

## CAPITULO 3 DIAGNOSTICO DE RIS

### INDICE

	Págs.
<b>1 ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES UBICADOS EN LAS COMUNAS EN ESTUDIO .....</b>	<b>1</b>
1.1 SECTOR INFORMAL .....	2
1.1.1 Disponibilidad de datos sobre la actividad industrial informal.....	2
1.1.2 Comparación de índices de ocupación y cesantía.....	2
1.1.3 Sector informal con recolección municipal.....	3
1.1.4 Sector informal sin recolección municipal.....	3
1.1.5 Disposición en vertederos clandestinos.....	3
1.1.6 Disposición de residuos industriales en lugares autorizados para otros fines.....	4
1.1.7 Rastreo del sector informal en terreno.....	4
1.2 OBTENCIÓN DE LA MUESTRA DE EMPRESAS PARA ESTIMACIÓN DE RIS.....	5
1.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS .....	6
1.4 ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES GENERADORES DE RIS POR SECTOR .....	7
<b>2 ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN DE RIS .....</b>	<b>9</b>
2.1 METODOLOGÍA EMPLEADA PARA ESTIMAR LA GENERACIÓN DE RIS .....	9
2.1.1 Obtener información de la generación y manejo de los residuos a través de encuestas.....	10
2.1.2 Recopilar información mediante visitas industriales .....	11
2.1.3 Complementar la información sobre generación de residuos con antecedentes manejados por el SESMA.....	12
2.1.4 Aplicar los factores de generación de residuos a la muestra de empresas seleccionadas....	12
2.1.5 Agrupar los resultados por sector productivo.....	14
2.1.6 Estimar la generación de residuos aportante por las empresas descartadas (que no conformaron la muestra). .....	14
2.2 CANTIDAD Y TIPOS DE RIS GENERADO POR SECTOR PRODUCTIVO .....	15
2.2.1 Información proporcionada a través de la encuesta y visitas realizadas.....	15
2.2.2 Generación y tipos de RIS declarados al SESMA .....	17
2.2.3 Generación de RIS según otras fuentes .....	17
2.2.4 Estimación de la cantidad de RIS generado por sector.....	18
2.3 GENERACIÓN GEOGRÁFICA DE LA GENERACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	20
2.3.1 Tipos de residuos por sector productivo .....	21
2.3.2 Principales tipos de residuos con problemas de manejo.....	25
2.4 RECICLAJE O REUTILIZACIÓN DE RIS EN LA INDUSTRIA .....	26
<b>3 MANEJO ACTUAL DE LOS RIS EN LA ZONA PUERTA SUR.....</b>	<b>26</b>
3.1 IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN LIMPIA EN LAS INDUSTRIAS .....	26
3.2 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE .....	28
3.3 INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE EN LAS PLANTAS.....	28
3.4 ORGANIZACIÓN RESPECTO AL MANEJO DE LOS RESIDUOS .....	29
3.5 COSTOS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS RIS .....	29
<b>4 ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS</b>	<b>30</b>
4.1 UBICACIÓN DE INSTALACIONES EXISTENTES DE MANEJO DE RESIDUOS.....	34
4.2 IDENTIFICACIÓN DE SOLUCIONES SATISFACTORIAS EXISTENTES.....	35
<b>5 CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA 3.1</b>	: Registro de establecimientos industriales
<b>TABLA 3.2</b>	: Resumen de empresas descartadas
<b>TABLA 3.3</b>	: Sectores productivos propuestos para puerta sur
<b>TABLA 3.4</b>	: Cantidad de trabajadores por sector productivo
<b>TABLA 3.5</b>	: Cantidad de empresas por sector productivo y participación comunal
<b>TABLA 3.6</b>	: Establecimientos industriales por sector productivo comuna de San Bernardo
<b>TABLA 3.7</b>	: Establecimientos industriales por sector productivo comuna de San Bernardo (cont.)
<b>TABLA 3.8</b>	: Establecimientos industriales por sector productivo comuna de El Bosque
<b>TABLA 3.9</b>	: Establecimientos industriales por sector productivo comuna de Lo Espejo
<b>TABLA 3.10</b>	: Establecimientos industriales por sector productivo comuna de Buin
<b>TABLA 3.11</b>	: Establecimientos industriales por sector productivo comuna de Calera de Tango
<b>TABLA 3.12</b>	: Establecimientos industriales por sector productivo comuna de Paine
<b>TABLA 3.13</b>	: Factores de generación de residuos
<b>TABLA 3.14</b>	: Factores empleados en el estudio para estimación de RIS
<b>TABLA 3.15</b>	: Participación de empresas en proceso de encuestas y visitas por sector productivo
<b>TABLA 3.16</b>	: Clasificación de residuos según PMRSI
<b>TABLA 3.17</b>	: Cantidades y tipos de residuos declarados según las encuestas recepcionadas y las visitas efectuadas
<b>TABLA 3.18</b>	: Cantidades y tipos de residuos declarados al SESMA
<b>TABLA 3.19</b>	: Generación de residuos sólidos domiciliarios 2002
<b>TABLA 3.20</b>	: Estimación de la generación de RIS por sector productivo
<b>TABLA 3.21</b>	: Estimación de la generación de RIS por comuna y sector productivo
<b>TABLA 3.22</b>	: Costos operacionales del manejo de RIS indicados a través de la encuesta
<b>TABLA 3.23</b>	: Resumen de precios de servicios de terceros
<b>TABLA 3.24</b>	: Simulación de costos de disposición según tamaño de empresa
<b>TABLA 3.25</b>	: Resumen de empresas operadoras y/o recuperadoras ubicadas en las comunas en estudio
<b>TABLA 3.26</b>	: Servicios ofrecidos por empresas operadoras
<b>TABLA 3.27</b>	: Porcentaje de éxito en las encuestas
<b>TABLA 3.28</b>	: Generación de RIS en la región metropolitana
<b>TABLA 3.29</b>	: Información proporcionada por empresas recuperadoras

## INDICE DE FIGURAS

- FIGURA 3.1** : Gráficos de “cantidad de trabajadores por sector productivo” y “cantidad de empresas por sector productivo según la muestra”
- FIGURA 3.2** : Distribución de empresas por sector productivo
- FIGURA 3.3** : Esquema metodológico de la generación de RIS
- FIGURA 3.4** : Distribución de la generación de RIS por sector productivo
- FIGURA 3.5** : Participación de los sectores productivos en la generación de los RIS comunales
- FIGURA 3.6** : Participación comunal en la generación de los RIS de los sectores productivos
- FIGURA 3.7** : Ubicación de las instalaciones existentes de manejo de residuos

## CAPITULO 3 DIAGNOSTICO DE RIS

### 1 ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES UBICADOS EN LAS COMUNAS EN ESTUDIO

La base fundamental del desarrollo del diagnóstico fue el establecimiento de las empresas que constituyen la actividad industrial de las comunas de San Bernardo, Lo Espejo, El Bosque, Calera de Tango, Buin y Paine. Esta base de datos constituye lo que en adelante llamaremos “universo”.

La información procesada para la conformación del universo se obtuvo de las siguientes fuentes:

- Instituto Nacional de Estadísticas (INE);
- Municipios involucrados (San Bernardo; Lo Espejo; El Bosque; Calera de Tango; Buin; Paine)
- Servicio de Salud del Medio Ambiente (SESMA);
- Corporación de Fomento de la Producción (CORFO);
- Asociación de Industrias de San Bernardo (AIS)

Del INE se obtuvo información sobre los establecimientos industriales registrados en el Directorio Industrial de Empresas Manufactureras, que se basa en los resultados obtenidos en la Encuesta Nacional Industrial Anual realizada en el año 2000, la cual tiene una representatividad del 95% sobre aquellas industrias que cuentan con 10 o más trabajadores. En este directorio se encuentra información general de la empresa (Nombre, RUT, dirección, etc.) incluyendo la codificación CIU<sup>1</sup> de la actividad industrial desarrollada y el tamaño de la empresa (rango del número de trabajadores) de cada una de ellas. De esta información se obtuvo un total de 199 empresas registradas en las comunas en estudio.

Paralelamente, a cada municipio se solicitó información respecto a patentes comerciales, industriales y sobreproductores de residuos sólidos (cartas enviadas a cada Alcalde el día 6 de Junio). La respuesta a la solicitud realizada fue parcial debido a que no entregaron información acerca de los sobreproductores de residuos. Según la información proporcionada, el número total de patentes industriales registradas en las comunas de San Bernardo, Lo Espejo, El Bosque, Paine y Buin es de 799 empresas.

Del SESMA se obtuvo información de las 73 empresas que declararon sus residuos generados a través del formulario 5081 en los años 1999, 2000, 2001 de acuerdo al formulario (existe un desfase en el procesamiento de los antecedentes de casi dos años). Además, se incorporaron los antecedentes registrados del proceso de calificación industrial, el cual contenía aproximadamente 332 empresas. Estos registros contienen información general de la empresa, número de trabajadores y el código CIU.

---

<sup>1</sup> CIU = Clasificación Industrial Internacional Uniforme

La información proporcionada por CORFO consistía en un total de 161 empresas de San Bernardo que han utilizado los instrumentos FAT y PROFO. El total de empresas aportadas por esta fuente fue de 46 establecimientos.

La AIS proporcionó información sobre el número de trabajadores de sus asociados y el rubro al que pertenecen.

A partir de la revisión y procesamiento de la información indicada anteriormente, se logró establecer un universo de 1.208 empresas las que se detallan en la Tabla 3.1.

Cabe destacar que se solicitó información a ASIMET, ASEXMA y SII mediante el apoyo a la Dirección del PTI y CORFO, sin embargo, no se obtuvo información. En el caso del SII su negativa obedece a la confidenciabilidad legal de la información.

Además, se procedió a establecer un primer contacto telefónico con cada una de las empresas, explicando el contexto del estudio y la importancia de la colaboración con el llenado de la encuesta. Esto permitió:

- Descartar empresas que ya no funcionaban como tales;
- Confirmar la ubicación de la planta y antecedentes reunidos previamente;
- Recopilar antecedentes de la empresa (nombre del gerente general, contacto en la planta, fax, casilla postal, e-mail)

El universo de 1.208 empresas en la zona se encuentra en el Anexo A.

## **1.1 Sector informal**

En el contexto del estudio se entiende como “sector informal” a las personas naturales y microempresariales que por su tamaño no están registradas en las bases disponibles para el presente estudio.

### **1.1.1 Disponibilidad de datos sobre la actividad industrial informal**

Al consultor no le fue posible identificar fuentes y datos oficiales sobre la actividad industrial informal que podrían usarse para extrapolar la generación total de residuos detectados en industrias formales.

### **1.1.2 Comparación de índices de ocupación y cesantía**

En términos teóricos sería posible calcular la cantidad de personas ocupadas en el sector informal, comparando los siguientes datos:

- Personas ocupadas en las empresas participantes en el catastro elaborado en el presente estudio (por ejemplo, a través de las encuestas); y
- Personas ocupadas e índice de cesantía (por ejemplo según el CENSO).

No obstante o anterior, esta comparación tiene las siguientes limitaciones:

- Se deberían considerar las migraciones intercomunales que pueden ser muy considerables (para tales fines se requeriría relacionar la información sobre la ubicación del lugar de las viviendas con el lugar de trabajo),
- Las cantidades de personas ocupadas pueden ser declaradas de forma errónea por las industrias;
- Para efectos del estudio, habría que relacionar la cantidad de residuos con el grado de ocupación de personas, lo cual es, en opinión del Consultor, cuestionable (no se considerarían actividades industriales distintas y no se evaluaría la relevancia de las tecnologías productivas utilizadas).

### **1.1.3 Sector informal con recolección municipal**

El sector informal con recolección municipal debería ser registrado por el municipio siempre y cuando el productor de residuos generara más de 60 lts./día de residuos (según la Ley de Rentas Municipales, a partir de esta cantidad se trata de sobreproductores que deberían pagar una tarifa especial). De lo contrario el municipio pierde ingresos que legalmente le corresponden.

Dado que este grupo de generadores cuenta con una solución mientras los municipios no lo excluyan de la recolección municipal, sea por la cantidad o peligrosidad de los residuos involucrados, no tiene relevancia para el estudio.

### **1.1.4 Sector informal sin recolección municipal**

El sector informal sin recolección podría ubicarse, por ejemplo, en barrios comerciales e industriales que estén excluidos de los recorridos de los vehículos de la recolección municipal.

