

Sistemas de Reciclaje

Estudio de Casos en la Región Metropolitana



CONAMA
METROPOLITANA
DE SANTIAGO

Sistemas de Reciclaje

Estudio de Casos en la Región Metropolitana



© 2005. CONAMA Metropolitana de Santiago
"Sistemas de Reciclaje. Estudio de Casos en la Región Metropolitana."
Moneda 970, piso 12. Santiago, Chile. Tel (56-2) 6713052, Fax (56-2) 6717710
www.conamam.cl; conamam@conama.cl
Textos y contenidos: CONAMA Metropolitana de Santiago.
Santiago, Chile, Enero de 2005

Edición y corrección de textos: María Eugenia Meza
Diseño y producción gráfica: A2 Diseñadores
Impresión: Andros Impresores Ltda.

Índice

Presentación	5
Introducción	7
Antecedentes	9
Institucionalidad vinculada a los RSD	9
Estrategia jerarquizada en gestión de RSD	10
Estadísticas de reciclaje	11
Objetivos del estudio de casos	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos	13
Selección de casos	14
Criterios de selección	14
Municipios seleccionados	14
Metodología	15
Actividades realizadas	17
Formación de mesas de trabajo público–privada	17
Recopilación de información	18
Selección de los municipios para ser estudiados	18
Sistematización de la información	18
Análisis de casos	18
Caso 1. Municipalidad de Ñuñoa	19
Objetivos del proyecto	21
Objetivo general	21
Objetivos específicos	21
Descripción general del proyecto	22
Consideraciones y supuestos	23
Resultados del análisis	24
Conclusiones	27
Recomendaciones	28

Caso 2. Municipalidad de La Pintana	29
Objetivos del proyecto	31
Objetivo general	31
Objetivos específicos	31
Descripción general del proyecto	32
Consideraciones y supuestos	35
Resultados del análisis	35
Conclusiones	38
Recomendaciones	38
Caso 3. Municipalidad de La Florida	39
Objetivos del proyecto	41
Objetivo general	41
Objetivos específicos	41
Descripción general del proyecto	41
Consideraciones y supuestos	43
Resultados del análisis	44
Conclusiones	46
Recomendaciones	47
Caso 4. Municipalidad de La Reina	49
Objetivos del proyecto	51
Objetivo general	51
Objetivos específicos	51
Descripción general del proyecto	52
Operación	52
Consideraciones y supuestos	53
Resultados del análisis	54
Conclusiones	57
Recomendaciones	57
Anexos	59

Presentación

La disposición final de los residuos sólidos domiciliarios (RSD) en la Región Metropolitana de Santiago ha sido, sin lugar a dudas, el desafío de esta última década para la CONAMA Metropolitana. Cumplido hoy con el objetivo de dotar a la capital con rellenos sanitarios –aprobados y fiscalizados por los organismos correspondientes– la nueva tarea se enfoca ahora a disminuir la generación de los residuos.

De acuerdo a la Política para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Domiciliarios –propuesta presentada por CONAMA Nacional al Ministerio Secretaría General de la Presidencia en septiembre pasado– la idea es establecer una gestión jerarquizada de los residuos. Los esfuerzos deberán estar enfocados; primero, en evitar la generación de los residuos; luego, en buscar la reutilización o reciclaje para aquellos ya generados y, por último, en velar que la disposición final de los residuos sólidos domiciliarios que no fueron reciclados sea de la forma más amigable con el medio ambiente.

Actualmente la Región Metropolitana recicla alrededor del 9% de los RSD, cifra destacable a nivel nacional que, sin embargo, no es suficiente para lograr los objetivos que plantea la agenda ambiental país.

Sabemos que las municipalidades tienen dificultades económicas y técnicas para realizar una adecuada gestión de residuos sólidos domiciliarios a largo plazo. Sumado a ello está la falta de mecanismos de comunicación y promoción para incentivar en la comunidad una conducta responsable y comprometida con los sistemas de reciclaje.

Conscientes de esta realidad, y de que en el escenario internacional y nacional los sistemas de reciclaje deben estar en una cadena comercial para que funcionen –vale decir, valorizados como materia prima no importando el incentivo utilizado: normativo, económico, ambiental o solidario– es fundamental que los municipios conozcan y tengan las herramientas suficientes para impulsar adecuadamente estos sistemas en sus comunas.

El documento que hoy tiene en sus manos fue elaborado por profesionales del Área de Gestión de Residuos y Materiales Peligrosos de CONAMA R.M. En él son analizadas las experiencias de reciclaje de cuatro municipios, mediante un completo estudio de casos que permitirá a cualquier municipalidad tener la información adecuada al momento de diseñar y ejecutar un proyecto de reciclaje con impacto comunal y regional.

Este texto no pretende paliar la falta de un modelo de gestión de reciclaje comunal global. Más bien, con esta acción concreta, como CONAMA Metropolitana esperamos contribuir a la gestión de residuos sólidos domiciliarios y, en definitiva, a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la Región Metropolitana de Santiago y de todo el país.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'P' followed by a series of loops and a final flourish.

Pablo Badenier Martínez
Director Regional
Conama Metropolitana de Santiago

Introducción

En el año 2003, la generación de residuos sólidos domiciliarios (RSD)¹ en la Región Metropolitana alcanzó –aproximadamente– las 213.000 toneladas mensuales. De continuar el incremento promedio generado en los últimos años, en el 2010 serán generados cerca de 2.5 millones de toneladas. Esta situación trae consigo por un lado, un alto costo para los municipios, que deben financiar el servicio de recolección, transporte y disposición final de estos residuos y, por otro, impactos ambientales asociados a esta actividad.

La gestión pública de los RSD es compleja. Constituye un aspecto central en las condiciones sanitarias de la población y, a la vez, genera efectos sobre el medio ambiente en –prácticamente– todos sus componentes (biótico, abiótico y sus interacciones). Por lo tanto, gestionar los residuos con una estrategia que incluya el *evitar–minimizar–tratar–disponer* es clave para lograr una gestión ambientalmente adecuada de los RSD, orientada a disminuir la cantidad que llega a la disposición final.

En la Región Metropolitana, los RSD generados son dispuestos en casi un cien por ciento en rellenos sanitarios de alto nivel tecnológico. Si bien esto representa un logro a nivel latinoamericano, aún falta dar un paso hacia la sustentabilidad ambiental, fundamentada en la estrategia jerarquizada de residuos.

Durante muchos años la idea general ha sido que lo "ambientalmente adecuado", en lo que respecta a la gestión de los RSD, no va de la mano con lo "económicamente conveniente". Ha existido el prejuicio de que la opción del reciclaje, si bien es justificable desde el punto de vista ambiental, no lo es desde el económico, comparada con la alternativa de la disposición final en rellenos sanitarios.

1. Para efectos del presente estudio de casos, por Residuo Sólido Domiciliario (RSD) deberá entenderse la basura o desperdicio generado en viviendas y establecimientos tales como edificios habitacionales, locales comerciales, locales de expendio de alimento, hoteles, establecimientos educacionales, oficinas, cárceles; y, además, basura o desperdicio proveniente de podas y ferias.

Antecedentes

■ Institucionalidad vinculada a los RSD

La Constitución Política de la República (artículo 107) establece que las municipalidades son corporaciones autónomas de derecho público, con personalidad jurídica y patrimonio propio, cuya finalidad es satisfacer las necesidades de la comunidad local y asegurar la participación en el progreso económico, social y cultural de las comunas. Las municipalidades ejercen la administración local de la comuna; y sus funciones y atribuciones están establecidas en la respectiva Ley Orgánica Constitucional.

Dicha Ley Orgánica estipula que las municipalidades podrán desarrollar –en forma directa o por la vía de otros organismos de la administración del Estado– funciones relacionadas con la salud pública y la protección del medio ambiente. Igualmente, determinan que es función privativa de estas entidades el aseo y ornato de la comuna. En este sentido, la Contraloría General de la República ha señalado que "...el aseo de la comuna está legalmente concebido como un servicio municipal, que comprende no sólo la recolección de la basura sino que involucra todo un proceso del cual forma parte su transporte y disposición final".



Por su parte, el Código Sanitario explicita esta función, estableciendo las siguientes funciones municipales:

- Proveer la limpieza y las condiciones de seguridad de sitios públicos, de tránsito y de recreo.
- Recolectar, transportar y eliminar, por métodos adecuados a juicio del servicio de salud, las basuras, residuos y desperdicios depositados o producidos en la vía urbana.
- Reglamentar y controlar las condiciones de limpieza y conservación exterior de las casas, fábricas, edificios públicos, cuarteles, conventos, teatros y otros locales públicos y particulares.
- Proveer la limpieza y conservación de los canales, acequias y bebederos, considerando además las condiciones de seguridad necesarias para prevenir accidentes.

En todo caso, el carácter privativo de la función de aseo no impide que las municipalidades encomienden estos servicios a un tercero, entregándolos en concesión por la vía de una licitación pública.

■ Estrategia jerarquizada en gestión de RSD

La gestión integral de los residuos se refiere a todas las acciones relativas a su manejo, desde antes de su generación hasta su eliminación, cuestión contraria al hábito tradicional de botar todo residuo. La gestión integral comienza con la producción de un producto y es entendida como la primera etapa en la que es necesario intervenir, para disminuir la cantidad de residuos que serán generados y, por lo tanto, necesarios de manejar.

En este sentido, existe para el caso de los RSD una estrategia jerarquizada de gestión, que establece la siguiente prioridad: *evitar–minimizar–tratar–disponer*. Este orden significa que, desde el punto de vista ambiental, la mejor alternativa es prevenir, evitando la generación de un residuo; en segundo lugar, es necesario buscar su minimización²; y, en tercer lugar, su tratamiento con el objetivo de reducir, quedando como última opción la disposición final del residuo.

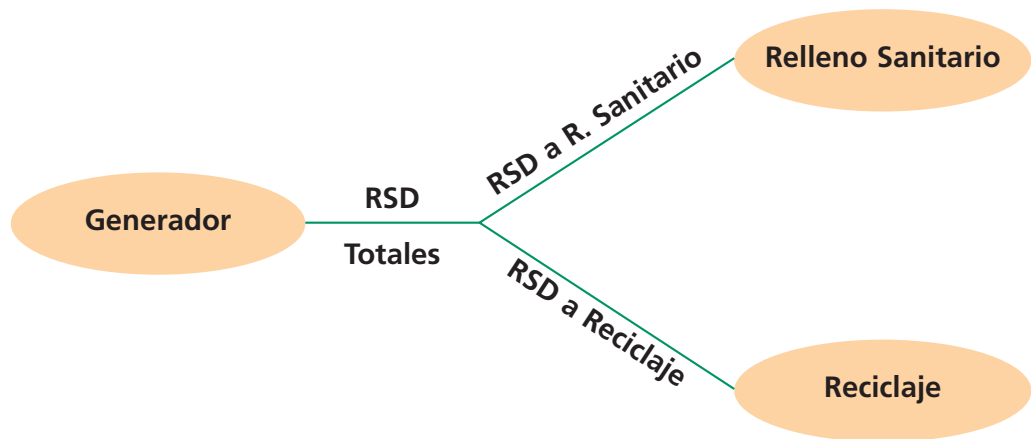
2. Principio de las 3R: *reducir, reusar, reciclar*.

