

ÍNDICE

Tabla de Contenidos

	Página
SIGLAS Y ABREVIACIONES	4
RESUMEN.....	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
Objetivo general	10
Objetivos específicos	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
Área de estudio	12
Materiales.....	13
Métodos	14
Primer Objetivo: Analizar las empresas que actualmente reciclan RSD en la Región Metropolitana, registradas por CONAMA RM.....	14
Segundo Objetivo: Analizar la gestión ambiental de los RSD en el Área Metropolitana de Santiago....	18
Tercer Objetivo: Diseñar un protocolo para el material educativo, de carácter informativo, de los procesos de reciclaje de RSD secos y sus beneficios ambientales en Chile	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
Alcances generales.....	21
Residuos Sólidos Domiciliarios.....	21
Reciclaje	23
Beneficios ambientales del reciclaje.....	23
Sistemas de Reciclaje disponibles en la RM.....	23
Análisis de las empresas que actualmente reciclan RSD en la RM.....	25
Empresas en estudio	25
Perfil general de las empresas en estudio	26
Discusión general de las empresas en estudio	32
Descripción de los procesos productivos.....	34
Discusión general tratamiento de residuos en las empresas en estudio	50
Gestión de los Residuos Sólidos Domiciliarios en el AMS.....	52
Regulación de los RSD.....	52
Etapas de la Gestión de RSD	54
Disposición final de residuos.....	55
Discusión general gestión de RSD en el AMS	57
Diseño del Protocolo para el material educativo	58
Protocolo para el material educativo	59
Objetivos del Protocolo	59

Diagnóstico.....	59
Objetivos del material educativo	59
Contenidos.....	60
Identificación del material de apoyo y recursos necesarios.....	61
Metodología.....	61
Plan de Trabajo.....	61
Evaluación.....	61
Autoevaluación.....	62
CONCLUSIONES.....	63
RECOMENDACIONES.....	64
BIBLIOGRAFÍA.....	65
ANEXOS.....	68
Anexo I.....	68
Anexo II.....	69
APÉNDICES.....	71
Apéndice I.....	71

Índice de cuadros

Cuadro 1. Ficha Tipo de empresas de reciclaje de RSD secos.....	16
Cuadro 2. Ficha Tipo sitios de disposición final RM.	19
Cuadro 3. Producción y composición de RSD en la Región Metropolitana.....	25
Cuadro 4. Empresas de reciclaje presentes en el estudio.....	26
Cuadro 5. Clasificación de papel y cartón.	68
Cuadro 6. Tipos de plásticos.....	69

Índice de Figuras

Figura 1. Comunas de la RM de las empresas en estudio.	13
---	----

Figura 2.	Disposición de RSD producidos.	22
Figura 3.	Gráfico de la composición de los RSD reciclados el año 2007.	32
Figura 4.	Esquema empresas recuperadoras de RSD.	34
Figura 5.	Esquema proceso productivo bolas de acero.	36
Figura 6.	Esquema proceso productivo de barras y rollos de acero.	40
Figura 7.	Esquema proceso productivo de papel.	42
Figura 8.	Esquema proceso productivo de madera plástica.	45
Figura 9.	Esquema proceso productivo de plástico triturado (PET).	48
Figura 10.	Esquema proceso productivo de vidrio.	50
Figura 11.	Etapas de la Gestión de los RSD.	54

SIGLAS Y ABREVIACIONES

AMS	Área Metropolitana de Santiago
CAS	Corporación Ambiental del Sur
CENFA	Centro de la Familia
CMPC	Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones
COANIQUEM	Corporación de Ayuda al Niño Quemado
CODEFF	Comité Nacional Pro Defensa de la Flora y Fauna
COMEC	Comercial de Metales de Cerrillos
CONAMA RM	Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente
COPASUR	Comercial Pacífico Sur
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
DS	Decreto Supremo
GRS	Grupo de Residuos Sólidos
MINSAL	Ministerio de Salud
PEAD	Polietileno de Alta Densidad
PEBD	Polietileno de Baja Densidad
PET	Polietileno Tereftalato
PISA	Papeles Industriales
PP	Polipropileno
PPC	Producción Per Cápita
PROACER	Productos Chilenos de Acero
PS	Poliestireno

PVC	Policloruro de Vinilo
RM	Región Metropolitana
RSD	Residuo Sólido Domiciliario
S.A.	Sociedad Anónima
S.A.I.C.	Sociedad Anónima Industrial Comercial
SEIA	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SEREMI	Secretaria Regional Ministerial de Salud
SINIA	Sistema Nacional de Información Ambiental
SOREPA	Sociedad Recuperadora de Papel
SUBDERE	Subsecretaría de Desarrollo Regional

RESUMEN

La utilización desmedida de los recursos naturales, la escasa disponibilidad de los terrenos para emplazar un sitio de disposición final y los altos costos económicos que significa la gestión de los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) para los municipios, son las principales razones por las que hoy en día tanto en la Región Metropolitana como en resto del país se han comenzado a implementar programas y acciones educativas en la dirección de disminuir los RSD enviados a algún sitio de disposición final.

Por ello, este estudio presenta como objetivo general proponer las bases y fundamentos para el diseño de material educativo, de carácter informativo, de los procesos de reciclaje de RSD y sus beneficios ambientales en Chile. Los objetivos específicos fueron: analizar la situación actual de las empresas que reciclan RSD en la Región Metropolitana y cómo es la gestión de éstos en el Área Metropolitana de Santiago (AMS), para el diseño de un protocolo que sirva de ayuda a los docentes de quinto a octavo año de educación básica para elaborar un material educativo para este fin.

Para dar cumplimiento a los objetivos se entrevistó a 13 empresas del rubro del reciclaje, registradas por CONAMA RM, para obtener información, datos generales de la empresa, descripción de los procesos productivos, área geográfica que abarcan, datos de mercado, entre otros. Posteriormente se realizó un análisis comparativo, considerando las variables mencionadas. De los resultados se concluye que los RSD secos reciclados o recuperados por las empresas en orden descendente (de mayor a menor) según su participación en el mercado del reciclaje son los siguientes: papel y cartón, metales, vidrios, y plásticos. Además, se analizó la gestión ambiental de RSD en el AMS, teniendo como base las etapas e involucrados del sistema, poniendo énfasis en la función que cumplen los municipios al interior del mismo.

Los resultados muestran que el mercado del reciclaje en Chile se encuentra en vías de desarrollo, dado que existe gran cantidad de empresas recicladoras, tanto en la Región Metropolitana como en el resto del país. Asociado a esto, se presenta un desconocimiento por parte de la población, acerca de cuáles son estas empresas y qué proceso involucran. Por consiguiente, resulta determinante el manejo de la información y su disponibilidad a nivel del ciudadano para que tome decisiones sustentables en el manejo de los RSD. Esto debe ser integrado en el diseño de planes, políticas o estrategias públicas a nivel nacional, regional o comunal.

Finalmente, se diseñó el protocolo para la elaboración de un material educativo por parte de los docentes, con el objetivo de integrar la temática ambiental en las actividades a nivel escolar, en este caso el “reciclaje de RSD secos”. Así, se mejorará la situación existente en cuanto a la educación ambiental en los establecimientos del país, fomentando hábitos de reciclaje y desarrollando conciencia respecto al cuidado del ambiente.

Palabras clave: residuos sólidos domiciliarios, educación ambiental, reciclaje.

ABSTRACT

The excessive use of natural resources, the reduction of land for sitting a final disposal site and the high economic costs that the management of Domestic Solid Waste (DSW) means for the Municipalities are the main reasons why today both in the Metropolitan area as in the rest of the country have begun implementing measures in relation to DSW.

With this purpose the study presents as the main objective to propose the bases and foundations for the design of educative material, in an informative way, of the recycling processes of the Domestic Solid Waste (DSW) and its environmental benefits in Chile. The specific objectives were to analyze the current situation of the companies that now recycle DSW in the Metropolitan area and how is their management in the Metropolitan Area of Santiago (MAS), for the design of a useful Protocol for teachers from fifth to eighth grade of basic education, to develop educational material that addresses recycling.

To accomplish the objectives, we interviewed 13 companies from recycling field, registered by CONAMA RM, for information, general company data, description of production processes, geographic area covered, market information, among others. Later, a comparative analysis was made, considering the variables just mentioned. From the results, we conclude that the dry recycled or recovered DSW by the companies in descending order (highest to lowest) according to their participation in the recycling market are: paper and cardboard, metals, glass, and finally plastics.

On the other hand, the environmental management of DSW in the MAS was analyzed having as a basis the stages and implications of the system, emphasizing the role of the Municipalities within it.

The results show that the recycling market in Chile is in a developing phase, as there are many recycling companies, both in the Metropolitan region as in the rest of the country. The population has presented a lack of knowledge about which are these companies; hence the information is crucial when designing plans, policies and government strategies at national, regional or communal level.

Finally, the protocol was designed to elaborate an educative material from teachers, having as a goal to position the environmental theme in a school level, being the “recycling of dry DSW” able in this case to improve the existing situation regarding the environmental education in institutions of the country, promoting recycling habits and building awareness for the care of the environment.

Key words: Domestic solid waste, environmental education, recycling.

INTRODUCCIÓN

La producción de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) ha experimentado un considerable aumento en los últimos años, tanto en la Región Metropolitana de Santiago como en el resto del país, este aumento incrementa también los costos que las municipalidades deben asumir para otorgar un servicio de recolección, transporte y disposición final de estos residuos en rellenos sanitarios, por ello, los RSD representan un problema complejo, que no sólo integra conceptos económicos, sino que también ambientales, institucionales y sociales (SINIA, 2008).

Desde el punto de vista ambiental, la sobreexplotación de recursos naturales en forma de materia prima y el vertido o descarga de residuos al ambiente son algunas de las causas del aumento en la producción de RSD (Orcosupa, 2002). Por ello, es necesario impulsar iniciativas que tengan relación con un manejo ambientalmente más adecuado de éstos, para así poder minimizar los costos ambientales asociados, ya que según estudios realizados por CONAMA R.M. “el reciclaje es la opción económicamente más conveniente para la gestión de los RSD, comparada con la actividad de disposición final en relleno sanitario” (CONAMA RM, 2005).

La producción de RSD en la Región Metropolitana, ha experimentado un aumento sostenido en los últimos 30 años, en el año 2007 alcanzó los 2,8 millones de toneladas. La producción de residuos por habitante ha pasado desde 0,60 Kg/Hab-día en el año 1977 (Vásquez, 2005) a un 1,24 Kg/Hab-día a principios del año 2008, para la Región Metropolitana (Hernández, 2009). De continuar con el incremento promedio generado de los RSD entre los años 2002 y 2007 (2,2%), en el año 2020 se generarán alrededor de 4 millones de toneladas al año (CONAMA RM, 2007).

El aumento del ingreso económico en las familias trae como consecuencia cambios significativos en los patrones de consumo, lo que a su vez implica un cambio en la composición de los RSD. Actualmente más del 50% de los residuos de una familia de la Región Metropolitana corresponden a materia orgánica, la que podría ser utilizada en compostaje y un 30% corresponde a materiales reciclables como papel, cartón, plásticos, metales y vidrios (GRS, 2006).

Según CONAMA RM (2009a), sobre el 14,5% de los RSD son reciclados actualmente en la Región Metropolitana, concentrándose mayormente en el reciclado de papel y cartón (más del 50% del total de residuos reciclados), situando a Santiago como una de las capitales de América que más recicla. Sin embargo, esta cifra aún es menor, considerando que actualmente cada santiaguino genera más de un kilo diario de residuos (CONAMA RM, 2009b), no es suficiente para hablar de que Chile, a través de los municipios, es un país que recicla y gestiona adecuadamente los residuos sólidos producidos por la población, desde el punto de vista ambiental. Por ello, es urgente instaurar un sistema de reciclaje, en el que el aspecto fundamental sea la existencia de un mercado tanto a nivel nacional como

internacional, en donde los RSD a reciclar estén insertos en una cadena comercial en el que participe alguien que los recupere, alguien que los utilice como materia prima en algún proceso productivo y alguien que adquiera el producto final que contiene este material reciclado, así, existirán flujos y el sistema será efectivo y sostenible en el tiempo, no importando el incentivo utilizado ya sea normativo, económico, ambiental o solidario.

Como se mencionó anteriormente, generalmente son los residuos sólidos los que se producen en mayor cantidad en las ciudades (Pávez, 2005). La fracción orgánica de estos residuos está formada por restos de comida, restos de frutas, hojas de árboles, restos de podas, pasto, papel de todo tipo, cartón, textiles, goma, cuero, madera, etc. La fracción inorgánica está formada por vidrio, cerámicas, plásticos y metales (Seremi de Salud, 2009).

Según lo que postula la Seremi de Salud (2009) los residuos orgánicos provienen de los seres vivos, por lo que son biodegradables, es decir, tienen la capacidad de fermentar y ocasionan procesos de descomposición. Aunque la naturaleza los puede aprovechar, como parte del ciclo natural de la vida, cuando se acumulan posibilitan la multiplicación de microorganismos patógenos y plagas, convirtiéndose en potenciales fuentes de contaminación de aire, agua y suelo.

Por otra parte, señala que los residuos inorgánicos se componen por latas, botellas, metales, plásticos y otros productos de uso cotidiano de origen industrial, los cuales tardan mucho tiempo en desintegrarse o nunca se descomponen, y por ello se les llama no biodegradables. Estos residuos no siempre resultan inservibles, existen diferentes formas de aprovecharlos o reutilizarlos; si esto no es posible deben enterrarse, para evitar la degradación del medio y el deterioro del suelo (Seremi de Salud, 2009). Estos residuos son posibles de incorporar nuevamente a algún sistema productivo, mediante el reciclaje o llevados a algún sitio de disposición final, idealmente a un relleno sanitario.

Cabe destacar que en el presente estudio se trabajará con residuos domiciliarios del tipo orgánico e inorgánico (según la definición descrita anteriormente), sin embargo para efectos del mismo, en adelante se llamarán RSD secos a los siguientes materiales: papeles, cartones, vidrios, plásticos y metales.

Por lo anterior, el reciclaje es una alternativa para minimizar la cantidad de RSD secos dispuestos en un relleno sanitario o vertedero controlado, pudiendo así reducir los costos económicos, ambientales, sociales e institucionales asociados a la recolección, transporte y disposición final de los mismos. Por ello, es preciso conocer a fondo la situación actual de los RSD secos reciclados en Chile, es decir, identificar los principales RSD secos que se reciclan, cuáles son las empresas que pertenecen al rubro, mediante qué procesos se lleva a cabo el reciclaje, entre otros. Todo esto, con la finalidad de informar adecuadamente a la comunidad respecto a qué tipos de residuos sólidos secos producidos en el hogar son reciclables y comercializables en el mercado, ya que es importante mencionar que tanto en la Región Metropolitana como en el resto del país existe un desconocimiento general respecto a los temas ambientales por parte de la población, en especial en lo que concierne a la gestión de RSD, debido a la falta de información y toma de conciencia. La realización

de este tipo de estudio es de suma importancia, siendo un aporte tanto para la comunidad en general, como para futuros estudios relacionados con el tema.

También, resulta óptimo saber cuál es la mejor alternativa respecto a la gestión de RSD en la Región Metropolitana, para ello, es necesario realizar un análisis general que involucre a los municipios, rellenos sanitarios y el reciclaje de RSD secos, desde el punto de vista de su gestión ambiental. Pudiendo así, a través de este análisis, resaltar los beneficios ambientales del reciclaje y obtener los fundamentos necesarios para fomentarlo en la población.

Finalmente, es necesario integrar el tema del reciclaje en los programas de estudio a nivel escolar (Educación Ambiental¹), puesto que aún no logra incorporarse como práctica habitual y transversal a todos los quehaceres de las personas (CONAMA RM, 2009b). Por ello, resulta urgente incorporar nuevos contenidos en términos de un Marco Curricular en los establecimientos educacionales, pudiendo así educar desde la infancia, formando una conciencia ambiental en los alumnos. Esto es posible a través de una serie de propuestas bases para el diseño de un material educativo, de carácter informativo, enfocado para estudiantes de quinto a octavo año de educación básica (segundo ciclo) del país.

Según lo señalado anteriormente, los objetivos planteados para esta Memoria de Título son:

Objetivo general

Proponer las bases y fundamentos para el diseño de un material educativo, de carácter informativo, de los procesos de reciclaje de RSD secos y sus beneficios ambientales, dirigido al segundo ciclo de educación básica en Chile.

Objetivos específicos

1. Analizar las empresas que actualmente reciclan RSD secos en la Región Metropolitana, registradas por CONAMA RM.
2. Analizar la gestión ambiental de los RSD en el Área Metropolitana de Santiago.
3. Diseñar un protocolo para el material educativo, de carácter informativo, de los

¹ Según la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, Educación Ambiental se define como un “proceso permanente de carácter interdisciplinario, destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio biofísico circundante” (CONAMA, 2007).

procesos de reciclaje de RSD secos y sus beneficios ambientales en Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Para el logro de los objetivos específicos, el estudio se desarrolló desde el escenario de las empresas que operan exclusivamente en la Región Metropolitana de Chile, como las que además tienen dependencias en otros lugares del país, según la base de datos entregada por CONAMA RM durante el año 2008.

Cabe destacar que para el logro del objetivo específico 1 se trabajó a una escala comunal en la RM en Cerrillos, Huechuraba, La Cisterna, La Pintana, Macul, Maipú, Padre Hurtado, Pudahuel, Puente Alto, Quilicura, Renca, San Bernardo, San Joaquín y Til-Til, ya que en éstas operan las empresas involucradas en el estudio, como se muestra en la Figura 1 (en colores).

El objetivo específico 2 se trabajó de forma general, a una escala subregional, abarcando el área del Gran Santiago o Área Metropolitana de Santiago (AMS).

El objetivo específico 3, se realizó en base a los objetivos específicos 1 y 2, por lo que se desarrolló en base a los resultados de éstos, y está enfocado a los establecimientos educacionales de todo el país.