También es factible que las microempresas tengan su propio vehículo para la entrega directa en un lugar autorizado o que cuenten con una disposición que sea a su vez de tipo informal y/o ilegal (por ejemplo, disposición en vertederos clandestinos o microbasurales, disposición a través de cartoneros que ofrecen su servicio puerta a puerta, etc.).

De tal forma, una parte de estos residuos llega a los lugares autorizados lo cual se analiza en el estudio, y la otra parte se dispone en lugares sin control lo cual se analiza en el punto siguiente.

### **1.1.5 Disposición en vertederos clandestinos**

Según datos aportados por el representante de la CONAMA RM que participa en la contraparte técnica del presente estudio, en el año 2002 se detectaron 65 vertederos ilegales en la Región Metropolitana. Sin embargo, se disponen solamente de datos estimativos sobre las cantidades totales de residuos ahí dispuestos, sin referencia a períodos de uso o generación mensual o anual. Por lo cual, la información disponible no permite relacionar la generación informal de residuos con la generación formal registrada en los lugares de disposición autorizados.

## **1.1.6 Disposición de residuos industriales en lugares autorizados para otros fines**

### **1.1.6.1 Botaderos para materiales inertes**

Suponiendo una infracción a la ley por desconocimiento o de forma intencional (con el fin de ahorrar costos), el generador de residuos industriales podría tratar de entregar sus residuos no inertes en botaderos autorizados para materiales inertes (tierra excavada, arenas, etc.). Lo anterior podría ocurrir específicamente en el sector de la construcción el cual no forma parte del presente estudio.

Las cantidades en referencia pueden ser significativas, específicamente en el sector de construcción. Sin embargo, existen acuerdos (incentivados por la Cámara Chilena de Construcción) y proyectos realizados que tienden a eliminar esta alternativa.

### **1.1.6.2 Plantas de compostaje**

La disposición de residuos industriales orgánicos en plantas de compostaje es conveniente siempre y cuando los residuos cuenten con autorización y no generen impactos no previstos. No obstante, la dificultad existente en la actualidad para fiscalizar éste tipo de proyectos, crea una instancia propicia para ejecutar las siguientes acciones:

- Entregar residuos orgánicos no autorizados en plantas de compostaje, declarando otro tipo de residuo;
- Entregar residuos orgánicos en condiciones no autorizadas (un ejemplo típico, son lodos con un contenido de humedad mayor que lo permitido por la ley).

La cantidad de residuos que pueden ser mal manejados puede ser significativa, específicamente, en lo que se refiere a los lodos. Además, frente a la falta de alternativas técnicas y económicas y, considerando los menores precios de disposición en las plantas de compostaje, se incentivan estas malas prácticas.

El Consultor no dispone de información sobre estudios sistemáticos al respecto y la única manera de eliminar esta posibilidad es ejecutar una eficiente fiscalización.

## **1.1.7 Rastreo del sector informal en terreno**

El rastreo de generadores en terreno, podría efectuarse de la siguiente manera:

- Identificar sectores, de ser posible representativos, de común acuerdo con los municipios y/o la Contraparte Técnica de éste estudio;
- Visitar estos sectores e identificar direcciones de industrias no registradas en la base de datos;
- Envío de cuestionarios a estas industrias para evaluar su generación de residuos o, alternativamente, se evalúa su generación in situ.

Sin embargo, el procedimiento indicado no se considera factible por las siguientes razones:

- La participación de las empresas registradas en la base de datos elaborada para el estudio no supera el 5,7%, por lo que no se puede esperar algún grado mayor de éxito con las empresas informales;
- La representatividad de los sectores podría ser cuestionada por o cual sería difícil extrapolar a otros sectores; y
- Existiría algún grado de riesgo para la integridad física de los encuestadores.

## 1.2 Obtención de la muestra de empresas para estimación de RIS

Una vez determinado el universo de empresas se realizó la obtención de la “muestra” a utilizar en la estimación de la generación de residuos sólidos industriales. Para ello se aplicaron los siguientes criterios de descarte:

- Actividad económica desarrollada: se excluyeron las empresas asociadas a la construcción (cuyo código CIIU Rev.2 es 5000); servicios (CIIU Rev.2 es 8000 y 9000), comercio minorista (CIIU Rev.2 es 6200);
- Número de trabajadores de las empresas: De acuerdo a la propuesta del Estudio, las empresas a considerar en el Diagnóstico serían aquellas que contaran con 20 o más trabajadores, sin embargo, se consideraron las empresas con 10 o más trabajadores, para mejorar la calidad de los resultados
- Nivel de ventas: En la oferta técnica se propuso considerar las empresas que tuvieran ventas anuales mayores a 600 UF, pero no se tuvo acceso a información tributaria desagregada, por lo cual se utilizó el criterio de descartar las empresas que tuvieran un capital de trabajo inferior a los 5 MM\$, utilizando para ello la información de las patentes municipales.

Otros criterios de descarte utilizados para la obtención de la muestra, fueron:

- Empresas que no pudieron ser contactadas telefónicamente;
- Empresas con su patente suspendida; y
- Empresarios que no quisieron participar.

Los registros de empresas repetidas (366 establecimientos) fueron descartadas antes de conformar el universo, al igual que aquellos registros que no correspondían a empresas (27 registros), lo que fue detectado telefónicamente.

Finalmente, del universo de 1.208 empresas se descartaron 841 establecimientos. Se mantuvieron aquellas empresas que contaban con más de una planta en las comunas en estudio. En la Tabla 3.2 se indica el total de empresas descartadas.

Como se puede apreciar de la Tabla 3.2:

- 219 empresas tienen un capital inferior a 5 MM\$ (26% del total de empresas descartadas);
- 241 empresas fueron descartadas debido a que el número de trabajadores era inferior a 10 (29%);
- 170 empresas no fueron contactadas telefónicamente debido a que no se consiguió su número telefónico o este se encontraba fuera de servicio (20%);

- 148 empresas fueron descartadas por su código CIIU (18%);
- 45 empresas tienen su patente suspendida (5%); y
- 18 empresas no quisieron participar (2%).

Por lo tanto, se obtuvo una muestra de 367 empresas, que representan al 30% del universo.

La cantidad total de trabajadores registrados por las empresas que conforman la muestra es de 21.917 personas. Esta cifra se obtuvo considerando los registros del SESMA y los tamaños de las empresas (rangos) indicados en los registros del INE (para efectos del cálculo se utilizó el valor promedio del tamaño indicado).

Se desconoce la cantidad exacta de trabajadores de las empresas descartadas.

### **1.3 Identificación de los Sectores Productivos**

Considerando los antecedentes respecto a la actividad desarrollada por las empresas de la muestra obtenida, se procedió a agruparlas en 10 sectores productivos. Esta agrupación se basa principalmente en el tipo de actividad económica desarrollada y los tipos de residuos que potencialmente generan. Esta agrupación no fue aplicada a las empresas descartadas debido principalmente, a la calidad de la información disponible.

Los sectores productivos propuestos por el Consultor se indican a continuación y las actividades económicas que comprende cada uno de ellos, se indican en la Tabla 3.3.

- A1 : Agroindustrias y elaboración de conservas
- A2 : Minas y canteras
- A3 : Mataderos, criaderos y frigoríficos
- A4 : Elaboración de productos alimenticios diversos
- A5 : Fundiciones e industrias ferrosas y no ferrosas
- A6 : Papeles, cartones, imprentas y editoriales
- A7 : Productos químicos diversos
- A8 : Transporte, maquinaria, equipos y talleres
- A9 : Mueblerías y productos de madera
- A10: Otros

Estos sectores fueron aprobados por la contraparte técnica del proyecto.

La cantidad de trabajadores involucrada por sector productivo y su participación comunal se indica en la Tabla 3.4.

Los sectores que concentran la mayor parte de los trabajadores comprendidos en la muestra son: “agroindustrias y elaboración de conservas” (25%, con 5.442 trabajadores), “fundiciones e industrias ferrosas y no ferrosas” (15%, con 3.308 trabajadores), “productos químicos diversos” (12%, con 2.650 trabajadores) y “elaboración de productos alimenticios diversos” (10%, con 2.205 trabajadores).

En la Figura 3.1 se indica la distribución de la cantidad total de trabajadores y el número de empresas por sector.

#### 1.4 Establecimientos industriales generadores de RIS por sector

En la Tabla 3.5 se indica la cantidad de empresas consideradas por sector productivo. Como se puede apreciar, el 65,9% de las 367 empresas que conforman la muestra empleada para la cuantificación de residuos, se concentra en la comuna de San Bernardo. Posteriormente, le siguen las comunas de Buin (12,5%), El Bosque (10,4%), Paine (5,7%), Lo Espejo (4,1%) y Calera de Tango (1,4%).

En las Tabla 3.6 y Tabla 3.7 se detallan las empresas consideradas por sector para la comuna de San Bernardo.

Análogamente, en las Tablas 3.8 a la Tabla 3.12 se indican las empresas consideradas por sector productivo para las comunas de Lo Espejo, El Bosque, Buin, Calera de Tango y Paine respectivamente.

En el Figura 3.2 se muestra para cada comuna la distribución de empresas por sector productivo.

- **Sector A1: Agroindustrias y elaboración de conservas**

Tal como se indica en la Tabla 3.3, el sector *agroindustrias y elaboración de conservas* representa a aquellas empresas que se dedican a la producción agrícola o que realizan su procesamiento para elaborar conservas o frigorizar producto.

Este sector comprende 40 empresas las que representan al 10,9 % de la muestra empleada para la cuantificación de residuos. Geográficamente éstas se concentran en la comuna de Buin (45% sobre el total de empresas del sector) y San Bernardo (30% sobre el total de empresas del sector).

- **Sector A2: Minas y canteras**

El sector de minas y canteras representa a aquellas empresas que se dedican a la extracción de minerales no metálicos o que fabrican productos de hormigón, arcillas o material cerámico.

Este sector comprende 21 empresas las que representan al 5,7% de la muestra empleada para la cuantificación de residuos. Geográficamente estos establecimientos se concentran en la comuna de San Bernardo (90,5 % sobre el total de empresas del sector).

- **Sector A3: Mataderos, criaderos y frigoríficos**

El sector de mataderos, criaderos y frigoríficos representa a aquellas empresas que se dedican al faenamiento de animales, criaderos o faenadoras de aves y elaboración de cecinas.

Este sector comprende 11 empresas las que representan al 3% de la muestra empleada para la cuantificación de residuos. Geográficamente estos establecimientos se concentran en la comuna de San Bernardo (54,5 % sobre el total de empresas del sector), Buin y Paine (18,2% respectivamente).

- **Sector A4: Elaboración de productos alimenticios diversos**

El sector de elaboración de productos alimenticios diversos, considera todas aquellas empresas en la que se producen alimentos realizando una transformación de la materia prima. En este sector destacan las panaderías y amasanderías (aproximadamente el 30% del total de empresas del sector) y la elaboración de alimentos diversos.

Este sector comprende 65 empresas las que representan al 17,7% de la muestra empleada para la cuantificación de residuos. Geográficamente estos establecimientos se concentran en la comuna de San Bernardo (46,2 % sobre el total de empresas del sector), El Bosque y Buin (24,6% y 13,8% respectivamente).

- **Sector A5: Fundiciones e industrias ferrosas y no ferrosas**

El sector de fundiciones e industrias ferrosas y no ferrosas, considera empresas del tipo metalmeccánico, fundiciones y fabricantes de productos ferrosos y no ferrosos en general.

Comprende a 57 empresas las que representan al 15,5% de la muestra empleada para la cuantificación de residuos. Geográficamente estos establecimientos se concentran en la comuna de San Bernardo (87,7 % sobre el total de empresas del sector) y El Bosque (7%).

- **Sector A6: Papeles, cartones, imprentas y editoriales**

El sector de papeles, cartones, imprentas y editoriales, esta constituido por empresas que fabrican envases y las imprentas. Esta constituido por 12 empresas las que representan al 3,3% de la muestra empleada para la cuantificación de residuos. Geográficamente estos establecimientos se concentran en la comuna de San Bernardo (83,3 % sobre el total de empresas del sector) y Buin (16,7%).

- **Sector A7: Productos químicos diversos**

El sector de productos químicos diversos, como su nombre lo indica, comprende a todas las empresas cuyo giro sea la elaboración o fabricación de un producto químico (pinturas, productos plásticos, insecticidas, productos farmacéuticos, etc.). En el área de estudio destacan las empresas que se dedican a la fabricación de productos plásticos.