Para la toma de decisión de cómo gestionar un residuo, es preciso considerar esta estrategia jerarquizada junto con los aspectos económicos y sociales asociados. Es importante señalar que, en el caso de los residuos no dispuestos, no sólo se evita el costo directo de su disposición sino también los costos ambientales indirectos, como la contaminación hídrica y del suelo. Este "ahorro ambiental" puede ayudar a hacer económicamente factibles algunas de las operaciones de minimización.

Estas alternativas de reutilizar, reciclar, tratar con recuperación de energía, producir *compost* u otro método que genere un producto, frecuentemente son conocidas bajo el término de 'valorización del residuo'.

■ Estadísticas de reciclaje

Los RSD totales generados tienen un doble componente. Por un lado, la fracción que sigue su curso a un relleno sanitario y, por otro, la que sigue hacia el reciclaje, tal como puede ser visto en el siguiente esquema:

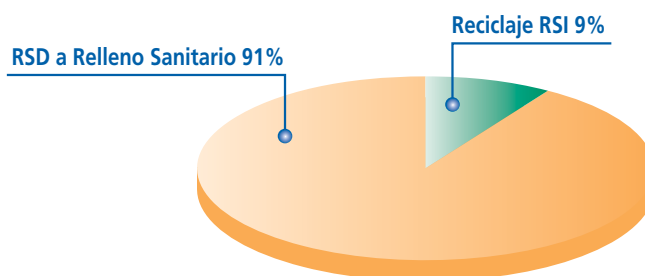


Según este esquema, la fracción de residuos reciclados (FRR) corresponde a:

$$FRR = \frac{RSD}{RSD \text{ (a relleno sanitario)} + RSD \text{ (a reciclaje)}}$$

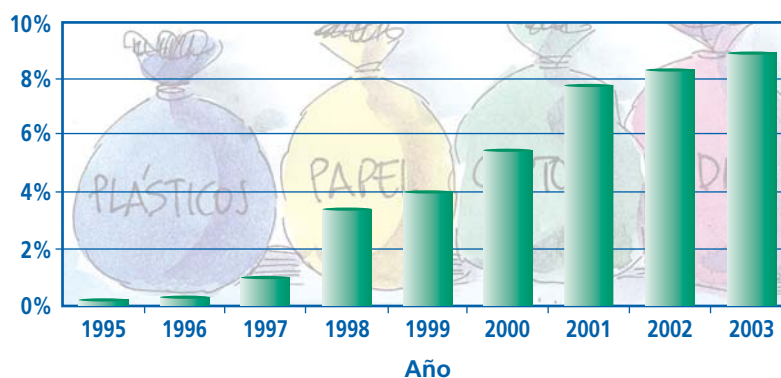
Los siguientes son datos de la cantidad de RSD reciclados en la Región Metropolitana. Han sido estimados a partir de la información entregada tanto por las empresas recuperadoras de papeles y cartones, vidrio, latas de aluminio, chatarra, plásticos y envases *tetra*, como por las plantas de compostaje, actualmente en operación en la región y que reciben materia orgánica de origen domiciliario.

Porcentaje de Reciclaje de RSD año 2003



Fuente: CONAMA

Evolución del Reciclaje en % desde el año 1995 a 2003



Fuente: CONAMA

Según las estadísticas del 2003, la Región Metropolitana reciclaba alrededor del 9% de los residuos sólidos domiciliarios, lo que situaba al Gran Santiago como una de las capitales de América que más recicla.

Objetivos del estudio de casos

■ Objetivo general

Analizar, de manera integral, las experiencias –o casos– de sistemas alternativos con cobertura comunal de gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD), con el doble fin de mejorarlos y replicarlos en otros municipios.

■ Objetivos específicos

- Analizar, integralmente y con énfasis en el aspecto económico, la experiencia de implementación de programas de reciclaje de cobertura comunal en municipios de la Región Metropolitana.
- Difundir experiencias de reciclaje masivas de iniciativa municipal.
- Mejorar las iniciativas de reciclaje comunal que operan en la Región Metropolitana.
- Fomentar una gestión innovadora en el manejo de los RSD.
- Cuantificar los ahorros ambientales que se generan producto del reciclaje.



Selección de casos

Criterios de selección

Los criterios para seleccionar a los municipios donde sería realizado el estudio fueron los siguientes:

- Municipios que tengan en operación un sistema o programa de recolección diferenciada de RSD de carácter masivo y con el fin de reciclarlos.
- Municipios con interés en participar y dispuestos a entregar información.

Municipios seleccionados

Los siguientes son los municipios seleccionados, según los criterios anteriores, para realizar en ellos los estudios de caso. La tabla menciona el sistema de reciclaje implementado y la empresa encargada de llevar a cabo dicho sistema:

a. Recolección diferenciada de RSD inorgánicos

Municipio	Sistema	Empresa
La Florida	Recolección diferenciada, por contrato municipal.	Enasa–Demarco
Nuñoa	Recolección diferenciada con planta de clasificación, por contrato municipal.	Tasui–Demarco
La Reina	Recolección diferenciada, selección en origen.	Ecobas

b. Recolección diferenciada de RSD orgánicos

Municipio	Sistema	Empresa
La Pintana	Recolección diferenciada en origen de residuos vegetales, provenientes de ferias libres con planta de compostaje.	Casino

Metodología

Para cada caso en estudio fue sistematizada y analizada la información de los municipios escogidos. El análisis cuantificó costos, gastos, ingresos, tasas de crecimiento de generación de RSD, inversión y ahorros en dos escenarios: sin proyecto de reciclaje funcionando, y con proyecto de reciclaje operando. En ambos casos fue considerado un horizonte de análisis de 10 años, una tasa de incremento de RSD anual del 1% (cifra cercana a la realidad, considerando la tasa de incremento de RSD en la Región Metropolitana en los últimos cinco años), y una tasa de descuento del 10%.

a. Escenario 1: Análisis sin proyecto de reciclaje

El análisis en este escenario supone que todos los RSD generados en cada municipio en estudio son dispuestos en rellenos sanitarios. En general, dependiendo del caso, los costos considerados son los de recolección, transporte y disposición final. El costo considerado para la disposición final de RSD en los tres rellenos sanitarios operando en la región fluctúa entre 5.500–6.000 \$/Ton, dependiendo del caso analizado.

b. Escenario 2: Análisis con proyecto de reciclaje

Este análisis consideró que parte de los RSD generados serán reciclados y que otra parte será dispuesta en rellenos sanitarios. Los costos previstos para la acción de reciclaje incorporan el incremento del ítem de recolección diferenciada de la fracción reciclada, su transporte y tratamiento, la que es específica en cada caso. Para la fracción dispuesta en rellenos sanitarios, los costos asumidos serán los mismos que para el Escenario 1, proporcionalmente hablando. El análisis de las experiencias comunales cuantificó los beneficios que ofrecen los programas y/o proyectos implementados por los municipios.

Fue realizada una matriz dinámica para costos, gastos, ingresos, tasas de crecimiento de generación de RSD, inversión y ahorros. Cabe señalar que la mayoría de los programas analizados y cuyo propósito es el reciclaje, tienen poco tiempo de operación, salvo el de la Municipalidad de La Reina, que lleva cerca de 11 años implementándolo. Para el resto de los casos fue utilizado un año de datos reales y una proyección de 10 años, dando un horizonte total de evaluación de 10 años para todos los casos.

La información generada permite comparar si el proyecto de reciclaje en operación es económicamente factible, así como la eficacia de cada uno de los distintos métodos utilizados. La comparación de los dos escenarios fue realizada calculando el Valor Actualizado Neto (VAN) con proyecto de reciclaje y el VAN sin proyecto de reciclaje, lo que da como resultado el VAN diferencial para cada estudio de caso³

3. El VAN diferencial es la resta ente el VAN con proyecto y sin proyecto.

Actividades realizadas

■ Formación de mesas de trabajo público–privada

Con los municipios de la Región Metropolitana que tenían programas de reciclaje operando y con aquellos que tenían interés de concretar algún programa de reciclaje, en el corto o en el mediano plazo, fueron constituidas mesas de trabajo. Asimismo quedó formalizada la participación de los municipios, que comprometieron la entrega de la información para realizar el análisis de los casos.

En paralelo, fue establecida una mesa de trabajo con las empresas privadas que actúan en algunas de las etapas de la cadena del reciclaje, las que también formalizaron la participación en esta instancia y la entrega de información.



■ Recopilación de información

En una primera etapa, fue recopilada información por medio de reuniones con las personas encargadas del programa de reciclaje de cada municipio participante en la mesa de trabajo de CONAMA R.M. En esas reuniones se presentó un esquema de trabajo para el estudio de casos, estableciéndose un índice general tipo para el desarrollo del estudio, el que fue ajustado –en algunos aspectos– según el sistema implementado.

■ Selección de los municipios para ser estudiados

Los municipios con casos para ser estudiados fueron seleccionados considerando el universo de alcaldías convocadas a la mesa de trabajo, y según los criterios de selección ya especificados.

■ Sistematización de la información

La información recopilada fue sistematizada en fichas–tipo para cada uno de los casos, lo que facilitó su tratamiento y análisis.

■ Análisis de casos

Finalmente, y considerando la metodología planteada, fueron analizados los casos de los municipios escogidos.

Caso 1

Municipalidad de Ñuñoa

Desde julio de 2003, la comuna de Ñuñoa cuenta con una planta de separación y clasificación propia en operación, la que está instalada en un terreno municipal de aproximadamente 1.800 m². Los RSD inorgánicos⁴ son separados en los hogares, posteriormente recolectados y transportados a la planta de separación y clasificación, para ser vendidos a las empresas procesadoras que los utilizan como materia prima.

a. Referencias geográficas y poblacionales

En un territorio de 16,3 km², viven los 163.511 habitantes⁵ de Ñuñoa, que representan un 2,7% de la población de la Región Metropolitana.

b. Sistema utilizado

El sistema utilizado por esta municipalidad es la recolección diferenciada con tratamiento en planta de separación y clasificación de RSD reciclables.

4. Plásticos, papel, cartones, vidrio, metales no ferrosos y hojalata.

5. Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Objetivos del proyecto

■ Objetivo general

Implementar en la comuna un sistema de separación, recolección, clasificación y comercialización de los RSD potencialmente reciclables, generando hábitos y conductas en la población, con el fin de disminuir los residuos depositados en el relleno sanitario.

■ Objetivos específicos

- Reducir el impacto ambiental que producen los RSD.
- Prolongar la vida útil del relleno sanitario y evitar el empleo de otros terrenos destinados a la disposición final.
- Dar valor económico a los residuos, considerándolos como un recurso y no como un desecho.
- Ahorrar energía, dada la gran cantidad de recursos utilizados en la fabricación de productos nuevos⁶



6. Este objetivo apunta a los ahorros ambientales producidos comparando la elaboración de un producto con materia prima virgen o con materia prima reciclada. Ej: la fabricación de una tonelada de papel nuevo consume 440 litros de agua potable; en cambio, la fabricación de una tonelada de papel reciclado consume 62 litros de agua potable. Asimismo se ahorra en el uso de energía eléctrica y de recursos naturales.