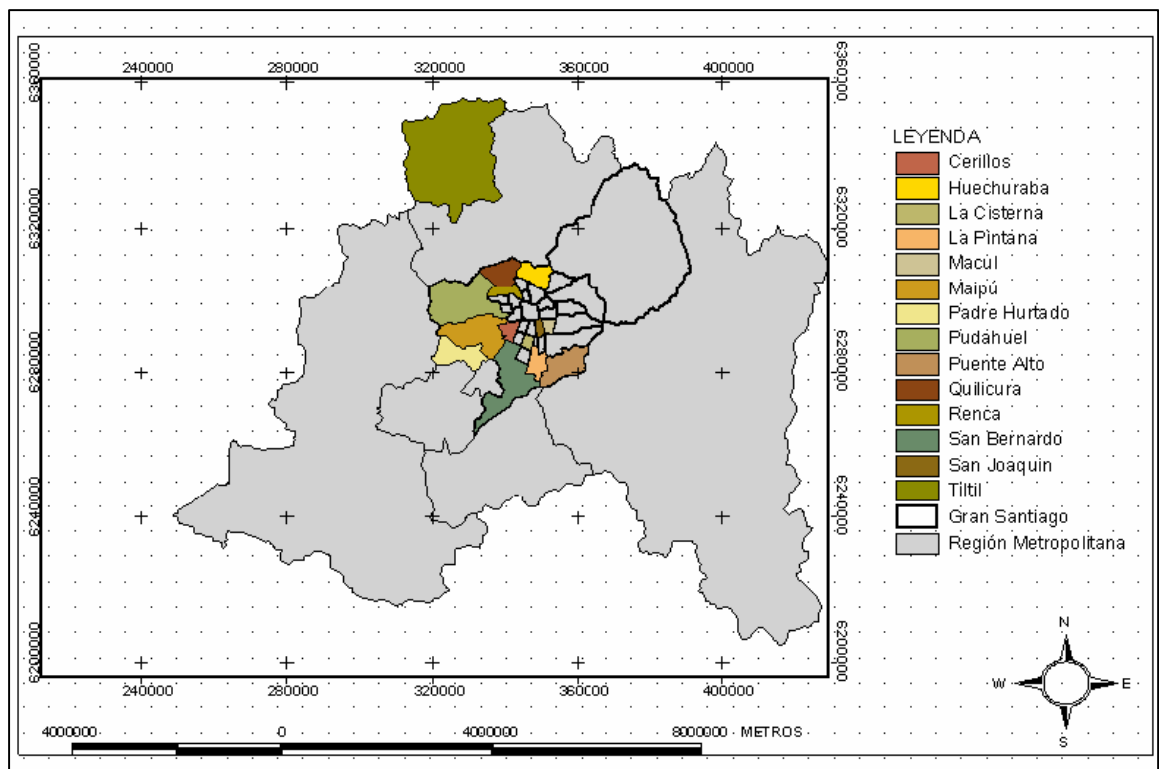


Figura 1. Comunas de la RM de las empresas en estudio.

Materiales

Los materiales necesarios para el desarrollo de la presente investigación fueron:

- Planos del área de estudio.
- Libreta de notas, lápices.
- Cámara fotográfica.
- Entrevistas semi-estructuradas para empresas de reciclaje.
- Bibliografía y documentos técnicos de las empresas que actualmente reciclan RSD secos en la RM, tales como:
 - Comercial de Metales de Cerrillos S.A. (COMEC) (2008-2009)
 - Comercial Pacífico Sur Ltda. (COPASUR) (2008-2009)

- Cristalerías Chile S.A. (2008-2009)
- Cristalerías Toro S.A.I.C. (2008-2009)
- Gerdau Aza S.A. (2008-2009)
- Hormas Hormital S.A. (2008-2009)
- Papeles Cordillera S.A. (2008-2009)
- Productos de Acero Chileno Ltda. (PROACER) (2008-2009)
- Reciclados Industriales Ltda. (2008-2009)
- RECIPEPET S.A. (2008-2009)
- RECUPAC S.A. (2008-2009)
- Sociedad Recuperadora de Papel S.A. (SOREPA) (2008-2009)
- Sukmi Metales S.A. (2008-2009)
- Bibliografía y documentos técnicos de diferentes instituciones nacionales como:
 - Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) (2005, 2007)
 - Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana (CONAMA RM) (2005, 2007, 2009)
 - Ministerio de Salud (2005, 2009)
 - Ministerio del Interior (1996, 2002)
 - SEREMI de Salud Región Metropolitana (2009)
 - Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) (2008)

Métodos

Primer Objetivo: Analizar las empresas que actualmente reciclan RSD en la Región Metropolitana, registradas por CONAMA RM

Primero, se realizó una revisión bibliográfica relacionada con el mercado del reciclaje y la minimización de RSD en la Región Metropolitana, abocándose a la fracción reciclable de ellos. Se revisaron principalmente textos como: libros, manuales, guías, publicaciones

científicas, revistas, tesis y memorias universitarias. La revisión bibliográfica abarcó desde el año 1994 hasta el 2009. En relación a los datos descriptivos del reciclaje (estadística), se consideró bibliografía desde el año 2000 al 2009. Luego, con la información recopilada, se identificaron los RSD que actualmente son reciclados en el país, según el de GRS (2006).

Las empresas en estudio son las que actualmente reciclan Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) secos o forman parte de alguna etapa del sistema de reciclaje, es decir, empresas que recuperan los residuos para luego entregarlos como materia prima a empresas que reciclan, se acotarán en base a la información entregada por la Comisión Nacional del Medio Ambiente de la Región Metropolitana entre los años 2008 y 2009². Luego, dichas empresas se visitaron en terreno, con el fin de tener un espectro más amplio de su funcionamiento, esto, mediante entrevistas semi-estructuradas, las cuales permitieron obtener información más específica de las etapas de los procesos de reciclaje de RSD, pudiendo así complementarla con la adquirida en la revisión bibliográfica.

Las variables consideradas en la entrevista fueron: tipo de RSD que recicla la empresa, cuál es el proceso de reciclaje, cómo es el proceso de reciclaje, cuánto se recicla, qué producto se obtiene, entre otras (ver Apéndice I), algunas de las cuales fueron obviadas en el caso de las empresas que sólo recuperan dichos residuos y no involucran ningún tipo de proceso para ello.

La entrevista fue aplicada principalmente a personas con los siguientes cargos: Jefe de Planta, Gerente General, Administrador, Gerente de Operaciones o de índole similar, salvo excepciones en donde se aplicó a cargos menores como Secretaria Administrativa, de manera personal o en casos exclusivos telefónicamente.

Para homogeneizar la información que entregaron las empresas de reciclaje y la obtenida en la revisión bibliográfica se elaboró una Ficha Tipo con las variables consideradas en la entrevista, pudiendo manejar de manera más fácil a la información, para su posterior análisis. De esta forma, se generó una Base de Datos, donde se complementó la información bibliográfica con la recopilada en las entrevistas, permitiendo describir las etapas de los procesos de reciclaje de RSD secos producidos en Chile.

En el Cuadro 1 se puede observar la Ficha Tipo de las empresas de reciclaje de RSD secos en estudio.

² Cabe destacar que el estudio se centró sólo en las empresas de reciclaje indicadas por CONAMA RM (en el período 2008-2009), tanto las que se encuentren exclusivamente operando en la Región Metropolitana, como las que tengan sucursales a lo largo del país. Así, se obtuvo información del tipo de residuo que recicla cada empresa, hasta el tipo de proceso involucrado en detalle.

Cuadro 1. Ficha Tipo de empresas de reciclaje de RSD secos.

DATOS EMPRESA	Nombre empresa	
	Nombre entrevistado	
	Cargo entrevistado	
	Dirección	
	Teléfono	
	E-mail	
	Página web	
PROCESO DE RECICLAJE	Residuo	
	Tipo de proceso	
	Nombre del proceso	
	Descripción del proceso	
	Maquinaria involucrada	
	Productos	
	Manejo de RSD producidos	
ÁREA GEOGRÁFICA	Área geográfica que abarca	
	Retiro	
	Sucursales	
MERCADO DEL RECICLAJE	Tiempo funcionando	
	Cuánto se recicla mensualmente	
	Curva de rentabilidad	
	Posicionamiento en el mercado (%)	
CERTIFICACIÓN	Certificación	
	Autorización SEREMI Salud	

A continuación se describe las variables de Proceso de Reciclaje, Área Geográfica, Mercado del Reciclaje y Certificación, utilizadas en la Ficha Tipo:

- **Proceso de Reciclaje**

- Residuo: Se refiere al tipo de RSD seco que recicla la empresa en estudio, pudiendo ser más de un tipo de residuo.
- Tipo de proceso: Corresponde al tipo de proceso utilizado para el reciclaje de RSD secos, dependiendo si es una empresa recuperadora, es decir, que sólo recupera, selecciona y enfarda los residuos (proceso intermedio), o es una empresa recicladora, es decir, que los compra, procesa y comercializa (proceso integral).
- Nombre del proceso: Se refiere al nombre técnico del proceso utilizado para el

reciclaje o recuperación de RSD en cada empresa.

- Descripción general del proceso: Descripción general de los procesos más relevantes del reciclaje o recuperación de RSD en cada empresa.
- Maquinaria involucrada: Principal maquinaria utilizada en los procesos de reciclaje o recuperación de RSD en cada empresa.
- Productos obtenidos: Se refiere a qué producto se obtiene del proceso de reciclaje, independiente del tipo de proceso (recuperadora o recicladora).
- Manejo de RSD producidos: Corresponde a si existe algún tipo de manejo de los residuos que se producen durante el proceso de reciclaje de RSD, si existen, cuáles son y una breve descripción de estos procesos.

- **Área Geográfica**

- Área geográfica: Se refiere al área que abarca la empresa para la compra de RSD, pudiendo ser a nivel nacional, regional o provincial.
- Retiro: Se refiere a si existe retiro de RSD a domicilio por parte de la empresa, y cuánto es el mínimo para poder acceder a esta modalidad.
- Sucursales: Si la empresa tiene sucursales a lo largo del país, cuántas y cuáles.

- **Mercado del Reciclaje**

- Tiempo funcionando: Indica los años que la empresa lleva funcionando, es decir, desde su fundación hasta el año 2009.
- Cuánto se recicla anualmente: Cantidad de RSD reciclados al año.
- Proyección: Cómo se proyecta la empresa en el futuro cercano, dependiendo de la cantidad de años que lleven en el mercado del reciclaje y la información entregada y la recopilada en la revisión bibliográfica.
- Posicionamiento en el mercado: Cuál es el lugar que ocupan en el mercado del reciclaje, dependiendo del tipo de residuo que procesen y la competencia que actualmente exista.

- **Certificación**

- Certificación: Si las empresas poseen algún tipo de certificación y si es así, se menciona.
- Certificación SEREMI Salud: Si posee la autorización sanitaria respectiva para

funcionar, otorgada por la SEREMI Salud RM, indicando en algunos casos el Número de la Resolución por la cual se otorgó dicha autorización.

Segundo Objetivo: Analizar la gestión ambiental de los RSD en el Área Metropolitana de Santiago.

Se realizó una revisión bibliográfica de la gestión ambiental de los RSD, la cual abarcó desde el año 2000 hasta el 2009. Se revisaron principalmente textos como: libros, manuales, guías, tesis y memorias universitarias. La revisión consideró de manera general y descriptiva la gestión ambiental de los municipios respecto a los residuos sólidos, y los sitios de disposición final de la RM (los tres rellenos sanitarios y el vertedero controlado), para luego poder analizarla, es decir, el estudio se basó principalmente en información bibliográfica para el desarrollo del objetivo específico 2.

Para tener una perspectiva más amplia y práctica del tema se visitaron en terreno las dependencias de la Estación de Transferencia de la empresa KDM, ubicada en la Comuna de Quilicura y el Relleno Sanitario Loma Los Colorados de la misma empresa, ubicado en el Comuna de Til-Til, esto con el fin de complementar la información recopilada en la revisión bibliográfica. La información recopilada pertinente a los Rellenos Sanitarios Santa Marta y Santiago Poniente y el Vertedero Controlado Popeta, es solamente bibliográfica y se obtuvo de los siguientes informantes:

- CONAMA Región Metropolitana (2009)
- SEREMI Salud Región Metropolitana (2008-2009)

Para complementar y homogeneizar la información obtenida se diseñó una Ficha Tipo, la cual integró ambos tipos de información (bibliográfica y terreno), para su posterior análisis a través de una Base de Datos.

La Ficha Tipo con las variables consideradas se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Ficha Tipo sitios de disposición final RM.

Tipo/Nombre	
Administración	
Inicio operación	
Vida útil	
Superficie	
Comunas	
Principales procesos	
Depósito año 2008 (ton)	
Normativa aplicable	

Las variables utilizadas en la Ficha Tipo se describen a continuación:

- Tipo/Nombre: Se refiere al tipo de sitio de disposición final, es decir, si es un Relleno Sanitario o un Vertedero Controlado y su nombre.
- Administración:Cuál es la empresa que está a cargo de la administración del sitio de disposición final.
- Inicio operación: En qué fecha comenzó a operar.
- Vida útil: Se refiere a la cantidad de años que puede estar en operación el sitio de disposición final.
- Superficie: Corresponde al área (hectáreas) que contempla el proyecto para el funcionamiento del sitio de disposición final.
- Comunas: Se refiere a las comunas que disponen sus residuos sólidos en aquel sitio de disposición final.
- Principales procesos: Corresponde a una breve mención y descripción de los procesos al interior del sitio de disposición final.
- Depósito año 2008: cantidad total de residuos sólidos que depositó durante el año 2008.
- Normativa aplicable: Normativa pertinente a los sitios de disposición final de residuos.

Tercer Objetivo: Diseñar un protocolo para el material educativo, de carácter informativo, de los procesos de reciclaje de RSD secos y sus beneficios ambientales en Chile

El diseño de un protocolo para el material educativo, de carácter informativo, estuvo enfocado a estudiantes de quinto a octavo año de educación básica (segundo ciclo), con el fin de entregar información, el cual pretende cambiar y desarrollar hábitos y competencias en los estudiantes, que favorezcan la protección consciente del ambiente, además de servir como herramienta para la transversalidad de la educación ambiental en el proceso enseñanza-aprendizaje en el nivel mencionado.

Para el diseño del protocolo se utilizó la información recopilada y analizada en los objetivos específicos 1 y 2, resumiéndola, según los siguientes criterios:

- Conceptos básicos de reciclaje
- Descripción de los procesos de reciclaje de RSD
- Esquemas de los procesos de reciclaje de RSD
- Beneficios del reciclaje (importancia)

Luego de sintetizar la información se diseñó el protocolo con las bases para la elaboración de un material educativo de reciclaje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Alcances generales

De manera de contextualizar la presente investigación, a continuación se expone la situación actual en cuanto a RSD, reciclaje y gestión ambiental respecta, además de entregar conceptos claves para el entendimiento de los resultados de la misma.

Residuos Sólidos Domiciliarios

Actualmente no existe una definición exacta sobre qué se entiende por “residuo”, tanto a nivel nacional como internacional, es por ello que muchas legislaciones han incluido en sus textos la definición de “residuo” que más se adecúe a sus exigencias, pudiendo utilizar dicha palabra en diferentes ámbitos y con diferentes alcances (Martínez, 2005).

Para el desarrollo del presente estudio se acordó utilizar la definición de residuo pertinente al ámbito nacional que postula CONAMA RM (2009c) la que define residuo como “una sustancia, objeto o material resultante o sobrante de una actividad, que ya no tiene utilidad para la misma, y del cual su poseedor o generador tiene la intención de desprenderse”. Este concepto no implica que aquel residuo no tenga otra utilidad o pueda incorporarse nuevamente a algún proceso de producción. Es decir, este concepto incluye más de una alternativa: reutilización, reciclaje, tratamiento o disposición final en un relleno sanitario o vertedero controlado³.

Además CONAMA (2005) en su Política de Gestión Integral de Residuos define residuos como "sustancias u objetos a cuya eliminación su generador procede, se propone proceder o está obligado a proceder en virtud de la legislación vigente".

Así también CONAMA RM (2005) en su Estrategia de Reciclaje de RSD de la Región Metropolitana, hace alusión al concepto de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) y postula “entenderemos como RSD a la basura o desperdicio generado en viviendas, locales comerciales y de expendio de alimentos, hoteles, colegios, oficinas y cárceles, además de aquellos desechos provenientes de podas y ferias libres”, donde principalmente se refiere a la clasificación de los residuos según su origen. Además, postula que “los RSD totales generados tienen una doble componente, por un lado la fracción que sigue su curso a un

³ Según CONAMA RM (2009d) se entenderá por vertedero controlado a “aquellos sitios que cuentan con autorización sanitaria como el lugar donde se disponen actual y oficialmente los residuos sólidos. Estos sitios no cumplen a cabalidad con todas las condiciones y requerimientos técnicos para estar conformes con las disposiciones legales y sanitarias vigentes (Resolución N° 2.444/80)”.

relleno sanitario, y otra que sigue su curso a reciclaje” como se muestra en la Figura 2.

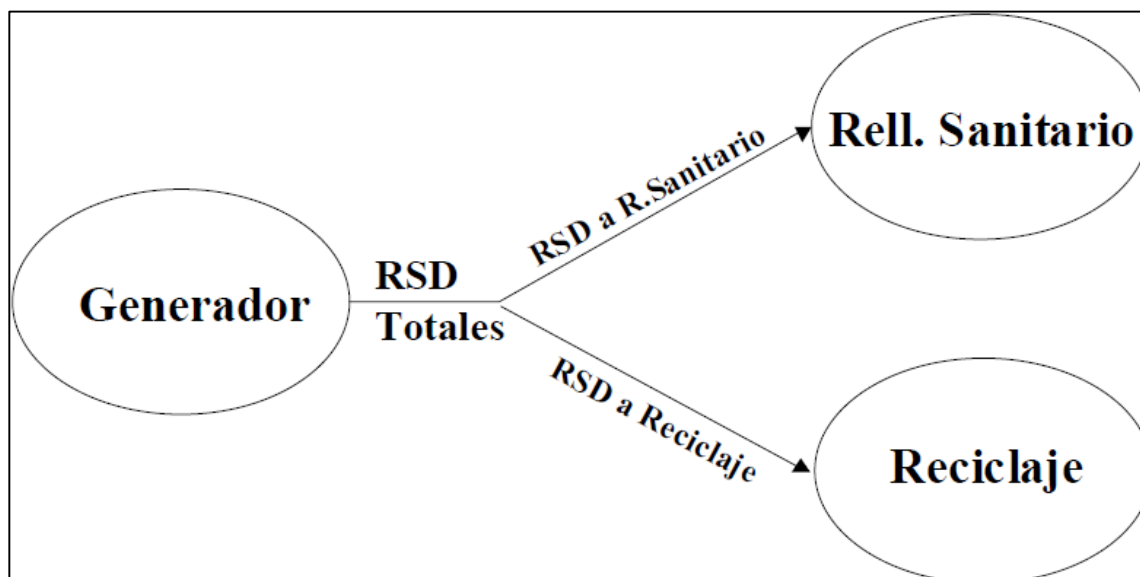


Figura 2. Disposición de RSD producidos.

