + r)^t * r}{(1 + r)^t - 1} \right]$$

Donde,

CAE = Costo anual equivalente.

VAC = Valor actual de los costos.

r = Tasa social de descuento (expresada en términos reales).

t = Horizonte de evaluación del proyecto.

El **criterio de decisión** es seleccionar aquella alternativa que tenga el menor **Costo Anual Equivalente por tonelada dispuesta**.

El análisis de costo-eficiencia está fuertemente limitado por la factibilidad de encontrar proyectos alternativos que presenten los mismos beneficios. En la práctica, es complejo encontrar soluciones diversas para un mismo problema que entreguen un único resultado esperado, y en términos de la misma variable de análisis. Esto se puede solucionar comparando las alternativas de proyectos respecto a sus beneficios principales y dejando espacio para la inclusión de beneficios secundarios, aun cuando no sea posible realizar un análisis de costo-beneficio completo. En este caso, deben incorporarse dichos beneficios con signo negativo en la fórmula de VAC o CAE, según corresponda.

8.5.2 Análisis Costo Beneficio

La construcción de flujos netos deberá presentar la siguiente estructura cuando se trate de iniciativas de inversión asociadas a la gestión de residuos, como valorización de energía, reciclaje, compost, entre otros, que excluyen iniciativas de disposición final, es decir, son iniciativas intermedias o previas a la disposición final de residuos.



Tabla N° 10. Flujos netos de la evaluación económica de iniciativas de inversión de gestión de residuos.

	Año 0	Año 1	Año 2	...	Año 20
Beneficios por ahorro de costo		Bt ₁	Bt ₂	...	Bt ₂₀
(2) Costos de Operación		CO ₁	CO ₂	...	CO ₂₀
(3) Costos de Mantenimiento		CM ₁	CM ₂	...	CM ₂₀
(4) Costo Terreno	Te				
(5) Inversión proyecto	Inv				
(6) Valor Residual					-VR
(7) Reinversión				RE _t	
(8) Costos de Mitigación	Mt				
(9) Costo o ahorro de costo por emisiones GEI		Val _{GEI1}	Val _{GEI2}		Val _{GEI20}
Flujo de Beneficio Neto (beneficios (1) - Flujo de Costos y externalidades (2)+(3)+(4)+(5)+(6)+(7)+(8) +(9))	I ₀	Bt ₁ - CT ₁	Bt ₂ - CT ₂	...	Bt ₂₀ - CT ₂₀

8.5.2.1 Valor Actual Neto

El cálculo del Valor Actual Neto (VAN) de la iniciativa de inversión, considerando el flujo de beneficios netos que se espera generará la inversión.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{BN_t}{(1+r)^t}$$

Donde,

VAN= Valor actual neto.

I₀ = Inversión inicial total, considera la inversión del costo de terreno, inversión proyecto y costos de mitigación (Te, Inv, Mt).

BN_t= Beneficio neto total año t (Bt_t - CT_t).

r= Tasa social de descuento (expresada en términos reales).

t= Horizonte de evaluación del proyecto.

8.5.2.2 Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno (TIR), que corresponde a la tasa de rentabilidad del proyecto obtenida únicamente por medios de sus flujos de costos y beneficios, se define de la siguiente manera:



$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{Fn_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Donde,

Fn_t = Flujo neto en el año t.

t = Horizonte de evaluación del proyecto.

I_0 = Inversión inicial total, considera la inversión del costo de terreno, inversión proyecto y costos de mitigación.

Para obtener la TIR, se deberán aplicar métodos de iteración hasta lograr que el VAN de los flujos netos sea igual a cero.

Cuando el proyecto presente una $TIR > r$ entonces será conveniente efectuar el proyecto de inversión. Al contrario, cuando sea la $TIR < r$, entonces será conveniente no efectuar el proyecto de inversión. Finalmente, cuando el resultado de la evaluación sea $TIR = r$, entonces el proyecto es capaz, a través de sus beneficios, compensar la inversión inicial, los costos de operación y el costo de oportunidad contemplado en la tasa social de descuento, sin obtener beneficios excedentes. En este caso, hay indiferencia en la decisión de realizar el proyecto, ya que este rinde igual que la mejor oportunidad de uso de los recursos que financian inversiones

Este indicador no podrá utilizarse para seleccionar alternativas dado que emplear un criterio de mayor TIR para elegir puede tener inconsistencia con el criterio VAN, donde este debe privilegiarse para la selección de alternativas mientras estas no sean proyectos repetibles en las mismas condiciones. Sin embargo, la TIR permite medir la rentabilidad de la iniciativa por lo que es un indicador relevante.



9 EVALUACIÓN PRIVADA DEL PROYECTOS²⁶

La evaluación privada de proyectos se enfoca en la determinación de la conveniencia económica de ejecutar un proyecto desde el punto de vista privado. Para el caso de proyectos de residuos, estos deberán ser sometidos a evaluación privada adicional a la evaluación social, con el propósito de analizar la conveniencia de emplear fondos públicos en proyectos para el manejo de residuos.

En la evaluación privada se deberán analizar los flujos de caja, ingresos y egresos de caja que genera el proyecto durante su vida útil, que se construyen a partir del *Estado de Resultados*, incorporando otros ingresos o egresos, depreciación, ganancia o pérdida de capital y el pago del impuesto a la renta.

Los ítems del estado de resultados son los siguientes:

(1) Resultado de explotación

Ingresos por venta: Corresponde a los ingresos de caja producto de la venta del bien o servicio.

Costos de operación: Corresponde a los desembolsos para el pago de insumos, materiales y mano de obra relacionada directamente con la producción del bien o servicio. También se incluyen costos fijos como arriendos de infraestructura y/o maquinaria relacionados directamente con la operación.

Gastos de administración: Corresponde a gastos en sueldos de personal dedicado a la dirección y administración del proyecto o negocio, arriendos e insumos de oficinas, y otros gastos no relacionados directamente con la operación.

(2) Resultado fuera de la explotación

Otros ingresos: Corresponde a los ingresos de caja por otras fuentes distintas a las del giro del negocio. Por ejemplo: arriendos de dependencias, rentas de activos financieros, entre otros.

Otros egresos: Corresponden a egresos de caja no relacionados con el giro del negocio. Por ejemplo, pago de intereses por deudas; multas o indemnizaciones, entre otros.

Ganancia o pérdida de capital: Es la diferencia entre el valor de venta de un activo y el valor libro registrado al momento de venderlo. Este ítem no corresponde a un flujo de caja por lo que deberá ser sumado/restado posterior al cálculo de impuestos, para anularlo.

Depreciación: Reconocimiento contable de la pérdida de valor de un activo. Hay distintos métodos de depreciación, pero para el cálculo del impuesto a la renta será relevante utilizar la depreciación reconocida para efectos tributarios.

Impuesto a la Renta: Corresponde al impuesto que debe pagarse por la utilidad del ejercicio y se calcula aplicando la tasa porcentual definida para esta categoría de impuestos.

²⁶ Basado en "Manual de Evaluación Social de Proyectos" (MDSF, 2015).