Descripción general del proyecto

El Proyecto Planta de Separación y Clasificación de Residuos Reciclables está sostenido en la implementación de un sistema de recolección diferenciada de los RSD reciclables. Y también en la conciencia ciudadana sobre medioambiente, impulsada por el municipio con campañas con material informativo⁷, antes y durante la operación del proyecto, que informaron y educaron con respecto a los beneficios de reciclar, así como sobre la forma de operar del sistema de recolección diferenciada puesto en marcha.



a. Cobertura

Este proyecto de reciclaje involucra, entre otros actores de la comunidad, a familias, centros educacionales, juntas vecinales, centros de madres, clubes, industrias, empresas, negocios y bancos. Es decir, a sus más de 163.000 habitantes. Actualmente, un 30% de la población está participando de modo activo en este programa de reciclaje comunal.

7. Dípticos, revistas, publicidad radial y pagina web.

b. Operación

La planta de reciclaje fue diseñada, construida y perfeccionada por profesionales y trabajadores de la Municipalidad de Ñuñoa. Esta cuenta, además de las instalaciones propias del reciclaje, con pasarelas y un salón donde las personas visitantes pueden ver cómo opera, o conocer el significado del reciclaje para el medioambiente, gracias a un video exhibido a quienes programan sus visitas.

La municipalidad definió que el material a recolectar sería papel, cartón, vidrio, plástico, metales no ferrosos y hojalata. El sistema comenzó a operar con la repartición de bolsas, por parte del municipio, en las que los vecinos deben depositar sólo el material reciclable. Las bolsas deben ser sacadas de los hogares una vez por semana, para ser retiradas por un camión⁸ dedicado exclusivamente al transporte de este tipo de residuos hasta la planta de reciclaje.

Los RSD recolectados en forma diferenciada son pesados al ingreso a la planta. Después, la carga entra a las correas transportadoras donde ocurre la separación y clasificación, proceso realizado por personal instruido y capacitado. Luego, los materiales son introducidos en contenedores que, transportados por una grúa de horquilla, llegan al sector donde se compactan, prensan, trituran o enzunchan, según corresponda. Como etapa final, el material es pesado nuevamente y vendido a empresas recicladoras.

Consideraciones y supuestos

- El horizonte de evaluación fue de 10 años, con tasa anual de crecimiento de generación de RSD del 1%.
- Los datos reales considerados, tanto de recolección de RSD como referidos a los gastos que realiza el municipio, van de julio del 2003 a junio del 2004 (Año 1 para el estudio).
- El precio de venta del material se mantiene constante en los periodos de evaluación.

8. El municipio emplea tres camiones que recorren los diversos sectores en que la comuna ha sido dividida para estos efectos.

- La inversión inicial asciende a \$109.118.096.
- Desde el Año 3 en adelante el costo operacional aumenta en \$9.680.000 debido al contrato de ocho personas.
- En el periodo real (Año1) fueron vendidas por el municipio 997 toneladas de RSD reciclables. A partir de ese momento, el incremento es como muestra la Tabla 1.1:

Tabla 1.1
Número de toneladas por período de tiempo

Tasa de incremento en venta de RSD	Periodos proyectados
40%	Año 2
35%	Año 3
30%	Año 4
30%	Año 5
30%	Año 6
20%	Año 7
10%	Año 8
10%	Año 9
5%	Año 10

Resultados del análisis

La metodología de análisis consideró dos escenarios para la evaluación: uno sin proyecto de reciclaje, y otro con proyecto de reciclaje. Además fue realizada una simulación del VAN diferencial tomando en cuenta un aumento en el precio por utilización del sistema de disposición final de RSD.

a. Escenario 1: Resultados sin proyecto de reciclaje

Considerando un horizonte de 10 años y una tasa descuento del 10%, fueron obtenidos los siguientes resultados (para más detalle, ver Anexo 1):

A1) Total de flujos sin proyecto (recolección normal) = \$-10.782.045.217

A2) Cálculo VAN sin proyecto (recolección normal) = \$-6.005.514.823

b. Escenario 2: Resultados con proyecto de reciclaje

B1) Total de flujos con proyecto (Planta y recolección diferenciada) = \$-10.472.947.112
B2) Cálculo VAN con proyecto (Planta y recolección diferenciada) = \$-6.000.913.237

c. Resultado diferencial entre los Escenarios 1 y 2

- Total Flujos de ahorro (B1 - A1) = \$309.098.105
- VAN ahorro (B2 - A2) = \$4.601.586



Gráfico 1.1

Representación de flujos de ahorros (diferencial) totales entre sistema de recolección diferenciada con planta de separación de RSD reciclables y sistema de recolección normal

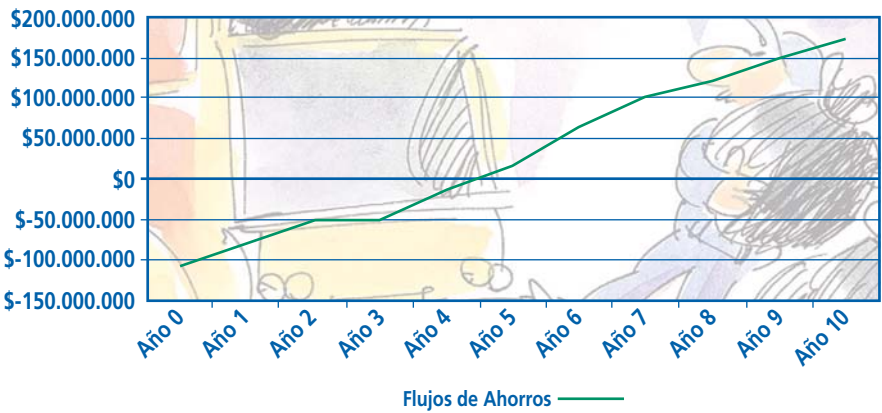


Gráfico 1.2
Representación de flujos diferenciales (sin proyecto y con proyecto), para distintos costos de disposición final

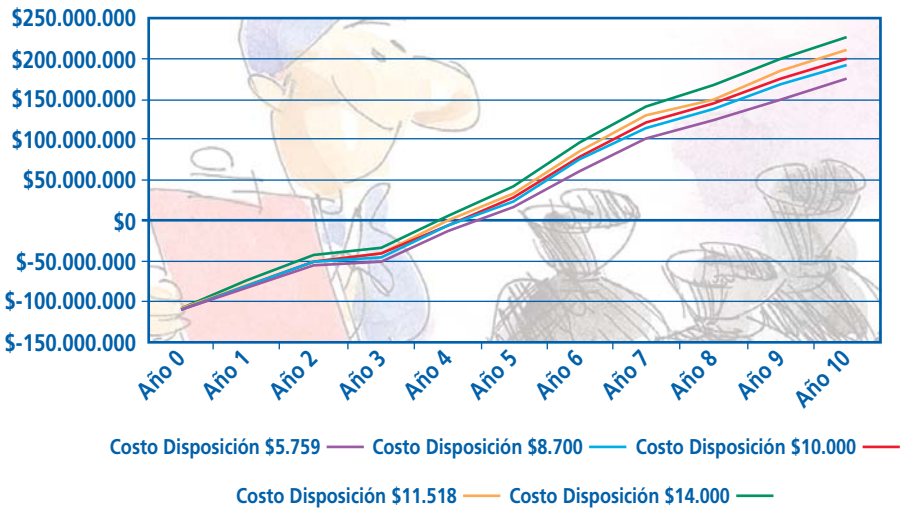


Gráfico 1.3
Representación del VAN diferencial al subir el costo de disposición final

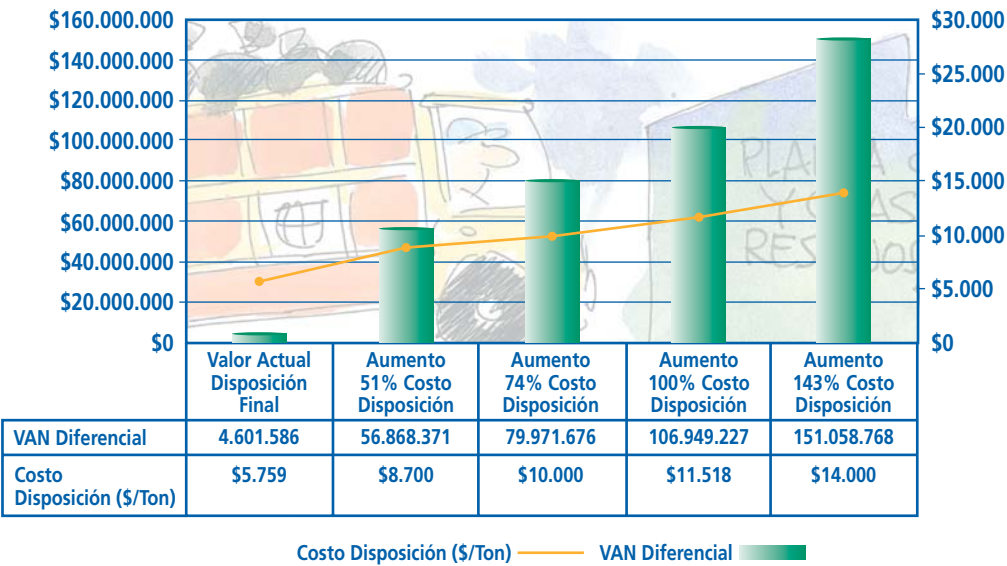
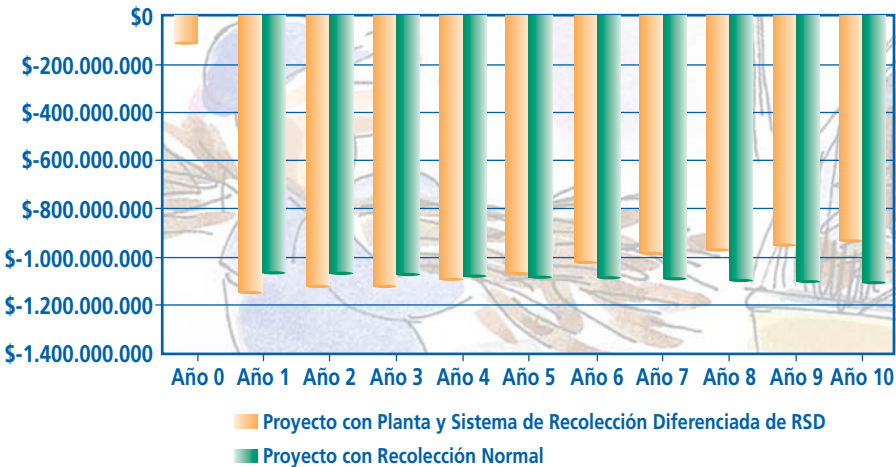


Gráfico 1.4

Comparación de flujos: sistema de recolección diferenciada con planta de separación y clasificación de RSD reciclables v/s recolección normal



Conclusiones

Los resultados del análisis de este caso dan cuenta de que el sistema de recolección diferenciada con Planta de Separación y Clasificación de RSD Reciclables es más conveniente que la recolección normal (que corresponde al análisis sin proyecto), considerando el horizonte de evaluación analizado (10 años).

El Gráfico 1.4 presenta la comparación de los flujos de cada proyecto: puede verse que, a partir del quinto año de operación, el proyecto con planta y recolección diferenciada es menos costoso que la recolección normal. Traducido en la suma de todos los flujos en el periodo de evaluación, esto significa que entrega un valor positivo, el que asciende a los \$309.098.105, sin considerar la tasa de descuento (ver Anexo 1).