Fuente: CONAMA RM, 2005.

Según (Pizarro y Valdés, 2001) “la composición de los residuos sólidos tiene gran importancia en la definición y selección de los sistemas de tratamiento y/o disposición final de los mismos”, es decir, si serán enviados al relleno sanitario o a un sistema de reciclaje, como muestra la Figura 2. Varios factores influyen sobre la composición y las características de los RSD, principalmente los siguientes:

- Características de la población: depende de la ubicación geográfica, ya que la composición variará dependiendo si es una zona rural o núcleo urbano, área residencial o zona de servicios.
- Clima y estación del año: La composición de los RSD cambia dependiendo de la época del año, lo que está ligado principalmente a la estacionalidad de los elementos que forman parte de la alimentación. En el verano aumentaría el consumo de frutas y verduras, y por tanto los restos orgánicos en la basura, y en invierno aumenta el consumo de alimentos envasados, reduciéndose los restos orgánicos y los desechos de envases (GRS, 2006).
- El estilo y nivel de vida de la población: el consumo de productos alimenticios ya preparados hace que aumente el contenido de envases y embalajes de todo tipo tales como: latas de aluminio, vidrios, plásticos, papeles y cartones. Lo anterior, por otro lado, origina una disminución de restos vegetales, carnes y grasas, como asimismo, el mayor uso del gas y la electricidad hace disminuir el contenido de cenizas (Pizarro y Valdés, 2001).

Reciclaje

Según Tchobanoglous *et al.* (1994) el reciclaje de los RSD implica “primero: la recuperación de materiales del flujo de residuos; segundo: el procesamiento intermedio, como puede ser la selección y la compactación; tercero: el transporte, y cuarto: el procesamiento final, para proporcionar materia prima para los fabricantes o bien un producto final”. Las principales ventajas del reciclaje son la conservación de los recursos naturales y el espacio del relleno sanitario (se libera espacio para desechos), no obstante, la recolección y el transporte de materiales implican costos económicos elevados.

Los requisitos para el éxito de un programa de reciclaje son: la existencia de una fuente de demanda para los materiales recuperados y un valor mercado para los materiales que sea suficiente como para cubrir los costos de energía, mano de obra y transporte (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

Beneficios ambientales del reciclaje

Existen diversos beneficios ligados al reciclaje de residuos sólidos, sociales, económicos, ambientales, etc. En este caso se mencionan algunos desde el punto de vista ambiental, según Silva y Bravo (2004):

- Ahorro de materias primas, lo que disminuye la explotación de los recursos naturales.
- Utilización de menos energía y agua en los procesos productivos.
- Disminución en la cantidad de residuos enviados a algún sitio de disposición final (relleno sanitario o vertedero controlado).
- Disminución de la cantidad de residuos que generen un impacto ambiental negativo al no descomponerse fácilmente.
- Reduce la necesidad de los rellenos sanitarios y la incineración.
- Disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que disminuye la contaminación.
- Ayuda a sostener el ambiente para generaciones futuras.

Sistemas de Reciclaje disponibles en la RM

A continuación se describen algunos de los sistemas de reciclaje existentes actualmente en

RM, según la “Estrategia de Reciclaje de RSD de la RM” de CONAMA RM (2005).

- Disposición en Puntos de Acopio y recolección diferenciada por tipo de residuo (Estaciones de Reciclaje)

Este sistema utiliza contenedores tipo iglú o también llamados “campana”, los cuales están diseñados para el depósito de ciertos residuos (botellas de vidrio, botellas plásticas (PET), papel blanco, envases de tetra pak, etc.) los cuales son ubicados en puntos estratégicos como supermercados, establecimientos educacionales, parques, plazas, etc. Estos residuos posteriormente son recolectados en forma periódica por las empresas de reciclaje de cada tipo de material. Los residuos que utilizan este sistema de gestión en la Región Metropolitana están ligados a instituciones de beneficencia y empresas recuperadoras de residuos (CONAMA RM, 2005).

- Separación en origen con recolección diferenciada

Esta alternativa considera la separación en el hogar (origen) de los residuos identificados con fines de reciclaje (botellas de vidrio, latas de aluminio, envases de tetra pak, botellas plásticas (PET), papeles de todo tipo, cartones, metales, etc.), los cuales serán posteriormente recolectados de forma también diferenciada. Una alternativa factible es a través del servicio municipal, el cual debe contar con un servicio de recolección diferenciada de los residuos con fines de reciclaje del resto de los residuos sólidos domiciliarios. Lamentablemente, en la Región Metropolitana, la única comuna que cuenta con un sistema de reciclaje diferenciado completo es Ñuñoa, a través del Municipio. Por lo general, en las demás comunas, quienes se encargan de la recolección de los residuos reciclables son los “recolectores independientes” o “cartoneros”, quienes recogen los residuos separados y los transportan a algún centro intermedio, o lo comercializa directamente en la empresa que realizará su re-procesamiento (CONAMA RM, 2005).

- Separación en origen con venta directa

Esta alternativa considera la separación en el hogar o en otra fuente de generación (comercial, industrial) de los residuos identificados con fines de reciclaje, los que son posteriormente trasladados por los propios productores a algún centro de compra directa que las empresas recicladoras han establecido para la realizar la comercialización de éstos. Este tipo de sistema para algunos residuos reciclables exige un volumen mínimo para el servicio de retiro a domicilio o entrega en la planta recicladora o recuperadora, según corresponda (CONAMA RM, 2005).

Cabe destacar que el presente estudio se basará en el sistema de reciclaje de RSD de separación en origen con compra directa, específicamente de las empresas que operan en la RM.

Análisis de las empresas que actualmente reciclan RSD en la RM

A continuación se presentan los resultados de las empresas en estudio que reciclan RSD secos en la Región Metropolitana, mostrando el perfil así como también los procesos productivos involucrados en cada una de ellas, con sus respectivas discusiones.

Empresas en estudio

Basado en el estudio del GRS (2006) se determinó que la muestra representativa de RSD estará conformada por RSD secos (papel, cartón, metales, vidrio y plásticos), excluyendo los RSD vegetales, puesto que se estudiarán sólo los que requieren de un proceso físico o químico para ser reciclados (Cuadro 3). Además, actualmente se encuentran insertos en el mercado nacional de reciclaje.

Cuadro 3. Producción y composición de RSD en la Región Metropolitana.

Componentes Principales	% en peso
Residuos alimentos	49,20
Papel	10,18
Plásticos	10,07
Residuos jardín poda	4,96
Pañales y celulosas sanitarias	4,95
Suciedad y cenizas	4,20
Vidrio	3,94
Cartón	3,33
Otros	2,35
Textiles	1,97
Metales	1,80
Madera	0,83
Tetra pak	0,70
Huesos	0,59
Cerámicas	0,41
Cuescos	0,29
Gomas	0,11
Cueros	0,07
Pilas	0,05

Fuente: Adaptado de GRS, 2006.

Las empresas en estudio se clasificaron según su tipo y según el RSD que reciclan, pudiendo ser una empresa recuperadora o recicladora. La empresa recuperadora es la que compra, selecciona y enfarda los residuos, mientras que la empresa recicladora es la que generalmente compra residuos a las empresas recuperadoras como materia prima, los procesa física o químicamente y los comercializa, obteniendo un producto igual o diferente al que utilizó de materia prima.

Las empresas en estudio se observan en el Cuadro 4, diferenciando los tipos de procesos y residuos que comercializan.

Cuadro 4. Empresas de reciclaje presentes en el estudio.

Empresas de reciclaje	Tipo de Proceso	RSD
COMEC S.A.	Recuperadora	Metales
Sukni Metales S.A.	Recuperadora	Metales
COPASUR Ltda.	Recuperadora	Metales (Latas de Aluminio)
Gerdau Aza S.A.	Recicladora	Metales (Chatarra de Acero)
PROACER Ltda.	Recicladora	Metales (Chatarra de Acero)
Reciclados Industriales Ltda.	Recuperadora	Papel y cartón
RECUPAC S.A.	Recuperadora	Papel y cartón
SOREPA S.A.	Recuperadora	Papel y cartón
Papeles Cordillera S.A.	Recicladora	Papel y cartón
ECCO Ecológico	Recicladora	Plásticos
RECIPET S.A.	Recicladora	Plásticos (Botellas Plásticas PET)
Cristalerías Chile S.A.	Recicladora	Vidrio
Cristalerías Toro S.A.I.C.	Recicladora	Vidrio

Como se observa en el Cuadro 4, de las 13 empresas en estudio, 6 son recuperadoras y las 7 restantes son recicladoras, pudiéndose observar en terreno como operan cada una de ellas, a excepción de Cristalerías Toro S.A.I.C., la que no se pudo visitar. Sin embargo, sus procesos son muy similares a los de Cristalerías Chile S.A., por lo que se pidió información bibliográfica de los procesos productivos empleados y además respondió la entrevista mediante correo electrónico y teléfono.

Perfil general de las empresas en estudio

La descripción de empresas se realizó en base al tipo de residuo que recupera o procesa cada empresa: metales, papel y cartón, plásticos y vidrio.

Metales

a) Recuperadoras

Comercial de Metales de Cerrillo S.A. (COMEC S.A.) y Sukni Metales S.A. son empresas que operan de forma similar, es decir, compran, clasifican, prensan y venden metales ferrosos y no ferrosos⁴.

La empresa COMEC S.A. es de mayor envergadura, puesto que lleva 34 años en el mercado y tiene sucursales en Santiago (RM), Concepción (Región del Bío Bío) y Temuco (Región de la Araucanía), además de entregar un servicio a las regiones aledañas a la Metropolitana, como a la Región de Valparaíso y la del Libertador Bernardo O'Higgins. Sukni Metales S.A., en cambio, lleva 28 años en el mercado, no posee sucursales en otras regiones del país y su servicio se limita a la Región Metropolitana.

COMEC S.A. recicla alrededor de 18.600 ton de metales ferrosos y no ferrosos al mes, mientras que Sukni Metales S.A. sólo recicla 300 ton.

Ambas operan de la siguiente forma: Compran el metal en sus instalaciones o realizan retiros a domicilio y depende de la cantidad y tipo de metal que sea, para saber cuál es su valor. El valor de los metales no ferrosos se rige por la Bolsa de Metales de Londres (LME) para ambas empresas.

La clasificación se realiza dependiendo del tipo, color, tamaño y forma del metal a prensar (briqueta⁵), para luego venderlo a alguna empresa que requiera estos tipos de metales (ferrosos y no ferrosos), algunas de ellas son Gerdau AZA S.A. y PROACER Ltda., las que luego se encargan de reciclarlos mediante procesos físicos o químicos para producir nuevos productos de metal. COMEC S.A. además de vender dentro del país los metales recuperados, también los exporta a países como China, Japón, Alemania, Italia, EE.UU., México, Brasil, Uruguay, entre otros.

Ambas empresas se comprometen con el cuidado del ambiente, puesto que impulsan el desarrollo del reciclaje de residuos sólidos, en este caso el de metales ferrosos y no ferrosos, como una nueva actividad formal del sector industrial productivo, pudiendo ampliar este concepto a otras áreas de la producción nacional, poniendo énfasis en el

⁴ Según Silva y Bravo (2004) los metales ferrosos son aquellos que contienen hierro como su componente principal, es decir, las variadas calidades de hierro y acero, que pueden contener otros elementos, pero en baja composición. En cambio los metales no ferrosos, corresponden a los que no tienen hierro en su composición. Por ejemplo: aluminio, magnesio, zinc, cobre, bronce estaño, plomo y otros metales específicos.

⁵ “Es el aglomerado a partir de finos de mineral de hierro, por aplicación de altas presiones, a bajas o altas temperaturas, con o sin agregado de materiales aglomerados” (Gerdau AZA, 2009). Producto del prensado se obtienen generalmente cubos de metales compactados, es decir, una briqueta.

concepto de crecimiento económico sustentable con el ambiente.

Comercial Pacífico Sur Ltda. (COPASUR Ltda.) es una empresa recuperadora de latas de aluminio (metal no ferroso), sus funciones son comprar, clasificar, prensar (briqueta) y exportar principalmente a Brasil este residuo. Lleva 10 años en el mercado nacional (ex LATASA Chile), realiza retiros a domicilio por un mínimo de 100 Kg. en la Región Metropolitana y 1 ton en la Región de Valparaíso.

b) Recicladoras

Gerdau AZA S.A. es una empresa perteneciente al Grupo Gerdau presente en 14 países. Compra metal ferroso (chatarra de acero) a empresas recuperadoras como COMEC S.A o Sukni Metales S.A., la clasifica y transforma mediante la fundición en nuevos productos de acero como: barras de hormigón para la construcción civil, perfiles laminados para la industria metalmeccánica y alambres, pudiendo así incorporar estos productos en el mercado, comenzando nuevamente la cadena de reciclaje.

Esta empresa opera hace 56 años en el país y posee cobertura nacional. Tiene sucursales en Santiago (RM) Antofagasta (Región de Antofagasta) y Temuco (Región de la Araucanía). No realiza retiros a domicilio, ya que hay que llevar los metales a sus dependencias para efectuar la compra y generalmente sólo lo hacen con grandes empresas del rubro.

En condiciones normales Gerdau AZA S.A. puede procesar hasta 45.000 ton mensuales, en tiempos de crisis se produce aproximadamente 25.000 ton. Tiene una participación que bordea el 70% del total de chatarra de acero que se comercializa en el país. Posee Certificación ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007.

Además la empresa posee una “Política de Medioambiente” que postula que “como empresa siderúrgica internacional, productora de aceros, aseguramos la atención de las necesidades de conservación del medioambiente y contribuimos al desarrollo sustentable de la sociedad”, lo que hace que sea una empresa con prestigio a nivel nacional en términos de cuidado con el ambiente.

Productos de Acero Ltda. (PROACER Ltda.) se dedica a la fabricación de Bolas de Acero destinadas a la molienda de minerales del mercado minero, a partir de chatarra de acero, es decir reciclaje de metales ferrosos. Estos productos se obtienen mediante la fundición del acero, al igual que en la empresa Gerdau AZA S.A.

PROACER Ltda. abarca toda la Región Metropolitana y no posee sucursales a lo largo del país. Opera hace 16 años en la Comuna de Til-Til, siendo la única empresa que fabrica bolas de acero a partir de chatarra reciclada, ocupando 100% del mercado, 30% de exportación y un 70% nacional.

PROACER Ltda. ha implementado un Sistema Integrado de Gestión, denominado SIG-PROACER, compuesto por un Sistema de Gestión de la Calidad, basado en la norma ISO 9001: 2000, un Sistema de Gestión Medio Ambiental basado en la norma ISO 14001:2004,

un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional, basado en el modelo OHSAS 18001:2007 (PROACER LTDA., 2009).

Papel y Cartón

a) Recuperadoras

Reciclados Industriales Ltda., RECUPAC S.A. y Sociedad Recuperadora de Papel S.A. (SOREPA S.A.) son empresas recuperadoras de papel y cartón que operan de la misma forma, lo único que las diferencia son los años de trayectoria, su ubicación geográfica y el precio al que compran estos residuos.

Principalmente lo que realizan estas empresas es la compra, clasificación (ver Anexo I), enfardado y transporte de papeles y cartones, para venderlos a otras empresas que posteriormente los utilicen como materia prima en los procesos de fabricación de papel y cartón, por ejemplo Papeles Cordillera S.A.

SOREPA S.A. (2009a) filial de Empresas CMPC (Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones), tiene como misión “desarrollar el mercado de la recolección de papeles y cartones, a fin de recuperar para su reciclaje, la mayor proporción de estos elementos”. SOREPA S.A. tiene una campaña de reciclaje asociada a la beneficencia con Fundación San José llamada “Bota por mi Vida”.

Es una de las empresas más antiguas, lleva 30 años en el mercado y tiene sucursales en Santiago (RM), Antofagasta (Región de Antofagasta), Coquimbo (Región de Coquimbo), Viña del Mar (Región de Valparaíso), Rancagua (Región del Libertador Bernardo O’Higgins), Talca (Región del Maule), Concepción (Región del Bío Bío) y Temuco (Región de la Araucanía), abarcando todo el territorio nacional. Realiza retiros de papel y cartón a domicilio por un mínimo de 500 Kg. Son líderes en el mercado de recuperación de papel y cartón. Posee Certificación ISO 9001:2000 y autorización sanitaria del SEREMI de Salud RM.

Reciclados Industriales Ltda. opera hace 20 años, tiene sucursales en Santiago (RM) y en Concepción (Región del Bío Bío), recupera alrededor de 2.500 ton mensuales de papel y cartón. Realiza retiros en la Región Metropolitana por un mínimo de 1.500 Kg. de papel y cartón. No poseen ningún tipo de certificación, pero cuentan con los permisos otorgados por la SEREMI de Salud RM.

RECUPAC S.A. opera hace 20 años, tiene sucursales en Santiago (RM), La Serena (Región de Coquimbo), Quilpué (Región de Valparaíso), Rancagua (Región del Libertador Bernardo O’Higgins) y Talca (Región del Maule). Recupera aproximadamente 2.480 ton mensuales de papel (30%) y cartón (70%), sus retiros a domicilio son por un mínimo de 500 Kg. No posee certificación, y cuenta con la resolución de la SEREMI de Salud RM para el retiro de residuos sólidos.