(3) Ajustes al estado de resultados

Ganancia o pérdida de capital: Estos ítems deberán ser revertidos, ya que sólo son relevantes para efectos del cálculo del impuesto a la renta.

Inversiones en activos: Deberán registrarse como un flujo negativo los egresos realizados con el fin de adquirir activos para el funcionamiento del proyecto, ya sea al inicio o durante la vida útil de éste.

Ventas de activos: Deberán registrarse los ingresos producto de la venta de activos, por el monto efectivo de la venta, ya sea durante o al final de la vida útil.

Inversiones en capital de trabajo: Corresponde a los egresos para adquirir insumos y materiales al inicio del proyecto, antes que se reciba el pago por ventas. La inversión en capital de trabajo será necesaria sólo si existe un desfase entre el pago de insumos y materiales a los proveedores y el momento en que se recibe el efectivo por las ventas.

Toma de préstamos: Deberán registrarse los ingresos de efectivo cuando se solicitan préstamos a entidades financieras.

Pago de amortizaciones: Deberá registrarse como un flujo negativo el pago del capital de las deudas adquiridas, ya que no son registrados en el estado de resultados.

Depreciación: Este ítem no corresponde a un flujo de caja por lo que deberá ser sumado posteriormente.

Utilizando los ítems antes descritos, el flujo de caja privado es construido de acuerdo al esquema que se señala en la Tabla N°11.

Tabla N° 11. Flujo de beneficios y costos privados.

Resultado de Explotación	
+	Ingresos por Ventas
-	Costos de Operación
-	Gastos de Administración
Resultado fuera de la Explotación	
+	Otros Ingresos
-	Otros Egresos
+/-	Ganancia o pérdida de capital
-	Depreciación
Utilidad Antes de Impuesto	
-	Impuesto a la Renta
Utilidad después de Impuesto	

1. Construcción de Estado de Resultados

Utilidad después de Impuesto	
+	Depreciación
-/+	Ganancia o pérdida de capital
-	Inversiones en activos
+	Venta de activos
-	Inversión en capital de trabajo
+	Préstamos
-	Amortizaciones
Flujo de Caja del periodo	

2. Incorporación de Ajustes al Estado de Resultados

Fuente: Basado en Contreras (2004).



El flujo de caja deberá emplearse a precios reales, para la venta de bienes y servicios y para insumos empleados en la operación del proyecto.

Los proyectos de residuos deberán ser evaluados empleando una tasa de descuento privada o de mercado, que representa la rentabilidad esperada por el privado. Además, la evaluación deberá incluir el valor residual de los activos del proyecto en el último periodo. Éste puede calcularse restando la depreciación acumulada al valor inicial de los activos; o, alternativamente, estimando el valor de mercado que podrían tener en el último período del horizonte de evaluación. El primer método tiene la ventaja de ser sencillo, aunque debe utilizarse con precaución para aquellos activos que rápidamente caen en la obsolescencia (tecnología). Por su parte, el segundo método permite incorporar en el valor residual proyecciones del aumento en el valor del activo (en términos reales) como podría ser el caso de bienes inmuebles.

Una vez obtenido el flujo de caja del período, se suele obtener un indicador de rentabilidad conocido como Valor Actual Neto (VAN) que, a partir de un enfoque de costo-beneficio, descuenta los flujos anuales obtenidos a la tasa de rentabilidad que el privado exige al proyecto. Otros indicadores de costo-beneficio comúnmente utilizados se presentan en secciones posteriores de este capítulo.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{FBC_t}{(1+i)^t} + \frac{VR}{(1+i)^t}$$

Donde,

VAN= es el valor actual neto privado del proyecto;

I₀= es la inversión inicial;

FBC_t = es el flujo de beneficios y costos privados del año **t**;

i= es la tasa de rentabilidad que el inversionista privado exige al proyecto;

t = es el horizonte de evaluación del proyecto;

VR = es el valor residual del proyecto al final de su vida útil

El criterio de decisión es: si $VAN < 0$, el proyecto no es rentable privadamente; si $VAN > 0$, el proyecto es rentable. Cuando se comparan varias alternativas de proyecto mutuamente excluyentes, se debe seleccionar la de mayor VAN.



10 CONCEPTOS

Para la formulación y evaluación social de iniciativas de inversión para la gestión y manejo de residuos sólidos domiciliarios y asimilables, deberán ser considerados los siguientes conceptos:

Centro de acopio: instalación de almacenamiento de residuos donde se reciben y acumulan residuos en forma selectiva, provenientes de puntos verdes y punto limpios o de recolección selectiva. Estas instalaciones pueden o no realizar un pretratamiento, para su posterior valorización o eliminación (NCh 3376, 2015).

Ciclo de vida de un producto: Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema productivo, desde la adquisición de materias primas o su generación a partir de recursos naturales, hasta su eliminación como residuo (Ley 20.920, 2016).

Cierre: etapa que se inicia luego del término de la vida útil de un Relleno Sanitario, en la cual se construye o completa la cobertura final y se mantienen, operan y/o monitorean los distintos componentes o sistemas de éste hasta que se garantiza que su abandono definitivo no importa riesgo para la salud ni la seguridad de la población (Decreto 189, 2005).

Compost: Producto inocuo y libre de fitotóxicos que resulta del proceso de compostaje. Está constituido principalmente por materia orgánica estabilizada, donde no se reconoce su origen, sin alteraciones ni tratamientos posteriores, bajo condiciones ambientales adecuadas (NCh 2880, 2015).

Compostaje: proceso de tipo microbiológico para el tratamiento de componentes orgánicos basado en procesos de mineralización y transformación de materia orgánica producido en condiciones aeróbicas y termófilas, que tiene una duración mínima de seis semanas como resultado de este proceso se genera mayoritariamente compost, dióxido de carbono y agua (NCh 2880, 2015).

Consultorías: Corresponde a los gastos por contratación de personas naturales o jurídicas, que puedan actuar de contraparte técnica para validar los resultados del estudio preinversional contratado, en que incurra la institución mandatada, así como asesorías a la inspección técnica, contratación de estudios y asesorías de especialidades técnicas, cuando se trate de aquellos directamente relacionados con el proyecto durante su ejecución física, siempre y cuando la institución que ha efectuado el proceso de licitación no cuente con el personal idóneo para ejecutar esta tarea (Decreto 854, 2004).

Disposición final: procedimiento de eliminación de residuos sólidos mediante su depósito definitivo en el suelo (Decreto 189, 2005).



Economía circular: es aquella que es restaurativa y regenerativa a propósito, y que trata de que los productos, componentes y materias mantengan su utilidad y valor máximos en todo momento, distinguiendo entre ciclos técnicos y biológicos (EllenMacArthur Foundation 2015).

Eliminación: Todo procedimiento cuyo objetivo es disponer en forma definitiva o destruir un residuo en instalaciones autorizadas (Ley 20.920, 2016).

Equipamiento: Corresponde al gasto por concepto de adquisición de mobiliario cuando formen parte integral de un proyecto (Decreto 854, 2004).