En cuanto al VAN, que entrega el valor actual neto, éste fue calculado para ambos casos (con y sin proyecto). Al aplicar una tasa de descuento a los flujos de ahorros (diferencial) se obtuvo un valor positivo, que bordea los \$4.601.586 (ver Anexo 1). Por otro lado podemos observar en el Gráfico 1.3 que, a medida que aumenta el precio por concepto de empleo del sistema

de disposición final de RSD, el VAN es más alto, lo que implica que el sistema con proyecto va siendo progresivamente mucho más conveniente que el sistema sin proyecto.

Recomendaciones

De acuerdo a los resultados y a las conclusiones de este estudio, es posible recomendar las siguientes acciones:

- Mantener los contratos de recolección selectiva.
- Cumplir con la frecuencia de recolección y la entrega permanente a la comunidad de bolsas para los RSD reciclables.
- Aumentar la capacidad de procesamiento de la planta de clasificación y mantener los canales de comercialización de los residuos reciclables.
- Incluir a los recolectores independientes en el Programa de Reciclaje de la comuna, para evitar la fuga de materiales.
- Poner en marcha un intenso programa de sensibilización ciudadana para aumentar la calidad y cantidad de los RSD reciclables, con objeto de alcanzar en un horizonte de 10 años alrededor del 50% del potencial reciclable.
- Crear incentivos permanentes para motivar la participación de la comunidad, destinando –por ejemplo– los ahorros de dinero en mejorar la campaña de difusión, entregando un reporte periódico de los avances.
- Mejorar la infraestructura de espacios públicos y premiar a los sectores que funcionan mejor.

Caso 2

Municipalidad de La Pintana

La comuna de La Pintana cuenta con una planta de compostaje⁹ propia, ubicada en un terreno municipal de 7.500 m², aprox. A esta planta son llevados los residuos orgánicos (residuos verdes)¹⁰.

Los residuos de las ferias libres comunales son separados en origen gracias a la existencia de contenedores instalados en la mayoría de estos sitios; y los restos de podas, cortes de pasto y hojas son recolectados en el lugar en que se generan.

Todos los residuos son trasladados a la planta para su compostaje, el que es utilizado por el municipio para la construcción de áreas verdes, mantención de un vivero y de los huertos orgánicos de carácter educativo.

a. Referencias geográficas y poblacionales

En un territorio de 30,3 km², viven 190.085 habitantes¹¹. Posee 223.000 mts² de áreas verdes construidas.

b. Sistema utilizado

El sistema utilizado por la municipalidad es una planta compostaje, o de tratamiento de residuos orgánicos.

9. Este es un bioproceso aeróbico que permite obtener un producto final suficientemente estable para que su almacenamiento e incorporación al suelo no genere efectos ambientales adversos.

10. Restos de podas y jardines, ramas y RSD de ferias libres.

11. Censo 2002, INE.

Objetivos del proyecto

■ Objetivo general

Implementar un sistema de recolección diferenciada en la comuna que sea técnica, ambiental, y económicamente sustentable. Su fin es el manejo y reducción de volúmenes de los residuos de origen vegetal, provenientes de ferias libres y restos de podas de la comuna de La Pintana; además de proveer de *compost* por la vía de un proceso de descomposición de la materia.

■ Objetivos específicos

- Fomentar una gestión innovadora en el manejo de los RSD.
- Fomentar, dentro de la comuna, la investigación, capacitación y educación ambiental en el tema de los RSD.
- Generar un producto de alta calidad para la construcción de áreas verdes de la comuna y materia prima en la mantención del Vivero Municipal, la arborización urbana y los huertos orgánicos de carácter educativo.
- Separar en origen los residuos vegetales generados en las ferias libres de la comuna.
- Reducir el volumen de disposición de los RSD.



Descripción general del proyecto

En el año 1999, comenzó el proyecto de compostaje, como un módulo de educación ambiental. La experiencia generó una demanda por encontrar soluciones más efectivas en el manejo de residuos, específicamente de la fracción orgánica vegetal. Esto llevó a la Dirección de Gestión Ambiental a postular al Fondo Nacional del Medio Ambiente, con el fin de encontrar recursos para instalar una planta de compostaje mediana, que resolviera el problema de los residuos generados en las ferias libres.

La presentación del proyecto, y su posterior adjudicación, permitieron pasar de un modelo de desarrollo modular de educación ambiental (experimentación, capacitación y producción a pequeña escala) a otro de desarrollo productivo, a mediana escala, de producción de *compost* y lombricultura.

El proyecto de la planta de compostaje considera la separación en origen por medio de contenedores ubicados en las ferias libres. En el caso de los restos de podas, los residuos son retirados en el sitio donde se generan.

a. Cobertura

Abarca todas las ferias libres de la comuna y recoge los residuos verdes provenientes de podas de parques del propio municipio.

b. Operación

El proceso de compostaje de residuos vegetales comenzó a desarrollarse como una pequeña unidad experimental y educativa, la que sentó las bases para demostrar que, operativamente, era posible realizar el mismo proceso a mayor escala. Es así como la planta fue ampliada y comenzó a procesar mayores cantidades de residuos vegetales de ferias libres. Por medio de recursos externos fue financiada la infraestructura y, en el año 2003, el municipio comenzó a licitar la recolección de residuos de feria, incorporando dentro del proceso de limpieza la separación en origen de los residuos vegetales.

La planta de producción de *compost*, instalada como parte del proyecto, mantiene un espacio físico diseñado para continuar desarrollando las tareas de experimentación, capacitación y demostración de los procesos de producción de compostaje y lombricultura. Asimismo, es un eje

estructurador de las campañas de minimización y reciclaje de residuos a nivel de las comunidades¹² que forman La Pintana.

Los residuos orgánicos vegetales generados por las ferias libres son recolectados en contenedores de 650 litros, para diferenciarlos del resto de los residuos que van directamente al relleno sanitario. La separación en origen de los residuos es realizada en conjunto por los locatarios y locatarias de las ferias libres y el personal de la empresa de aseo a cargo del servicio la que, además, los transporta diariamente a la planta. En ese lugar son retirados los restos de materiales incompatibles con el proceso de compostaje.

Los residuos del corte de prado y las hojas, producto del mantenimiento de las áreas verdes comunales, son transportados también a la planta por la respectiva empresa contratista y, de igual forma que los residuos orgánicos de las ferias libres son limpiados antes de ser compostados. Respecto de las ramas, éstas tienen dos orígenes: por un lado, están los restos de podas, que son retirados directamente del sitio donde se generan; y, por otro, la disposición ilegal que está en la vía pública.



12. Vecinales, deportivas, educacionales, etc.

Esta última debe ser limpiada, separando de ella los residuos que forman focos de insalubridad y que no son factibles de compostar. Una vez en la planta, una máquina chipeadora transforma todos estos residuos en astillas de madera (*chips*), materia prima estructurante para el proceso de compostaje.

En el ingreso a la planta de compostaje no existe un sistema de pesaje exacto del material recolectado, así es que sólo es calculado por el volumen de los residuos trasladados por cada camión, según informa la municipalidad.

El volumen de *compost* producido alcanza un promedio aproximado mensual– a 150 m³. Es utilizado para abastecer las necesidades del Vive-ro Municipal, que plantea una alta demanda durante todo el año. Además, es empleado en el mantenimiento de las áreas verdes del Complejo Deportivo y Estadio Municipal, y en la construcción participativa de áreas verdes, ya que es donado a instituciones, colegios y juntas de vecinos, entre otros, interesados en mejorar la calidad de su entorno.



Consideraciones y supuestos

- El horizonte de evaluación fue de 10 años, con una tasa de crecimiento de generación de RSD del 1%.
- A partir del Año 5, y según una meta municipal, es considerada una recolección diaria de seis toneladas desde las ferias.
- El costo del terreno de la planta de compostaje es nulo.
- La inversión inicial fue de \$24.061.608.
- El gasto por disposición de ramas ilegales y residuos vegetales, producto del mantenimiento de áreas verdes, es considerado constante en 10 años.

Resultados del análisis

De acuerdo a la metodología presentada fueron considerados dos escenarios para la evaluación: uno sin proyecto de reciclaje, y otro con proyecto de reciclaje (para mayor detalle ver Anexo 2).

a. Escenario 1: Resultados sin proyecto de reciclaje

Los siguientes son los resultados obtenidos considerando un horizonte de 10 años, y una tasa descuento del 10% (ver Anexo 2):

A1) Total flujos sin proyecto (recolección normal) = \$-1.643.961.068

A2) Cálculo VAN sin proyecto (recolección normal) = \$-915.075.512

b. Escenario 2: Resultados con proyecto de reciclaje

B1) Total flujos con proyecto (Planta y recolección diferenciada) = \$-1.603.192.17

B2) Cálculo VAN con proyecto (Planta y recolección diferenciada) = \$-905.940.026

c. Resultado diferencial entre Escenarios 1 y 2

- Total flujos de ahorro (B1 - A1) = \$40.768.897
- VAN Ahorro (B2 - A2) = \$9.135.486

Gráfico 2.1
Representación de flujos de ahorros totales (diferencial)
entre sistema de recolección diferenciada con planta de compostaje
y con recolección normal

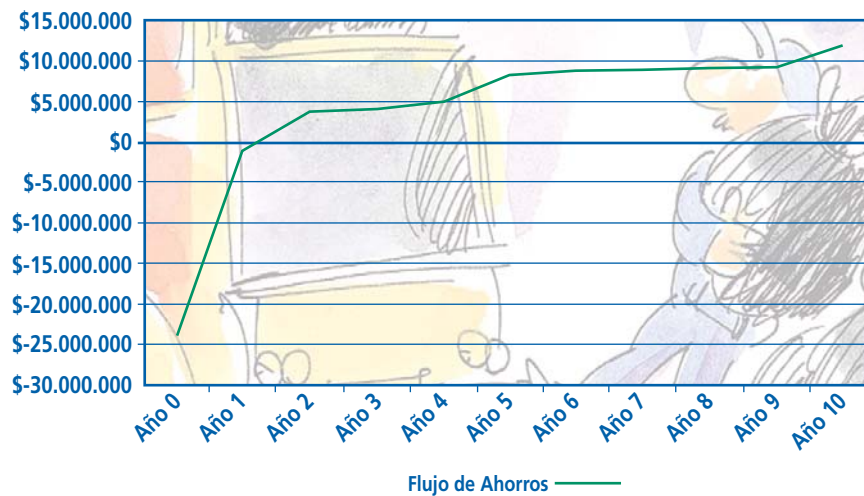


Gráfico 2.2
Representación de flujos diferenciales (sin proyecto y con proyecto)
para distintos costos de disposición final