Según RECUPAC S.A. (2009) es una empresa que “contribuye eficientemente en el ahorro de recursos naturales al recolectar papeles y cartones que convierte en materia prima para la fabricación de papel”.

b) Recicladora

Papeles Cordillera S.A. es una empresa que fabrica rollos de papel para corrugar, para envolver y embalaje y papeles para planchas de yeso, utilizando como materia prima papeles y cartones reciclados y celulosa. La materia prima se compra a empresas recuperadoras como SOREPA S.A., perteneciente al mismo Grupo CMPC. En las dependencias de Papeles Cordillera S.A., previo a la fabricación de papel y cartón, éstos se someten a tratamiento, obteniendo una pasta fibra reciclada y celulosa.

Esta empresa se encuentra en el mercado hace 89 años y recicla mensualmente 25.000 ton de papel y cartón aproximadamente. No posee más sucursales en el país, sólo la Planta ubicada en la Comuna de Puente Alto en la Región Metropolitana. Cuenta con Certificación ISO 9001:2000 e ISO 14001:2004 y “es una de las empresas que utiliza mayor cantidad de papel y cartón reciclado en la fabricación de éste”⁶.

Plásticos

a) Recuperadoras

En los registros de CONAMA RM, no se encontraron empresas recuperadoras de plástico, sólo recicladoras, es decir, que realizaban el proceso completo de reciclaje.

b) Recicladoras

ECCO Ecológico es una empresa⁷ que bajo el alero de Hormas Hormital S.A., con financiamiento CORFO, recicla los residuos plásticos 2 (PEAD), 4 (PEBD), 5 (PP) y 6 (PS) y por medio de variados procesos de chancado, aglomeración y extrusión los transforma en madera plástica (tablas y listones), producto de características físicas muy similares a la madera natural, pero además resistente a la corrosión, agua, ácido, al ataque bioquímico y a la intemperie.

Hace 3 años que opera (incluido 1 año de estudio CORFO) y la única sucursal es la ubicada en Hormas Hormital S.A. en la Región Metropolitana. No realizan retiros a domicilio, por lo que la compra de plásticos se realiza en las mismas dependencias de la empresa.

⁶ Comunicación personal. Katiza Pavlovic, Coordinadora de Comunicaciones, Papeles Cordillera S.A., 2009.

⁷ Esta empresa actualmente se encuentra realizando los trámites pertinentes para poder ser una empresa independiente a Hormas Hormital S.A., puesto que aún no tiene los permisos correspondientes.

Reciclan alrededor de 10 ton mensuales de plástico y utilizan todos los excedentes del proceso, puesto que todo sirve para incorporarlo al mismo. Es la única empresa en Chile que recicla tanta variedad de plásticos y todos de una vez, por lo mismo, están recién incorporándose al mercado, como una empresa innovadora y amigable con el ambiente. No cuentan con ningún tipo de certificación, pero si con la autorización sanitaria correspondiente, otorgada por la SEREMI de Salud RM.

RECIPET S.A. es una empresa que recicla botellas plásticas de PET, transformándolas en materia prima (plástico triturado) necesaria para la producción de productos de plástico como bandejas para frutas, esto, mediante procesos mecánicos de trituración y lavado, principalmente. La materia prima puede ser de distintos gramajes y colores que estarán en función de las necesidades del cliente.

La empresa RECIPET S.A., recicla plásticos PET (botellas de bebidas, jugos y aguas) a beneficio del Centro Nacional de la Familia (CENFA). Tienen lugares de recolección en supermercados, colegios, puntos limpios, etc.

Esta empresa lleva 20 años en el mercado, y es una de las más importantes recicladoras de PET a nivel nacional, ocupando un 70% del mismo. Recicla aproximadamente 1.000 ton mensuales de botellas plásticas (PET), no tiene más sucursales a lo largo del país y posee Certificación ISO 9001:2000 y los permisos correspondientes de la SEREMI de Salud RM.

Vidrio

a) Recuperadoras

En los registros de CONAMA RM, no se encontraron empresas recuperadoras de vidrio, sólo recicladoras: Cristalerías Chile S.A. y Cristalerías Toro S.A.I.C.

b) Recicladoras

Cristalerías Chile S.A. y Cristalerías Toro S.A.I.C. son empresas que fabrican vidrio a partir de vidrio reciclado, arenas ricas en sílice, carbonato de sodio y carbonato de calcio. Ambas tienen fuertes campañas de reciclaje asociadas a la beneficencia como lo es la Corporación de Ayuda al Niño Quemado (COANIQUEM) y el Comité Nacional Pro Defensa de la Flora y la Fauna (CODEFF), respectivamente. Las campañas de reciclaje en campanas están ubicadas en supermercados y la vía pública, por el cual Cristalerías de Chile S.A y Cristalerías Toro S.A.I.C. entregan un aporte monetario equivalente a cada kilo de vidrio reciclado por la comunidad.

Cristalerías Chile S.A. lleva 105 años en el mercado de la fabricación de vidrio, cuenta con sucursales en Santiago (Región Metropolitana) y en Llay-Llay (Región de Valparaíso). Es una empresa pionera en el reciclaje de vidrio, su competencia directa es Cristalerías Toro S.A.I.C. Cuenta con Certificación ISO 9001:2000 y con los permisos correspondientes de la SEREMI de Salud RM.

Cristalerías Toro S.A.I.C. lleva 57 años en el mercado, cuenta sólo con la sucursal en Santiago en la Comuna de Cerrillos. Además tiene Certificación ISO 9001:2000 y la autorización de la SEREMI Salud RM.

Discusión general de las empresas en estudio

En el año 2007 el porcentaje de reciclaje ascendió a un 14,4% (CONAMA RM, 2009b), la participación en el mercado del reciclaje de los diferentes residuos se observan en la Figura 3.

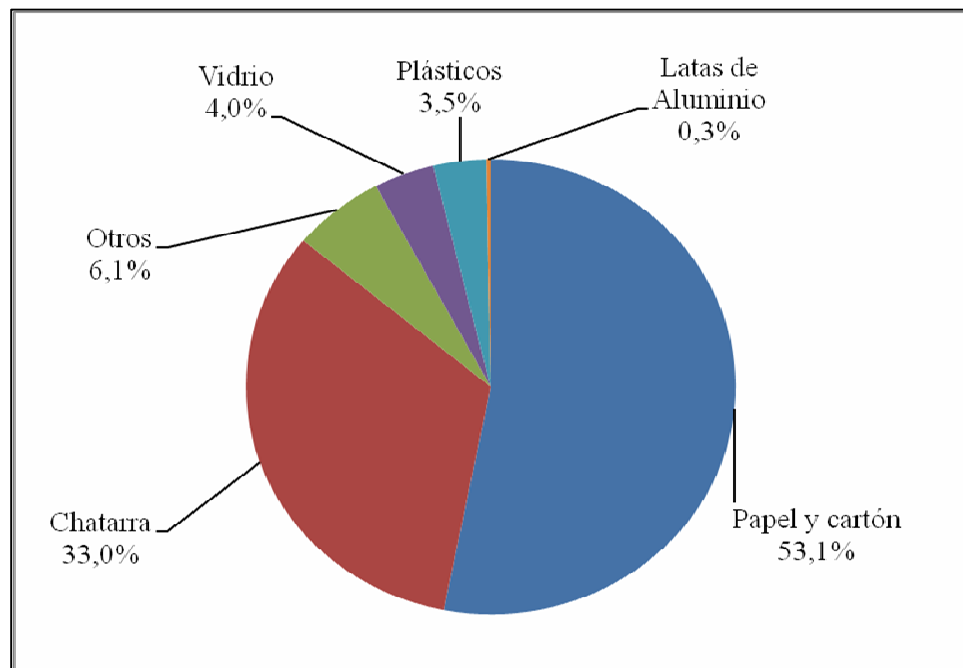


Figura 3. Gráfico de la composición de los RSD reciclados el año 2007.
Fuente: Adaptado de CONAMA RM, 2009b.

Según muestra la Figura 3, los residuos más reciclados el año 2007 fueron el papel y el cartón (53,1%), situación que coincide con la cantidad de empresas recuperadoras y recicladoras presentes en el estudio: SOREPA S.A., RECUPAC S.A., Reciclados Industriales Ltda. y Papeles Cordillera S.A., todas ellas con más de 20 años de trayectoria en el rubro del reciclaje de papel y cartón. Además, estos residuos son unos de los mejor pagados dentro del mercado, ya que su precio varía entre \$5 y \$97 el Kilo⁸ (SOREPA S.A., 2009b) dependiendo de la calidad de éstos. Cada una de estas empresas se encuentra asociada a alguna papelería, SOREPA S.A. a Papeles Cordillera Ltda.; RECUPAC S.A. a

⁸ Precios referentes a noviembre del 2009.

Papeles del Pacífico S.A y Reciclados Industriales Ltda. a Papeles Industriales PISA, lo que hace más fácil la cadena de reciclaje, ya que éstas empresas abastecen de materia prima a las papeleras, permitiendo que el ciclo vuelva a comenzar con nuevos productos de papel y cartón.

Las empresas asociadas a la chatarra de acero son dos recuperadoras (COMEC S.A. y Sukni Metales) y dos recicladoras (PROACER Ltda. y Gerdau AZA S.A.) éstas, al igual que en el caso del papel y cartón se encuentran relacionadas, las primeras suministran de materia prima a las segundas, existiendo un flujo continuo de materiales, pudiendo fabricar nuevos productos y permitiendo que el ciclo del reciclaje siga su curso.

Como muestra la Figura 3, el vidrio representa un 4% del total reciclado el año 2007 y lo más destacable de las empresas en estudio es que cumplen todas las funciones, es decir, son recuperadoras y recicladoras a la vez, poseen un sistema integral de reciclaje de vidrio, ya que compran, procesan y vuelven a fabricar botellas de vidrio. Este RSD tiene una ventaja, ya que se puede reciclar infinitas veces, por lo que es aún más importante recuperarlo para su posterior reciclaje⁹.

El plástico es uno de los más contaminantes residuos y uno de los que menos se recicla en la RM (3,5%) según la Figura 3, lo que puede deberse al desconocimiento de la población acerca de su proceso de reciclaje y su mal asociación a campañas de beneficencia. Actualmente el plástico se recicla en la RM, en menor cantidad que el resto de los residuos, pero existen empresas como ECCO Ecológico y RECIPET S.A. que compran, clasifican, procesan y venden los nuevos productos fabricados, incorporándolos nuevamente al mercado.

Según la Figura 3, las latas de aluminio se reciclan un 0,3%, sin embargo este residuo no se procesa en Chile, ya que se exporta a otros países para su fundición, como lo hace COPASUR Ltda.

Como se mencionó anteriormente, es fundamental que exista interacción entre las empresas recuperadoras y las recicladoras, ya que es la única forma que el ciclo de reciclaje continúe, incorporando en el mercado nuevamente estos residuos, a través de un nuevo producto.

El mercado del reciclaje en Chile se encuentra en vías de desarrollo, hay varias empresas recuperadoras y recicladoras, tanto en la Región Metropolitana como en el resto del país. Sin embargo, existe desconocimiento por parte de la población acerca de cuáles son estas empresas, he aquí la importancia de mencionarlas y caracterizarlas, sirviendo como una herramienta al momento de toma de decisiones con respecto a reciclar o no reciclar cierto tipo de residuo en una región determinada, puesto que deben existir las empresas que lleven

⁹ Comunicación personal. Sr. Salomón Otarola, Encargado de Planta de Reciclaje, Cristalerías Chile S.A., 2009.

a cabo el reciclaje, para poder realizar alguna iniciativa de esta índole, es decir, no es posible dar pie a una campaña de reciclaje de vidrio por ejemplo, si no existen las empresas que lo procesen. Por ello, esta información es una herramienta fundamental al momento de diseñar planes, políticas o estrategias públicas a nivel nacional, regional o comunal.

Descripción de los procesos productivos

A continuación se detallan cada uno de los procesos productivos de los diferentes RSD secos, según las empresas recuperadoras y recicladoras en estudio.

Empresas recuperadoras

En el presente estudio sólo existen empresas recuperadoras para los RSD metales, papeles y cartones. Las etapas de recuperación en estas empresas son similares y se resumen en la Figura 4.

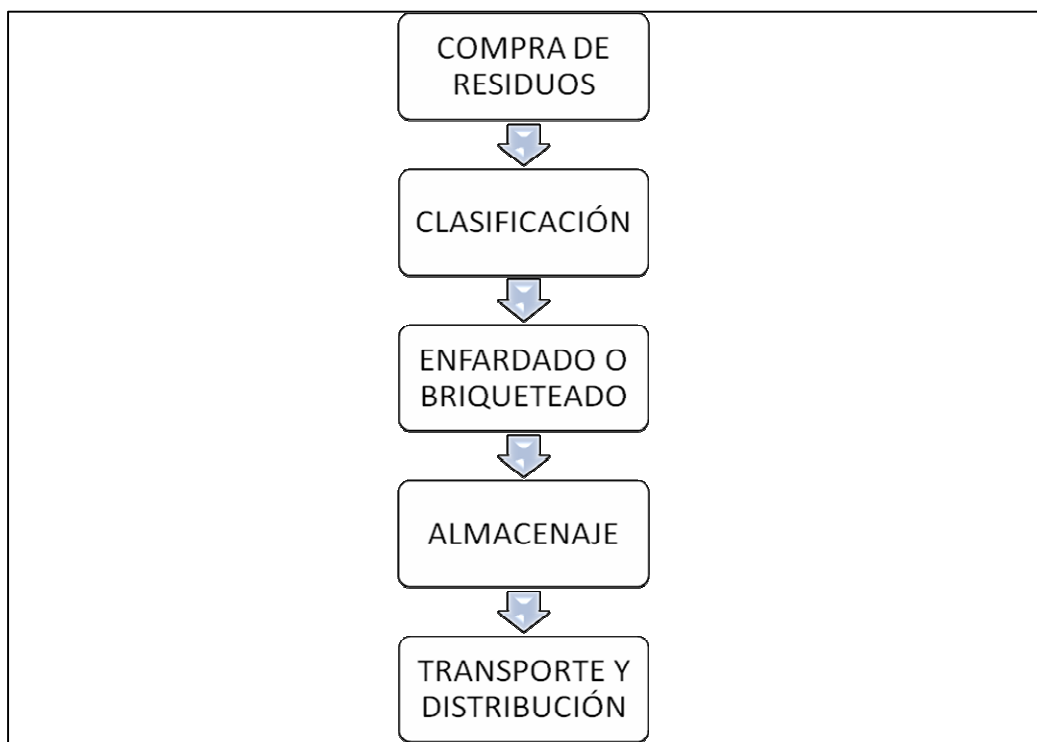


Figura 4. Esquema empresas recuperadoras de RSD.

Las etapas de las empresas recuperadoras se describen a continuación:

- Compra de residuos

Se compran los residuos ya sea a recolectores independientes o empresas del rubro.

- Clasificación

Se clasifican los residuos en distintas categorías, según el tipo (papel, latas de aluminio, etc.) además se retiran otros residuos indeseables como telas, maderas, piedras, entre otros.

- Enfardado o Briqueteado

Los residuos luego de ser clasificados, son prensados y enfardados, en el caso de papeles, cartones, plásticos, o briqueteados, en el caso de metales, cada uno de estos fardos o briquetas contendrá un tipo específico de residuos.

- Almacenaje

Los fardos o briquetas son almacenados en las empresas recuperadoras, a la espera de ser transportados a las fábricas que los utilizarán como materia prima de algún proceso de producción.

- Transporte y Distribución

Los fardos o briquetas son transportados en camiones y distribuidos a las fábricas que los requieran.

Metales

- a) Fabricación de bolas de acero

El Proceso Productivo de producción de bolas de acero se muestra en la Figura 5, y se describe a continuación.

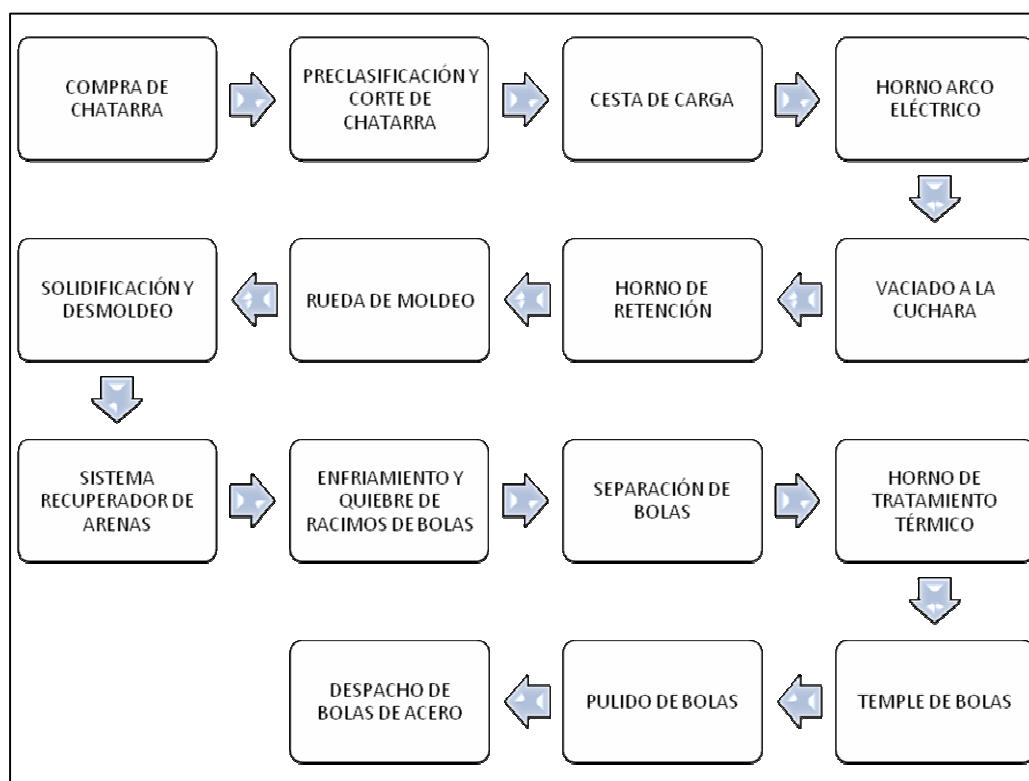


Figura 5. Esquema proceso productivo bolas de acero.