Equipos: Corresponde al gasto por concepto de adquisición de máquinas, equipos, hardware y software, cuando formen parte integral de un proyecto (Decreto 854, 2004).

Estudios básicos: Son los gastos por concepto de iniciativas de inversión destinadas a generar información sobre recursos humanos, físicos o biológicos, que permiten generar nuevas iniciativas de inversión (Decreto 189, 2005).

Gastos Administrativos: Corresponde a los gastos en que incurre la institución que efectúa el proceso de licitación, como son publicaciones y servicios de impresión y fotocopiado. Comprende asimismo, los gastos asociados directamente con la ejecución física de los proyectos, en que incurra la institución mandatada, destinados al control y seguimiento de las actividades que desarrolla la empresa contratada para la ejecución del proyecto, tales como viáticos, pasajes, peajes y combustibles para desarrollar las funciones de inspección fiscal, recepción provisoria y recepción definitiva de las obras, cuando el mandatario no cuente con dichos recursos (Decreto 854, 2004).

Generador: Poseedor de un producto, sustancia u objeto, que lo desecha o tiene la obligación de desecharlo de acuerdo con la normativa vigente (Ley 20.920, 2016).

Gestión: Operaciones de manejo y otras acciones de política, de planificación, normativas, administrativas, financieras, organizativas, educativas, de evaluación, de seguimiento y fiscalización, referidas a residuos (Ley 20.920, 2016).

Gestor: Persona natural o jurídica, pública o privada, que realiza cualquiera de las operaciones de manejo de residuos y que se encuentra autorizada y registrada en conformidad a la normativa vigente (Ley 20.920, 2016).

Industria: Consiste en transformar las materias primas hasta convertirlas en productos con valor agregado que son comercializados en distintos mercados.



Iniciativas de inversión: Comprende los gastos en que deba incurrir para la ejecución de estudios básicos, proyectos y programas de inversión, incluidos los destinados a Inversión Sectorial de Asignación Regional (Decreto 854, 2004).

Jerarquía en el manejo de residuos: Orden de preferencia de manejo, que considera como primera alternativa la prevención en la generación de residuos, luego la reutilización, el reciclaje de los mismos o de uno o más de sus componentes y la valorización energética de los residuos, total o parcial, dejando como última alternativa su eliminación, acorde al desarrollo de instrumentos legales, reglamentarios y económicos pertinentes (Ley 20.920, 2016).

Lixiviado: líquido que ha percolado o drenado desde y a través de los residuos sólidos y que contiene componentes solubles y material en suspensión provenientes de éstos (Decreto 189, 2005).

Manejo ambientalmente racional: La adopción de todas las medidas posibles para garantizar que los residuos se manejen de manera que el medio ambiente y la salud de las personas queden protegidos contra los efectos perjudiciales que pueden derivarse de tales (Ley 20.920, 2016).

Manejo: Todas las acciones operativas a las que se somete un residuo, incluyendo, entre otras, recolección, almacenamiento, transporte, pretratamiento y tratamiento (Ley 20.920, 2016).

Obras civiles: Comprende los gastos directamente relacionados con la ejecución física de los proyectos, así como también servidumbres de paso, ornamentos artísticos, redes para conexiones informática y las inversiones complementarias para que el proyecto pueda ser ejecutado (Decreto 854, 2004).

Otros gastos: Corresponde a otros gastos asociados directamente a un proyecto de inversión o contemplados (Decreto 854, 2004) en otros ítems presupuestarios del subtítulo 31.

Preparación para la reutilización: Acción de revisión, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos desechados se acondicionan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa (Ley 20.920, 2016).

Pretratamiento: Operaciones físicas preparatorias o previas a la valorización o eliminación, tales como separación, desembalaje, corte, trituración, compactación, mezclado, lavado y empaque, entre otros, destinadas a reducir su volumen, facilitar su manipulación o potenciar su valorización (Ley 20.920, 2016).

Preventivo: Conjunto de acciones o medidas que se reflejan en cambios en los hábitos en el uso de insumos y materias primas utilizadas en procesos productivos, diseño o en modificaciones en dichos procesos, así como en el consumo, destinadas a evitar la generación de residuos, la reducción en cantidad o la peligrosidad de los mismos (Ley 20.920, 2016).



Producto prioritario: Sustancia u objeto que una vez transformado en residuo, por su volumen, peligrosidad o presencia de recursos aprovechables, queda sujeto a las obligaciones de la responsabilidad extendida del productor (Ley 20.920, 2016).

Programas: Son los gastos por concepto de iniciativas de inversión destinadas a incrementar, mantener o recuperar la capacidad de generación de beneficios de un recurso humano o físico, y que no correspondan a aquellos inherentes a la institución que formula el programa (Decreto 854, 2004).

Proyecto integral: Cartera de proyectos o conjunto de iniciativas de inversión (proyectos, programas y estudios de inversión) que promueven la jerarquía de manejo y gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables.

Proyectos: Corresponde a los gastos por concepto de estudios preinversionales de prefactibilidad, factibilidad y diseño, destinados a generar información que sirva para decidir y llevar a cabo la ejecución futura de proyectos. Asimismo, considera los gastos de inversión que realizan los organismos del sector público para inicio de ejecución de obras y/o la continuación de las obras iniciadas en años anteriores, con el fin de incrementar, mantener o mejorar la producción de bienes o prestación de servicios (Decreto 854, 2004).

Punto limpio: Instalación de recepción y almacenamiento de Residuos, que cuente con contenedores, donde se reciben y acumulan selectivamente Residuos entregados por la población, para su posterior valorización, en un punto limpio se efectúa compactación y enfardado de fracciones de Residuos. Estos pueden ser fijos o móviles (NCh 3376, 2015).

Reciclaje: Empleo de un residuo como insumo o materia prima en un proceso productivo, incluyendo el coprocesamiento y compostaje, pero excluyendo la valorización energética (Ley 20.920, 2016).

Recolección: Operación consistente en recoger residuos, incluido su almacenamiento inicial, con el objeto de transportarlos a una instalación de almacenamiento, una instalación de valorización o de eliminación, según corresponda. La recolección de residuos separados en origen se denomina diferenciada o selectiva (Ley 20.920, 2016).

Relleno sanitario: instalación de eliminación de residuos sólidos en la cual se disponen residuos sólidos domiciliarios y asimilables, diseñada, construida y operada para minimizar molestias y riesgos para la salud y la seguridad de la población y daños para el medio ambiente, en la cual las basuras son compactadas en capas al mínimo volumen practicable y son cubiertas diariamente, cumpliendo con las disposiciones del presente reglamento (Decreto 189, 2005).

Residuo sólido, basura, desecho o desperdicio: sustancias, elementos u objetos cuyo generador elimina, se propone eliminar o está obligado a eliminar (Decreto 189, 2005).



Residuos asimilables (RDA): residuos sólidos, basuras, desechos o desperdicios generados en procesos industriales u otras actividades, que no son considerados residuos peligrosos de acuerdo con la reglamentación sanitaria vigente y que, además, por su cantidad composición y características físicas, químicas y bacteriológicas, pueden ser dispuestos en un Relleno Sanitario sin interferir con su normal operación (Decreto 189, 2005).