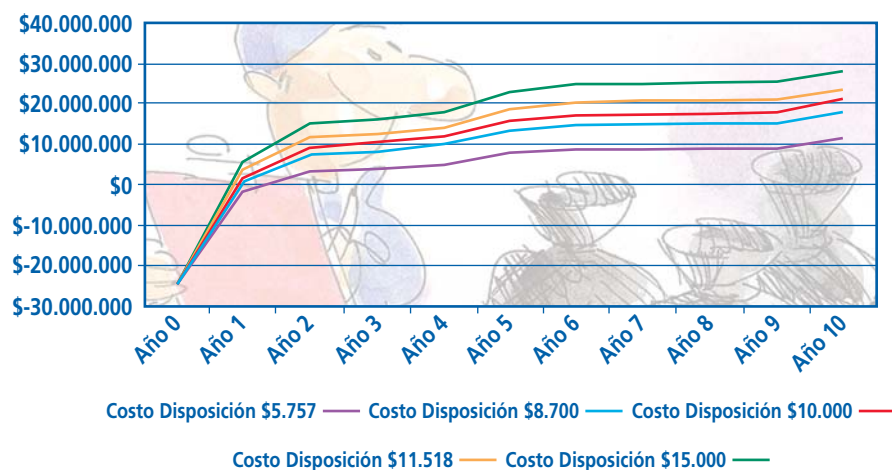


Gráfico 2.3

Representación del VAN diferencial al subir el costo de disposición final

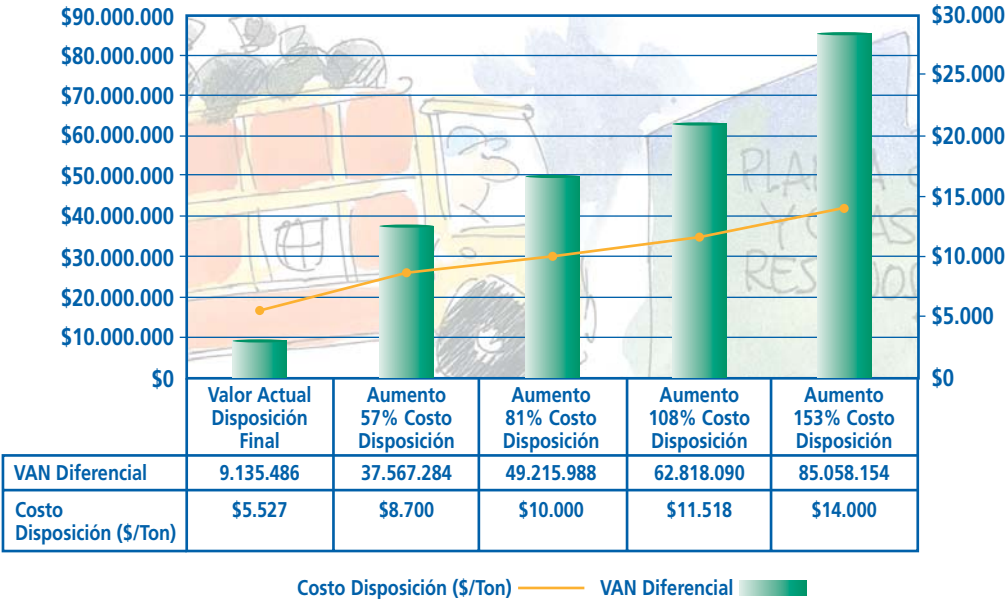
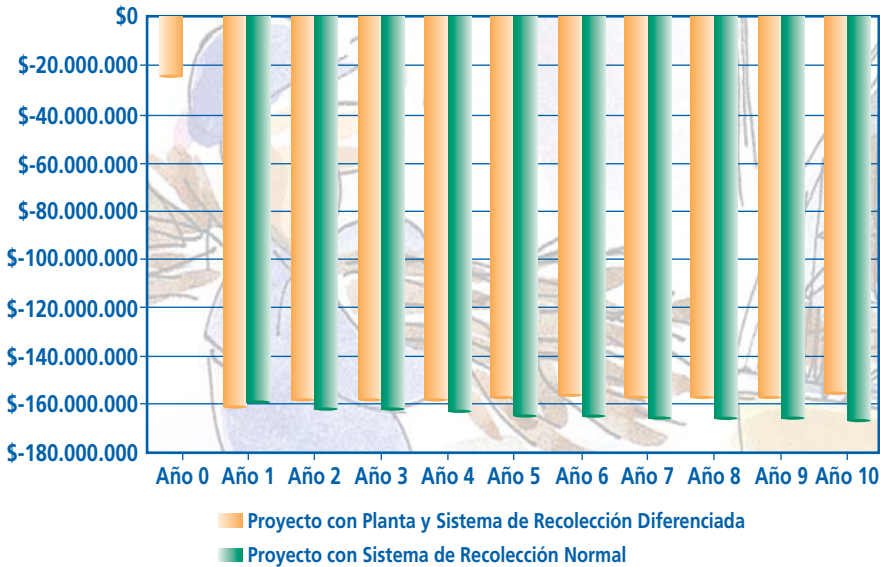


Gráfico 2.4

Comparación de flujos: sistema de recolección diferenciada de RSD reciclables con planta compostaje v/s recolección normal



Conclusiones

Considerando un horizonte de 10 años, los resultados del análisis de este caso indican que el sistema de recolección diferenciada con Planta de Compostaje es más conveniente que la recolección normal (denominada en este documento "sin proyecto").

En el Gráfico 2.4 es posible observar que, a partir del Año 2 de operación, el proyecto con planta y recolección diferenciada es menos costoso que la recolección normal. Esto, traducido en la suma de todos los flujos del período de evaluación, entrega un valor positivo que asciende aproximadamente a \$41.000.000, sin considerar la tasa de descuento (ver Anexo 2).

Calculado en términos de ahorros, el VAN, en este caso, arrojó resultados positivos, bordeando aproximadamente los \$9.000.000 (ver Anexo 2). El Gráfico 2.3 muestra, además, que a medida que sube el precio por concepto de disposición final de RSD, el VAN es más alto, lo que implica que el sistema con proyecto resulta en el tiempo mucho más conveniente que aquel sin proyecto.

Por otra parte, existe una participación activa de todas las ferias libres y de las empresas de mantención de áreas verdes en la separación de los residuos que llegan a la planta de compostaje, lograda gracias a un trabajo de educación, sensibilización y coordinación municipal.

Recomendaciones

Los resultados y las conclusiones de este estudio hacen posible recomendar las siguientes acciones:

- Mantener el contrato de recolección diferenciada para ferias libres y la planta de compostaje de la comuna de La Pintana.
- Aumentar la productividad de la planta y, si es necesario, proyectar su ampliación para recibir residuos verdes de otras comunas.
- Evaluar la implementación de otras tecnologías de compostaje.
- Potenciar la participación de las ferias libres, entregando información de los resultados ambientales y económicos de la producción de *compost*.
- Optimizar el cálculo de los RSD compostables que ingresan a la planta, lo que implica la adquisición de una báscula.

Caso 3

Municipalidad de La Florida

Desde el mes de julio de 2003, la Municipalidad de la Florida implementa un programa de reciclaje de cierto tipo de residuos inorgánicos domiciliarios¹³, bajo la modalidad de recolección diferenciada en el origen.

Los residuos son recolectados en días diferenciados del resto de los RSD, para ser transportados a una planta de separación, donde es realizada su posterior venta.

a. Referencias geográficas y poblacionales

En la comuna de La Florida viven 365.373 habitantes¹⁴, distribuidos en una superficie de 70.2 km², que corresponde al 3,42% de la superficie total del Gran Santiago (incluidas las comunas de San Bernardo y Puente Alto).

b. Sistema utilizado

La municipalidad cuenta con un sistema externalizado de recolección diferenciada en origen de RSD (inorgánicos) reciclables, realizada por dos empresas que abarcan el 100% de la comuna.

13. Metal, papel, cartón, plástico y vidrio.

14. Censo 2002, INE.

Objetivos del proyecto

■ Objetivo general

Promover e incorporar el tema del reciclaje en la comunidad, generando el hábito masivo de separación en origen.

■ Objetivo específico

Disminuir los residuos que son llevados a disposición final y estación de transferencia.

Descripción general del proyecto

El proyecto consideró, en una primera etapa, campañas de sensibilización orientadas a la comunidad participante, para informarla y educarla con respecto a los beneficios de reciclar y sobre cómo opera el sistema.

El municipio incorporó la recolección diferenciada al contrato de recolección de residuos y limpieza que ya había suscrito con dos empresas.



a. Cobertura del proyecto

La población objetivo de este proyecto involucra a todos los actores de la comunidad, es decir, a sus más de 365.000 habitantes.

b. Operación

El sistema implica la actuación de tres actores fundamentales: la comunidad, el municipio y las empresas recolectoras, que participan de la siguiente manera:

- Comunidad: separa los RSD reciclables en forma conveniente, para que sean retirados por la empresa recolectora el día que corresponde.
- Municipio: establece e implementa un sistema de reciclaje adecuado a la realidad municipal. Formula bases de licitación para el servicio de aseo de la comuna, en las que quedan establecidos los servicios de aseo, en general, y el sistema de reciclaje ideado en particular.
- Empresas recolectoras: operativizan el sistema establecido y oficializado por las bases de licitación del servicio de aseo de la comuna, realizando la recolección de RSD reciclables.

Para el funcionamiento del sistema, la comuna fue dividida en dos sectores, por lo que cada empresa tiene un 50% de participación en el acopio total. Cada una destina un sólo camión a la recolección diferenciada, cuya frecuencia es diaria. Como, a futuro, el número de camiones será incrementado, para el análisis de este estudio de caso fue tomada en cuenta –en el Año 1– la cantidad real de camiones que opera, incrementándose a dos por año en los Años 2 y 3, hasta llegar a un total de seis camiones en circulación en toda la comuna.



Los RSD recolectados por los dos camiones son contabilizados –e informa- dos al municipio– por las empresas. Los reportes indican cuánto está siendo reciclando, mes a mes, por concepto de operación del sistema implementado.

Consideraciones y supuestos

- El horizonte de evaluación fue de 10 años, con una tasa de crecimen- to de generación de RSD del 1%.
- Los datos reales tanto de recolección de RSD, como de los gastos que realiza el municipio, abarcaron desde julio del 2003 a junio del 2004.
- Fue considerado un aumento en la dotación de camiones recolecto- res hasta el Año 3. La Tabla 3.1 muestra el número de camiones reco- lectores de RSD reciclables, por período de tiempo.