El sector comprende 54 empresas las que representan al 14,7% de la muestra empleada para la cuantificación de residuos. Geográficamente estos establecimientos se concentran en la comuna de San Bernardo (87 % sobre el total de empresas del sector), El Bosque y Lo Espejo (5,6% respectivamente).

- **Sector A8: Transporte, maquinaria, equipos y talleres**

El sector de transporte, maquinaria, equipos y talleres, comprende a empresas que prestan servicios complementarios al transporte y/o construyen y reparan equipos y maquinarias. En el área de estudio destacan las empresas cuyo giro se asocia a la fabricación de maquinarias.

El sector comprende 24 empresas las que representan al 6,5% de la muestra empleada para la cuantificación de residuos. Geográficamente estos establecimientos se concentran en la comuna de San Bernardo (83,3 % sobre el total de empresas del sector), El Bosque y Lo Espejo (8,3% respectivamente).

- **Sector A9: Mueblerías y productos de maderas**

El sector de mueblerías y productos de maderas, agrupa a todas las empresas cuyo giro sea la fabricación de muebles o productos de madera diversos y talleres. En el área de estudio destacan las empresas que se dedican a la fabricación de muebles.

El sector comprende 37 empresas las que representan al 10,1% de la muestra empleada para la cuantificación de residuos. Geográficamente estos establecimientos se concentran en la comuna de San Bernardo (62,2 % sobre el total de empresas del sector), Buin (16,2%) y El Bosque (10,8%).

- **Sector A10: Otros**

Este sector, agrupa a todas las empresas cuyo giro no fue incluido en los sectores anteriores. En el área de estudio se incluyen empresas de los rubros cuero y calzado (22%), servicios de bodegas y frigorizados(16%), textiles (15%), y viñas (8%).

El sector comprende 46 empresas las que representan al 12,5% de la muestra empleada para la cuantificación de residuos. Geográficamente estos establecimientos se concentran en la comuna de San Bernardo (54,3 % sobre el total de empresas del sector), El Bosque (19,6%) y Buin (17,4%).

## **2 Estimación de la Generación de RIS**

Se estimaron las cantidades de residuos sólidos industriales generados por industria agrupando los resultados por sector productivo.

Además, los residuos generados fueron agrupados en 24 clases, las que fueron establecidas en el Plan Maestro de Residuos Sólidos de la Región Metropolitana, en el año 1996.

A continuación se indica la metodología aplicada y los resultados de la estimación.

### **2.1 Metodología empleada para estimar la generación de RIS**

La metodología aplicada para estimar la generación de RIS en las comunas en estudio consideró las siguientes actividades:

- Obtener información de la generación y manejo de los residuos a través de encuestas;
- Recopilar información mediante visitas industriales;
- Complementar la información sobre generación de residuos con antecedentes manejados por el SESMA y los sobreproductores registrados por los municipios;
- Aplicar los factores de emisión de generación de residuos a la muestra de empresas seleccionadas;
- Agrupar los resultados por sector productivo; y
- Estimar la generación de residuos aportante por las empresas descartadas (que no conformaron la muestra).

En la Figura 3.3 se muestra un esquema de las actividades realizadas, las cuales se describen a continuación.

## **2.1.1 Obtener información de la generación y manejo de los residuos a través de encuestas**

### **2.1.1.1 Desarrollo del formulario de encuesta**

Se desarrolló un formulario de encuesta dirigida al sector de industrias potencialmente generadoras de residuos adjunto en el Anexo B, mediante el cual se solicitaba la siguiente información:

- Antecedentes generales de la empresa;
- Antecedentes de la persona que respondía la encuesta;
- Localización de las plantas productivas y actividad económica que se desarrolla en ellas (incluyendo número, dirección, cantidad de trabajadores y turnos de trabajo);
- Situación actual de la empresa, en relación a requerimientos de algún tipo de apoyo (aspectos legales, optimización del proceso, manejo de residuos, etc.);
- Antecedentes del proceso productivo (diagrama de flujo, cantidad de materias primas utilizadas, cantidad de producto generado);
- Residuos y cumplimiento de la normativa vigente (cantidad, tipo y disposición final de residuos sólidos generados; existencia de acopios al interior de la planta, tipos de recipientes utilizados, medios de transporte, empresas que brindan el servicio, etc.);
- Costos asociados a la recolección y transporte de los residuos; etc.

Para ello se confeccionó un formulario que constaba de tres secciones:

- Antecedentes generales de la empresa: destinada a identificar la empresa, el entrevistado y sus requerimientos más inmediatos.
- Antecedentes del proceso productivo: destinada a identificar el proceso y materias primas utilizadas.
- Residuos y cumplimiento de la normativa vigente: destinada a conocer el tipo, cantidad, lugar de disposición final y manejo de los residuos generados (existencia de acopio interno, empresas asociadas a la recolección, tipos de equipamiento utilizados para la acumulación de residuos y retiro de los residuos, costos y beneficios asociados al manejo de residuos).

En el formulario se incorporaron los tipos de residuos potencialmente generados por cada actividad económica, de acuerdo a la información previamente revisada, incluyendo los códigos que maneja el SESMA para el registro de los residuos declarados (el cual se basa en el listado de los 333 tipos de residuos resultantes del estudio RISNOR).

Esta encuesta fue enviada a la contraparte técnica y administrativa para su revisión.

### **2.1.1.2 Envío de las encuestas**

Las encuestas dirigidas a los industriales potencialmente generadores de residuos, fueron despachadas preferentemente vía correo certificado, por fax, y correo electrónico. En los envíos se incluyó la carta de presentación proporcionada por CEPRI, una carta explicativa del Consultor (en la cual se indicaba la fecha de recepción de las encuestas) y la encuesta.

### 2.1.1.3 Verificación de recepción del formulario encuesta

Posterior al envío de los cuestionarios, se efectuaron llamados telefónicos con el objetivo de verificar la llegada de los mismos, apoyar en el llenado de los formularios y recordar los plazos de recepción de su respuesta.

Se hicieron más de 3 llamados por industria a la cual se despachó la información.

### **2.1.2 Recopilar información mediante visitas industriales**

De acuerdo a lo indicado en la propuesta del proyecto, una vez recepcionadas las encuestas enviadas a los potenciales generadores de residuos, se realizaría una evaluación de la información proporcionada. Utilizando ésta información y las agrupaciones preliminares establecidas por tipo de residuo, se ejecutarían 30 visitas a industrias, las cuales debían considerar 6 empresas pequeñas para determinar las condiciones de manejo de RIS de los pequeños empresarios de manera que existieran antecedentes para el posterior desarrollo del Plan de Gestión que incluyan medidas específicas enfocadas a su tamaño.

Sin embargo, debido al bajo número de encuestas respondidas se decidió aumentar el número de visitas industriales a 50 empresas.

Para ello, se seleccionaron aproximadamente 100 establecimientos industriales abarcando las seis comunas en estudio y considerando los siguientes aspectos:

- La actividad económica registrada según las bases de datos;
- La cantidad de empresas por sector productivo;
- Los tipos de residuos potencialmente generados;
- La representatividad de la empresa generadora dentro de la comuna; y
- La disposición del empresario ante la solicitud de efectuar la visita a su planta.

Posteriormente, las empresas seleccionadas fueron contactadas telefónicamente para concertar la visita a la planta con el retiro de la encuesta respondida. Se lograron realizar 50 visitas a industrias.

Durante las visitas a las plantas se inspeccionaron las zonas de manejo de residuos completando y revisando la información solicitada en la encuesta, en compañía del encargado de cada industria evaluando y observando todas las instalaciones asociadas al manejo de residuos, entre ellas:

- Lugares de generación;
- Contenedores o recipientes utilizados;
- Manejo de los residuos en los lugares de trabajo;
- Sitios de acopio o almacenamiento;
- Transporte y recolección de los residuos al interior de la planta;
- Equipamiento de tratamiento de residuos; y
- Acumulaciones de residuos al interior de la planta.

Además se entrevistó a los empresarios con la finalidad de conocer acerca de la organización de la empresa, sus políticas internas, proyectos y necesidades de apoyo.

Para la ejecución de las visitas se diseñó un cuestionario que permitiera registrar las observaciones efectuadas en terreno respecto a los siguientes aspectos:

- Implementación de medidas de producción limpia y aplicación de acciones de reducción, reutilización y reciclaje (“3R”);
- Deficiencias en infraestructura y equipamiento;
- Deficiencias en la organización interna;
- Cumplimiento legal de las instalaciones y servicios relacionados con el manejo de RIS (declaración de RIS a través de formulario 5081, permisos ambientales vigentes y en trámite); y
- Riesgos ambientales y sanitarios detectados.

### **2.1.3 Complementar la información sobre generación de residuos con antecedentes manejados por el SESMA**

Paralelamente, se procesaron los antecedentes que registra el SESMA en cuanto al manejo de los residuos. Esta información corresponde al resumen de las declaraciones efectuadas a través del formulario 5081 de 73 empresas, durante los años 1999, 2000, 2001. Incluye antecedentes sobre su clasificación industrial, nombre de la empresa, cantidad y tipo de residuo.

Los tipos de residuos se encuentran codificados de acuerdo a un listado propio que tiene como base el listado original generado por el estudio de residuos no peligrosos (RISNOR)<sup>2</sup> que entregaba 333 tipos de residuos. Actualmente el SESMA maneja 97 tipos de residuos adicionales, los cuales han sido incorporados, según lo señalado por el SESMA, en la medida en que cada industrial declara a través del formulario 5081 un residuo que a criterios del SESMA no se encuentra en el listado original.

### **2.1.4 Aplicar los factores de generación de residuos a la muestra de empresas seleccionadas**

A nivel internacional, existen diversas metodologías para estimar la generación de RIS, en las cuales se manejan factores de generación de residuos. Entre ellas se pueden citar la metodología Invent (que posteriormente evolucionó y pasó a llamarse Winvent), que es un modelo de predicción de residuos industriales desarrollado por Dagh Watson Spa, Italia y Ashact Ltd. Del Reino Unido y que contó con el apoyo del Banco Mundial. Otras metodologías se basan en el nivel de producción lo que en este estudio no será factible debido a que no se cuenta con datos de los niveles de producción de cada empresa.

---

<sup>2</sup> El estudio “Diagnóstico e Identificación de Tecnologías y estrategias para el manejo de residuos sólidos no Riesgosos (RISNOR) de la Región Metropolitana”, elaborado para la Comisión Especial de Descontaminación de la Región Metropolitana, propuso un listado de 333 tipos de residuos identificando el tipo de residuo código CIU, el cual se fundamenta en el criterio aplicado por el Consultor en relación a resultados de encuestas ejecutadas para ese proyecto, resultados que fueron utilizados posteriormente por SESMA-PROCEFF.

- **Modelo Invent**

El modelo Invent tiene por objetivo principal el predecir la calidad y cantidad de residuos industriales que produce una localidad. Para estimar la cantidad de residuos generados requiere ser alimentado con información recopilada a través de una encuesta de residuos industriales o bien usar técnicas de estimación.

La aplicación de este modelo se realizó originalmente sobre el parque industrial de Italia. Esta aplicación generó una base de datos en donde se identificaron los tipos y cantidades de residuos que son generados por cada rubro industrial. Dicha base contiene 1.129 tipos de residuos que se obtuvieron de la encuesta utilizada inicialmente, lo que sirvió para estimar tasas de generación futura para cada código CIU.

Por otra parte, la base de datos contiene *factores de generación* según los niveles de producción y número total de empleados de las industrias, por lo cual las unidades de los factores de emisión están expresados en kilogramos de residuos por mes y número de empleados, para empresas del rubro manufacturero. Estos factores se indican en la Tabla 3.13.

Sin embargo, hay que tener presente que las estimaciones realizadas a partir de este modelo dependen fuertemente de la calidad de la información ingresada y del nivel técnico asociado. Respecto a la precisión del modelo, no existe garantía alguna ni siquiera del Banco Mundial ni de la empresa que lo desarrolló, sin embargo, hasta el momento es una posibilidad bastante usada.

Winvent es una versión actualizada del programa Invent. De acuerdo a una publicación de la Cepal del año 1994<sup>3</sup>, se indica expresamente que al comparar los resultados de ambos programas se tiene que éstos entregan resultados muy parecidos y a veces idénticos. También se destaca que el programa Invent entrega valores estimados de producción de residuos que su versión actualizada, Winvent, no lo hace. Estos residuos corresponden principalmente a aguas de proceso y lodos que aportan la mayor parte de la diferencia entre ambos estimados. Las diferencias fundamentales entre ambos programas radican en que Invent usa la codificación industrial que data del año 1985 (CIU Rev. 2), mientras que Winvent usa la última versión del año 1990 (CIU Rev. 3). Sin embargo, en ambos programas la cantidad de residuo generado es proporcional al número de trabajadores.