Residuos domiciliarios (RD): residuos sólidos, basuras, desechos o desperdicios generados en viviendas y en establecimientos tales como edificios habitacionales, locales comerciales, locales de expendio de alimentos, hoteles, establecimientos educacionales y cárceles (Decreto 189, 2005).

Residuos municipales (RM): residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también aquellos residuos generados en actividades comerciales o productivas que por su naturaleza o composición resultan similares a los anteriores, que son considerados en el trayecto de recolección (NCh 3321, 2013).

Residuos peligrosos: Corresponde a aquellos residuos o mezcla de residuos que representan riesgo para la salud de las personas y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto (Decreto 148, 2003)

Responsabilidad extendida del Productor (REP): corresponde a un régimen especial de gestión de residuos, conforme al cual los productores de productos prioritarios son responsables de la organización y financiamiento de la gestión de los residuos de los productos prioritarios que comercialicen en el país (Ley 20.920, 2016).

Reutilización: Acción mediante la cual productos o componentes de productos desechados se utilizan de nuevo, sin involucrar un proceso productivo (Ley 20.920, 2016).

Sistema de gestión: Mecanismo instrumental para que los productores, individual o colectivamente, den cumplimiento a las obligaciones establecidas en el marco de la responsabilidad extendida del productor, a través de la implementación de un plan de gestión (Ley 20.920, 2016).

Transporte: La etapa de transporte es de completa responsabilidad municipal y corresponde al traslado de los residuos recolectados hasta una instalación de valorización o de eliminación según corresponda.

Tratamiento: Operaciones de valorización y eliminación de residuos (Ley 20.920, 2016).

Valorización energética: Empleo de un residuo con la finalidad de aprovechar su poder calorífico (Ley 20.920, 2016).



Valorización: Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar un residuo, uno o varios de los materiales que lo componen y/o el poder calorífico de los mismos. La valorización comprende la preparación para la reutilización, el reciclaje y la valorización energética (Ley 20.920, 2016).

Vehículos: Corresponden al gasto por concepto de adquisiciones de vehículos, cuando éstos sean parte integrante de un proyecto de inversión (Decreto 854, 2004).



11 FICHA RESUMEN DEL PROYECTO

Con el objetivo de resguardar la información de los proyectos para futuras evaluaciones ex post, el formulador deberá completar esta ficha resumen del proyecto.

FICHA RESUMEN PROYECTO				
Fecha ingreso datos:				
Etapas actual del proyecto:				
Postula a Ejecución				
FORMULACIÓN DEL PROYECTO				
Problema identificado				
Población potencial o afectada				
Población objetivo				
Área de influencia				
Tipo infraestructura/subsistema				
Usuarios				
Hombres				
Mujeres				
EL PROYECTO DE INVERSIÓN				
1. Capacidad		Toneladas		
2. Usuarios		Usuarios/año		
3. Plazos				
Plazo construcción obra civil		días		
Plazo instalación equipos y equipamiento		días		
Plazo obras intervenidas		días		
- Caminos, ferrovías		días		
- Tendido eléctrico		días		
- Agua potable y/o Alcantarillado		días		
Plazo obras complementarias		días		
- Caminos		días		
- Tendido eléctrico		días		
- Relocalización		días		
- Agua potable y/o Alcantarillado		días		
Plazo obras de mitigación		días		
Plazo expropiaciones		días		
4. Costos				
Costo Obra		UF		
Costo equipos y equipamiento		UF		
Costo por obras intervenidas		UF		
- Caminos		UF		
- Tendido eléctrico		UF		
- Agua potable y/o Alcantarillado		UF		
Costo obras complementarias		UF		
- Caminos		UF		
- Tendido eléctrico		UF		
- Relocalización		UF		
- Agua potable y/o Alcantarillado		UF		
Costo obras de mitigación		UF		
Costo expropiaciones		UF/ m ²		
5. Expropiación				
Nº de familias / Hogares afectados				nº hogares/nº familias
Área total expropiada				m ²



EVALUACIÓN DEL PROYECTO				
6. Evaluación socioeconómica				
Tasa de descuento		%		
VAC		VAN		UF
CAE		TIR		UF
CAE por tonelada dispuesta		UF/ tonelada dispuesta		
Costos de operación		UF		
Costos de Mantenimiento		UF		
Costo Terreno		UF		
Costo de Inversión		UF		
Reinversiones		UF		
Costos de mitigación		UF		
Valor Residual		UF		
7. Horizonte de evaluación	20	Años		
8. Precios sociales				
Mano de obra calificada				
Mano de obra semicalificada				
Mano de obra no calificada				
Divisa				
Diesel				
Carbono				
9. Información georreferenciada (SIG) subir a carpeta digital				
Superficie/ ubicación proyecto	Adjuntar (Shape)*			



12 BIBLIOGRAFÍA

1. Contreras E., 2004. Evaluación Social de Inversiones Públicas: Enfoques Alternativos y su Aplicabilidad para Latinoamérica, Serie manuales N° 37, CEPAL.
2. EllenMacArthur Foundation, 2015. Delivering the Circular Economy: A Toolkit for Policymakers. Traducción de la versión original en inglés.
3. Ministerio de Desarrollo Social, 2014. "Metodología de formulación y evaluación de proyectos de inversión para bomberos de Chile". División de Evaluación Social de Inversiones, Subsecretaría de Evaluación Social. <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/metodologia-de-formulacion-y-evaluacion-de-proyectos-de-inversion-para-bomberos-de-chile/?wpdmdl=871>
4. Ministerio de Desarrollo Social, 2015. "Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Inversión Pública". División de Evaluación Social de Inversiones, Subsecretaría de Evaluación Social. <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/handbook-chileno-evaluacion-social-de-proyectos/?wpdmdl=1493>
5. Takashi M, 2019. Analysis of Solid Waste. Jica Knowledge Co- Creation Program "Enhancement of solid waste management capacity for waste power generation" JFY2019. July 22 - August 9. 2019
6. Mamoru I., 2019. Collection and transportation for waste power. Jica Knowledge Co- Creation Program "Enhancement of solid waste management capacity for waste power generation" JFY2019. July 22 - August 9. 2019
7. Gobierno de Chile, 2020. Actualización de Contribución Nacionalmente Determinada de Chile 2020. Disponible en: https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Chile%20First/NDC_Chile_2020__espan%CC%83ol.pdf
8. Decreto 854, 2004. Determina clasificaciones presupuestarias. Ministerio de Hacienda. Disponible en: https://www.senado.cl/senado/site/mm/20180706/asocfile/20180706110334/dto_854_02_dic_2004.pdf
9. MDSF, 2016. Manual de Evaluación Social de Proyectos. Disponible en: <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/manual-de-evaluacion-social-de-proyectos/>



13 ANEXOS

ANEXO N° 1. Antecedentes del Marco Normativo y Rol del Estado

Marco normativo gestión de residuos sólidos municipales

Según la Política Nacional de Residuos Sólidos 2018-2030, el marco normativo relacionado con la gestión de residuos sólidos municipales es el siguiente:

1967 DFL 725 Código Sanitario. Corresponde a las municipalidades recolectar, transportar y eliminar por métodos adecuados, las basuras, residuos y desperdicios que se depositen o produzcan en la vía urbana. El organismo responsable son Municipalidades y la Norma es emitida por Ministerio de Salud.