Tabla 3.1
Número de camiones por período de tiempo

Número de camiones recolectores de RSD reciclables	Periodos proyectados
2	Año 1
4	Año 2
6	Año 3
6	Año 4
6	Año 5
6	Año 6
6	Año 7
6	Año 8
6	Año 9
6	Año 10

Resultados del análisis

De acuerdo a la metodología de análisis presentada, fueron considerados dos escenarios para la evaluación: uno sin proyecto de reciclaje, y otro con proyecto de reciclaje (para más detalles, ver Anexo 3).

a. Escenario 1: resultados sin proyecto de reciclaje

A1) Total flujos sin proyecto (recolección normal) = \$-18.970.979.775

A2) Cálculo VAN sin proyecto (recolección normal) = \$-10.565.658.951

b. Escenario 2: resultados con proyecto de reciclaje

B1) Total flujos con proyecto (recolección diferenciada) = \$-18.917.044.330

B2) Cálculo VAN con proyecto (recolección diferenciada) = \$-10.537.649.560

c. Resultado diferencial entre los Escenarios 1 y 2

- Total flujos de ahorro (B1 - A1) = \$53.935.445
- VAN Ahorro (B2 - A2) = \$28.009.391

Gráfico 3.1

Representación de flujos de ahorros (diferencial) totales entre el sistema de recolección diferenciada de RSD reciclables y el sistema de recolección normal

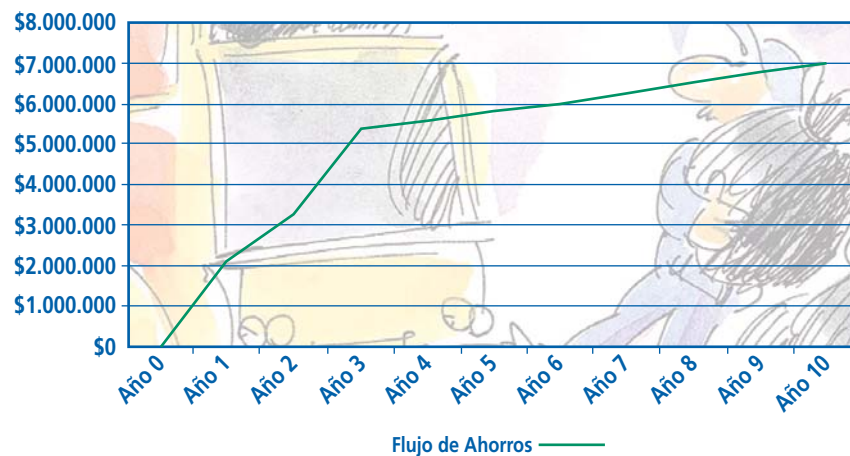


Gráfico 3.2
Representación de flujos diferenciales (sin proyecto y con proyecto)
para distintos costos del sistema de disposición final

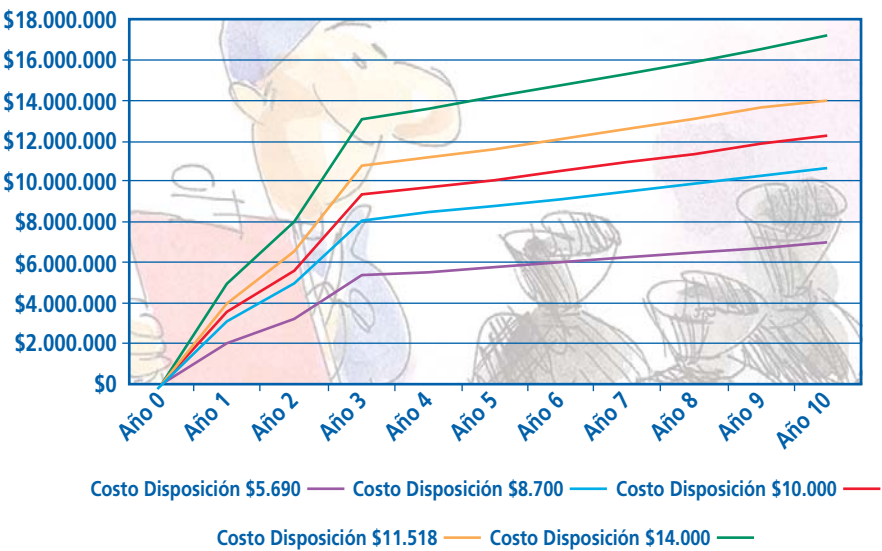


Gráfico 3.3
Representación del VAN diferencial, al subir el costo del sistema
de la disposición final

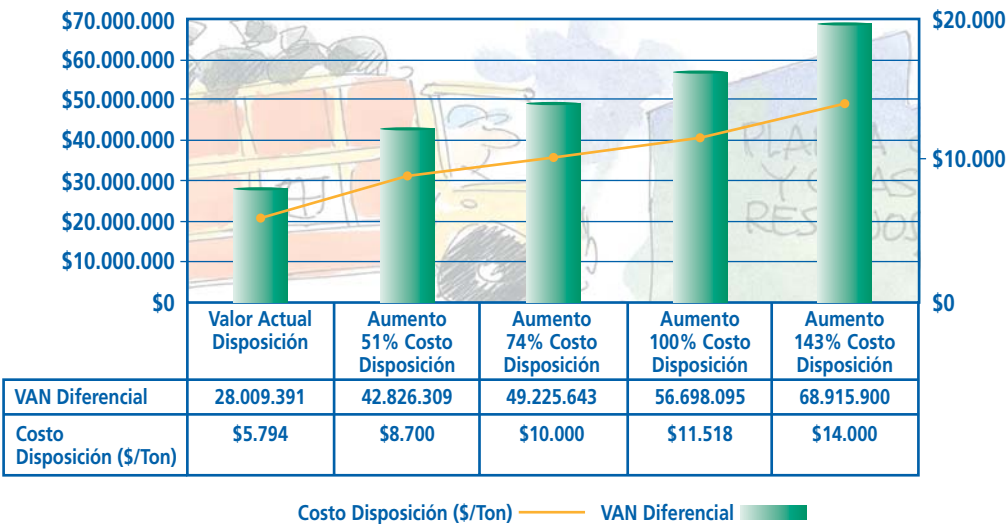
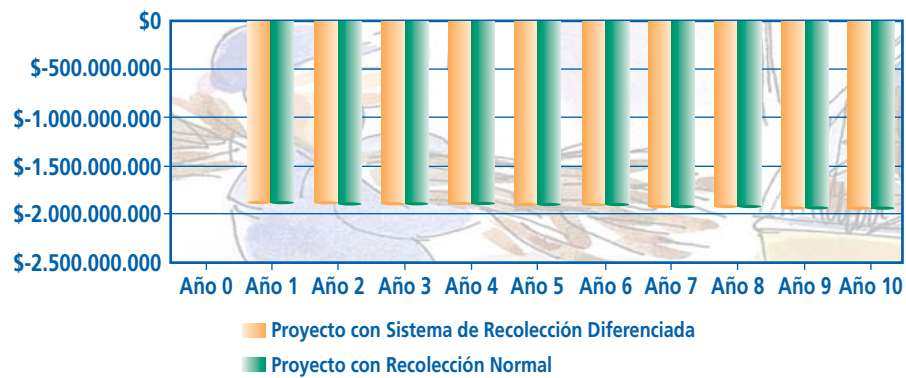


Gráfico 3.4**Comparación de flujos: sistema de recolección diferenciada de RSD reciclables v/s recolección normal**

Conclusiones

Considerando un horizonte de 10 años, los resultados de este análisis muestran que el sistema de recolección diferenciada es más conveniente que el de recolección normal (análisis "sin proyecto").

El Gráfico 3.4 muestra que, a partir del Año 1 de operación, el proyecto con recolección diferenciada es menos costoso que la recolección normal. Esto, traducido en la suma de todos los flujos en el período de evaluación, entrega un valor positivo que asciende aproximadamente a \$54.000.000, sin considerar la tasa de descuento (ver Anexo 3).

El VAN fue calculado en términos de ahorros, con una tasa de descuento del 10%, y su resultado es positivo bordeando –aproximadamente– los \$28.000.000 (ver Anexo 3). El Gráfico 3.3 demuestra que, a medida que sube el precio por concepto de disposición final de RSD, el VAN es más alto lo que implica que el sistema con proyecto resulta mucho más conveniente que el sistema sin proyecto.

Según los datos municipales, durante el período de evaluación la comuna de La Florida recicló el 1,5% de sus RSD.

Recomendaciones

- Aumentar la dotación de camiones con recolección diferenciada, para ampliar la cobertura comunal.
- Mantener un sistema contable de la cantidad de residuos comercializados por las empresas de recolección diferenciada.
- Rediseñar una campaña de comunicación y difusión que permita fortalecer la participación de la comunidad, tanto en la cantidad como en la calidad de los RSD reciclables que entrega.
- Mantener informada a la comunidad de los avances del programa, así como de las dificultades que posee, para hacerla partícipe de él.
- Crear incentivos hacia la comunidad, que permitan sostener el programa en el tiempo.



Caso 4

Municipalidad de La Reina

El sistema de reciclaje de la comuna de La Reina lleva operando alrededor de 11 años. Para operativizarlo, el municipio contrató a una empresa externa, que recolecta de modo diferenciado los RSD reciclables inorgánicos¹⁵, los lleva a un centro de separación (propiedad de la misma empresa) y finalmente los vende.

El municipio paga a esta empresa, por cada tonelada reciclada y vendida, un valor menor que el costo de ingresos de esos residuos en un relleno sanitario.

a. Referencias geográficas y poblacionales

La comuna de La Reina cuenta con 96.762 habitantes¹⁶, quienes viven en una superficie total que abarca los 23,4 km².

b. Sistema de recolección

La Municipalidad de La Reina utiliza el sistema de selección en origen, con recolección diferenciada de RSD reciclables.

15. Vidrio, papel, cartón, plásticos y metales.

16. Censo 2002, INE.

Objetivos del proyecto

■ Objetivo general

Implementar en la comuna de La Reina un Programa de Educación Ambiental, por medio de un sistema de reciclaje de los residuos inorgánicos de RSD e Industriales, logrando reducir los volúmenes de basura, creando en la comunidad el hábito de manejar adecuadamente los residuos y generando trabajo en la comuna.

■ Objetivos específicos

- Contar con la mayor cantidad de vecinos y vecinas participando en el programa.
- Reciclar la mayor cantidad de residuos sólidos domiciliarios.
- Disminuir los costos operacionales del municipio en el manejo de residuos.



Descripción general del proyecto

La primera etapa, a cargo de la empresa privada encargada de operativizar el proyecto de reciclaje, consistió en difusión y educación para sensibilizar a la comunidad, por medio de campañas¹⁷ para motivar la inscripción previa de los/as participantes, forma en la que opera el sistema.

a. Cobertura

Toda la comunidad de La Reina está invitada a participar en este proyecto de reciclaje comunal.

Operación

En la actualidad, las casas inscritas en el sistema de reciclaje son alrededor de 8.900, más algunos establecimientos educacionales. En el corto plazo, esperan inscribir unas 15.000 casas más, de un total de 26.050 existentes en la comuna¹⁸.



17. Entrega de afiches, folletos y volantes.

18. Censo 2002, INE.

La empresa implementó un sistema de logística y diseño de rutas de recolección, y opera de dos formas:

1. Entrega bolsas para que los/as inscritos/as depositen sólo residuos reciclables. Luego, envía un camión que las retira y lleva al centro de acopio y separación donde, finalmente, los residuos recopilados y acopiados son vendidos a las empresas recicladoras.
2. Realiza una recolección casa por casa por intermedio de recolectores independientes, los que también llevan los residuos al centro de acopio y separación.

Los RSD recolectados en forma diferenciada, tanto por los recolectores independientes como por los camiones, son pesados en el ingreso al centro de acopio; luego de separar los residuos no reciclables, los residuos reciclables son vueltos a pesar para su posterior comercialización.

Consideraciones y supuestos

- El horizonte de evaluación fue de 10 años, con una tasa de crecimiento de generación de RSD del 1%.
- Los datos reales considerados –tanto de recolección de RSD, como de los gastos que realiza el municipio– fueron del año 2003 (Año 1 para el estudio).
- Fue estimada una tasa de crecimiento anual de inscripción de casas de un 10%, desde el Año 2 al Año 7. El resto de los años, se estimó un incremento de sólo un 2% anual.
- El costo para el municipio por concepto de recolectar una tonelada de material reciclable es de \$12.000, al 2003 (Año1). Por contrato, el valor es decreciente en \$1.000 pesos cada año, hasta llegar a un valor por tonelada reciclada de \$8.000 (desde Año 5 al Año 10).