En el estudio “Centro de Administración de Residuos (CARE) San Bernardo” - Estrategias para el Desarrollo del CARE-; Dirección Regional Metropolitana CORFO, Mayo del 2002, se utilizó la metodología Winvent para estimar cantidades y tipos de residuos.

Por otra parte, existen otros factores de emisión resultantes de la aplicación de encuestas. Es el caso de las obtenidas del estudio “Diagnóstico e Identificación de Tecnologías y Estrategias para el Manejo de Residuos Sólidos No Riesgosos de la Región Metropolitana (RISNOR)”, elaborado para la Comisión Especial de Descontaminación de la Región Metropolitana en el año 1995. Estos factores están indicados por rubros productivos y fueron incluidos en el documento Políticas Públicas en el Manejo de Residuos Sólidos de MIDEPLAN (1996). En la Tabla 3.13 se indican estos factores.

---

<sup>3</sup> “Ventajas y desventajas de los métodos Winvent e Invent para estimar las cuantificaciones de residuos por industrias”, CEPAL LC/R 1994.

Ambos factores fueron aplicados, para luego ser corregidos de acuerdo a la información proporcionada a través de la encuesta y de las declaraciones de residuos registradas por el SESMA. Para ello se ejecuto el siguiente procedimiento:

1. Sobre la muestra de empresas obtenida se aplicaron en forma independiente los factores de generación del programa Invent y del estudio RISNOR.
2. Luego ambas cifras fueron comparadas con las cantidades declaradas al SESMA y las indicadas a través de la encuesta o en las visitas realizadas, manteniendo los factores (Invent o RISNOR) que generaron el resultado más cercano a ellas.
3. En los casos en que las cifras no eran comparativas, se calcularon factores de generación de residuos por número de trabajadores para las empresas encuestadas (o visitadas) y para las cantidades indicadas al SESMA, promediando las cifras. Este nuevo factor fue aplicado a todas a las demás empresas con el mismo código CIU.
4. Para el caso de aquellas empresas que no contaban con cantidades de residuos declarados en encuestas o al SESMA, se decidió conservadoramente mantener los indicados en el estudio RISNOR, por ser una fuente más representativa de la realidad en nuestro país.
5. Para aquellas empresas en las cuales no existía un factor de generación de residuos, se realizó una estimación de él, mediante los resultados de las encuestas o las declaraciones efectuadas al SESMA de empresas de similar actividad económica.

Finalmente, los factores de generación aplicados en la estimación de la generación de RIS se detallan en la Tabla 3.14.

### **2.1.5 Agrupar los resultados por sector productivo**

Una vez aplicados los factores, se pudo estimar la generación de residuos para cada una de las empresas de la muestra y consecuentemente, la generación total de RIS por cada sector productivo.

### **2.1.6 Estimar la generación de residuos aportante por las empresas descartadas (que no conformaron la muestra).**

Para estimar la generación de residuos de las empresas descartadas, se supuso conservadoramente que:

1. Dichas empresas contaban con un promedio de 5 trabajadores (ya que dentro de la muestra se consideraron las empresas con 10 a más trabajadores)
2. La tasa de generación de residuos sólidos industriales por cada trabajador era a lo más la obtenida como resultado del cociente entre la cantidad total de RIS generados por la muestra y el número total de trabajadores que ella abarca.

## 2.2 Cantidad y tipos de RIS generado por sector productivo

### 2.2.1 Información proporcionada a través de la encuesta y visitas realizadas

En la Tabla 3.15 se indica el grado de participación de las empresas durante el proceso de encuestas y durante las visitas realizadas. Como se puede apreciar, el porcentaje de participación de las empresas (70 empresas) llegó a ser el 19% de la muestra seleccionada (367 empresas), que es equivalente al 5,8% del universo (1.208 empresas).

A su vez, las empresas que participaron comprenden a un total de 5.765 trabajadores que es equivalente a aproximadamente el 26% del total de trabajadores comprendido en la muestra (21.917), arrojando un error estadístico de 0,3%.

De las empresas de las cuales se recibió encuestas y/o visitaron, 8 empresas no quisieron proporcionar información acerca de la generación de residuos.

Las empresas visitadas fueron:

- Cecinas Bavaria
- Cecinas Diaz
- Matadero Linderos
- Quillayes Ltda.
- Soprole
- Clamattec
- Corpora Aconcagua
- David del Curto
- Exportadora Aconcagua
- Fundo Pontigo
- Watt's Alimentos (planta San Bernardo)
- Grasco
- Watt's Alimentos (planta Lonquén)
- Molino Linderos
- Jose Juan Cid Daza
- Riumallo Campeny Ltda
- Viñedos Valle del Maipo
- Coats Cadena S.A.
- Ind. Textil Jusocar
- Inmobiliaria Paine
- Alpargatas Iberia
- Centro de materiales de contruccion fernandez Ltda.
- Soc. Elaboradora Lo Espejo
- H.b. Fuller Chile S.A.
- Fibra Ltda.
- Sherwin-Williams Chile S.A.

- Garden House
- Anachemia
- Ceras Alfa
- Laboratorio Barik y Cia Ltda.
- Caucho Nova
- Vulco S.A.
- Ceramicas Espejo
- Martín Zumaeta
- Placatex Ltda.
- Aceros Chile S.A.
- Fundicion Vulco
- Metalbras
- Molymer S.A.
- Esmetal Metalurgica Ltda.
- Filtros Marticorena s.a.
- Hunter Douglas chile s.a.
- Maestranza joma
- Dinagal Ltda.
- Sitrans
- Fabrica de muebles de Marcelo Gavilan
- Imprenta Bonanza
- Comercial Curtypel Ltda
- Traverso S.A.
- Patricio Flores Godoy

Considerando la distribución de empresas por sectores productivos se tiene que el grado de participación fue superior al 15%, excepto en el sector de “las mueblerías y productos de madera que sólo llegaron” al 8,1%. Estadísticamente si se considera la participación de las empresas representa un 3,2% de error sobre la muestra completa.

La información proporcionada respecto a la generación de residuos fue procesada considerando la clasificación de 24 categorías realizada en el “Plan de Maestro de Manejo de los Residuos Sólidos Industriales” elaborado en el año 1994. Esta clasificación consiste en la agrupación de los 333 tipos de residuos en el estudio RISNOR, en 24 clases de residuos las que se indican en la Tabla 3.16. El listado general de los tipos de residuos y su agrupación por clase se adjuntan en el Anexo C.

La cantidad de residuos declarado mediante las encuestas y las visitas realizadas se detalla en la Tabla 3.17. La cantidad total de RIS declarada fue de 14.854,8 ton/mes, entre los que destacan los residuos de la clase C-14 “vidrios y cerámicas” que incluyen las arenas de fundición (48%), la clase C-13 “residuos de la producción de alimentos” (32,5%) y, la generación de C-3 “lodos inorgánicos” (6,19%).

La cantidad de residuos sólidos peligrosos declarados fue de sólo 0,72% del total de residuos declarados, correspondientes a 107,5 ton/mes de residuos. Estos residuos fueron declarados

por empresas provienen principalmente del sector A5 “fundiciones e industrias ferrosas y no ferrosas”.

### **2.2.2 Generación y tipos de RIS declarados al SESMA**

En la Tabla 3.18 se resumen las cantidades declaradas al SESMA, durante el año 2001. Este registro esta constituido por 53 empresas, las que generaron un total de 4.931 ton/mes.

De los residuos declarados el 50,6% corresponde a la clase C-3 “lodos inorgánicos”, el 19,6% pertenecen a la clase C-13 “residuos de la producción de alimentos”, 9,9% corresponde a la clase C-10 “residuo químicos inorgánicos” y el 5,7% son de la clase C-16 “papeles y cartones”.

### **2.2.3 Generación de RIS según otras fuentes**

De acuerdo al estudio del proyecto CARE, la generación total de residuos industriales sólidos generados en las comunas de San Bernardo, El Bosque, Lo Espejo y Calera de Tango es de 23.964 ton/a (1.997 ton/mes).

El estudio RISNOR, señala que en el año 1993 la generación de RIS obtenida de 265 empresas del rubro manufacturero encuestadas en la Región Metropolitana (sólo CIIU 3000 Rev.2, por lo que no se incluyen los productores agrícolas, el comercio por mayor, ni los servicios asociados a transportes), con un total de 30.637 trabajadores, generó 10.071 ton/mes de residuos de los cuales aproximadamente el 5% era residuo peligroso. De acuerdo al INE al año 1991 existían en la Región Metropolitana 2.900 empresas con 215.030 trabajadores, con lo cual la expansión de los resultados al universo indicó una generación total 20.788 ton/mes en el año 1991<sup>4</sup>.

Por otra parte, según los antecedentes utilizados en la Política Nacional de Residuos Sólidos, la generación de residuos sólidos industriales se encuentra en un rango que varía entre el 15% y 20% del total de residuos sólidos domiciliarios (RSD) generados. Considerando la información proporcionada por SESMA (ver Tabla 3.19), la generación total de RSD en la Región Metropolitana en el año 2002 fue de 2.257.916,5 ton/a, por lo tanto, utilizando los porcentajes indicados anteriormente se puede estimar que la generación de RIS es del orden de 37.631 ton/mes al nivel de región.

Sin embargo, según la información proporcionada por los principales operadores de RIS en la Región Metropolitana (Multiaseo, Bravo Energy, Hidronor, Resiter), la cantidad de residuo manejada por este sector es del orden de las 75.500 ton/mes lo que es equivalente a 906.000 ton/a, es decir, aproximadamente el 40% en peso de los residuos sólidos domiciliarios generados.

La generación de RSD en las comunas en estudio alcanzó a las 231.803 ton/a, por lo cual si consideramos que los porcentajes indicados anteriormente, la generación de RIS debería encontrarse entre los 2.897 ton/mes (15% de los RSD) y 7.726 ton/mes (40%).

Los residuos declarados a través de la encuesta fueron 14.854,8 ton/mes (70 empresas) y las declaradas al SESMA sólo 4.931,6 ton/mes (generadas por 53 empresas). Comparando las cifras se puede señalar que los residuos industriales no tienen relación con la cantidad de

---

<sup>4</sup> MIDEPLAN, “Políticas Públicas en el Manejo de Residuos Sólidos”, 1996.

residuos domiciliarios, ya que efectivamente los porcentajes indicados en los párrafos anteriores no reflejan la distribución geográfica de las empresas en el ámbito regional.

También es posible que los valores indicados en las encuestas estén sobredimensionados ya que también se han considerado residuos han sido acumulados en las plantas visitadas, (especialmente en las fundiciones) y que no son manejados por operadores y que posiblemente no han sido declarados por otra vía. Otra posibilidad es que la cantidad de residuos declarada en las encuestas, sea dispuesta clandestinamente en vertederos no autorizados.

#### **2.2.4 Estimación de la cantidad de RIS generado por sector**

Aplicando los factores de emisión indicados en la Tabla 3.13 se obtuvo la estimación de generación de RIS de la muestra de empresas, las que fueron agrupadas por sector productivo.

La generación total de residuos sólidos industriales obtenida para la muestra de empresas es de 22.921,8 ton/mes. La distribución de los residuos indica que la mayor generación corresponde a las empresas del sector A5 “fundiciones e industrias ferrosas y no ferrosas” las que aportan el 78% del total estimado, A9 “mueblerías y productos de madera” con un 10,2% y A1 “agroindustria y elaboración de conservas” con un 2,9%.

Para estimar la generación de residuos de las empresas descartadas (841 empresas), se calculó la tasa de generación de residuos por trabajador en base a los resultados de la muestra, mediante la siguiente ecuación:

$$FG = \frac{GRM}{N^{\circ} \text{trabajadores}} * R\%$$

Donde:

*FG* = es el factor de generación de residuos sólidos industriales de las empresas descartadas [ton/mes-trabajador]

*GRM* = es la generación estimada de residuos de la muestra (22.921,8 ton/mes)

*N° trabajadores* = comprendido por la muestra de empresas (21.917 trabajadores)

*R%* = representatividad del número de empresas descartadas (841) sobre el universo de empresas (1.208).