1979 D.F. 3.063 Decreto de Ley sobre rentas municipales. El Artículo 6° señala que el servicio municipal de extracción de residuos sólidos domiciliarios se cobrará a todos los usuarios de la comuna, pudiendo este cobro ser diferenciado, utilizando al efecto diversos criterios, tales como programas ambientales, que incluyan, entre otros, el reciclaje; la frecuencia o los volúmenes de extracción; o las condiciones de accesibilidad. Los criterios utilizados para la determinación del cobro de estos servicios deberán ser de carácter general y objetivo, y establecerse por cada municipalidad a través de ordenanzas locales. Los organismos responsables son las Municipalidades.

1985 D.F.L N° 1-18.359, crea Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo en el Ministerio del Interior. Indica que se deben efectuar las proposiciones que correspondan para la elaboración del presupuesto del Fondo Nacional de Desarrollo Regional, identificar las asignaciones de inversión del mismo presupuesto y realizar su evaluación. El organismo responsable es el Ministerio del Interior.

1988 Ley N° 18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades. El Artículo N° 20, literal b) indica que el servicio de extracción de basura, y el literal c) señala que la construcción, conservación y administración de las áreas verdes de la comuna. Los organismos responsables del cumplimiento son las Municipalidades.

1999 D.S 594, Aprueba Reglamento sobre condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los lugares de Trabajo. Corresponde a la norma sobre la disposición de residuos industriales líquidos y sólidos. Los organismos responsables del cumplimiento son los Servicios de Salud.

2005 D.S 189 Reglamento de Rellenos Sanitarios. Indica la normativa de rellenos sanitarios que permiten asegurar la prestación de un servicio de disposición final de residuos sólidos domiciliarios y asimilables con una calidad, constancia y seguridad adecuadas para el normal desarrollo de las actividades de las localidades, comunas o regiones que concurran a disponer tales residuos en estos establecimientos. El organismo responsable es el Ministerio de Salud.

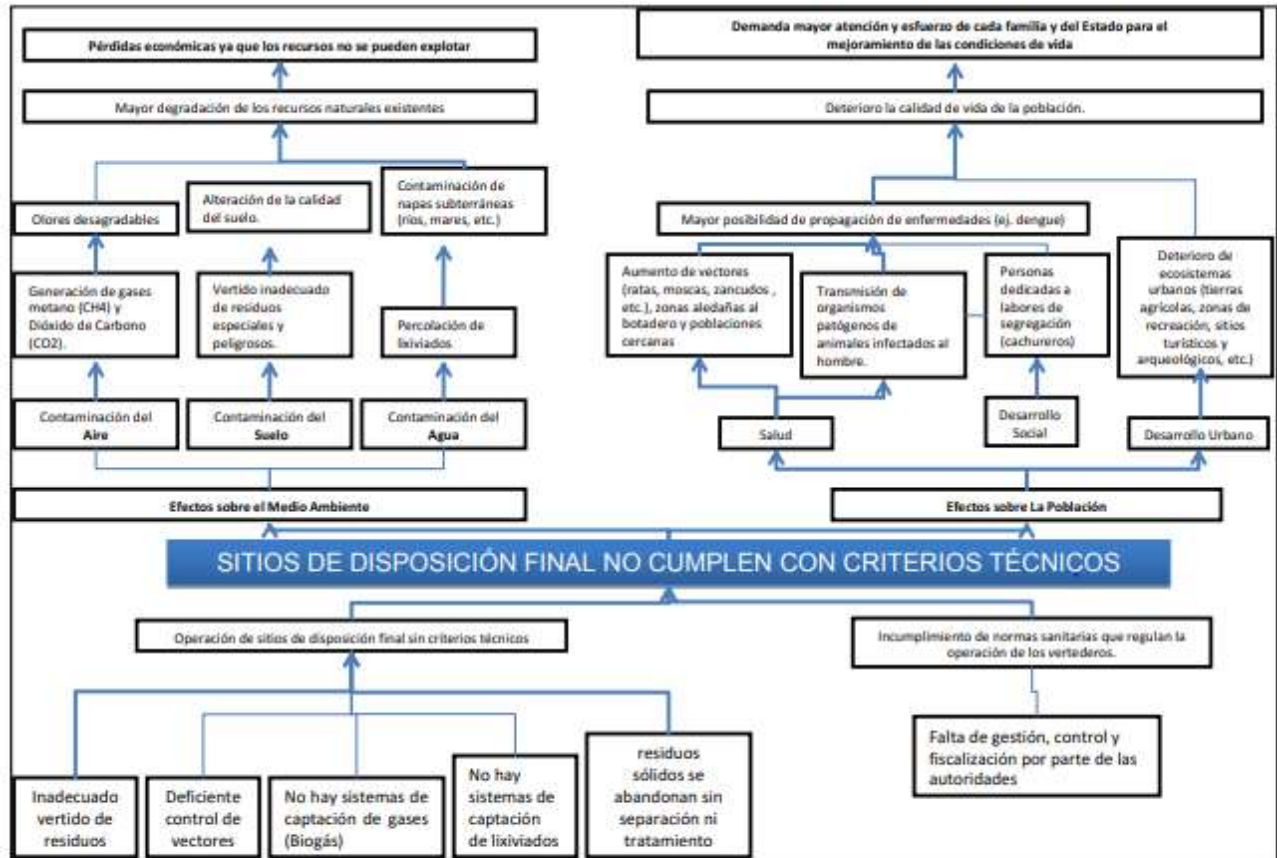


2010 Ley N° 20.417 del Ministerio del Medio Ambiente. El literal g) indica que el Ministerio del Medio Ambiente es la entidad encargada de proponer políticas y formular normas, planes y programas en materia de residuos y suelos contaminados, así como la evaluación del riesgo de productos químicos, organismos genéticamente modificados y otras sustancias que puedan afectar el medio ambiente, sin perjuicio de las atribuciones de otros organismos públicos en materia sanitaria. Administrar un Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes en el cual se registrará y sistematizará, por fuente o agrupación de fuentes de un mismo establecimiento, la naturaleza, caudal y concentración de emisiones de contaminantes que sean objeto de una norma de emisión, y la naturaleza, volumen y destino de los residuos sólidos generados que señale el reglamento. Por otra parte, el literal t) indica que el Ministerio del Medio Ambiente se debe encargar de generar y recopilar la información técnica y científica precisa para la prevención de la contaminación y la calidad ambiental, en particular lo referente a las tecnologías, la producción, gestión y transferencias de residuos, la contaminación atmosférica y el impacto ambiental. Finalmente, el literal n) indica que el Ministerio del Medio Ambiente debe fiscalizar el cumplimiento de las leyes, reglamentos y demás normas relacionadas con las descargas de residuos líquidos industriales.