Fuente: Adaptado de PROACER Ltda., 2009.

El proceso de producción de bolas de acero que muestra la Figura 5 se describe a continuación¹⁰:

- Compra de chatarra

La cantidad de chatarra de acero recepcionada depende del stock que tenga la Planta, de la situación que dé el mercado y/o de los planes que tenga el área de producción, es por ello que se determinan los volúmenes mensuales de chatarra que se van a comprar, estableciéndose los parámetros de calidad de la chatarra.

- Preclasificación y Corte de la Chatarra

Cuando llegan los camiones, éstos son recepcionados, para posteriormente realizar el pesaje y la primera inspección de la chatarra, si el camión trae chatarra peligrosa, esta no se recibe.

¹⁰ Comunicación personal. Sra. Darinka Díaz, Departamento de Medio Ambiente PROACER Ltda., 2009.

Si la chatarra es aceptada el camión es conducido hasta el Patio de Chatarra.

La chatarra es seleccionada y cortada mediante oxígeno, y para el control de las emisiones generadas se utiliza agua cuando en la actividad se produce quema de resinas. Dependiendo del tamaño de bola que se esté produciendo, es la calidad y/o tipo de chatarra que se selecciona para su traslado.

- Cesta de carga

Se carga la cesta con las materias primas, la cual tiene una capacidad de 13 ton y cumple la función de contener y trasladar las materias primas que serán cargadas al Horno de Arco Eléctrico. La chatarra es cargada en la cesta mediante un puente grúa, quien a su vez la traslada para llenarla con grafito y cal necesaria.

- Horno arco eléctrico

Una vez terminada la carga, se procede a cerrar el horno donde se generará el arco eléctrico, que por acción de una corriente eléctrica y electrodos de grafito, se transforma la chatarra en acero líquido. Cuando los electrodos entran en contacto con la chatarra, se produce el arco eléctrico que calienta el metal hasta fundirse.

Una vez fundida toda la carga, mediante un sistema de lanza se inyecta oxígeno, lo que provoca la oxidación del líquido fundido. Esta oxidación genera un burbujeo en el baño, que permite arrastrar gases indeseados como H_2 y N_2 .

La presencia de la cal en la escoria asegura la eliminación del fósforo del baño, lo que se denomina desfosforación.

Dentro las fases de oxidación y desfosforación se procede por una de las puertas del horno a la extracción de la escoria, que posee un color muy oscuro.

Además de escorias, se generan gases y polvos, éstos últimos son colectados en un filtro y las emisiones a la atmósfera son controladas anualmente.

- Vaciado a la cuchara

Una vez removida la escoria, el metal fundido se cuela volcando el horno, transfiriendo el acero líquido a temperatura y composición química requerida, desde el horno de arco eléctrico a la cuchara. Durante el proceso de vaciado se agregan a la cuchara ferro aleaciones desoxidantes que generan además gases y emisiones fugitivas las cuales son liberadas a la atmósfera.

- Horno de retención

Se transfiere el acero líquido desde la cuchara al horno de retención. Este horno mantiene la temperatura que necesita el acero líquido (1600 °C), generando escorias y emisiones fugitivas.

- Rueda de moldeo

Una vez que el acero líquido posee la temperatura adecuada, se vierte en un distribuidor de acero. De ahí se transfiere continuamente el acero líquido a la rueda de moldeo y se alimenta específicamente a las cavidades de los moldes (mitad arena, mitad metal) de tal forma que el acero líquido se transforme en racimos de bolas. El distribuidor de acero mantiene una cantidad aproximada de 400 Kg. de acero líquido a 1530 ° C. Además en este proceso se generan pequeñas cantidades de arena quemada, gases y vapores.

- Solidificación y desmoldeo

La solidificación se produce al bajar la temperatura de los moldes metálicos, los cuales son enfriados mediante chorros de agua proveniente de la torre de enfriamiento de la rueda de moldeo, es así como se enfrían los racimos de bolas de acero y con la ayuda de herramienta manual se procede al desmoldeo, generándose gases, vapores, arenas de descarte y residuos industriales líquidos.

- Sistema recuperador de arenas

Una vez desmoldeados los racimos, la arena pasa a la planta recuperadora de arena donde es procesada para su reutilización. Una pequeña cantidad (10%) es agregada al sistema, para suplir las pérdidas en el proceso.

- Enfriamiento y quiebre de racimos de bolas

Los racimos de bolas que provienen de la rueda de moldeo pasan por el transportador acumulador, en donde por la acción de oscilación repetida e insuflación de aire fresco, se trasladan unos 15 m dentro del transportador acumulador y su temperatura baja desde 700° C a 200° C, otorgándole el enfriamiento a los racimos, los cuales se separan de los sistemas de alimentación. En esta operación se genera material particulado de arena, arenas de descarte y polvos.

- Separación de bolas

La separación y primera inspección de bolas sirve para segregar las bolas buenas de los canales de alimentación de aquellos productos con defectos mayores que signifiquen un rechazo. Tanto los canales de alimentación, como los productos de rechazo son devueltos al

horno para ser usados como chatarra de uso interna o retorno.

- Horno de tratamiento térmico

Las bolas aceptadas en la primera inspección, son alimentadas al horno de tratamiento térmico, conocido como Holcroft, en éste permanecen por un período de dos horas, para llegar a la temperatura de aproximadamente 900 °C, transformando su estructura metalúrgica.

- Temple de Bolas

Las bolas provenientes del horno de tratamiento térmico, ingresan al pozo de temple, el cual contiene agua y un polímero conocido como Glicol de Temple. Esta mezcla de agua y glicol enfría bruscamente las bolas, templándolas, lo cual les otorga las propiedades mecánicas necesarias.

- Pulido de Bolas

Las bolas provenientes del pozo de temple son extraídas a través de una cadena continua, poseen una capa oxidada por lo que son llevadas hasta la pulidora. Por acción abrasiva, se elimina parte de la cascarilla de oxidación, generándose polvillo que es captado por un colector de polvo.

- Despacho de Bolas de Acero.

Las bolas aceptadas esperan un tiempo de enfriamiento hasta llegar a la temperatura ambiente, para luego ser vaciadas en los buzones de acumulación de bolas, listas para el despacho.

b) Fabricación de barras y rollos de acero.

El proceso de producción de barras y rollos de acero a partir de chatarra se muestra en la Figura 6.

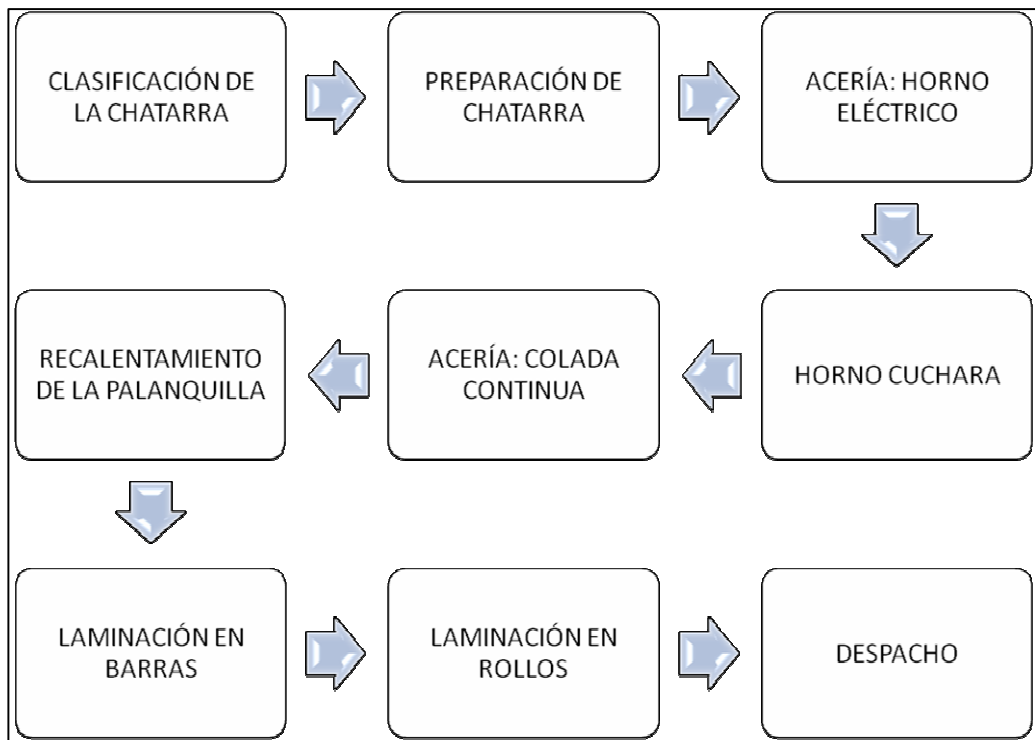


Figura 6. Esquema proceso productivo de barras y rollos de acero.
Fuente: Adaptado de Gerdau AZA S.A., 2009.

A continuación se describe el proceso productivo según la Figura 6¹¹:

- Clasificación de chatarra

Luego de comprar la chatarra de acero, se clasifica dependiendo del tamaño y tipo de acero, (metales ferrosos).

- Preparación de chatarra

La chatarra seleccionada es introducida en una gran prensa que permite ir fragmentándola a una densidad adecuada y separar magnéticamente los productos no ferrosos, por medio de un imán gigante. Luego, mediante un electroimán se prepara una cesta con chatarra, que proporcionará el material al Horno Eléctrico de la Acería.

¹¹ Comunicación personal. Sr. Gonzalo Mir, Jefe de Marketing, Gerdau AZA, 2009.

- Acería: Horno Eléctrico

Cuando el Horno completa su carga de chatarra se cierra e inicia el proceso de fusión, mediante la energía liberada por un arco eléctrico. Luego de una hora aproximadamente, 60 ton de acero líquido, a unos 1700°C, son vaciados a un recipiente llamado cuchara.

- Horno Cuchara

El acero comienza el proceso de refinación en la misma cuchara, donde logra su composición química final.

- Acería: Colada Continua

La cuchara con el acero líquido es trasladada a la etapa de colada continua, donde comienza el proceso de solidificación, vaciando todo el acero líquido a un distribuidor, el que suministra a varias lingoteras metálicas refrigeradas con agua. A medida que el acero pasa por las lingoteras se solidifica, hasta formar un hilo continuo de acero solidificado: la palanquilla.

- Recalentamiento de la palanquilla

La palanquilla que sale está fría, para poder procesarla se vuelve a recalentar a unos 1.200°C en un horno. A esta temperatura resulta más fácil moldear el acero a láminas.

- Laminación en barras

La palanquilla alimenta un tren de laminación, donde se reduce su sección en forma secuencial, hasta alcanzar la forma del producto final. Las barras rectas que salen del laminador son depositadas en una parrilla de enfriamiento, donde terminan de enfriarse. Las barras son cortadas a 12 m de largo, formando paquetes de 1.000 a 2.000 Kg.

- Laminación en rollos

La palanquilla alimenta un tren de laminación, donde se reduce su sección en forma secuencial, hasta alcanzar la forma del producto final. La barra que emerge del laminador alimenta a un equipo formador de espiras, desde donde se trasladan y enfrían, hasta formar un rollo de 1.500 Kg.

- Despacho

Cuando las barras de hormigón, perfiles de acero y alambón están listos se despachan a los compradores.

Papel y Cartón

a) Fabricación de papel y cartón

El proceso de fabricación de papel se muestra en la Figura 7.

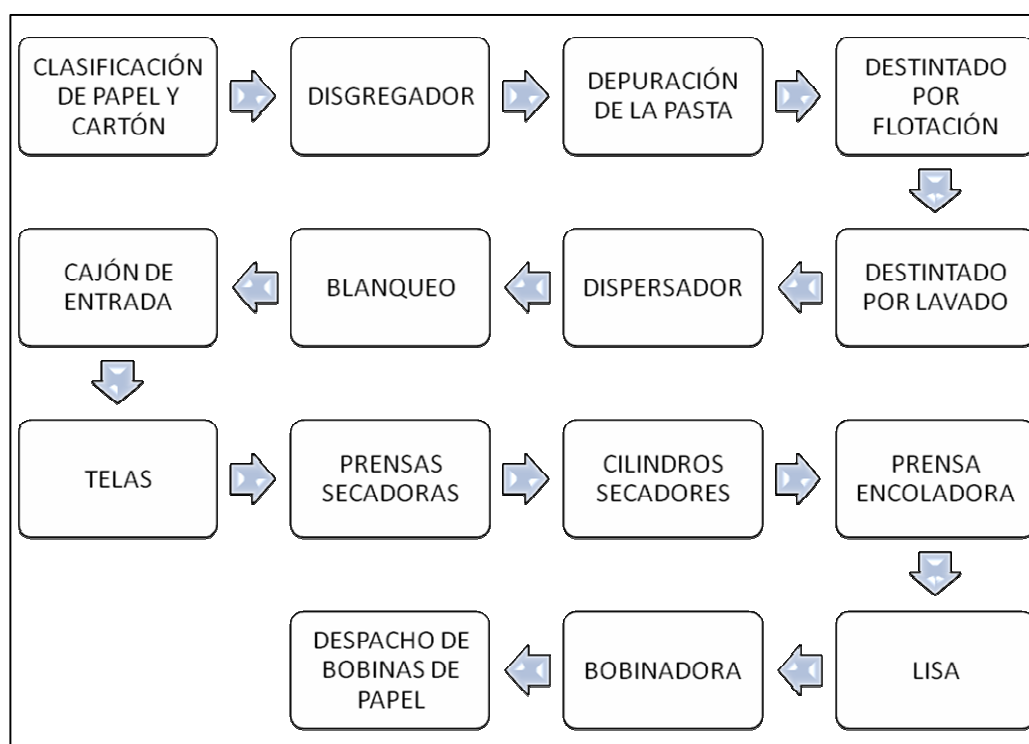


Figura 7. Esquema proceso productivo de papel.

Fuente: Adaptado de Papeles Cordillera S.A., 2009.

Las etapas del proceso productivo de papel se describen a continuación¹²:

- Clasificación del papel y cartón

Antes de comenzar con el proceso de reciclado, convirtiendo el papel usado en pasta de papel, y en función del tipo de papel que se va a producir, es necesario realizar una clasificación del papel recuperado según un listado de calidades que dependen del tipo de pasta empleada para la fabricación del papel original (mecánica, kraft, química, etc.) y la cantidad e intensidad de mancha que tiene el papel usado (impreso, mecanografiado,

¹² Comunicación personal. Sra. Katiza Pavlovic, Coordinadora de Comunicaciones, Papeles Cordillera S.A., 2009.

pintado, etc.).

- Calidades ordinarias: compuesta por papeles y cartones mezclados, recortes de cartón, recortes de cartón ondulado, embalajes, revistas, periódicos e impresos mezclados.
- Calidades medias: periódicos leídos, periódicos no vendidos, recortes de revistas u otros materiales similares y recortes de cartoncillo con una cara blanca.
- Calidades superiores: papel continuo de ordenador, recortes de papel blanco, papel para imprimir blanco.
- Calidades kraft: sacos, cartón ondulado realizado con papel kraft, recortes de papel kraft.

Lo anterior permite que la materia prima no contenga tipos de papel que no pueden reciclarse u otros materiales extraños que perjudican el proceso de reciclado, tales como: papel calco, papel con alquitrán, papel ceresinados, papeles de aseo personal, entre otros.

- Disgregador

Una vez separada la materia prima según las calidades descritas, se vierte el papel junto con agua en el pulper o disgregador, donde se tritura para separar las fibras de celulosa. El pulper es una pila circular con un disco ubicado en el fondo que lleva una serie de aletas que sobresalen y que al girar hace que el material se desmenuce y sea evacuado por una cámara de extracción.

- Depuración de la pasta

La pasta que se produce en el disgregador tiene que ser depurada ya que puede contener una serie de materiales improprios que posiblemente perjudiquen el proceso, como plásticos, metales, textiles, maderas, entre otros. Para la separación de estos contaminantes se utiliza la centrifugación.

Teniendo en cuenta la procedencia de la materia prima, una de las impurezas más importantes de la pasta es la tinta que tiene que ser separada utilizando dos sistemas principalmente: destintado por flotación y por lavado.

- Destintado por flotación

Se le adhieren productos químicos a la pasta, lo que hace que la tinta sea repelida por el agua. La pasta se somete a un proceso de aireación que permite que las burbujas de aire que

se forman elevan a la superficie la tinta que permanece por flotación formando una espuma superficial que luego es retirada.

- Destintado por lavado

A la pasta se le añaden una serie de productos químicos que hacen que la tinta sea atraída por el agua. A continuación se somete la pasta a diferentes lavados para eliminar la tinta.

- Dispersador

Es un equipo que separa los asos de fibras (grumos) por medio mecánico y generalmente en tratamiento en caliente.

- Blanqueo

En algunos casos, y en función del grado de blancura que se quiere aportar al papel reciclado, la pasta reciclada se blanquea con cloro, hipoclorito o peróxido, o preferiblemente con compuestos oxigenados menos contaminantes.

También es habitual que una vez depurada la pasta sea tratada para mejorar la calidad de la misma. En estos casos se añade pasta virgen u otros productos como almidón o colorantes.

- Cajón de entrada

La pasta acuosa que contiene las fibras cae sobre una tela móvil donde se produce la formación de la hoja por el entrecruzamiento de las fibras.

- Tela

El exceso de agua de la pasta acuosa se elimina a través de la tela por gravedad y vacío.

- Prensas Secadoras

La hoja de papel pasa por prensas que por presión y succión eliminan parte del agua.

- Cilindros Secadores

La hoja de papel húmeda pasa por distintos grupos de cilindros secadores que por calor la secan.

- Prensa Encoladora

El papel recibe un baño de almidón con el cual se sella la superficie de éste.

- Lisa

Son rodillos de acero por los cuales pasa el papel proporcionándole tersura y un espesor homogéneo al ancho.