Resultados del análisis

De acuerdo a la metodología de análisis, fueron considerados dos escenarios para la evaluación: uno sin proyecto de reciclaje, y otro con proyecto de reciclaje.

a. Escenario 1: Resultados sin proyecto de reciclaje

Considerando un horizonte de 10 años y una tasa descuento del 10%, fueron obtenidos los siguientes resultados (para más detalle ver Anexo 4):

A1) Total flujos sin proyecto (recolección normal) = \$-7.345.406.947

A2) Cálculo VAN sin proyecto (recolección normal) = \$-4.063.893.731

b. Escenario 2: Resultados con proyecto de reciclaje

B1) Total flujos con proyecto (recolección diferenciada) = \$-7.013.793.634

B2) Cálculo VAN con proyecto (Planta y recolección diferenciada) = \$-3.889.472.124

c. Resultado diferencial entre los Escenario 1 y 2 (sin proyecto y con proyecto)

- Total flujos de ahorro (B1 - A1) = \$331.613.314
- VAN Ahorro (B2 - A2) = \$174.421.607



Gráfico 4.1
Representación de flujos de ahorros (diferencial) totales entre el sistema de recolección diferenciada de RSD reciclables y sistema de recolección normal

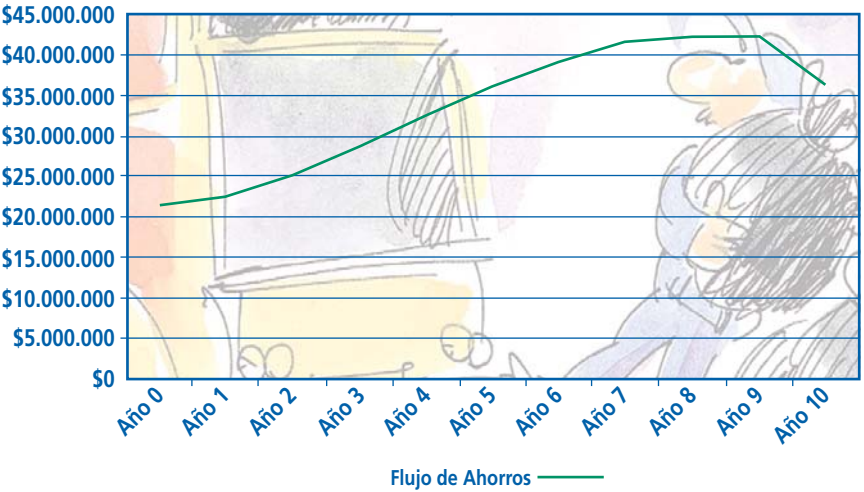


Gráfico 4.2
Representación de flujos diferenciales (sin proyecto y con proyecto) para distintos costos del sistema de disposición final

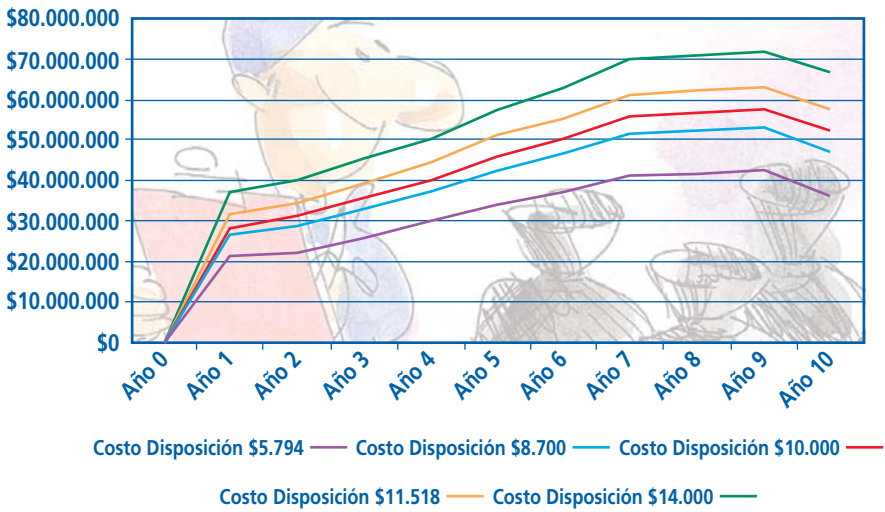


Gráfico 4.3
Representación del VAN diferencial al subir el costo del sistema de disposición final

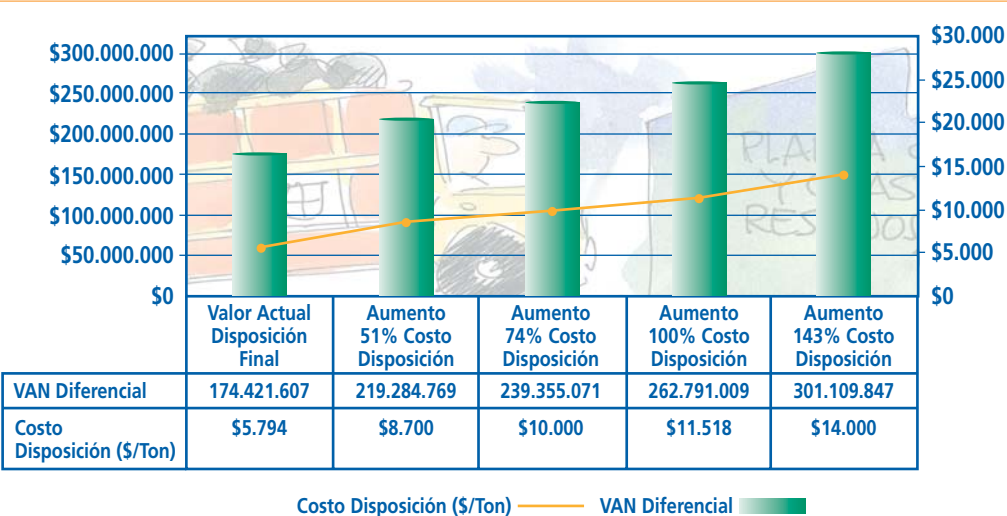
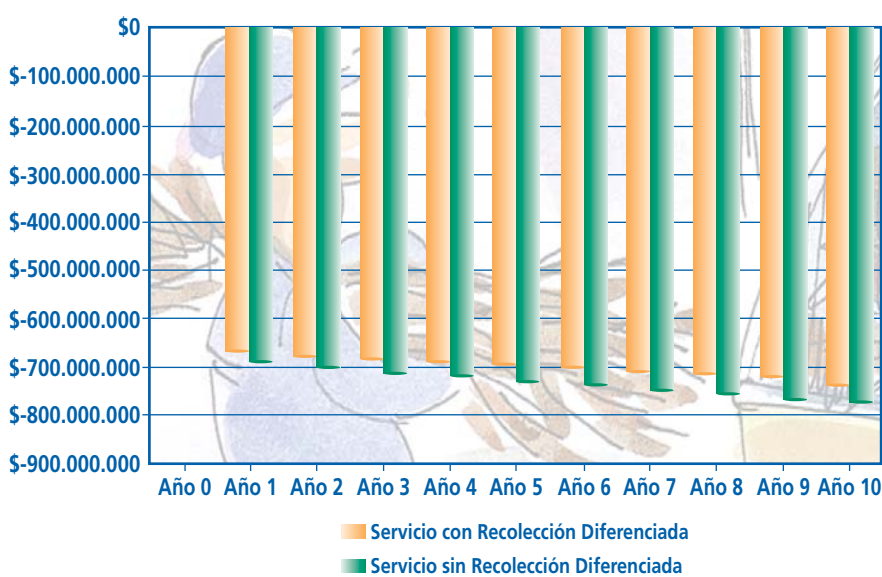


Gráfico 4.4
Comparación de flujos: sistema de recolección diferenciada de RSD reciclables v/s recolección normal



Conclusiones

Los resultados del análisis de este caso demuestran que el sistema de recolección diferenciada es más conveniente que el de recolección normal (análisis sin proyecto), considerando un horizonte de 10 años.

A partir del primer año de evaluación, y como es visible en el Gráfico 4.4, el proyecto con recolección diferenciada es menos costoso que la recolección normal. Esto, traducido en la suma de todos los flujos en el período de evaluación, da un valor positivo que asciende a \$330.000.000 –aproximadamente–, sin considerar la tasa de descuento (ver Anexo 4).

Por su parte, el VAN de ahorro resultante es positivo, y bordea los \$175.000.000, también aproximadamente (ver Anexo 4). El Gráfico 3.3 muestra cómo a medida que sube el precio por concepto del sistema de disposición final de RSD el VAN es más alto, lo que implica que el sistema con proyecto es mucho más conveniente, en el tiempo, que el sistema sin proyecto.

La Reina lleva cerca de 11 años empleando diferentes sistemas de recolección diferenciada, lo que implica que la comunidad participante ya tiene como hábito la separación en la fuente. En el período evaluado, la comuna recicló el 6% de los RSD generados.

Recomendaciones

- Mantener un sistema de recolección diferenciada en la comuna, cumpliendo las frecuencias de recolección y entrega de bolsas para los RSD reciclables en las casas inscritas.
- Integrar a toda la comuna en el programa, aumentando el porcentaje de reciclaje.
- Mantener la campaña de difusión, para sostener y ampliar el programa en el tiempo.

Anexos

Proyecto Municipalidad de Ñuñoa

Tabla N° 1 Flujos Netos y Cálculo del VAN

Costo Disposición Relleno, Estación de Transferencia	5,759																		
Inversión Inicial	109,118,096																		
Valor Residual	10,911,810																		
Tasa Descuento	10%																		
Período (con Planta y Sist. Rec. Diferenciada)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10								
Ingresos x Venta		40,142,800	56,199,920	75,869,892	98,630,860	128,220,117	166,686,153	200,023,383	220,025,722	242,028,294	254,129,708								
Costo Operacional (Administración + Recolección Diferenciada)		118,114,000	118,114,000	127,714,000	127,714,000	127,714,000	127,714,000	127,714,000	127,714,000	127,714,000	127,714,000								
Costo Total Disposición Final y Estación de Transferencia		379,074,657	380,625,593	381,698,130	382,367,316	382,098,854	380,600,068	379,875,087	381,098,333	382,076,261	384,511,975								
Costo Recolección, Aseo y Limpieza		675,600,000	675,600,000	675,600,000	675,600,000	675,600,000	675,600,000	675,600,000	675,600,000	675,600,000	675,600,000								
Intereses																			
UAI		-1,132,645,857	-1,118,139,673	-1,109,142,238	-1,087,050,456	-1,057,192,737	-1,017,227,915	-983,165,704	-964,386,612	-943,361,968	-933,696,266								
Depreciación																			
Inversión		-10,300,000	-300,000	-9,728,200	-300,000	-3,451,600	-300,000	-300,000	-3,451,600	-300,000	10,611,810								
Total Flujos con Planta y Rec. Diferenciada		-1,142,945,857	-1,118,439,673	-1,118,870,438	-1,087,350,456	-1,060,644,337	-1,017,527,915	-983,465,704	-967,838,212	-943,661,968	-923,084,457								
Período (con Sistema Rec. Normal)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10								
Ingresos x Venta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Costo Operacional (Administración + Recolección Diferenciada)																			
Costo Total Disposición Final y Estación de Transferencia		384,817,762	388,665,940	392,552,599	396,478,125	400,442,906	404,447,335	408,491,809	412,576,727	416,702,494	420,869,519								
Costo Recolección, Aseo y Limpieza		675,600,000	675,600,000	675,600,000	675,600,000	675,600,000	675,600,000	675,600,000	675,600,000	675,600,000	675,600,000								