2018 Resolución Exenta N°9187, aprueba guía operativa del Programa Nacional de Residuos Sólidos. Indica los objetivos del Programa Nacional de Residuos Sólidos (PNRS).

ANEXO Nº 2. Árbol de causas y efectos

Diagrama Nº 4. Árbol de causas y efectos.



Fuente: En base a Szantó M., "Guía para la preparación, evaluación y gestión de proyectos de residuos sólidos domiciliarios", OPS/ILPES, 1998.



ANEXO N°3: Ejemplo determinación de la población objetivo

Por ejemplo, la Tabla N° 12 indica dos ejemplos de determinación de población objetivo.

Tabla N° 12. Determinación de Población Objetivo

Ejemplo	Problema	Población de referencia	Población no afectada	Población potencial o afectada	Población objetivo
N°1	Sitio de disposición final no cumple con normativa vigente en la Región del Maule	Población de la Región del Maule	Población sector norte de la Región del Maule	Población sector sur de la Región del Maule	Población de las comunas de Cauquenes y Linares de la Región del Maule
N°2	Deficiente manejo de residuos en la Comuna de Paredones	Población total de la Comuna de Paredones	Población Sector Poniente de la comuna de Paredones	Población sector oriente de la Comuna de Paredones	Población U. vecinales 1,2,3, del sector oriente de la Comuna de Paredones



ANEXO N°4: Muestreo para la caracterización de residuos

Cuando la población objetivo sea homogénea²⁷ se sugiere implementar un **muestreo aleatorio simple** considerando al menos una varianza máxima de 0,5, error muestral de un 5% y un nivel de confianza de un 95%. Para estimar el tamaño de la muestra se deberá considerar la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde,

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población objetivo

p= varianza de la población (máximo 0,5)

q= varianza de la muestra (máximo 0,5)

Z= Nivel de confianza estadístico t (95% = 1,96)

e= error muestral (máximo 5%)

Por ejemplo, para una población objetivo de 1.000.000 se plantea efectuar un muestreo aleatorio simple con el propósito de estimar la capacidad calorífica de los residuos. Para lo cual se plantea un nivel de confianza de 95%, error de un 5% y varianza de la población y un error muestral de un 0,5.

$$(1) \ n = \frac{(1,96)^2 * 1.000.000 * 0,5 * 0,5}{(5\%)^2 * (1.000.000 - 1) + (1,96)^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$(2) \ n = \frac{960.400}{2.501}$$

$$(3) \ n = 385$$

Para una población objetivo de 1.000.000 el tamaño muestral a través de muestreo aleatorio simple es de 385 muestras.

Cuando la población objetivo presenta heterogeneidad en cuanto a estratos socioeconómicos u otro (barrios que reciclan, barrios que segregan residuos orgánicos, etc.), se sugiere implementar **muestreo**

²⁷ Será considerada población objetivo homogénea cuando esta presenta similitud en estratos socioeconómicos u otro (barrios que reciclan, barrios que segregan residuos orgánicos, etc.).



aleatorio por conglomerados, siendo cada conglomerado asociado a un barrio, comuna o territorio definido por formulador.

Este tipo de muestreo asegura una mejor precisión de los datos, y consta de dos etapas, la primera orientada a la selección de los conglomerados que serán muestreados y una segunda etapa que indica la cantidad de muestras que deben ser extraídas de cada conglomerado.

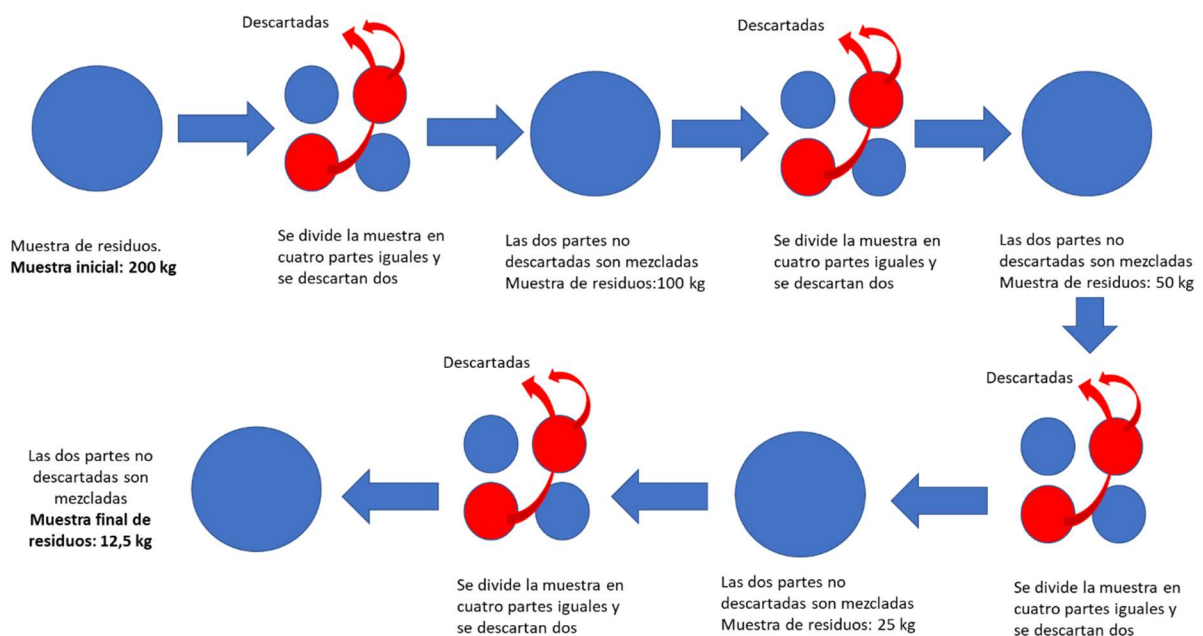
Una vez obtenido el tamaño de muestra, se deberá seleccionar desde los camiones de basura la muestra indicada, la cual deberá ser homogeneizada (residuos al interior de las bolsas de basura seleccionadas). Para localidades que presenten variación estacional de residuos, se deberá efectuar el muestreo tanto en el periodo sin fluctuación estacional y en el periodo de mayor generación de residuos.

Para generar una muestra homogénea se puede emplear el método de cuartos. Este método requiere que la muestra de residuos esté picada en piezas de 15 cm x 15 cm, para luego mezclarla más homogéneamente.

Si los residuos están contenidos en bolsas de basura, entonces primero se debe extraer la bolsa.

Por ejemplo para una muestra de 200 kg, se deberá obtener alrededor de una muestra de 10 a 20 kg (ver Diagrama N°5).

Diagrama N° 5. Método de cuartos para muestreo de residuos



Basado en Takashi M. (2019)

El análisis de los residuos debe ser dispuesto en una bolsa y ser llevada al laboratorio para su análisis calorífico.



ANEXO N°5. Precio Social de la Energía (PSE)

En caso de no contar con el Precio Social de la Energía (PSE) en el documento de Precios Sociales publicado por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, el formulador podrá estimar el PSE considerando, el tipo de proyecto de generación de energía.