- Bobinadora

El papel se enrolla en el pope de la máquina para luego ser bobinado y/o cortado a las medidas requeridas.

Plásticos

- a) Madera Plástica

El proceso de producción de madera plástica se observa en la Figura 8.

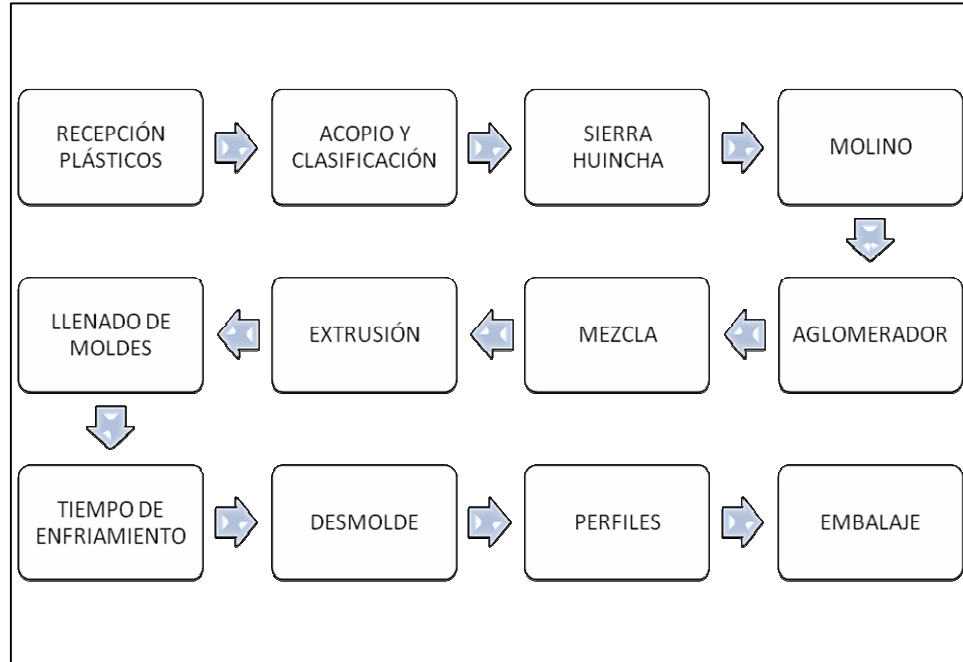


Figura 8. Esquema proceso productivo de madera plástica.

Las etapas del proceso de producción de madera plástica se describen a continuación¹³:

- Recepción de Plásticos

Se compran plásticos del tipo 2, 4, 5 y 6 (ver Anexo II). Éstos pueden ser vendidos por personas naturales, industrias, colegios, etc., son inspeccionados y luego pesados, para posteriormente acopiarlos.

- Acopio y clasificación

Los plásticos recepcionados se almacenan en la zona de acopio, ya sea en fardos o en sacos. Luego son clasificados según tipo (2, 4, 5 y 6), color y estado.

- Sierra Huincha

Luego, los plásticos muy grandes y duros (tapas, bidones, etc.) se cortan con la sierra huincha antes de ingresar al molino.

- Molino

Los plásticos cortados con la sierra huincha y los de un tamaño más pequeño (envases de champú por ejemplo) ingresan al molino, donde son triturados.

- Aglomerador

Los plásticos que pasaron por el molino sumado a los plásticos más delgados como bolsas ingresan al aglomerador, donde se obtienen pequeños granos, pudiendo alcanzar un peso mayor.

- Mezcla

Después de pasar por la sierra huincha, el molino y el aglomerador, estos plásticos se mezclan en un tambor, según una "receta secreta" se van incorporando los distintos tipos de plásticos aglomerados según distintas medidas.

¹³ Comunicación verbal. Sra. María José Vargas, ECCO Ecológico, Directora Departamento de Innovación, 2009.

- Extrusión

Esta mezcla ingresa en la máquina extrusora, saliendo de ella como una masa caliente de plástico, la que va llenando diferentes moldes, según el producto que se quiera obtener.

- Llenado de moldes

A medida que la masa caliente de plástico sale de la máquina extrusora, va llenando los diferentes moldes (tamaño y forma), dependiendo del producto que se desee obtener.

- Tiempo de enfriamiento

Llenos los moldes, pasan a una etapa de enfriamiento, en donde una "ducha" los enfría, la que por un proceso ciclico utiliza la misma agua una y otra vez.

- Desmolde

Cuando el material se enfría, se extrae del molde.

- Perfiles

A este producto se le da forma, realizando los cortes necesarios para formar los perfiles requeridos, obteniendo el producto final: "madera plástica".

- Embalaje

La madera plástica es embalada, esperando su pronta comercialización.

b) Plástico triturado (PET), como materia prima

Mediante el reciclaje de botellas plásticas de PET se puede producir plástico triturado para la fabricación de diferentes productos, como por ejemplo bandejas para frutas.

En la Figura 9 se muestra un esquema de la producción de plástico triturado (PET).

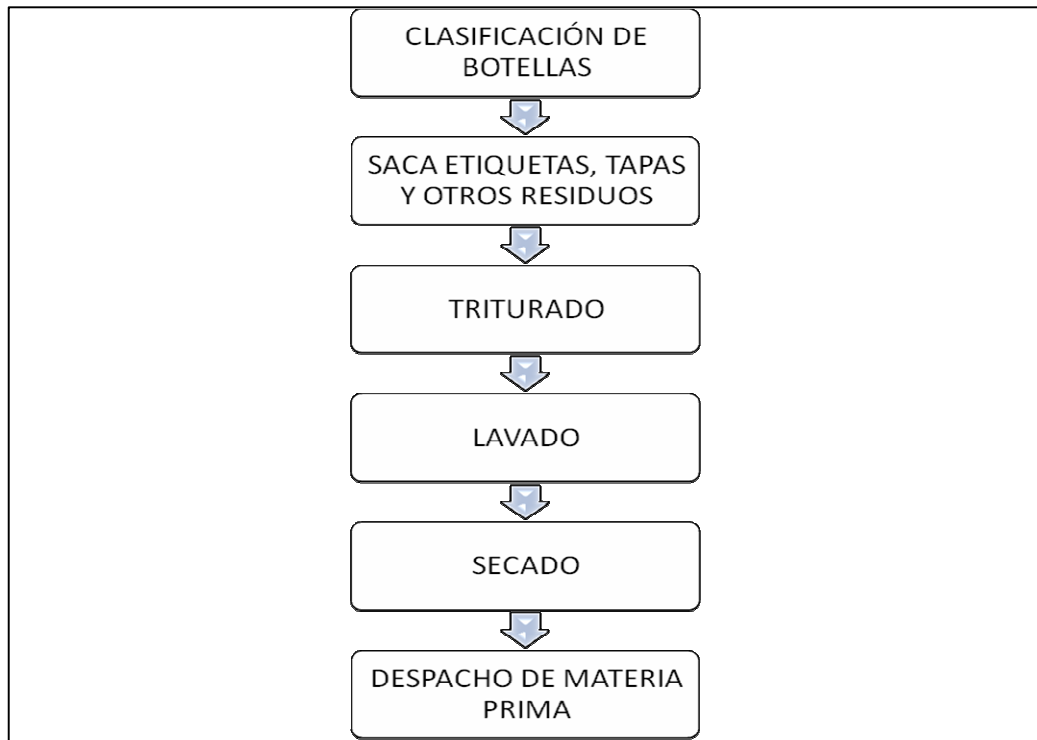


Figura 9. Esquema proceso productivo de plástico triturado (PET).

A continuación se describen las etapas del proceso de producción de plástico triturado (PET)¹⁴:

- Clasificación de botellas

Las botellas plásticas PET son clasificadas por tamaño y color manualmente.

- Saca etiquetas, metales y otros residuos

Luego, se retiran las etiquetas y tapas de las botellas, puesto que son de un plástico distinto al PET, además son eliminados otros tipos de residuos que perjudican el proceso, como metales, maderas, otro tipo de plásticos, entre otros.

¹⁴ Comunicación verbal. Sr. Eduardo Herrera, RECIPET S.A., Gerente de Logística, 2009.

- Triturado

Luego las botellas seleccionadas por tamaño y color ingresan en el molino para ser trituradas, disminuyendo su volumen y tamaño.

- Lavado

Las botellas trituradas son lavadas en agua y detergente, eliminando así los contaminantes y suciedad propios del uso de este tipo de plástico (botellas para jugos, bebidas, etc.).

- Secado

Posteriormente, el plástico triturado lavado es secado y con ello se encuentra listo para ingresar como materia prima para la producción de nuevos envases de plástico (PET).

- Despacho de materia prima

Se procede a la venta y despacho de plástico triturado para las empresas que lo requieran.

Vidrio

A medida que la arena, el carbonato de sodio, carbonato de calcio y el vidrio reciclado son recibidos, se muelen y almacenan en silos, en espera del momento que serán transferidas a través de un sistema de alimentación por gravedad a los pesadores y mezcladores. En los mezcladores las materias primas son dosificadas y combinadas con vidrio reciclado para formar una mezcla homogénea, la cual es trasladada por medio de cintas transportadoras a un sistema de almacenamiento de cargas (batch) donde es contenida antes de ser depositada en el alimentador del horno de fundición.

Al entrar la carga al horno a través de los alimentadores, ésta flota en la superficie de la masa de vidrio fundida. Una vez que se funde, pasa al frente del baño y eventualmente fluye a través de la garganta de carga al refinador, donde es acondicionada térmicamente para descargar al proceso de formado.

En la Figura 10 se puede apreciar un esquema del proceso productivo de vidrio.

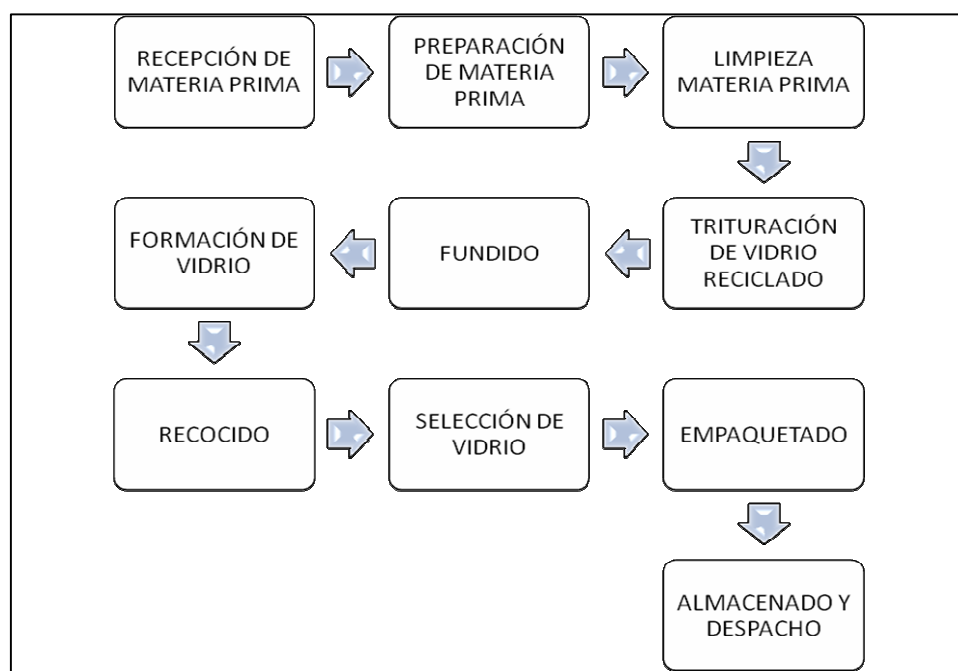


Figura 10. Esquema proceso productivo de vidrio.

Discusión general tratamiento de residuos en las empresas en estudio

Las empresas recuperadoras al no tener un proceso productivo asociado no eliminan desechos contaminantes al ambiente, ya que los únicos que eliminan son enviados a un sitio de disposición final (relleno sanitario), puesto que son residuos que llegan por error a sus dependencias. Por ejemplo: en COMEC S.A. (metales ferrosos y no ferrosos) los residuos que se pueden recuperar se venden a otras empresas de reciclaje tales como plásticos, vidrios, papeles y cartones, lo mismo ocurre en las empresas Sukni Metales S.A. y COPASUR Ltda., por lo que además de recuperar metales, recuperan los residuos equívocos que vienen junto a éstos. De manera indirecta estas empresas se transforman en un intermediario, buscando una solución diferente al de la disposición final en un relleno sanitario, independientemente de si éstos son los que exclusivamente recuperan o no. Por el contrario en las empresas recuperadoras de papel y cartón (SOREPA S.A., RECUPAC S.A. y Reciclados Industriales Ltda.) estos residuos son enviados al relleno sanitario (plásticos, envases de bebida, telas, papeles inservibles, etc.), centrándose exclusivamente en la recuperación de papel y cartón.

En el caso de las empresas recicladoras la situación es similar, la mayoría recupera los otros residuos que llegan por equivocación y los incorpora nuevamente a la cadena de reciclaje enviándolos a otras empresas del rubro. Por ejemplo en Gerdau AZA S.A. la mayoría de los residuos se vuelven a reutilizar, o son utilizados como ripio para rellenos sanitarios y estabilización de caminos a través de una empresa externa que los procesa para esos efectos

(escoria¹⁵). Los residuos que no es posible recuperar son enviados a un sitio de disposición final (relleno sanitario).

En PROACER Ltda. ocurre algo similar, el metal, el polvo que se produce al chocar las bolas de acero, los polvos filtro, la escoria, son reutilizados en el mismo proceso que los produjo. Los otros tipos de residuos como papel, cartón, plásticos, son enviados a empresas que los recuperan o reciclan.

En Papeles Cordillera S.A. existe una Planta de Tratamiento de efluentes para los líquidos que salen del proceso de producción de papel. Además cuenta con un sistema de abatimiento de las emisiones atmosféricas, filtros para el material particulado. El papel que no cumple con los requerimientos de calidad necesarios se incorpora nuevamente al proceso de producción como materia prima. Los plásticos y alambres de los fardos se venden a empresas del rubro.

En ECCO Ecológico los residuos vuelven al proceso, se pican, trituran y se ensacan como material listo para ser utilizado en la máquina extrusora.

RECIPET S.A. algunos residuos son vendidos, ya que son utilizados como materia prima en otros procesos, otros son entregados como alternativa de combustibles y por último existen algunos que deben ser desechados y enviados a un sitio de disposición final.

En Cristalerías Chile S.A. y Cristalerías Toro S.A.I.C. la situación es similar a la de las otras empresas, es decir, los residuos propios del proceso de producción de vidrio son reutilizados y los demás son vendidos a las empresas respectivas que los recuperan.

Como se describió anteriormente, la situación es similar entre las empresas recuperadoras y las recicladoras, ya que la mayoría de éstas recuperan o reutilizan los residuos que se producen en sus procesos, otras tienen plantas de tratamiento en sus dependencias para las emisiones más contaminantes. Se puede concluir que existe una relación entre las empresas recuperadoras y recicladoras, ya que hay un flujo de materiales entre ellas, lo que permite que la cadena del reciclaje tenga sentido y que la mayor parte de residuos se utilicen en los procesos involucrados y no sean enviados al relleno sanitario, como se mencionó en algunos casos.

¹⁵ “Impurezas en el hierro fundido, puesto que esta última es más liviana que el hierro, flota en la superficie del hierro fundido desde donde puede ser extraída” (Gerdau AZA S.A., 2009).

Gestión de los Residuos Sólidos Domiciliarios en el AMS

A continuación se discutirá la gestión de RSD presente actualmente en el Área Metropolitana de Santiago, su regulación, etapas y formas de gestión, pudiendo generar posibles soluciones en cuanto a reciclaje y educación ambiental de la población respecta.

Regulación de los RSD

Según CAS y GESCAM (2008) el manejo y control de los RSD está a cargo de las siguientes instituciones:

- Municipios
- Ministerio de Salud
- Ministerio de Hacienda
- Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE)
- Gobierno Regional
- Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo
- Autoridad Sanitaria y
- Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

Existen diversas normas y leyes pertinentes a la gestión de los RSD en nuestro país, a continuación se detallan algunas, relacionadas con el rol que deben cumplir los municipios respecto a la gestión de RSD.

- Ley N° 18.965, Orgánica Constitucional de Municipalidades, de 1988 (reformada por Ley N° 19.806, de 2002)

Según la Ley 18.965, en su Artículo 3° letra “f”, las municipalidades deben realizar el aseo y ornato de la comuna, además de su regulación y planificación (Ministerio del Interior, 2002) siendo necesaria la existencia de una entidad responsable por cumplir dicha tarea.

Además, a la unidad encargada de la función de aseo y ornato corresponderá velar por:

- a) “El aseo de las vías públicas, parques, plazas, jardines y, en general, de los bienes nacionales de uso público existentes en la comuna;
- b) El servicio de extracción de basura, y

c) La construcción, conservación y administración de las áreas verdes de la comuna” (Ministerio del Interior, 2002).

- Código Sanitario DFL N° 725/67

El Párrafo III del Título Preliminar del Código Sanitario se refiere a las atribuciones y obligaciones sanitarias de las Municipalidades.

El Artículo 11 letra “b” señala que “sin perjuicio de las atribuciones que competen al Servicio Nacional de Salud, corresponde, en el orden sanitario, a las Municipalidades: recolectar, transportar y eliminar por métodos adecuados, a juicio del Servicio Nacional de Salud, las basuras, residuos y desperdicios que se depositen o produzcan en la vía urbana” (MINSAL, 2009).

- Ordenanzas Municipales

Cada Municipio posee a facultad de dictar Ordenanzas de Aseo y Ornato y también de Medio Ambiente para regular y controlar estos ámbitos, al interior de cada comuna (CAS y GESCAM, 2008).

- Ley de Rentas Municipales

El Decreto Ley N° 3.063 del año 1979, sobre Rentas Municipales, luego de su modificación (Ley N° 19.388 de 1995), faculta a los municipios para cobrar a los usuarios municipales por la prestación del servicio de extracción de residuos domiciliarios, comerciales e industriales. Asimismo, el D.L 3.063, señala que “quedarán exentos automáticamente de dicho pago aquellos usuarios cuya vivienda o unidad habitacional a la que se otorga el servicio tenga un avalúo fiscal igual o inferior a 225 unidades tributarias mensuales” (Ministerio del Interior, 1996).