La tasa de generación de la muestra fue de 1,04 ton/mes-emp (22.921,8 / 21.917).

La representatividad R% se estimó considerando que las 841 empresas descartadas aportaban en promedio 5 trabajadores cada una (es decir 4.205 trabajadores). Luego en R% es 16% (4.205 / (21.917+4.205)).

Por lo tanto, el factor de generación de residuos para las empresas descartadas FG fue de 0,17 ton/mes-trabajador.

Empleando este factor de generación y suponiendo conservadoramente que en promedio las empresas descartadas cuentan con 5 trabajadores, se pudo estimar la generación total de las empresas descartadas ( $GTed$ ):

$$GTed = 841[empresas] * 5[trabajadores / empresa] * 0,17 \left[ \frac{ton}{mes - trabajador} \right]$$

$$GTed = 714,9[ton / mes]$$

Por lo tanto, se estima que la generación total de residuos es de 23.637 ton/mes (714,9+22.921,8). Aplicando el mismo porcentaje de participación de la generación de residuos en la generación total del universo, se tiene :

- El sector productivo A1 “Agroindustrias y elaboración de conservas” genera 691,17 ton/mes (2,9%)
- El sector productivo A2 “Minas y canteras” genera 148,12 ton/mes (0,6%)
- El sector productivo A3 “Mataderos, criaderos y frigoríficos” genera 289,26 ton/mes (1,2%)
- El sector productivo A4 “Elaboración de productos alimenticios diversos” genera 605.1 ton/mes (2,6%)
- El sector productivo A5 “Fundiciones e industrias ferrosas y no ferrosas” genera 18.415,3 ton/mes (79%)
- El sector productivo A6 “Papeles, cartones, imprentas y editoriales” genera 308,18 ton/mes (1,3%)
- El sector productivo A7 “Productos químicos diversos” genera 422,9 ton/mes (1,8%)
- El sector productivo A8 “Transporte, maquinaria, equipos y talleres” genera 181,2 ton/mes (0,8%)
- El sector productivo A9 “Mueblerías y productos de maderas” genera 2.400 ton/mes (10,2%)
- El sector productivo A10 “Otros” genera 175,5 ton/mes (0,7%).

En la Figura 3.4 se adjunta un gráfico de distribución de la generación de residuos por sectores.

Por otra parte, considerando la misma proporción de residuos peligrosos obtenida en la encuesta y en las visitas realizadas (0,72%), se puede estimar que la generación de residuos industriales peligrosos es de 170,2 ton/mes.

## 2.3 Generación geográfica de la generación de los residuos

Considerando la generación estimada para la muestra y las empresas consideradas por cada comuna en estudio, se puede estimar una generación comunal.

En las Tabla 3.21, se indica la generación de residuos comunal y por sector productivo para la muestra de empresas (367 establecimientos) y la estimada para el universo. Manteniendo la distribución porcentual de éstos resultados sobre la cantidad de residuos estimada para las empresas descartadas se puede tener un orden de magnitud de los residuos generados por el universo de establecimientos que conforma a cada comuna. En la Figura 3.5 se puede observar la distribución de la generación de residuos por comuna.

De la Tabla 3.21, se puede observar que la mayor cantidad de residuos se genera en la comuna de San Bernardo (88,6% del total). Por lo tanto, instalaciones nuevas de manejo de residuos que se propondrán en el Plan de Gestión deberían ubicarse, de ser posible, en San Bernardo donde se ubica el centro de gravedad de la generación. Sin embargo, proyectos nuevos para los sectores específicos mencionados anteriormente podrían localizarse en otras comunas lo cual habría que evaluar de caso a caso.

Al considerar la generación por sector, se tiene que

- La comuna de Buin aporta el 55,7% (373,4 ton/mes) del total de residuos estimados para el sector productivo A1 "Agroindustrias y elaboración de conservas", según la muestra de empresas obtenida.
- La comuna de San Bernardo aporta el 96,1% (138 ton/mes) del total de residuos estimados para el sector productivo A2 "Minas y canteras" según la muestra de empresas obtenida.
- La comuna de San Bernardo genera el 73,9% (207 ton/mes) y Buin el 13,9% (39,1 ton/mes) respectivamente, de los RIS totales del sector productivo A3 "Mataderos, criaderos y frigoríficos" según la muestra de empresas obtenida.
- Las comunas de San Bernardo y Lo Espejo generan el 55,2% (324,1 ton/mes) y 15,6% (91,8 ton/mes) respectivamente, de los RIS totales del sector productivo A4 "Elaboración de productos alimenticios diversos" según la muestra de empresas obtenida.
- La comuna de San Bernardo aporta el 95,8% (17.110,8 ton/mes) del total de residuos estimados para el sector productivo A5 "Fundiciones e industrias ferrosas y no ferrosas" según la muestra.
- Las comunas de Buin y San Bernardo generan el 57,6% (172 ton/mes) y 42,4% (126,8 ton/mes) respectivamente, de los RIS totales del sector productivo A6 "Papeles, cartones, imprentas y editoriales" según la muestra.
- La comuna de San Bernardo aporta el 93,1% (382 ton/mes) del total de residuos estimados para el sector productivo A7 "Productos químicos diversos" según la muestra.
- La comuna de San Bernardo y Lo Espejo aportan el 76,2% (133,9 ton/mes) y 22,5% (39,6 ton/mes) respectivamente, del total generado por el sector A8 "Transporte, maquinaria, equipos y talleres" según la muestra.
- Las comunas de San Bernardo y Buin generan el 73,4% (1.707,7 ton/mes) y 15,2% (352 ton/mes) respectivamente, del total generado por el sector productivo A9 "Mueblerías y productos de maderas" según la muestra.

- Las comunas de Buin, San Bernardo y El Bosque generan el 56,5% (96,1 ton/mes), 23,5% (40 ton/mes) y el 9,7% (16,6 ton/mes) respectivamente, de los RIS totales del sector productivo A10 “Otros” según la muestra.

En la Figura 3.6 se muestra la participación comunal en la generación de residuos por sector productivo.

### 2.3.1 Tipos de residuos por sector productivo

Los tipos de residuos por sector fueron obtenidos como clases de residuos (24 categorías de la Tabla 3.16), en base a los registros del SESMA y los resultados de la encuesta incluyendo las visitas realizadas.

Utilizando la experticia del Consultor en el tema se realizó un análisis sobre los porcentajes indicados en las Tabla 3.17 y 3.18 que indican la distribución de residuos por clase, tras lo cual se decidió cuales serían las ponderaciones mas apropiadas a emplear por sector productivo.

Para la mayoría de los sectores se utilizó la ponderación obtenida mediante la encuesta y las visitas realizadas (ver Tabla 3.17). Sólo en los sectores que se obtuvo un porcentaje de participación bajo menor al 17% (ver Tabla 3.15) se utilizó la ponderación obtenida de los registros del SESMA (Tabla 3.18). Éstos fueron:

- A7 “productos químicos diversos”
- A8 “transporte, maquinaria, equipos y talleres”
- A9 “mueblerías y productos de madera”

A aplicar estas ponderaciones se obtuvo lo siguiente

- Sector A1: Agroindustrias y elaboración de conservas

Principales tipos de residuos:

Residuos de la producción de alimentos	90,4%
Desechos asimilables a residuos domésticos	3,1%
Lodos orgánicos	2,0%
Madera	1,7%
Vidrios y cerámicas	1,0%
Papel y cartón	0,8%

Como era de esperar, gran parte de los residuos corresponden a restos de frutas que son generados en los procesos de selección y trituración. Estos residuos algunas veces son empleados para alimentación animal, sin embargo, presentan el problema de su acidez.

Los lodos generados provienen del tratamiento de los residuos industriales líquidos (RILES).

- Sector A2: Minas y canteras

La principal clase de residuo generada por este sector corresponde a “Residuos de construcción” alcanzando al 99,7%, los cuales consisten principalmente en escombros.

- Sector A3: Mataderos, criaderos y frigoríficos

Principales tipos de residuos:

Papel y cartón	54,4%
Residuos químicos orgánicos	26,8%
Lodos orgánicos	8,0%
Residuos de la producción de alimentos	7,4%
Desechos asimilables a residuos domésticos	3,3%

Gran parte de los residuos generados corresponden a material de embalaje. Respecto a los residuos químicos orgánicos se incluyen los restos de las fecas de animal que generalmente son llevados a campos de la misma empresa. Los lodos orgánicos provienen del tratamiento de RILes o de cámaras de decantación.

- Sector A4: Elaboración de productos alimenticios diversos

Principales tipos de residuos:

Residuos de la producción de alimentos	63,8%
Papel y cartón	17,6%
Desechos asimilables a residuos domésticos	5,2%
Plásticos	4,2%
Madera	4,0%

Los residuos de la producción de alimentos están constituidos principalmente por alimentos vencidos, los cuales en algunos caso son utilizados para alimentación animal. El papel y cartón esta asociado al embalaje de los productos. Respecto a las maderas generadas, estas corresponden principalmente a bins y pallets.

- Sector A5: Fundiciones e industrias ferrosas y no ferrosas

Principales tipos de residuos:

Vidrios y cerámicas	80,0%
Lodos inorgánicos	10,2%
Escoria de fundición	5,8%
Residuos químicos inorgánicos	1,3%
Residuos de construcción	1,1%

Los vidrios y cerámicas consideran las arenas de fundición generadas en el proceso de moldeo durante la elaboración de piezas metálicas. Los lodos inorgánicos son generados por el tratamiento de los Riles generados por las empresas. Las escorias de fundición se generan en los hornos y los residuos químicos inorgánicos consideran las arenas de fenólicas. Los residuos de construcción son principalmente escombros.

- Sector A6: Papeles, cartones, imprentas y editoriales

Principales tipos de residuos:

Papel y cartón	18,1%
Metales y scrap	16,5%
Solventes	16,2%
Madera	15,1%
Plásticos	13,4%
Cueros y textiles	12,4%
Desechos asimilables a residuos domésticos	6,0%

Los papeles y cartones generados son generalmente recuperados por las mismas plantas o en su defectos vendidos. Los metales corresponden a tarros de pinturas desechados en el proceso de impresión, al igual que los huaipes (incluidos en la clase cueros y textiles).

- Sector A7: Productos químicos diversos  
Principales tipos de residuos:

Lodos inorgánicos,	94,6%
Metales y scrap	1,7%

Las industrias que conforman este rubro generan principalmente lodos del tipo inorgánico producto del manejo de y tratamiento de sus RILes. Los metales son generalmente envases o tambores, en los cuales receptionan materias primas.

- Sector A8: Transporte, maquinaria, equipos y talleres  
Principales tipos de residuos:

Metales y scrap	45,6%
Escoria de fundición	22,5%
Residuos de construcción	22,5%
Desechos aceitosos	3,1%

Los metales generados corresponden principalmente a la elaboración de piezas o partes metálicas. La escoria de fundición corresponden a restos de soldaduras y escorias de hornos. Los residuos de construcción son escombros y los desechos aceitosos incluyen aceites usados y lubricantes.

- Sector A9: Mueblerías y productos de maderas  
Principales tipos de residuos:

Madera	73,8%
Papel y cartón	13,1%
Desechos asimilables a residuos domésticos	13,1%

Los principales tipos de residuos generados corresponden a restos de madera y aserrín generados en los procesos de corte y cepillado de la madera.

- Sector A10: Otros  
Principales tipos de residuos:

Residuos de la producción de alimentos	62,6%
Cueros y textiles	23,0%
Lodos orgánicos	5,7%
Plásticos	3,4%

En esta sector se incluyeron todas las empresas que no fueron incluidas en los otros sectores entre las que se incluyen viñas y curtiembres.

### **2.3.2 Principales tipos de residuos con problemas de manejo**

De acuerdo a la información recopilada los siguientes tipos de residuos presentan problemas de manejo son

- arenas de fundición
- lodos de plantas de tratamiento y sedimentos de plantas de pre-tratamiento de Riles
- alimentos vencidos
- residuos de la agroindustria (cuescos, frutas, etc.)
- pallets y bins
- embalajes con volúmenes mayores (por ejemplo, envases plásticos, envases contaminados, tambores)
- neumáticos
- escorias inertes
- baterías
- virutas de metales
- tierras de filtro
- Manejo de residuos peligrosos (RISP)
  - aceites usados
  - borras
  - pinturas y solventes
  - huaipe, grasas o similar.