Siempre que existe un fallo de mercado, los precios de mercado pueden no reflejar los verdaderos costos o beneficios marginales (Stiglitz J., 2000). Para el caso del mercado eléctrico, se toma como supuesto que el mercado es competitivo y que, no presentaría fallas de mercado, tales como asimetría de información, externalidades, bienes públicos, mercados incompletos, mercados de seguros y capitales, ni fallos por competencia (monopolio natural) que distorcionen su costo de oportunidad. Por lo tanto, el precio de mercado de la energía constituyen un proxy del precio social o precio sombra de la energía, ya que los verdaderos costos y beneficios sociales se verían reflejados en su precio de mercado.

Por lo tanto, para proyectos de valorización energética con residuos sólidos domiciliarios, según tamaño de generación, se deberá efectuar el cálculo del Precio Social de Energía considerando lo siguiente:

- **Proyecto de generación de energía mayor a 300 kW:** El precio social de la energía corresponderá al precio de contrato, corrigiendo según los ajustes indicados en el documento de precios sociales publicados en el sitio web del Sistema Nacional de Inversiones.
- **Proyecto de generación de energía o de autoconsumo hasta 300 kW:** El precio social de la energía corresponderá al precio nudo más los costos asociados a transmisión y distribución, establecido por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), ahorrados de acuerdo con las características del proyecto. Deberán ser considerados los ajustes indicados en el documento de precios sociales publicados en el sitio web del Sistema Nacional de Inversiones.



ANEXO N°6. Ejemplo valorización por compost

Un municipio efectúa recolección bajo el modelo de segregación de residuos orgánicos en origen, alcanzando un total de 30 toneladas de compost diarias. Para mejorar el proceso de compostaje se proyectó incorporar nuevos barrios al proceso de recolección de residuos orgánicos, donde se proyecta duplicar la gestión de residuos orgánicos para compostaje al 2035, con un incremento de un 5% anual, precio de compost de \$8.000 por tonelada y un factor de conversión de un 30% y 35%. La Tabla N°13 indica la proyección de estimación de beneficios por valorización de compost.

Tabla N° 13. Beneficios por valorización de compost

Año	Residuos orgánicos (ton/día)	Residuos orgánicos (ton/año)	Compost (ton/año) (Factor de conversión 35%)	Beneficio por consumo o ahorro de compost (Precio \$8.000 /ton)
2020	30,0	10.950	3.833	\$ 38.325.000
2021	31,5	11.498	4.024	\$ 40.241.250
2022	33,1	12.072	4.225	\$ 42.253.313
2023	34,7	12.676	4.437	\$ 44.365.978
2024	36,5	13.310	4.658	\$ 46.584.277
2025	38,3	13.975	4.891	\$ 48.913.491
2026	40,2	14.674	5.136	\$ 51.359.165
2027	42,2	15.408	5.393	\$ 53.927.124
2028	44,3	16.178	5.662	\$ 56.623.480
2029	46,5	16.987	5.945	\$ 59.454.654
2030	48,9	17.836	6.243	\$ 62.427.387
2031	51,3	18.728	6.555	\$ 65.548.756
2032	53,9	19.665	6.883	\$ 68.826.194
2033	56,6	20.648	7.227	\$ 72.267.503
2034	59,4	21.680	7.588	\$ 75.880.879
2035	62,4	22.764	7.967	\$ 79.674.922
2036	65,5	23.902	8.366	\$ 83.658.669
2037	68,8	25.098	8.784	\$ 87.841.602
2038	72,2	26.352	9.223	\$ 92.233.682
2039	75,8	27.670	9.685	\$ 96.845.366
2040	79,6	29.054	10.169	\$ 101.687.635



ANEXO N°7. Ejemplo de valorización por reciclaje

Un municipio efectúa recolección bajo el modelo de segregación de residuos reciclables, no reciclables y orgánicos en origen. En la actualidad, el municipio ha cuantificado el volumen de reciclables como un 27,3% del total de los residuos generados en su comuna.

El municipio efectuó un análisis de los residuos, obteniendo la composición de los residuos indicada en la Tabla N°14.

Tabla N° 14. Composición de residuos reciclables

Tipo de residuo	Composición porcentual (%)
Papel y cartón	45%
Vidrio	30%
Plástico	15%
Metales	8%
Otros	2%

Las estadísticas del INE indican que la comuna proyecta un incremento anual de la población de un 0,8%. Además, la generación de residuos actualmente es de 1,1 kg por persona al día, con un porcentaje de residuos reciclables de un 10%.

Para estimar el total de residuos diarios de la comuna se debe multiplicar el total de población de la comuna por la cantidad de residuos generados per cápita, que en este ejemplo corresponde a 1,1 kg de residuos per cápita. Para estimar el total anual, se multiplica por el total de días del año, correspondiente a 365 días. La Tabla N°15 indica la estimación de residuos totales de la comuna.

Tabla N° 15. Estimación de residuos totales de la comuna

Año	Población de la comuna	Residuos totales (Kg /día)	Residuos totales (Ton/año)
2020	95.516	105.068	38.350
2021	95.592	105.152	38.380
2022	95.669	105.236	38.411
2023	95.745	105.320	38.442
2024	95.822	105.404	38.473
2025	95.899	105.489	38.503
2026	95.975	105.573	38.534
2027	96.052	105.657	38.565
2028	96.129	105.742	38.596
2029	96.206	105.827	38.627
2030	96.283	105.911	38.658
2031	96.360	105.996	38.689
2032	96.437	106.081	38.719
2033	96.514	106.166	38.750
2034	96.591	106.250	38.781
2035	96.669	106.335	38.812



Para estimar el total de la fracción reciclable (TFR) por tipo de residuo se debe efectuar el siguiente cálculo:

$$TFR = RT * FC$$

Donde,

TFR= Total Fracción Reciclable (ton /año)

RT= Residuos Totales (ton /año)

FC= Porcentaje de los residuos reciclables (%)

Para el año 2020, el total de la fracción reciclable (TFR) corresponde a:

$$TFR_{2020} = 38.350 \frac{ton}{año} * 27,3\%$$

$$TFR_{2020} = 10.507 \text{ ton/año}$$

Posteriormente, se debe estimar el porcentaje de residuos según la composición de tipo de residuos (ver Tabla N°13), que corresponde a la multiplicación del TFR por el porcentaje de tipo de residuo reciclable descrito en la siguiente tabla.

La Tabla N°16 indica la estimación de beneficios asociados a la venta de reciclaje a precios de mercado (sin IVA) de los tipos de residuos reciclables. Estos precios están descritos en la siguiente tabla (Tabla N°16).

Tabla N° 16. Precio de mercado de residuos reciclables.

Tipo de residuo	Precio mercado \$/Ton (sin iva)
Papel y cartón	10.000
Vidrio	2.000
Plástico	15.000
Metales	100.000
Otros	1.000

La estimación del beneficio por venta de residuos reciclables considera la sumatoria de la venta según tipo de residuo, según el precio de mercado de cada tipo de residuo.