Proyecto Municipalidad de Ñuñoa

(Continuación)

Tabla N° 1 Flujos Netos y Cálculo del VAN

Intereses																			
UAI																			
Depreciación																			
Total Flujos con Recolección Normal																			
Proyecto con Planta y Rec. Diferenciada																			
Proyecto con Recolección Normal																			
Periodo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10								
Total Flujos Netos	-109,118,096	-82,528,095	-54,173,733	-50,717,839	-15,272,331	15,398,570	62,519,421	100,626,105	120,338,515	148,640,527	173,385,063								

Ahorros Anuales	
Ahorro en 10 años sin Tasa Descuento	309,098,105
VAN (Ahorro)	4,601,586

Consideraciones y supuestos	
• Desde el Año 3 en adelante, el Costo Operacional aumenta en \$9.600.000 (sueldos) debido a que son contratadas ocho personas más.	
• Este estudio considera un 1% de crecimiento en la generación de RSD en cada periodo (Año)	
• Inversión Inicial \$109.118.096	
• El Precio de Venta Material permanece constante para este estudio	

VAN con Planta y Recolección Diferenciada	VAN con Sistema Recolección Normal	VAN Ahorro
-6,000,913,237	-6,005,514,823	4,601,586

Proyecto Municipalidad de La Pintana

Tabla N° 2 Flujos Netos y Cálculo del VAN

Total Disposición + Estación de Transferencia	5,527																		
Costo Disposición Relleno	2,997																		
Costo Estación de Transferencia	2,530																		
Inversión Inicial	24,061,608																		
Valor Residual	2,406,161																		
Incremento Costo Operacional	0%																		
Tasa Descuento	10%																		
Período (con Planta y Recolección Diferenciada)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10								
Ingresos x Venta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Costo Recolección, Aseo y Limpieza de Ferias	129,600,000	129,600,000	129,600,000	129,600,000	129,600,000	129,600,000	129,600,000	129,600,000	129,600,000	129,600,000	129,600,000								
Costo Administración Planta Compostaje	12,340,000	12,340,000	12,340,000	12,340,000	12,340,000	12,340,000	12,340,000	12,340,000	12,340,000	12,340,000	12,340,000								
Costo Total Disposición Final + Estación de Transferencia	19,237,269	16,828,414	16,942,313	16,942,313	16,528,085	15,453,107	15,043,884	15,234,117	15,426,916	15,622,306	15,820,313								
Gasto por Compost	-161,177,269	-158,768,414	-158,882,313	-158,882,313	-158,468,085	-157,393,107	-156,983,884	-157,174,117	-157,366,916	-157,562,306	-157,760,313								
UAI																			
Depreciación																			
Inversión	-24,061,608										2,406,161								
Total Flujo con Planta y Recolección Diferenciada	-24,061,608	-161,177,269	-158,768,414	-158,882,313	-158,468,085	-157,393,107	-156,983,884	-157,174,117	-157,366,916	-157,562,306	-155,354,152								
Período (Sistema con Recolección Normal)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10								
Ingresos por Venta																			
Gasto por Poda y Disposición Ilegal de Ramas + Gasto Residuos Vegetales producto del Mantenimiento de Areas Verdes	2,615,472	2,615,472	2,615,472	2,615,472	2,615,472	2,615,472	2,615,472	2,615,472	2,615,472	2,615,472	2,615,472								

Proyecto Municipalidad de La Pintana

(Continuación)

Tabla N° 2 Flujos Netos y Cálculo del VAN

Costo Total Disposición Final + Estación de Transferencia	24,410,541	24,654,646	24,901,193	25,150,205	25,401,707	25,655,724	25,912,281	26,171,404	26,433,118	26,697,449	
Costo Recolección, Aseo y Limpieza Ferias	128,400,000	128,400,000	128,400,000	128,400,000	128,400,000	128,400,000	128,400,000	128,400,000	128,400,000	128,400,000	
Gastos de Compost	4,319,640	6,534,840	6,645,600	7,199,400	8,860,800	8,860,800	8,916,180	8,971,560	9,026,940	9,082,320	
UAI	-159,745,653	-162,204,958	-162,562,265	-163,365,077	-165,277,979	-165,531,996	-165,843,933	-166,158,436	-166,475,530	-166,795,241	
Depreciación											
Inversión											
Total Flujo con Recolección Normal	-	-159,745,653	-162,204,958	-163,365,077	-165,277,979	-165,531,996	-165,843,933	-166,158,436	-166,475,530	-166,795,241	
Proyecto con Sistema Recolección Diferenciada	-24,061,608	-161,177,269	-158,882,313	-158,468,085	-157,393,107	-156,983,884	-157,174,117	-157,366,916	-157,562,306	-155,354,152	
Proyecto con Sistema Recolección Normal	-	-159,745,653	-162,204,958	-163,365,077	-165,277,979	-165,531,996	-165,843,933	-166,158,436	-166,475,530	-166,795,241	
Período	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujos Totales de Ahorros o Perdidas	-24,061,608	-1,431,616	3,436,544	3,679,952	4,896,992	7,884,872	8,548,112	8,669,816	8,791,520	8,913,224	11,441,089

Ahorros Anuales	
Ahorro en 10 años sin Tasa Descuento	40,768,897
VAN (Ahorro)	9,135,486

Consideraciones y supuestos	
• Considera meta de 6 toneladas (aproximadamente) diarias recolectadas de ferias a partir del Año 5 (Meta Municipio)	
• Costo Terreno \$ 0 (Municipio cuenta con el terreno)	
• Se considera una Tasa de Crecimiento en la generación de RSD del 1%	
• Inversión Inicial \$24.061.608	
• Se considera constante, en 10 años, el gasto por disposición de ramas ilegales y residuos vegetales producto del mantenimiento de áreas verdes	

VAN con Planta y Recolección Diferenciada	VAN con Sistema Recolección Normal	VAN Ahorro	
		-905,940,026	9,135,486

Proyecto Municipalidad de La Florida

(Continuación)

Tabla N° 3 Flujos Netos y Cálculo del VAN

Costo Total Disposición Final + Estación Transferencia	699,955,669	706,955,225	714,024,778	721,165,025	728,376,676	735,660,442	743,017,047	750,447,217	757,951,689	765,531,206	
Costo Recolección, Aseo y Limpieza	1,164,789,480	1,164,789,480	1,164,789,480	1,164,789,480	1,164,789,480	1,164,789,480	1,164,789,480	1,164,789,480	1,164,789,480	1,164,789,480	
Intereses											
Utilidad Neta	-1,864,745,149	-1,871,744,705	-1,878,814,258	-1,885,954,505	-1,893,166,156	-1,900,449,922	-1,907,806,527	-1,915,236,697	-1,922,741,169	-1,930,320,686	
Depreciación											
Inversión										-	
Total Flujo	-1,864,745,149	-1,871,744,705	-1,878,814,258	-1,885,954,505	-1,893,166,156	-1,900,449,922	-1,907,806,527	-1,915,236,697	-1,922,741,169	-1,930,320,686	
Flujo Neto (con Recolección Diferenciada)	-1,862,708,208	-1,868,567,078	-1,873,526,686	-1,880,455,431	-1,887,447,119	-1,894,502,124	-1,901,620,816	-1,908,803,558	-1,916,050,705	-1,923,362,603	
Flujo Neto (con Recolección Normal)	-1,864,745,149	-1,871,744,705	-1,878,814,258	-1,885,954,505	-1,893,166,156	-1,900,449,922	-1,907,806,527	-1,915,236,697	-1,922,741,169	-1,930,320,686	
Período	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujos de Ahorros	-	2,036,940	3,177,627	5,287,571	5,499,074	5,719,037	5,947,799	6,185,710	6,433,139	6,690,464	6,958,083

Ahorros Anuales	Consideraciones y supuestos
Ahorro en 10 años sin Tasa Descuento	53,935,445
VAN (Ahorro)	28,009,391

Consideraciones y supuestos	
• Considera un aumento del 4% por año de recolección de RSD reciclables, a partir del Año 2 (son dos sectores y tiene un camión por sector)	
• En Año 2 hay un aumento de un camión por sector; y en Año 3, un aumento de otro camión por sector para la recolección de RSD reciclables. (Al tercer año el sistema queda operando con tres camiones por sector).	
• EL aumento en la dotación de camiones es sin costo para el Municipio	
• Se considera un 1% de crecimiento en la generación de RSD	

VAN con Planta y Recolección Diferenciada	VAN con Sistema Recolección Normal	VAN Ahorro
-10,537,649,560	-10,565,658,951	28,009,391

Proyecto Municipalidad de La Reina

(Continuación)

Tabla N° 4 Flujos Netos y Cálculo del VAN

Período (con Recolección Normal)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos											
Costo Recolección, Transporte y Aseo		436,661,973	447,294,529	452,741,521	458,340,388	464,102,389	470,039,870	476,166,371	481,102,336	486,091,147	491,133,401
Costo Servicio Recolección Diferencia		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo Total Disposición Final		438,177,000	443,436,630	448,836,642	454,387,219	460,099,523	465,985,793	472,059,453	476,952,846	481,546,121	486,897,394
Depreciación											
UAI		-874,838,973	-890,731,159	-901,578,163	-912,727,607	-924,201,912	-936,025,663	-948,225,824	-958,055,182	-967,637,267	-978,030,795
Depreciación											
Inversión											-
Total Flujos con Recolección Normal		-874,838,973	-890,731,159	-901,578,163	-912,727,607	-924,201,912	-936,025,663	-948,225,824	-958,055,182	-967,637,267	-978,030,795
Proyecto con Recolección Diferenciada		-845,492,114	-859,429,207	-865,965,783	-872,255,731	-878,254,765	-885,483,801	-892,629,776	-901,347,213	-910,147,647	-926,366,812
Proyecto con Recolección Normal		-874,838,973	-890,731,159	-901,578,163	-912,727,607	-924,201,912	-936,025,663	-948,225,824	-958,055,182	-967,637,267	-978,030,795
Período	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo Flujos Netos (Ahorros)	-	29,346,860	31,301,952	35,612,381	40,471,876	45,947,147	50,541,862	55,596,048	56,707,969	57,489,620	51,663,983

Ahorros Anuales	
Ahorro en 10 años sin Tasa Descuento	454,679,697
VAN (Ahorro)	239,355,071

Consideraciones y supuestos	
• El costo para el Municipio por concepto de recolectar una tonelada de material reciclable es de \$12.000 (Año 1). Por contrato, este valor es decreciente en \$1.000 cada año, hasta llegar a un valor por tonelada reciclada de \$8.000 (Año 5–Año 10).	
• Se considera un 1% de crecimiento en la generación de RSD	
• N° Casas inscritas (Año 1): 8.900 / Tasa de crecimiento Inscripción de Casas: 10%, del Año 2 al Año 8/ Año 9 y Año 10 crece sólo un 2%	

VAN con Planta y Recolección Diferenciada	VAN con Sistema Recolección Normal	VAN Ahorro
-4,901,934,100	-5,141,289,171	239,355,071