- Reglamento de Rellenos Sanitarios (D.S. 189/05)

Establece las condiciones sanitarias y ambientales que deberán cumplir todo sitio destinado a la eliminación en terreno de residuos sólidos domiciliarios y residuos sólidos asimilables, así como regular la evaluación y manejo de los rellenos sanitarios con el objeto de evitar contingencias de carácter sanitario y ambiental (MINSAL, 2005).

Según lo anterior, las Municipalidades son las encargadas de velar por el aseo y ornato de cada comuna, lo que implica la gestión de los RSD al interior de ésta, todas estas funciones deben ser realizadas por métodos adecuados. Actualmente la mayoría de los municipios del Área Metropolitana de Santiago manejan los residuos de su comuna de manera similar, es decir, recolectando a través de un camión los residuos y transportándolos a un sitio de disposición final que por lo general es un relleno sanitario.

Etapas de la Gestión de RSD

Tchobanoglous *et al.* (1994) define gestión de los residuos sólidos como “la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de los residuos sólidos en una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética, y de otras consideraciones ambientales, y que también responde a las expectativas públicas”, esta definición incorpora varios ámbitos (económico, social y ambiental), ya que éstos en conjunto permitirán dar soluciones a los problemas de residuos sólidos que aquejan a la sociedad.

Según Cañas (1997, citado por Díaz 2004) el sistema de manejo de los RSD comprende todas las acciones que acompañan la vida del residuo, desde su generación hasta su disposición final, las cuales son: generación y acumulación, separación en origen (segregación), recolección, transporte, procesamiento (estaciones de transferencia, centros de acopio, plantas de reciclaje y recuperación) y disposición final”.

En la Figura 11 se muestran las etapas de la gestión de los RSD.

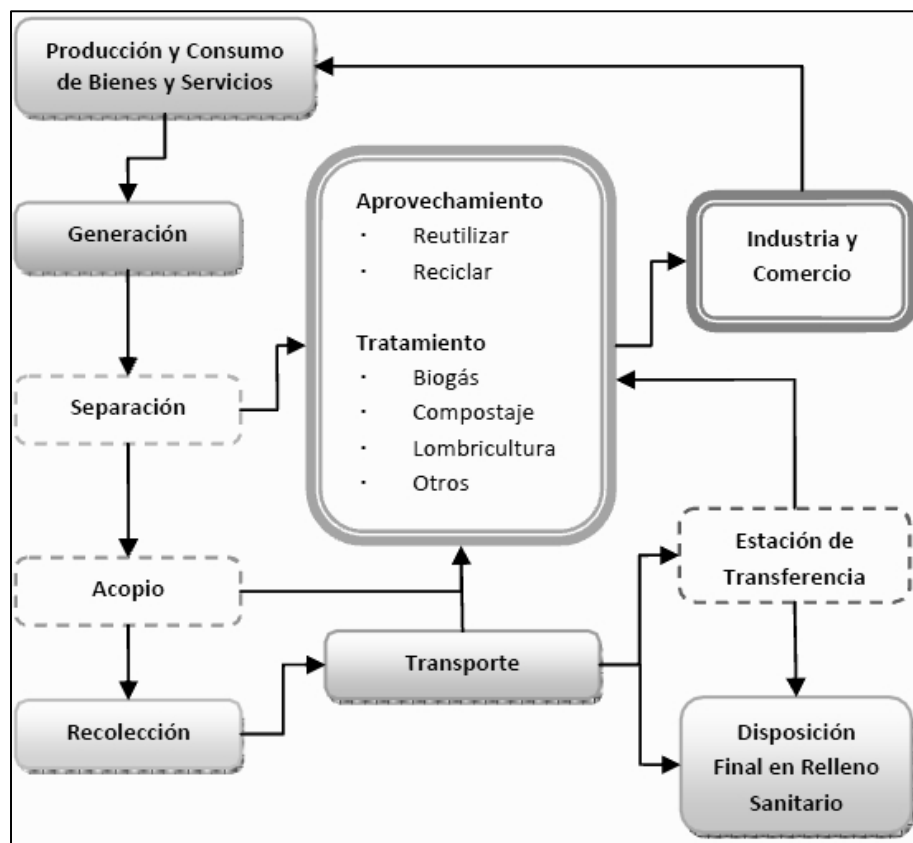


Figura 11. Etapas de la Gestión de los RSD.
Fuente: CAS y GESCAM, 2008.

A continuación se describen las etapas de la gestión de RSD, según CAS y GESCAM (2008).

- a) Generación: Etapa donde los RSD son producidos; es decir, su generación en viviendas, edificios, locales comerciales, establecimientos educacionales y oficinas.
- b) Recolección y Transporte: Esta etapa la realiza generalmente una empresa contratista del municipio a través de un camión recolector que retira los residuos puerta a puerta en toda la comuna. La periodicidad de la recolección depende de cada municipio, puesto que la Producción Per Cápita (PPC) diaria por habitante varía de una comuna a otra, ocurriendo lo mismo con los recursos económicos de cada municipio.
- c) Estación de Transferencia: Es una instalación donde se reciben los RSD provenientes de los domicilios y son trasladados en grandes cantidades por sistemas de transporte regidos por normas especiales de seguridad a un lugar de disposición final debidamente autorizado. Generalmente pertenecen a la misma empresa contratista que realiza la recolección y transporte en la comuna.
- d) Disposición Final: Lugar donde son depositados definitivamente los residuos, con o sin tratamiento previo (CAS y GESCAM, 2008). Actualmente en la Región Metropolitana existen dos tipos: rellenos sanitarios y vertedero o sitio de disposición final controlado, los que cuentan con la autorización sanitaria pertinente para estar en funcionamiento (CONAMA RM, 2009d).
- e) Tratamiento: “Es la modificación de las características físicas, químicas o biológicas de los RSD, ya sea para eliminar sus propiedades peligrosas, disminuir su tamaño, para su recuperación o para extraer biogás” (CAS y GESCAM, 2008). Pudiendo tratar los residuos mediante el compostaje, biogás, lombricultura, entre otros.
- f) Componentes de Reciclaje: Los residuos son separados en origen según tipo (papel, cartón, plásticos, vidrio, metales, etc.) para iniciar un camino distinto al del resto de los residuos, con el fin de ser aprovechados y utilizados como materia prima para otro proceso productivo, pudiéndose elaborar el mismo bien u otro diferente.

Disposición final de residuos

Con respecto a la disposición final de RSD actualmente existen dos formas en Chile: relleno sanitario y vertedero controlado.

- Rellenos Sanitarios

Según CONAMA RM (2009d) se entenderá relleno sanitario como “sitios de disposición final que cuentan con Resolución de Calificación Ambiental y Autorización Sanitaria y que

son reconocidos y autorizados por la autoridad competente como el lugar donde se disponen actual y oficialmente los Residuos Sólidos Domiciliarios y asimilables a domiciliarios. Estos sitios cuentan con proyectos de ingeniería, los que contienen sistemas de impermeabilización, manejo de biogás y lixiviados y con planes de seguimiento de las principales componentes ambientales (flora, fauna, control aguas subterráneas, monitoreos de gases, olores, etc.)".

Existen tres rellenos sanitarios en la RM: Lomas Los Colorados, Santa Marta y Santiago Poniente.

- Lomas Los Colorados: Este relleno es administrado por KDM S.A., opera desde junio de 1996. Tiene una vida útil de alrededor de 50 años. Se ubica en la comuna de Til-Til. Este proyecto está desarrollado en 600 ha, de las cuales 210 corresponden a la zona de disposición final de los residuos. Actualmente, está diseñado para recibir mensualmente alrededor de 150 mil toneladas. En este relleno disponen las comunas de Cerro Navia, Colina, Conchalí, Curacaví, Huechuraba, Independencia, La Cisterna, La Reina, Lampa, Las Condes, Lo Barnechea, Lo Prado, Maipú, Ñuñoa, Providencia, Pudahuel, Quilicura, Quinta Normal, Recoleta, Renca, San Joaquín, San Miguel, Santiago, Til Til, y Vitacura. Durante el año 2008 fueron depositados 1.555.909 toneladas de basura, provenientes de servicios de aseo municipales (CONAMA RM, 2009d).
- Santa Marta: Comenzó a operar a fines de abril del 2002. Se encuentra ubicado en la comuna de Talagante. Está diseñado para recibir mensualmente un máximo de 60 mil toneladas de RSD o asimilables. El proyecto comprende un total de 296 ha y su operación está proyectada a 20 años plazo. En este relleno disponen las comunas de El Bosque, La Granja, La Florida, La Pintana, Lo Espejo, Macul, San Ramón, Puente Alto, Buín, Pirque, Pedro Aguirre Cerda, Paine, Talagante, El Monte, y San José de Maipo. Durante el año 2008 fueron depositadas 770.437 toneladas de basura, provenientes de servicios de aseo municipales (CONAMA RM, 2009d).
- Santiago Poniente: Comenzó a operar a principios de octubre del 2002. Cuenta con una superficie impermeabilizada de alrededor de 35.000 m² correspondientes a la zona de depósitos de residuos de una superficie total de 57.300 m². Se ubica en la Comuna de Maipú. Está diseñado para recibir 40 mil toneladas mensuales de residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios. En este relleno disponen las comunas de Cerrillos, Estación Central, Padre Hurtado, Peñalolén, San Bernardo, Isla de Maipo, Peñaflo, Calera de Tango, Cerro Navia, y El Monte. Durante el año 2008 fueron depositadas 331.409 toneladas de basura, provenientes de servicios de aseos municipales (CONAMA RM, 2009d).

- Vertedero controlado

Según CONAMA RM (2009d) se entenderá por vertedero o sitio de disposición final controlado a “aquellos sitios que cuentan con autorización sanitaria como el lugar donde se disponen actual y oficialmente los residuos sólidos. Estos sitios no cumplen a cabalidad con todas las condiciones y requerimientos técnicos para estar conformes con las disposiciones legales y sanitarias vigentes (Resolución N° 2.444/80)”.

En la Región Metropolitana existe sólo un vertedero controlado:

- Popeta: Se encuentra en la comuna de Melipilla. Fue habilitado antes de 1997, no fue sometido al SEIA por tanto no posee Resolución de Calificación Ambiental. Cuenta desde el año 2003 con Autorización Sanitaria Expresa, permiso entregado por la autoridad sanitaria de la Región Metropolitana. El vertedero de "Popeta" posee un área efectiva de disposición de residuos de 6,02 ha, y una tasa de recepción de residuos de 100 ton/día aproximadamente (CONAMA RM, 2009d).

Discusión general gestión de RSD en el AMS

Según la gestión de los RSD descrita anteriormente, los municipios deben velar por el aseo y ornato de sus comunas, además de la recolección, transporte y disposición final de residuos, para así evitar el mal manejo de los mismos. Sin embargo, existen métodos alternativos para gestionar más adecuadamente los residuos, desde el punto de vista ambiental, como el tratamiento de residuos mediante lombricultura, compostaje, biogás, los que pueden ser compatibles con los sistemas de gestión que actualmente existen en el AMS e incluso coexistir en un área determinada para este fin.

También es importante mencionar la minimización de residuos (reducir, reutilizar, recuperar y reciclar) aprovechando al máximo cada residuo y cuando sea posible, reincorporándolos a la cadena de producción mediante el reciclaje, como es el caso del vidrio que se puede reciclar infinitas veces. Residuos como el papel, cartón, metales, plásticos y vidrios tienen cabida en el mercado nacional, como se mencionó en el capítulo anterior, lo que hace posible la relación entre los municipios y las empresas que se dedican al reciclaje en la RM, facilitándose la entrada y salida de materiales y se evita así enviar estos tipos de residuos a un relleno sanitario o un vertedero controlado, pudiendo disminuir los costos que los municipios deben asumir por este tipo de servicio, además de los costos también existiría una gestión de los RSD más amigable con el ambiente, enviando sólo al relleno sanitario los materiales que no son posibles de aprovechar, creando redes operativas entre los municipios, usuarios, recolectores informales y empresas recicladoras o recuperadoras, incorporando los incentivos económicos, permitiendo que el sistema sea sostenible en el tiempo.

Por lo anterior, es necesario que los municipios incorporen este tipo de gestión de los RSD en sus comunas, tomando en cuenta ciertas medidas al momento de implementar un sistema más adecuado, por ejemplo:

- Incorporar la Educación Ambiental en los establecimientos educacionales como una herramienta fundamental para formar conciencia en los futuros ciudadanos.
- Educar a la población respecto a la separación en origen de los residuos con los respectivos sistemas de recolección diferenciada de RSD secos.
- Apoyo a la conformación de organizaciones comunitarias y grupos de reciclaje.
- Adecuación de infraestructuras para el acopio del reciclaje.
- Disposición final tecnificada según la realidad de cada comuna.

Diseño del Protocolo para el material educativo

La importancia de instaurar la temática ambiental a nivel escolar, para mejorar la actual situación de la educación ambiental en los establecimientos del país, considerando que “la educación es un proceso permanente, interdisciplinario cuya meta es formar ciudadanos con valores, que desarrollen actitudes y habilidades para convivir en armonía con otros seres humanos, con su cultura y con su medio biofísico”¹⁶ dan base al tercer objetivo específico de esta memoria, pues la propuesta de un protocolo para la elaboración de material educativo facilitaría el trabajo docente que promueve el aprendizaje de los educandos a través de la internalización de nuevos conocimientos, conceptos e información que ayude en la formación de nuevos hábitos, desarrollando conciencia ambiental en los alumnos.

El diseño del siguiente protocolo tiene como finalidad servir de herramienta y apoyo para la elaboración de material educativo, enfocado principalmente a alumnos de segundo ciclo de educación básica, es decir, de quinto a octavo año, aunque también puede aplicarse en otros niveles de la educación, dependiendo del grado de profundidad que se traten los temas. La información se puede plasmar en diferentes formatos como texto, guía, manual, CD o DVD interactivo, video, presentación en papel o digital, entre otras.

El material educativo que elabore cada docente será particular para cada localidad, es decir, considerará los aspectos culturales propios de la comunidad educativa y del entorno en que se desenvuelven, abordando la responsabilidad individual y colectiva a nivel local y global, de esta forma alcanzar los cambios necesarios para un desarrollo sustentable, integrando en la educación formal los saberes del lugar, las prácticas y los valores, respecto al reciclaje de RSD secos y la temática ambiental en general.

¹⁶ Comunicación personal. Ana María Montemurro, Educadora de Párvulos y Profesora de Educación General Básica, CompostChile Limitada, 2009.

El protocolo será una guía para los docentes en cuanto a la elaboración de dicho material, un “paso a paso” que les indique qué información incorporar, el énfasis que pondrán en cada ítem y de qué forma propiciarán el aprendizaje en los alumnos, dependiendo del curso con el que se esté trabajando.

Protocolo para el material educativo

Los objetivos del protocolo para el material educativo se muestran a continuación.

Objetivos del Protocolo

- Entregar herramientas a los docentes para la elaboración de un material educativo.
- Dar a conocer los procesos productivos de RSD secos reciclables.
- Dar a conocer los beneficios ambientales del reciclaje de RSD secos.

Diagnóstico

Para diseñar el material educativo es necesario que el docente realice un diagnóstico a los alumnos a quienes se aplicará dicho material, puesto que depende de la realidad de cada establecimiento educacional, curso y localidad.

El diagnóstico pretende identificar los conocimientos y proximidad que posean los alumnos respecto a la temática ambiental, especialmente a lo que a reciclaje respecta. Con este instrumento se espera saber con qué grado de profundidad se deberán abordar los temas y actividades del material educativo.

Además de la profundidad de los temas a tratar dependiendo del nivel educacional con que cuenten los alumnos, es necesario evaluar con qué materiales de apoyo y recursos se cuenta para la elaboración del mismo.

Objetivos del material educativo

Luego de realizar el diagnóstico de los alumnos, el docente deberá plantear los objetivos del material educativo, los que en términos generales debieran ser:

- Promover y fomentar hábitos de reciclaje de RSD secos.
- Crear las bases para una actitud positiva en los alumnos que contribuya al desarrollo de un futuro sostenible.

- Sensibilizar a los alumnos en cuanto al cuidado del ambiente.

No obstante, el docente puede incorporar nuevos objetivos, de tipo específicos dependiendo de la realidad local en que se encuentre inserto el establecimiento.

Contenidos

A continuación se presentan los ejes conceptuales y temáticos que se abordarán en el material educativo elaborado a partir del presente protocolo.

- **Ejes conceptuales**

Luego de identificar los objetivos del material educativo a elaborar, es necesario identificar los ejes conceptuales que se abordarán, teniendo en cuenta que son la base para comprender el resto del material educativo elaborado por el docente. Los ejes conceptuales son los siguientes:

- 1) Residuos, residuos sólidos, residuos sólidos domiciliarios: definiciones, conceptos, tipos de residuos, clasificación, etc.
- 2) Reciclaje: definición, ejemplos, etc.

- **Ejes temáticos**

Para desarrollar los conceptos se proponen temas para trabajar tanto al interior de la sala de clases como en el exterior, pudiendo realizar actividades de reflexión en grupos y personales, actividades artísticas de difusión (afiches, dibujos, etc.), entre otras. Los temas a tratar en el material educativo son los siguientes:

- 1) Tipos de RSD que se pueden reciclar en el medio que le es propio a los niños o a la comunidad escolar: describir qué tipos de RSD son reciclables y comercializables en el mercado nacional.
- 2) Beneficios ambientales del reciclaje: cuáles son los principales beneficios del reciclaje tanto a nivel general como particular, es decir, beneficios a nivel planetario como en la comunidad educativa.
- 3) Sistema de reciclajes: cuáles son los sistemas de reciclaje disponibles actualmente en el país.
- 4) Procesos productivos de reciclaje: qué se recicla, cómo, esto en base a los

antecedentes vistos con anterioridad en el desarrollo del presente estudio¹⁷.

- 5) Alternativas de minimización de RSD: alternativas de minimización además del reciclaje, cuáles son, de qué tratan, cómo ejecutarlas, etc.