Tabla N° 17. Estimación de beneficios por venta de reciclaje.

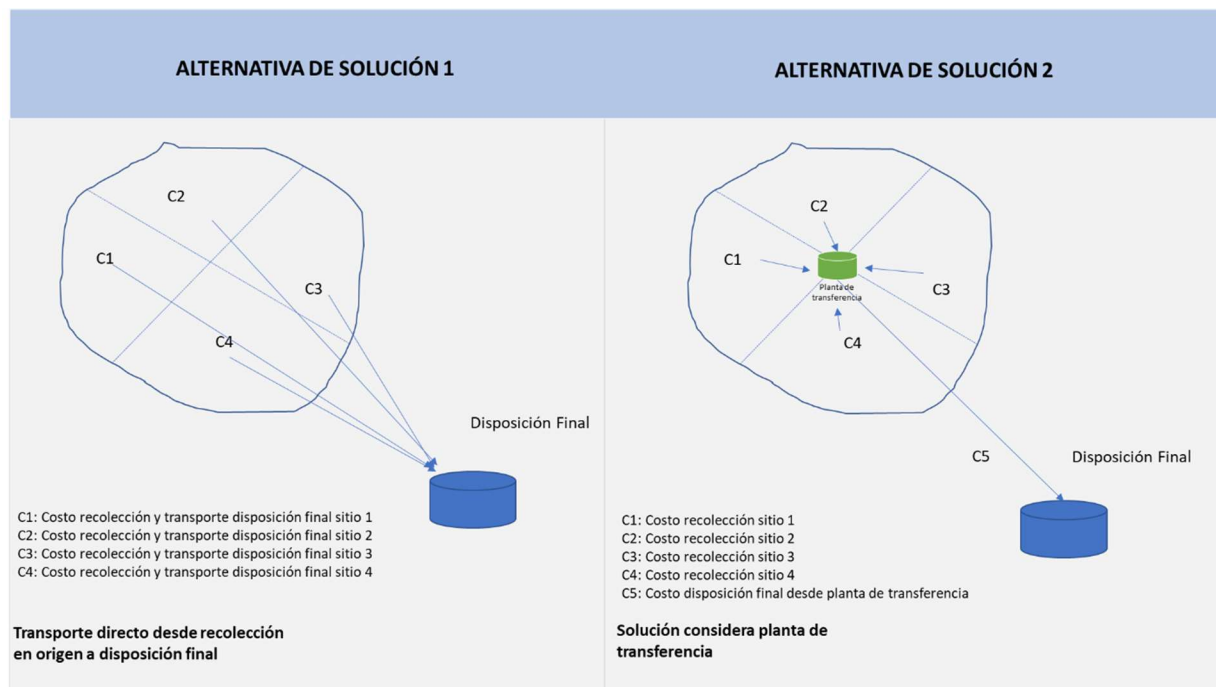
Año	Residuos totales (RT) (Ton/año)	Total Fracción Reciclable (TFR) (Ton/año)	Total papel y cartón (Ton Año)	Total Plástico (Ton Año)	Total Vidrio (Ton/día)	Total Metales (Ton/día)	Total Otros (Ton/día)	Beneficio por venta de reciclaje (\$)
2020	38.350	10.507	4.728	1.576	3.152	841	210	161.488.901
2021	38.380	10.515	4.732	1.577	3.155	841	210	161.618.092
2022	38.411	10.524	4.736	1.579	3.157	842	210	161.747.387
2023	38.442	10.532	4.739	1.580	3.160	843	211	161.876.785
2024	38.473	10.540	4.743	1.581	3.162	843	211	162.006.286
2025	38.503	10.549	4.747	1.582	3.165	844	211	162.135.891
2026	38.534	10.557	4.751	1.584	3.167	845	211	162.265.600
2027	38.565	10.566	4.755	1.585	3.170	845	211	162.395.412
2028	38.596	10.574	4.758	1.586	3.172	846	211	162.525.329
2029	38.627	10.583	4.762	1.587	3.175	847	212	162.655.349
2030	38.658	10.591	4.766	1.589	3.177	847	212	162.785.473
2031	38.689	10.600	4.770	1.590	3.180	848	212	162.915.702
2032	38.719	10.608	4.774	1.591	3.182	849	212	163.046.034
2033	38.750	10.617	4.777	1.592	3.185	849	212	163.176.471
2034	38.781	10.625	4.781	1.594	3.188	850	213	163.307.012
2035	38.812	10.634	4.785	1.595	3.190	851	213	163.437.658



ANEXO N°8. Aplicación en alternativas de solución integrales

Cada alternativa de solución integral deberá estimar el costo de operación y mantenimiento. En cuanto al cálculo de uso de combustible, se deberá estimar la cantidad de combustible empleado por tipo de solución, según el tipo y número de vehículos, además de la distancia entre los puntos de recolección a la planta de transferencia, compostaje, disposición final u otro componente del proceso de gestión de residuos. Asimismo, se deberá estimar el costo de mantenimiento de los vehículos según tipo de solución. Esto deberá ser evaluado independiente de la forma de financiamiento de la recolección y disposición de los residuos. Por ejemplo, el Diagrama N°4 indica dos alternativas de solución, la primera considera transporte directo desde el punto de recolección a disposición final, mientras que la alternativa de solución 2 contempla una planta de transferencia para optimizar el transporte hacia el sitio de disposición final. Ambas alternativas presentan costos de operación y mantenimiento diferenciados, según alternativa de solución.

Diagrama N° 6. Ejemplo costos de operación de distintas alternativas de solución.



Fuente: Basado en Momoru. I. (2019)



ANEXO N°9. Vida útil normal de un bien físico según SII

Tipos bien físico según SII	Vida útil normal
Edificios fábricas de material sólido albañilería de ladrillo, de concreto armado y estructura metálica	40 años
Galpones de madera o estructura metálica	20 años
Construcciones provisionarias	10 años
Camiones y vehículos	7 años
Tolvas, mecanismo de volteo	9 años
Carros portacontenedores en general	7 años
Remolques, semirremolques y carros de arrastre	7 años
Maquinarias y equipos en general	15 años
Maquinaria destinada a la construcción pesada (Ejemplos: motoniveladoras, traxcavators, bulldozers, tractores, caterpillars, dragas, excavadoras, pavimentadores, chancadoras, betoneras, vibradoras, tecles, torres elevadoras, tolvas, mecanismo de volteo, motores eléctricos, estanques, rodillos, moldes pavimento, etc.).	8 años
Bombas, perforadoras, carros remolques, motores a gasolina, grupos electrógenos, soldadoras.	6 años
Herramientas pesadas	8 años
Herramientas livianas	3 años
Letreros camineros y luminosos	10 años
Útiles de oficina (ejemplos: fotocopiadora, etc.)	3 años
Muebles y enseres	7 años
Sistemas computacionales, computadores, periféricos, y similares (ejemplos: cajeros automáticos, cajas registradoras, etc.)	6 años
Estanques	10 años
Equipos de vigilancia y detección y control de incendios, alarmas.	7 años
Envases	6 años