## 2.4 Reciclaje o reutilización de RIS en la industria

De acuerdo a la información proporcionada a través de las encuestas y visitas realizadas, el porcentaje de recuperación de materiales es del orden del 0,7% y esta asociado principalmente a chatarra, plásticos, papeles y cartones. Al considerar la generación de residuos estimada para el universo indicada en la Tabla 3.20 (23.636,6 ton/mes) y dicho porcentaje, la cantidad total de residuos recuperables sería del orden de las 165 ton/mes. Sin embargo si consideramos la generación de residuos de las clases C-21, C-17 y C-16 (sin considerar el aporte de las empresas del sector “papeles, cartones, imprentas y editoriales” y “mueblerías y productos de madera” se podría estimar que el potencial de material recuperable generado por el universo es de 773 ton/mes (considerando en forma muy optimista que todo el residuo generado es recuperado).

Por otra parte, considerando lo observado en terreno se puede señalar que las prácticas de recuperación consisten en separar los residuos de interés en los lugares de trabajo, los cuales son almacenados en contenedores (generalmente, construidos por el personal de la misma empresa) con capacidad de 1 m<sup>3</sup>.

Estas prácticas incluyen el almacenamiento temporal de los residuos recuperados en un sector de la planta, para luego ser vendidos a terceros.

En el caso de residuos orgánicos (generalmente restos de frutas) son llevados a lugares de disposición propios (terrenos del dueño)

En 5 de las empresas visitadas que se encuentran implementando sistemas de gestión de calidad, ya están incorporando la práctica de devolver los envase a sus proveedores de materias primas, lo que ha reducido la generación de envases plásticos principalmente. En la Tabla 3.27 se proporciona información sobre el precio de compra de algunos materiales.

## 3 Manejo actual de los RIS en la zona Puerta Sur

### 3.1 Implementación de prácticas de producción limpia en las industrias

Las medianas y grandes empresas se están preocupando de implementar buenas prácticas en su sistema de gestión interno. En virtud de lo anterior, debido a las presiones de mercado los empresarios están trabajando para implementar normas de calidad, de prevención de riesgos y de medio ambiente, los cuales los empujan hacia el mejoramiento del manejo de sus residuos.

No obstante, aún el empresario asocia la implementación de buenas prácticas a un costo que debe absorber y que consecuentemente incide en sus precios y, que por lo tanto, considerando la situación económica actual le proporciona cierta desventaja frente a sus competidores.

Por otra parte, considerando las gestiones comerciales que Chile esta realizando con otros países, para los pequeños empresarios la implementación de acciones de producción limpia se presenta como una amenaza en vez de una ventaja económica, ya que sienten que deben invertir recursos económicos importantes para poder ser competitivos en el extranjero donde las exigencias de calidad y medio ambiente son mayores por tratarse de países más desarrollados.

De las encuestas y visitas realizadas, al preguntar si se asociarían con otras empresas del rubro para resolver en forma conjunta sus problemas ambientales, éstos indicaron que el problema

radica en la repartición futura de sus responsabilidades respecto al pasivo ambiental que se podría generar.

En algunas de las empresas visitadas, la implementación de prácticas de producción limpia apunta hacia la disminución de los costos a través del ahorro de insumos, con la consecuente disminución de los residuos finales.

También se están incorporando acciones de segregación de residuos en los puntos de trabajo y tratando de sacar algún beneficio de los materiales que hoy constituyen un desecho. Por ejemplo, el sector lechero utiliza parte de los residuos alimenticios en la alimentación animal, los plásticos son enviados a empresas recicladoras en el caso de no poder aprovecharlos como recipientes, empresas agroindustriales están incorporando la fabricación de compost, los carozos son utilizados como combustibles o como material de estabilizado de caminos de tierra (al interior de los fundos), etc. De las encuestas y visitas realizadas se obtuvo que el 30% realiza la recuperación de materiales (papeles, cartones, plásticos y chatarra), no obstante, existe un 65% busca apoyo en alternativas de reciclaje. No existe un control sobre los residuos recuperables en cuanto a su comercialización y disposición final.

Los cambios tecnológicos realizados, obedecen principalmente a la optimización de su sistema productivo y a restricciones medio ambientales, implementándose en la medida en que sea necesario (esto último se observa principalmente en el uso de calderas a gas)

En general, las empresas que se han preocupado más sobre el tema de producción limpia y sobre el manejo adecuado de sus residuos son aquellas que cuentan con alguna certificación industrial (ISO 9000 o ISO 14.000) o transnacionales o que pertenecen a grupos económicos extranjeros.

Otras carencias detectadas a través de las visitas realizadas se concentran en las siguientes áreas:

- Procesos productivos y medidas de minimización:
  - En empresas grandes se tiende a optimizar los procesos;
  - En las pequeñas y medianas empresa se utilizan procesos que podrían mejorarse ara reducir la generación de los residuos, parcialmente con maquinaria antigua (y/o obsoleta) y con procesos que requieren mucha mano de obra;
- Área de tratamiento:
  - Trituración de residuos voluminosos como pallets y/o prensas de tambores;
  - Fermentación de residuos orgánicos;
  - Recuperación o reutilización de productos vencidos de la industria alimenticia (por ejemplo, para la alimentación animal);

Por otra parte, de acuerdo a la información proporcionada por las empresas operadoras respecto al servicio ofrecido a sus clientes y el manejo de que éstos realizan sobre ellos se obtuvo que el 80% de las empresas operadoras que respondieron la encuesta opinan que sus clientes necesitan más apoyo es en el manejo de residuos generados por la planta.

### 3.2 Cumplimiento de la normativa vigente

Considerando la información proporcionada a través de las encuestas y en las visitas industriales se puede señalar lo siguiente:

- Hay desconocimiento respecto de la normativa existente al manejo de RIS
- El 60% del total de empresas que respondieron no declara sus residuos al SESMA
- El 80% no declaró el destino final de los residuos (desinformación, falta de fiscalización de los servicios contratados, etc.).
- El 15% indicó la generación de algún tipo de residuo peligroso

Además, en las empresas visitadas se pudo constatar que los lugares empleados para la disposición temporal de los residuos es el de menos preocupación higiénica de la planta, aún cuando existen contenedores, estos en algunas oportunidades se encuentran destapados por lo que son fuente de emanación de olores y atracción de vectores sanitarios.

Respecto a los residuos peligrosos, muchos empresarios señalaron no generarlos y sólo algunos admitieron que antiguamente estos eran entregados a un tercero que supuestamente era autorizado.

### 3.3 Infraestructura disponible en las plantas

En general, las deficiencias observadas respecto al equipamiento de las industrias, se refiere a la existencia de acopios apropiados y el manejo de los residuos dentro de ellos.

También existe deficiencia en los lugares de acumulación de residuos recuperables, los cuales muchas veces no se retiran continuamente, debido a las cantidades de residuos que se generan, lo cual algunas veces trae consigo problemas de roedores.

De las encuestas y visitas industriales realizadas para elaborar el Diagnóstico, se pudo concluir lo siguiente respecto al manejo de los residuos:

- El 80% no maneja el concepto de “acopio de los residuos”;
- El 90% maneja los residuos al interior de las plantas con personal de la empresa;
- Deficiente manejo de los RIS al interior de la planta (acopios inapropiados o carentes de las medidas preventivas necesarias).

Respecto a las formas de almacenamiento de residuos in situ se puede señalar que la mayoría de las empresas visitadas cuenta con contenedores con tapa de 120 a 300 litros y en menor medida se colocan compactadores, o en su defecto, emplean contenedores incluidos en contratos de retiro de residuos cuyo volumen es generalmente de 10 m<sup>3</sup>.

### **3.4 Organización respecto al manejo de los residuos**

Respecto a la organización respecto al manejo de los residuos al interior de la planta, la mejor información se obtuvo directamente en las visitas efectuadas.

La mayor deficiencia detectada en cuanto a la organización interna de los establecimientos industriales de los cuales se obtuvo algún antecedente radica en que no existe una centralización de la información ambiental.

Generalmente, las empresas emplean al encargado de prevención de riesgos para que resuelva temas ambientales, y en empresas pequeñas es el dueño, o el gerente general el encargado, En el caso del prevencionista los costos no son de su conocimiento y son manejados por otro departamento.

Además, muchas veces el encargado de los temas ambientales no conoce la normativa aplicable y de las empresas autorizadas para manejar los residuos. Esto es atribuido principalmente a la falta de tiempo, sin embargo, al preguntar si requiere una asesoría legal no la reconoce como algo necesario.

Además, la mayor parte de las personas entrevistadas no saben donde se llevan finalmente los residuos generados y aluden a que existe un tercero quien retira los residuos y supuestamente los lleva a un lugar autorizado.

### **3.5 Costos asociados al manejo de los RIS**

Las empresas generadoras de grandes cantidades de residuos peligrosos, destinan importantes cantidades de dinero para su correcta disposición, sin embargo, las empresas que generan pequeñas cantidades de residuos peligrosos tratan de mezclarlos con aquellos que no son peligrosos para disminuir los costos asociados.

En la mayoría de las encuestas las informaciones indicadas respecto a los costos son aproximadas. En general, los empresarios manejan una cifra más realista para el servicio de retiro y disposición de residuos (como cifra conjunta).

De acuerdo a la información proporcionada por los generadores de residuos, sólo 11 de las empresas que contestaron la encuesta indicaron el costo asociado a la recolección interna, los cuales se indican en la Tabla 3.22. De ella se puede inferir que los costos de recolección interna, transporte y disposición final no obedecen ninguna relación con la cantidad de residuos declarados, lo que se atribuye a la calidad de la información proporcionada.

Sin embargo, para los datos de recolección interna los valores indicados por algunas empresas oscilan en torno a los 4.500 \$/ton. En el caso del transporte y disposición de los residuos los valores obtenidos son totalmente divergentes.

En general, no hay una disgregación de los costos comprometidos en la recolección interna y en la disposición final de los residuos, sin embargo en las Tabla 3.23 se adjunta un resumen de precios de servicios de terceros, y en la Tabla 3.24 se indica una simulación de costos obtenida según tamaño de empresa, en base a información manejada por el Consultor.

Por parte de operadores, los costos de transporte varían entorno a los 30.000 \$/viaje (dependiendo de la distancia) y en un viaje pueden transportar como máximo 12 toneladas de residuos, con lo cual el mínimo pagado por el industrial es de aproximadamente 2.100 \$/ton (sin

IVA). Respecto a los costos de disposición de residuos no peligrosos éstos oscilan entorno a los 8.000\$/ton.

Por concepto de arriendo de un contenedor de 15 a 20 m<sup>3</sup> el costo puede llegar a los 30.000 a 50.000 \$/mes.

#### **4 Análisis de la infraestructura disponible para el manejo de los residuos**

Para obtener información acerca del mercado de las empresas operadoras y recuperadoras de residuos industriales, se realizaron las siguientes acciones:

- Elaboración y ejecución de una encuesta tanto para los operadores como para los recuperadores;
  - Entrevistas con los principales operadores de residuos industriales; y
  - Revisión de antecedentes disponibles en otros estudio realizados y en internet.
- 
- ***Elaboración y ejecución de una encuesta tanto para los operados como para los recuperadores***

El formulario encuesta desarrollado tanto para los operadores y recuperadores, tuvo por principal objetivo contar con otra fuente de antecedentes, que permitiera comparar la información proporcionada por los potenciales generadores de residuos respecto a la cantidad de residuos manejados y/o dispuestos en los lugares autorizados. Además, a partir de la información obtenida se podría estimar cual es la potencialidad del mercado de recuperación de los residuos, los precios y condiciones de compra de los materiales.

La encuesta enviada a los operadores constaba de 5 secciones:

- Antecedentes generales de la empresa: destinada a identificar la empresa, el entrevistado y sus requerimientos mas inmediatos.
- Servicios ofrecidos: destinada a identificar las comunas a las cuales se brinda el servicio, tipos de residuos manejados, servicios a nivel nacional, el tipo de servicio ofrecido.
- Personal, infraestructura y equipamiento: destinado a conocer la escala de trabajo de la empresa, personal involucrado, capacidad de lugares de disposición y equipamiento propios, tipos y cantidades de maquinaria y vehículos disponibles.
- Cantidades y costos: a través de esta sección se pretendía conocer el costo de retiro, transporte y disposición de los residuos peligrosos, no peligrosos y domiciliarios. También se solicitaba indicar la cantidad de clientes que tuviera la empresa en las comunas en estudio o en su defecto a nivel de Región Metropolitana.
- Clientela: destinada a conocer desde el punto de vista del operador cuales eran los aspectos más críticos en cuanto al manejo de los residuos observados en sus clientes.