Identificación del material de apoyo y recursos necesarios

Como se mencionó anteriormente es necesario realizar una evaluación de los materiales de apoyo y recursos necesarios con que se cuenta para la elaboración del material educativo. Así el docente podrá decidir como plasmar la información teniendo como posibles opciones: textos, guías, manuales, CD o DVD interactivos, videos, presentaciones en papel o digital, entre otras.

Metodología

Para la elaboración del material educativo el docente deberá elaborar una metodología de trabajo, teniendo en cuenta el diagnóstico, objetivos y materiales de apoyo con los que cuenta, además del nivel educativo de los alumnos con los cuáles trabajará.

Plan de Trabajo

Dependiendo de los recursos de apoyo el docente deberá proponer un plan de trabajo, estableciendo las actividades y plazos para que éstas se realicen, es decir, un tiempo estimado, además de las horas asignadas al trabajo del material educativo con los alumnos. El plan de trabajo se puede presentar en formato Carta Gantt simple, para verificar que las actividades y plazos se cumplan según lo propuesto.

Evaluación

Luego de aplicar el material educativo y cumplir el plan de trabajo con los plazos y actividades establecidos, es necesario evaluar a los alumnos, ya sea a través de una prueba, un chequeo general de los objetivos planteados al comienzo, observación de las actitudes de los alumnos al interior y fuera de la sala de clases, entre otras. Pudiendo verificar el logro o no de los objetivos planteados al comienzo de la elaboración del material educativo.

¹⁷ Ver “Resultados y Discusión” en “Análisis de las empresas que actualmente reciclan RSD en la RM” del presente estudio.

Autoevaluación

Además de realizar una evaluación del docente hacia los alumnos, también es necesario que los alumnos se autoevalúen en cuanto a los conocimientos adquiridos y puestos en práctica, el desarrollo de la conciencia ambiental y creación de nuevos hábitos amigables con el medio ambiente.

Nota: Cabe destacar que toda la información requerida para la elaboración del material educativo se encuentra en la presente investigación, por lo que el docente deberá evaluar de qué forma la adapta dependiendo del curso al cual estará enfocado dicho material, es decir, a través del diagnóstico.

Para la aplicación del material educativo el docente puede realizar diferentes actividades prácticas al interior o fuera de la sala de clases para motivar a los alumnos a llevar a cabo las iniciativas de reciclaje tanto en el establecimiento como en sus hogares.

CONCLUSIONES

- Según los objetivos planteados, el análisis de las empresas en estudio arrojó que la situación entre las empresas recuperadoras y recicladoras es similar, en cuanto al manejo de los residuos generados en cada etapa de los procesos de producción, ya que la mayor parte de éstas los recuperan o reutilizan, algunas inclusive tienen plantas de tratamiento para otros tipos de residuos que no se pueden recuperar o volver a utilizar. La cadena de reciclaje entre las empresas es fluida, ya que los materiales pasan de recuperadoras a recicladoras como materia prima para la producción de nuevos bienes iguales o diferentes a los iniciales.
- De acuerdo a los antecedentes del presente estudio resulta necesario informar a la población del sistema de reciclaje de RSD secos tanto en la Región Metropolitana como en el resto del país, ya que en ocasiones por desconocimiento general las personas no reciclan por no saber donde disponer dichos residuos, separándolos muchas veces, pero luego el camión recolector se lleva todo a algún sitio de disposición final.
- La industria del reciclaje con el tiempo podría transformarse en un negocio rentable y sustentable, generando nuevos empleos formales en torno al tema del reciclaje, ampliando el espectro de los residuos reciclados actualmente en nuestro país (papel, cartón, plástico, vidrio y metales), pudiendo incorporar nuevas tecnologías que así lo permitiesen.
- Si las medidas de minimización se realizaran en conjunto, la cantidad de RSD enviados a los sitios de disposición final sería menor, lo que implicaría una disminución en los costos económicos, y también de los costos ambientales, institucionales y sociales. Además de enfocarse en la minimización es necesario el manejo previo de los residuos a su disposición final, ya sea en un relleno sanitario o en un vertedero controlado.
- Resulta necesario incorporar incentivos económicos respecto al reciclaje de Residuos Sólidos Domiciliarios, ya que está internalizado el concepto de que reciclar es sinónimo de campañas de beneficencia. Son escasos los incentivos económicos para que la industria del reciclaje se formalice, ya que en la actualidad la mayor parte de los recolectores de RSD, comúnmente llamados “cartoneros” realizan esta actividad de manera informal.

RECOMENDACIONES

- Respecto al segundo objetivo específico, en la gestión ambiental de los RSD debiese existir un mejoramiento generalizado, respecto al manejo que los municipios le dan a los RSD, pudiendo aprovechar materiales que no son desechos y que son factibles de reciclar, evitando así el uso desmedido de los recursos naturales como materia prima para la producción de bienes, creando conciencia en la población y obteniendo un incentivo económico con ello a través del cuidado del ambiente. Además debiesen existir programas de educación ambiental, a nivel comunal, que promuevan la minimización de residuos, comúnmente llamada las “3R”, es decir, reciclar, reducir, reutilizar.
- Es de suma importancia incorporar la temática ambiental en los establecimientos educacionales, para concientizar a toda la comunidad y desarrollar hábitos de cuidado y respeto del medio ambiente. Para ello se propuso el protocolo del presente estudio, el que servirá de herramienta para que los docentes puedan incorporar la temática ambiental en los contenidos de las diferentes materias, poniendo énfasis en el reciclaje de RSD, sus procesos productivos y beneficios ambientales. Además de contar con esta información es primordial que el alumno cuente con las aptitudes, actitudes, motivaciones y deseos necesarios para ocuparse individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones a las actuales dificultades, pudiendo adquirirlas a través del protocolo, el que servirá de herramienta para ello.
- No basta sólo con sensibilizar a los alumnos, también es muy importante trabajar con todos los individuos que conforman la comunidad educativa (directores, docentes, asistentes de la educación, apoderados, personal administrativo, manipuladoras de alimento, etc.), pudiendo modificar actitudes.

BIBLIOGRAFÍA

CONAMA RM, Chile. 2005. Estrategia de Reciclaje de Residuos Sólidos Domiciliarios de la Región Metropolitana. Área Gestión de Residuos y Materiales Peligrosos. Santiago, Chile. 25 p.

CONAMA RM, Chile. 2007. Plan Director de Residuos Sólidos Región Metropolitana de Santiago. Secretaría Ejecutiva de Residuos Sólidos RM. Santiago, Chile. 17 p.

CONAMA RM, Chile. 2009a. [En línea]. ¿Cuánto se recicla en la Región Metropolitana? Disponible en: <http://www.conama.cl/rm/568/article-30025.html>. Leído el 14 de julio de 2008.

CONAMA RM, Chile. 2009b. Plan de Acción de Reciclaje “Santiago Recicla” Región Metropolitana. Santiago, Chile. 28 p.

CONAMA RM, Chile. 2009c. [En línea]. Residuos Sólidos Domiciliarios. Disponible en: <http://www.conama.cl/rm/568/article-35383.html>. Leído el 01 de octubre de 2009.

CONAMA RM, Chile. 2009d. [En línea]. Disposición Final de Residuos Sólidos en la Región Metropolitana. Disponible en: <http://www.conama.cl/rm/568/article-35386.html>. Leído el 10 de octubre de 2009.

CONAMA, Chile. 2005. Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Grupo Interministerial de Trabajo. Santiago, Chile. 71 p.

CONAMA, Chile. 2007. Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, Modificada por la ley 20.173. División Jurídica de la CONAMA. Santiago, Chile, 28 p.

Corporación Ambiental del Sur (CAS) y GESCAM Consultores Ambientales. 2008. [En línea]. Manual de Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios para la Comuna de Chimbarongo. Disponible en: <http://www.gescam.cl/Actualidad/Manual%2013%20de%20enero%202009.pdf>. Leído el 10 de octubre de 2009.

Díaz, F. 2004. Propuesta de Estrategia Local de Reciclaje para los Residuos Sólidos Domiciliarios de la Comuna de Paihuano, IV Región de Coquimbo. Memoria de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas Santiago, Chile. 84 p.

Gerdau AZA S.A. 2009. [En línea]. Glosario de Términos Siderúrgicos. Disponible en: http://www.gerdauaza.cl/ed_04/FRAMESET.asp. Leído el 05 de noviembre de 2009.

Grupo Residuos Sólidos (GRS), 2006. Informe Final Estudio de Caracterización de

Residuos Sólidos Domiciliarios en la Región Metropolitana. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería en Construcción. Valparaíso, Chile, 121 p.

Hernández, M. 2009. Producción per cápita de RSD en la Región Metropolitana. [En línea]. En: <durán.cyndi@gmail.com> miércoles 2 de septiembre de 2009 <admin-oirs@conama.cl>. Leído el 3 de septiembre de 2009.

Martínez, J. 2005. Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos – Fundamentos Tomo I. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay. 164 p.

Ministerio de Salud (MINSAL), Chile. 2005. Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y de Seguridad Básicas en los Rellenos Sanitarios. Subsecretaría de Salud Pública, Departamento de Asesoría Jurídica. Santiago, Chile. 23 p.

Ministerio de Salud (MINSAL), Chile. 2009. [En línea]. Código Sanitario, D.F.L. N° 725/67. Departamento Asesoría Jurídica. Disponible en: http://www.minsal.cl/juridico/DFL_725_DE_1969.doc. Leído el 12 de octubre de 2009.

Ministerio del Interior, Chile. 1996. [En línea]. Fija texto refundido y sistematizado del Decreto Ley N° 3.063, de 1979, sobre Rentas Municipales. Disponible en: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=18967>. Leído el 15 de octubre de 2009.

Ministerio del Interior, Chile. 2002. Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades. Texto refundido, coordinado, sistematizado y actualizado de la Ley N° 18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades. Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. Santiago, Chile. 75 p.

Orcosupa, J. 2002. Relación entre la producción per cápita de residuos sólidos domésticos y factores socioeconómicos. Provincia de Santiago de Chile. Tesis Magíster en Gestión y Planificación Ambiental. Universidad de Chile, Departamento de Postgrado y Planificación Ambiental. Santiago, Chile. 118 p.

Pávez, J. 2005. Propuesta para el manejo de residuos sólidos que contribuya a la incorporación al sistema nacional de certificación ambiental de establecimientos educacionales, Comuna de Colina, Región Metropolitana. Memoria Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 74 p.

Pizarro, R. y C. Valdés. 2001. Análisis de la gestión de los residuos sólidos urbanos en los municipios de la Región del Maule, Chile, y propuesta de actuación. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. Talca, Chile. 135 p.

PROACER Ltda. 2009. [En línea]. Sistema Integrado de Gestión. Disponible en: <http://www.proacer.cl/sistemagestion.html>. Leído el 10 de noviembre de 2009.

RECUPAC S.A. 2009. [En línea]. Ventajas del Reciclaje. Disponible en <http://www.recupac.cl/medioambiente.html>. Leído el 10 de noviembre de 2009.

Seremi de Salud, Chile. 2009. [En línea]. Residuos Domiciliarios/Información General/Clasificación de Residuos Domiciliarios. Disponible en: <http://www.asrm.cl/paginasSegundoNivel/NivelTecnico.aspx?param1=138¶m2=125/137/138¶m3=-1>. Leído el 01 de octubre de 2009.

Silva, C. y L. Bravo. 2004. Guía Educativa para el Reciclaje de Acero. ¡A reciclar Chatarra! Fundación Casa de La Paz – Siderúrgica Gerdau AZA S.A. Santiago, Chile. 123 p.

SINIA, Chile. 2008. [En línea]. Estrategia de Reciclaje Región Metropolitana. Disponible en: <http://www.sinia.cl/1292/article-39506.html>. Leído el 09 de Julio de 2008.

SOREPA S.A. 2009a. [En línea]. Quiénes somos. Disponible en <http://www.sorepa.cl/sorepa/contenidos.aspx?cat=2>. Leído el 12 de noviembre de 2009.

SOREPA S.A. 2009b. [En línea]. Lista de Precios. Disponible en <http://www.sorepa.cl/sorepa/listaprecios.aspx>. Leído el 20 de noviembre de 2009.

SOREPA S.A. 2009c. [En línea]. Clasificación de Recortes. Disponible en <http://www.sorepa.cl/sorepa/contenidoslistados.aspx?cat=17>. Leído el 28 de noviembre de 2009.

Tchobanoglous, G., H. Theisen y S. Vigil. 1994. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Volumen II. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A., Madrid. 1107 p.

Vásquez, O. 2005. [En línea]. Modelo de simulación de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana de Chile. Revista de Dinámica de Sistemas. Universidad de Santiago de Chile, Departamento de Ingeniería Industrial. Disponible en: http://dynamicsistemas.usalca.cl/Revista/Vol11Num1/vasquez_residuos.pdf. Leído el 10 de Julio de 2008.

ANEXOS

Anexo I

Cuadro 5. Clasificación de papel y cartón.

Clasificación	Tipo de papel
Blanco 1	Papeles y cartulinas blancas, sin impresión y sin repelente de humedad.
Blanco 2	Papeles y cartulinas blancas, por ejemplo: cartas, fotocopias, hojas de cuaderno, fax, etc., sin o con baja impresión y sin repelente de humedad.
Mixto 2	Papeles y cartulinas blancas coloreadas en la masa con tonos pasteles, por ejemplo: copias de facturas, sacos de papel, envases, boletas de color, copias de boletas, papel roneo, revistas, papeles de colores para oficinas, formularios continuos de color, despunte de imprentas, sin repelente de humedad y altamente impresos.
Diarios	Diario leído o no leído.
Mixto especial	Papeles con alta impresión y color en la masa, por ejemplo: despunte de imprentas, carteles, avisos, despunte de envases, papeles de oficina, formularios continuos, etc.
Revistas	Papeles con alta impresión, de colores intensos y color en la masa.
Kraft	Papeles kraft con o sin impresión, por ejemplo, sacos multipliegos con alto contenido de fibra kraft, envases de papel kraft.
Cartón	Cartón corrugado con o sin impresión.

Clasificación	Tipo de papel
Dúplex	Cartulinas impresas y libres de repelente de humedad. Sin plastificados ni termolaminados. Por ejemplo: tapas de cuaderno, envases de remedio, envases de detergente, envases de alimentos u otros, etc.
Materiales prohibidos	Papel calco, papel con alquitrán, papel ceresinados, papel de aseo personal, plásticos, textiles, maderas, vidrios, metales, entre otros.

Fuente: Adaptado de SOREPA S.A., 2009c.

Anexo II

Cuadro 6. Tipos de plásticos.

Nombre	Siglas	Código	Aplicaciones
Poliétileno Tereftalato	PET	1	Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, bandejas, artículos de farmacia, medicamentos, etc.
Poliétileno de Alta Densidad	PEAD	2	Envases de leche, detergentes, champú, baldes, bolsas, tanques de agua, cajones para pescado, etc.
Policloruro de Vinilo	PVC	3	Tuberías de agua, desagües, aceites, mangueras, cables, usos médicos como catéteres, bolsas de sangre, etc.
Poliétileno de Baja Densidad	PEBD	4	Bolsas para residuos, usos agrícolas, etc.
Polipropileno	PP	5	Envases de alimentos, industria automotriz, artículos de bazar y menaje, bolsas de uso agrícola y cereales, tuberías de agua caliente, films para protección de alimentos, pañales desechables, etc.
Poliestireno	PS	6	Envases de alimentos congelados, aislante para heladeras, juguetes, rellenos, etc.

Nombre	Siglas	Código	Aplicaciones
Resinas epoxídicas, resinas fenólicas, resinas amídicas y poliuretano	Otros	7	Adhesivos e industria plástica, industria de la madera y la carpintería, elementos moldeados como enchufes, asas de recipientes, espuma de colchones, rellenos de tapicería, etc.

Fuente: Adaptado de Grupo Residuos Sólidos, 2006.

APÉNDICES**Apéndice I**Entrevista empresas de reciclaje

Nombre de la Empresa	
RSD que procesa	
Nombre Entrevistado	
Cargo	
Dirección	
Teléfono	
e-mail	
Página Web	

I. PROCESO DE RECICLAJE**I.1. ¿Cuál es el proceso que utilizan para reciclar?**

I.2.- ¿Cómo es este proceso?

I.3. ¿Cómo manejan los residuos o desechos producidos en el proceso de reciclaje?

I.4. ¿Ustedes son una empresa recuperadora (compra, clasifica y vende) o recicladora (compra, procesa, produce y vende)?

I.4.a. Si es recuperadora, ¿Saben qué empresa continúa con el proceso para llegar a un producto final?

No _____ Sí _____

¿Cuáles?

I.4.b. Si es recicladora, ¿Saben qué empresa realizó el proceso intermedio?

No _____ Sí _____

¿Cuáles?

I.5. ¿Qué productos obtienen con el proceso de reciclaje?

I.6. ¿Cuál es el tipo de tecnología involucrada en la empresa (nacional, internacional, etc.)?

II. MERCADO DEL RECICLAJE

II.1. ¿Cuánto tiempo lleva funcionando la empresa?

II.2. ¿Cuántas personas trabajan en la empresa aproximadamente?

II.3. Aproximadamente ¿Cuánto se recicla mensualmente?

II.4. ¿Cómo es la curva de rentabilidad de su empresa (estable, inestable, etc.)?

**II.5. ¿En qué lugar del mercado de reciclaje de residuos se posiciona su empresa?
¿Cuánto abarca?**

III.ÁREA GEOGRAFICA

III.1. ¿Cuál es el área territorial de trabajo que abarcan?

Comunal _____ Regional _____

¿Cuáles?

III.2. ¿Tienen más filiales o sucursales a lo largo del país?

No _____

Sí _____

¿Cuáles y Dónde?

IV.CERTIFICACIÓN

IV.1. ¿Esta Empresa posee Certificación?

No _____ **Sí** _____

¿Cuál o cuáles?

V. RESOLUCIÓN SANITARIA

V.1. ¿Esta empresa cuenta con la Resolución Sanitaria respectiva para el acopio o manejo de RSD?

Sí _____

No _____