La encuesta enviada a los recuperadores constaba de 4 secciones:

- Antecedentes generales de la empresa destinada a identificar la empresa, el entrevistado y lugares de recepción de materiales
- Servicios ofrecidos: destinada a identificar el alcance de su servicio los tipos de residuos recepcionados y las restricciones del material recuperado

- Equipamiento, cantidades y costos: a través de esta sección se pretendía conocer el equipamiento disponible por el industrial, las cantidades recepcionadas por tipo de material, precio de compra de los residuos
- Clientela: destinada a conocer desde el punto de vista del operador cuales eran los aspectos más críticos en cuanto al manejo de los residuos observados en sus clientes y la cantidad de proveedores en las comunas en estudio o a nivel de Región Metropolitana.

Se elaboraron dos formularios de encuestas diferentes los que se adjuntan en el Anexo B. Ambos formularios fueron despachadas vía correo electrónico y fax entre el 23 y 25 de junio, y posteriormente, se concertaron reuniones con los principales operadores de residuos.

- ***Entrevistas con los principales operadores de residuos industriales***

Con la finalidad de obtener una mejor calidad de información respecto a la proporcionada por la encuesta, se realizaron reuniones con las principales empresas que manejan residuos sólidos industriales.

Los operadores entrevistados fueron:

- BRISA;
- Hidronor;
- Bravo Energy;
- Coinca;
- KDM;
- Multiaseo;
- Resiter;
- Texinco;
- Castañeda Hnos.;
- Aguila Norte; y
- Catemito.

Además se realizó una entrevista a SOREPA debido a que es el recuperador más grande en el sector de papeles y cartones.

En general, en estas reuniones participaron los gerentes o encargados ambientales de las plantas, a los cuales se les explico en detalle el contexto en el cual se desarrolla el estudio manifestando la importancia de su información.

- ***Revisión de antecedentes disponibles en otros estudio realizados y en internet.***

Las fuentes de información utilizadas fueron:

- Listado de empresas autorizadas por el SESMA
- Estudio “Centro de Administración de Residuos (CARE) San Bernardo” marzo de 2002
- Listado de empresas mencionado en [www.residuos.cl](http://www.residuos.cl) dependiente de INTEC CHILE
- Experiencia del consultor

Como resultado de las actividades realizadas se logro conformar una base de datos de 113 empresas dedicadas al transporte, reciclaje, reutilización, tratamiento, acopio, comercialización y disposición final de residuos en la Región Metropolitana (ver Anexo D).

De éstas empresas, a 64 (57%) se envió un formulario de encuesta distintos medios (e-mail, fax, encuesta telefónica). Por otra parte, dentro de las 113 empresas del listado 17 (15%) se encuentran geográficamente en las comunas en estudio, las cuales se indican en la Tabla 3.25.

El porcentaje de participación en el estudio por parte de los operadores fue bastante bueno pese a que la calidad de información no fue muy detallada ya que los industriales temen a entregar antecedentes que puedan ser utilizados por la competencia. Se enviaron 13 encuestas a empresarios considerados como operadores y se realizaron 9 entrevistas personales. Como resultado de ambas gestiones, 3 empresas no proporcionaron ningún antecedente (23 %) y sólo 2 (KDM y Multiaseo) proporcionaron toda la información solicitada (17% del total de encuestas enviadas). En la Tabla 3.26 se indican los servicios ofrecidos por algunos operadores.

Respecto a la encuesta dirigida a empresas que se dedican a la recuperación de residuos, la disposición a responder la encuesta fue diferente, ya que vieron el Diagnóstico como una ventana a posibles futuros negocios. Se lograron identificar 54 empresas recuperadoras en la Región Metropolitana, a las cuales se envió encuesta. De ellas 14 empresas (26%) proporcionaron gran parte de la información solicitada, y de éstas sólo 9 empresas se encuentran autorizadas por el SESMA (64% de las empresas que respondieron).

Sin embargo, para los datos de recolección interna los valores indicados por algunas empresas oscilan en torno a los 4.500 \$/ton. En el caso del transporte y disposición de los residuos los valores obtenidos son totalmente divergentes.

En la Tabla 3.27 se indican los porcentajes de participación de las empresas operadoras y recuperadoras en la encuesta.

Los resultados de las encuestas permitieron obtener una estimación de la generación de residuos a nivel de Región Metropolitana de 75.205 ton/mes, detallado en la Tabla 3.28. Además:

- El 80% de las empresas que respondieron la encuesta poseen clientes en las comunas involucradas en este estudio a los que ofrecen el servicio de retiro, transporte y disposición final de los residuos y cuentan con un lugar propio de disposición en la Región Metropolitana. En la Tabla 3.26 se indican los servicios ofrecidos por los operadores contactados.
- El 60 % ofrecen el servicio de recepción de materiales recuperables en su planta y se convierte en un intermediario con otro operador.

Por otra parte, las empresas dedicadas a la recuperación de residuos proporcionaron información sobre el rubro al cual se dedican, proporcionando algunos antecedentes de precios de los residuos recepcionadas. La información proporcionada se resume en la Tabla 3.29.

Respecto al funcionamiento de las empresas operadoras se tiene que, éste varia dependiendo del tipo de residuo que operan o el rubro industrial hacia el cual están enfocados, sin embargo, se puede esperar algunos procedimientos comunes, los cuales se describen a continuación:

- Antes de concretar el servicio, el industrial es contactado telefónicamente por el operador, solicitándole información sobre la cantidad y tipo de residuo generado y frecuencia de recolección actual;
- El operador busca el mejor receptáculo y servicio para ofrecer;
- El operador realiza una visita a las instalaciones del industrial para verificar problemas operacionales que se pudiera presentar y constatar el espacio disponible;
- Seguidamente, el operador realiza una simulación de los costos asociado al manejo de los residuos, y genera dos o tres simulaciones de los costos asociados al servicio según el tipo de receptáculo y frecuencia de retiro de los desechos
- En la cotización se desglosan los costos de arriendo de receptáculo, de transporte y de disposición final de los residuos (los que pueden disminuir si el servicio es realizado en horario nocturno o si se pre-establecen los días en que se realizara el servicio)
- Finalmente es enviado un presupuesto según las necesidades del industrial (se pueden conseguir bajar algunos costos si se fijan contratos a mediano plazo)

Una vez que el industrial a tomado la decisión, el operador instala el receptáculo indicándole los teléfonos y personas de contacto. Dependiendo de la modalidad de servicio, el industrial puede realizar un llamado telefónico para el retiro de sus residuos o esperar que el camión cumpla con los retiros pre-establecidos.

Algunos operadores pueden tener tarifas diferenciadas en función de la distancia que separa al industrial del punto de disposición final de sus residuos, existiendo la posibilidad de disminuir los costos si el industrial establece sus retiros previamente.

El procedimiento en general para realizar el retiro de los desechos es el siguiente.

- El industrial solicita el retiro de los residuos telefónicamente (en el caso en que no se ha preestablecido el día de retiro) al operador;
- El industrial indica el día y la hora aproximada en que se realizara el servicio;
- Se presenta el camión que transportará los residuos en las dependencias del industrial y realiza el retiro del contenedor con residuos o sólo se encarga del carguío de los residuos, dependiendo de las cantidades y de los acuerdos del servicio;
- El conductor entrega un documento en cual queda registrado el volumen del receptáculo, patente del camión, fecha y hora de retiro y nombre del conductor, y a su vez, el industrial debe hacer entrega del formulario de seguimiento de residuos sólidos (Formulario 5081).
- El conductor se dirige al sitio de disposición final donde los residuos son pesados y se realiza entrega del documento 5081, quedando en poder del conductor solo la copia que corresponde al transportista, además el operador del recinto de disposición final entrega un documento en cual se especifica la cantidad de residuo (toneladas) entregado, la patente del camión, y la fecha y hora de recepción.
- Realizada la descarga de residuos el camión se dirige al siguiente industrial que necesite servicio o a las instalaciones de su empresa para realizar el lavado del contenedor si el conductor lo estima necesario.

Para el caso de los residuos peligrosos los operadores realizan capacitaciones específicas a su personal sobre el tema.

El procedimiento puede presentar modificaciones dependiendo otros factores por ejemplo: empresa operadora, equipos e instalaciones con las que cuenta, tipo de servicio y característica de peligrosidad o disposición final del residuo, pero en general, los RISP son transportados a la empresa Hidronor que cuenta con un relleno de seguridad en el cual puede recibir la mayoría de este tipo de residuos. Existen otras empresas autorizadas pero solo pueden recibir algunos tipos de residuos peligrosos, que por lo general, son valorizables

Algunas de las medidas mínimas para el transporte de RISP son:

- El Vehículo debe tener una antigüedad menor a 15 años, contar con tacógrafo y estar rotulado al frente y al costado según la NCh2190 of 93, además, del nombre y fono del generador, transportista y la disposición final
- El personal debe contar con el equipo de protección personal de acuerdo al residuo a transportar y estar capacitado en manejo de RISP.
- Los envases deben estar debidamente sellados y rotulados según el residuo que contiene.

El SESMA debe autorizar mediante un documento el despacho de residuos, en el cual queda registrado la cantidad de residuo, el transportista y la disposición final además de alguna medida especial que se deba acatar.

#### 4.1 Ubicación de instalaciones existentes de manejo de residuos

En la Figura 3.7, se presenta las principales instalaciones existentes de manejo de residuos detectados en el estudio. Las instalaciones de mayor relevancia son:

- Rellenos sanitarios (recepción de residuos con características domiciliarias): Santiago Poniente de la empresa Coinca en la comuna Maipú, la Estación de Transferencia en Quilicura, de la empresa KDM y El Relleno Sanitario en la comuna de Til Til <sup>5</sup>;
- Plantas de compostaje (recepción de residuos orgánicos inofensivos): Agroindustrial Pullihue en la comuna de Peñalolen, Aguila Norte en la comuna de Paine, Reciclajes Industriales S.A. (Armony) en la comuna de Lampa y la planta de la empresa de Catemito (Idea Corp) en la comuna de San Bernardo;
- Siderúrgicas (chatarra): Gerdau-AZA en la comuna de Lampa y Proacer en la comuna de Til Til;
- Recuperadores de papeles y cartones: SOREPA con sus plantas más cercanas en las comunas de San Joaquin y Lampa, y RECUPAC con sus plantas más cercanas en las comunas de Huachuraba, La Pintana y Cerrillos;
- Residuos industriales específicos o peligrosos: Hidronor para residuos peligrosos de todo tipo en la comuna de Pudahuel, Bravo Energy para aceites usados y residuos susceptibles de incinerar en la comuna de Maipú, Futuroil para los residuos de aceites usados en la comuna de Lampa, y Castañeda Hnos. en la comuna de San Bernardo.

---

<sup>5</sup> Según información recibida de la CONAMA RM, Santa Marta no estaría autorizada de recepcionar residuos de particulares en su estación de transferencia en San Bernardo o su relleno sanitario en Talagante. Además, en el momento del estudio la continuación del proyecto de Santa Marta está cuestionada por sucesivos sumarios sanitarios.

A parte de lo anterior, existe una serie de empresas recuperadoras de menor tamaño que se mencionan detalladamente en la el Anexo D.

## 4.2 Identificación de soluciones satisfactorias existentes

Según el diagnóstico, existen soluciones satisfactorias en las siguientes áreas de manejo de residuos:

- Transporte externo de residuos (desde la industria a su destino final):
  - Las municipalidades pueden ofrecer a las pequeñas empresas con baja generación de residuos, la extracción de residuos mediante camiones recolectores municipales, posterior a la fijación de una tarifa especial según las Ordenanzas Municipales de Aseo;
  - Se detectaron una serie de empresas privadas que ofrecen el servicio de arriendo de contenedores y retiro de residuos; estas empresas disponen de camiones adecuados para efectuar un transporte ambientalmente adecuado;
- Disposición final en rellenos sanitarios (recepción de residuos con características domiciliarias): existen dos lugares autorizados de mayor escala y no se justificaría considerar un relleno local adicional <sup>6</sup>;
- Siderúrgicas (chatarra): existen plantas que requieren inversiones muy altas donde se puede entregar chatarra;
- Recuperadores de papeles y cartones: hay diferentes actores y plantas que cuentan con buen equipamiento, en la cercanía de las comunas en estudio;
- Residuos industriales peligrosos: existe la posibilidad del tratamiento y la disposición final en el vertedero industrial de Hidronor (comuna de Pudahuel) <sup>7</sup> (Bravo Energy también puede recibir residuos peligrosos pero no cuenta con un lugar de disposición propio);
- Aceites usados: existe la posibilidad de incineración en plantas cementeras <sup>8</sup> a través de Bravo Energy (comuna de Maipú), Hidronor (comuna de Pudahuel), Futuroil (comuna de Lampa), y Castañeda Hnos. (comuna de San Bernardo);

---

<sup>6</sup> El tamaño de los rellenos de Santiago Poniente y KDM permite una reducción de costos por efectos de escala. De hecho, en opinión del Consultor, los precios ahí manejados son relativamente bajos y no se podrían esperar costos menores en proyectos similares locales en el sector sur de Santiago.

<sup>7</sup> La inversión en un vertedero para RISP es muy alta y no se justificaría un proyecto adicional para las 6 comunas en estudio dado que las cantidades totales son menores.

<sup>8</sup> Para Cemento Melón (comuna de La Calera) se autorizó mediante Resolución 756/2001 el EIA para la incineración de residuos industriales líquidos de gran poder calorífico, tratados por la empresa Bravo Energy, en el Horno N° 8. En Cemento Polpaico (comuna de Til Til) se autorizó mediante Resolución 49/2001 y 63/2001 el EIA para la combustión de líquidos formulados en base a aceites usados, solventes, residuos de pinturas, barnices, tintas y lodos orgánicos en general, y sólidos gruesos en trozos de hasta 20 x 20 cm, formados principalmente por neumáticos y plásticos no clorados. La empresa Bravo Energy entrega combustible alternativo a Cemento Melón y la empresa Hidronor mencionó en la encuesta efectuada por IASA que entrega en Cemento Polpaico algunos de los residuos recepcionados en su planta.

- Otros residuos susceptibles a incineración en plantas cementeras: algunos residuos de alto poder calorífico, preferiblemente líquido o pastoso, se podrían incinerar y recibir en las mencionadas empresa Bravo Energy y Hidronor (lo cual se debe evaluar caso a caso);
- Disposición de neumáticos: posibilidad de incinerar en Cemento Melón<sup>9</sup> y Cemento Polpaico; la empresa KDM recepciona y tritura neumáticos en su estación de transferencia y ofrece la disposición en relleno sanitario.

En referencia a las plantas de compostaje existentes en el área del estudio (plantas de Aguila Norte y Catemito), según las visitas efectuadas y en opinión de IASA, se deberían efectuar los siguientes mejoramientos (para poder incluirlos en el listado de las soluciones satisfactorias para Rises):

- Instalación de sectores impermeabilizados para el compostaje de aquellos residuos industriales que no sean de mantención de áreas verdes<sup>10</sup> (losas de hormigón, sectores asfaltados o imprimación asfáltica de suelos para pilas de compostaje en la primera etapa de maduración que dura normalmente entre 4 a 6 semanas);
- Instalación de sistemas de captación y recirculación de los líquidos del compostaje (sectores techado con pozo y canaletas, alternativa: sectores no techados con lagunas de recepción de aguas lluvia);
- De ser posible y/ rentable, se deberían implementar trituradores/chipeadores para pallets y residuos voluminosos similares.

## 5 CONCLUSIONES

Del Diagnóstico realizado se puede concluir:

- Se logró establecer un universo de 1.208 empresas en el área de estudio.
- Al Consultor no le fue posible identificar fuentes y datos oficiales sobre la actividad industrial informal que podrían usarse para extrapolar la generación total de residuos detectados en industrias formales.
- Se logró obtener una muestra de 367 establecimientos (se descartaron 841). Los principales criterios de descarte fueron excluir:
  - Las empresas asociadas a la construcción (cuyo código CIIU Rev.2 es 5000); servicios (CIIU Rev.2 es 8000 y 9000), comercio minorista (CIIU Rev.2 es 6200);
  - Las empresas con número de trabajadores inferior a 10.
  - Las empresas que tuvieran un capital de trabajo inferior a los 5 MM\$, utilizando para ello la información de las patentes municipales.
- Se propusieron 10 sectores productivos de acuerdo a la muestra obtenida: “agroindustrias y elaboración de conservas” (sector A1), “minas y canteras” (sector A2), “mataderos, criaderos y frigoríficos” (sector A3), “elaboración de productos alimenticios diversos” (sector A4), “fundiciones e industrias ferrosas y no ferrosas” (sector A5), “papeles, cartones, imprentas y

---

<sup>9</sup> Con Resolución N° 179/2002 se aprobó EIA de Cemento Melón para quemar neumáticos en su Horno N° 9.

<sup>10</sup> En opinión de IASA no deberían compostarse lodos orgánicos u residuos orgánicos industriales de alto contenido orgánico sin control de humedad y efluentes.

editoriales” (sector A6), “productos químicos diversos” (sector A7), “transporte, maquinaria, equipos y talleres” (sector A8), “mueblerías y productos de madera” (sector A9) y otros (sector A10).

- El 65,9% de las 367 empresas que conforman la muestra empleada para la cuantificación de residuos, se concentra en la comuna de San Bernardo. Posteriormente, le siguen las comunas de Buin (12,5%), El Bosque (10,4%), Paine (5,7%), Lo Espejo (4,1%) y Calera de Tango (1,4%).
- Para determinar la cantidad de residuos generados por la muestra se consideraron factores de emisión por número de empleados de estudios anteriores, y la realización de encuestas y visitas. En el proceso de encuestas y visitas participaron 70 empresas en total, equivalente a un 19% de participación respecto a la muestra y 5,8% respecto al universo.
- La cantidad de RIS declarado mediante las encuestas y las visitas realizadas fue de 14.854,8 ton/mes (107,5 ton/mes de RISP), destacando los residuos de la clase C-14 “vidrios y cerámicas” que incluyen las arenas de fundición (48%), la clase C-13 “residuos de la producción de alimentos” (32,5%) y, la generación de C-3 “lodos inorgánicos” (6,19%).
- A partir de los antecedentes obtenidos se realizó la corrección de los factores de emisión estimando una generación de RIS para la muestra de 22.921,8 ton/mes. Considerando que la muestra abarcó 21.917 trabajadores, se obtuvo que la tasa de generación de RIS por trabajador era de 1,04 ton/mes-trabajador.
- Al agrupar la generación de RIS de la muestra por sector, se obtuvo que la mayor generación corresponde a las empresas del sector A5 “fundiciones e industrias ferrosas y no ferrosas” (78% del total estimado), A9 “mueblerías y productos de madera” (10,2%) y A1 “agroindustria y elaboración de conservas” con un 2,9%.
- Por otra parte, se estimó la generación de RIS de las empresas descartadas (841 empresas), era de 714,9 ton/mes.
- De lo anterior se estimó que la generación total de residuos del universo es de 23.637 ton/mes (1.208 empresas) y la generación de residuos industriales peligrosos es de 170,2 ton/mes (considerando la misma proporción de residuos peligrosos obtenida en la encuesta y en las visitas realizadas (0,72%)).
- La mayor cantidad de residuos se genera en la comuna de San Bernardo con 20.319,5 ton/mes (89% del total) y en la comuna de Buin con 1.108,6 ton/mes (5%). Por lo tanto, instalaciones nuevas de manejo de residuos que se propondrán en el Plan de Gestión deberían ubicarse, de ser posible, en San Bernardo donde se ubica el centro de gravedad de la generación.
- Los principales tipos de residuos por sector son
  - A1 Agroindustrias y elaboración de conservas son: residuos de la producción de alimentos (90,4%);
  - A2: “Minas y canteras” corresponde a “Residuos de construcción” (99,7%), que consisten principalmente en escombros.
  - A3 “Mataderos, criaderos y frigoríficos” son: papel y cartón (54,4%) y residuos químicos orgánicos (26,8%),.
  - A4 “Elaboración de productos alimenticios diversos” son: residuos de la producción de alimentos (63,8%), papel y cartón (17,6%),
  - A5 “Fundiciones e industrias ferrosas y no ferrosas” son: vidrios y cerámicas (80,0%), lodos inorgánicos (10,2%), escoria de fundición (5,8%). Los vidrios y cerámicas consideran las arenas de fundición generadas en el proceso de moldeo durante la elaboración de piezas metálicas.

- A6 “papeles, cartones, imprentas y editoriales” son: “papel y cartón (18,1%), metales y scrap (16,5%), solventes (16,2%), madera (15,1%), plásticos (13,4%), cueros y textiles (12,4%), desechos asimilables a residuos domésticos (6,0%).
  - A7 “Productos químicos diversos” son: Lodos inorgánicos (94,6%)
  - A8 “Transporte, maquinaria, equipos y talleres” son: metales y scrap (45,6%), escoria de fundición (22,5%), residuos de construcción (22,5%) y desechos aceitosos (3,1%).
  - A9 “Mueblerías y productos de maderas” son: madera (73,8%), papel y cartón (13,1%), desechos asimilables a residuos domésticos (13,1%).
  - A10 “Otros” son: residuos de la producción de alimentos (62,6%), cueros y textiles (23,0%), lodos orgánicos (5,7%) y plásticos (3,4%).
- Los residuos que presentan problemas de manejo son: arenas de fundición, lodos de plantas de tratamiento y sedimentos de plantas de pre-tratamiento de RILes, alimentos vencidos, residuos de la agroindustria (cuescos, frutas, etc.), pallets y bins, embalajes con volúmenes mayores (por ejemplo, envases plásticos, envases contaminados, tambores), neumáticos, escorias inertes, baterías, virutas de metales, tierras de filtro y residuos peligrosos (aceites usados, borras, pinturas y solventes, huaipe, grasas o similar).
  - De acuerdo a las visitas y encuestas realizadas, el sector industrial recicla 165 ton/mes, existiendo un potencial de aproximadamente 776 ton/mes, sin incluir residuos orgánicos
  - Respecto al manejo de los residuos a nivel industrial se puede señalar que mayoritariamente son las empresas de mayor tamaño (o que cuentan o aspiran a una certificación de su empresa) las que han implementado prácticas de producción limpia. Gran parte de las empresas asocian la implementación de prácticas de producción limpia a un costo, sin considerar los beneficios asociados.
  - En general, en el sector industrial existe desconocimiento respecto de la normativa existente al manejo de RIS y existe despreocupación por el destino final de los residuos. La mayoría de las empresas no declaran los RISP generados, ni declara sus residuos a través del formulario 5081.
  - Las deficiencias observadas respecto al equipamiento de las industrias, se refiere a la existencia de acopios apropiados y el manejo de los residuos dentro de ellos. No obstante, la mayoría de las empresas visitadas cuenta con contenedores para el almacenamiento de los residuos.
  - La mayor deficiencia detectada en cuanto a la organización interna de las empresas radica en que no existe una centralización de la información ambiental en un encargado y la falta de control del destino final.
  - Respecto a los costos asociados al manejo de los RIS, se puede señalar que de los valores indicados, el costo de disposición es el más importante que varía entre el 40% y el 60% de del costo total. Los costos de transporte fluctúan entre el 35% y 45% del costo total, dependiendo de la distancia cuyo costo por viaje es del orden de los 30.000 \$/viaje. Los costos de arriendo de equipos son, en general, menor a 25% del costo total.
  - Para obtener información acerca de la infraestructura disponible para el manejo de los residuos se realizaron encuestas y entrevistas a empresas operadoras y recuperadoras. Se enviaron 13 encuestas a empresarios considerados como operadores y se realizaron 9 entrevistas personales. También se lograron identificar 54 empresas recuperadoras en la Región Metropolitana, a las cuales se envió encuesta.
  - De ellas 14 empresas (26%) proporcionaron gran parte de la información solicitada, y sólo 9 empresas se encuentran autorizadas por el SESMA (64% de las empresas que respondieron). Los resultados de las encuestas permitieron obtener una estimación de la generación de residuos a nivel de Región Metropolitana de 75.205 ton/mes.

- Respecto a la infraestructura existente para el manejo y tratamiento de los residuos se puede afirmar que existen varias alternativas disponibles que dan solución a la disposición de residuos (rellenos y depósitos autorizados), manejo de residuos específicos (siderúrgicas, residuos peligrosos, papeles y cartones, aceites usados, neumáticos, etc) y transporte. Dentro de las soluciones disponibles se incluyen las plantas de compostaje, las que, sin embargo, deberían mejorar su infraestructura disponible (impermeabilizando zonas de tratamiento, habilitando sistema de manejo de líquidos, etc.)