establecer procedimientos unificados de MRS médicos,

- Se requiere estimular la conciencia entre la gerencia de los hospitales para garantizar una mínima atención sobre procedimientos adecuados en el manejo de residuos. Se requiere igualmente estimular la conciencia entre el personal dedicado al manejo de residuos a fin de reforzar la rutina y el interés.
- La separación y, siempre que sea posible, el envasado final de los RS médicos deben realizarse en el lugar de generación a fin de garantizar una correcta clasificación y de evitar errores y negligencia en el manejo posterior. El adecuado envasado de RS médicos requiere la introducción de recipientes (incluyendo un sistema de etiquetado estándar).
- Los centros internos de acopio necesitan mejorar para alcanzar unas condiciones básicas de higiene. Una mejora necesaria consiste en cercar dichos puntos, mientras que la utilización de contenedores izables sería también recomendable para evitar la mezcla de los residuos durante su almacenamiento.
- La aplicación de estrictos estándars de contaminación de aire requerirá, probablemente, inversiones importantes en los incineradores existentes. Además, algunos incineradores precisarán también inversiones adicionales para trabajos de restauración por causa de la negligencia sufrida en el pasado en su mantenimiento. Todo éllo puede llevar al cierre de algunos incineradores hospitalarios y a la necesidad de desarrollar la alternativa de disposición (más económica) basada en rellenos sanitarios, para evitar así la disposicion incontrolada de RS médicos que podrían originar los altos costos de una mejor incineración interna o externa.

3.4 Generación Actual de RS Médicos

El Estudio RESHOS de ADIMARK registró una mayor generación de residuos que el Estudio RESHOS de EWI. La diferencia tiene su explicación en los distintos métodos de muestreo y en la inclusión por parte de ADIMARK de todos los tipos de residuos (incluyendo residuos líquidos). La Tabla 5.6a (Informe Principal) presenta datos de generación de residuos obtenidos por ambos estudios. Los datos de generación de ambos estudios se presentan en el Anexo I en comparación con datos de otros paises. La información del Estudio de RESHOS de ADIMARK aparece más afín a la experiencia internacional, si bien la tasa de generación es la más alta entre los paises comparados. El índice de generación observado es superior a lo que sería de

esperar en base a investigaciones previas conducidas por EWI y a comparaciones con otros países (el nivel del índice de generación es similar al de países con presupuestos más desarrollados en el sector de salud pública que Chile). Este último punto parte de la suposición de que mayores presupuestos llevan a un incremento del consumo de equipo desechable y, por consiguiente, a una mayor generación de desechos. Esta asunción es generalmente válida, con excepciones y limitaciones cuando se aplica a países en los que se da énfasis a la minimización de desechos como parte de una política gubernamental estricta para la reducción de los mismos.

Se recomienda reducir el índice de generación de desechos observado por ADIMARK para responder de la incertidumbre de la investigación y la posible sobreestimación de cantidades. Una reducción del 25% (aproximadamente arroja una tasa promedio de los estudios de EWI y ADIMARK, ver la Tabla I.3.2b en el Anexo I) es recomendada para prevenir la sobrecapacidad del sistema de manejo a causa de la incertidumbre.

La generación actual de RS médicos fue estimada en base al Muestreo de Instituciones Médicas de JICA, en comparación con datos del Estudio RESHOS de EWI y datos de otros paises. La Tabla 3.4a presenta la generación total de RS médicos para la RM. La composición de los RS médicos infecciosos de hospitales y clínicas en la Tabla 3.4b ha sido asumida.

Tabla 3.4a Generación Actual de RS Médicos, Santiago Región Metropolitana 1995

Fuente	Unidades	Generación total de residuos por unidad	Generación total anual de residuos	Generación de residuos infecciosos por unidad	Generación anual de residuos infecciosos
Hospitales	12,938 camas	0.75 • 5.32 = 3.99 kg/cama/día	18,800 toneladas	0.75 • 1.66 = 1.25 kg/cama/día	5,900 toneladas
Clínicas	1,579 camas	0.75 • 5.84 = 4.38 kg/cama/día	2,500 toneladas	0.75 • 2.06 = 1.55 kg/cama/día	900 toneladas
Sub-total para hospitales y clínicas	-	-	**21,300 toneladas**	-	**6,800 toneladas**
Postas de salud y consultorios rurales/urbanos	164 unidades	15 kg/unidad/día	900 toneladas	Aproximadamente 20%	200 toneladas
Otras fuentes	-	-	1,400 toneladas	Se asume 20%	300 toneladas
TOTAL	-	-	**23,600 toneladas**	-	**7,300 toneladas**

Table 3.4b Composición Asumida de los RS Médicos de Hospitales y Clínicas (Sólo Residuos Infecciosos)

Tipo de Residuos	Composición	Cantidad
Residuos Patológicos	10%	680 toneladas
Cepas/cultivos y productos de sangre	15%	1,020 toneladas
Cortopunzantes	5%	340 toneladas
Residuos infecciosos	70%	4,760 toneladas
TOTAL (hospitales y clínicas)	100%	6,800 toneladas

CAPITULO 4 PLAN MAESTRO DE MRSI

4.1 Proyección de la Generación Futura de RSI

a. Proyección de las Condiciones Socio-Económicas Futuras

A fin de proyectar la generación futura de RS industriales/médicos en la RM y establecer el escenario socio-económico en el año 2010, se han seleccionado los siguientes indicadores socio-económicos:

i. **Crecimiento de la Población**

ii. **Crecimiento del PNB**

iii. **Incremento del número de empleados para cada uno de los 28 rubros de la industria manufacturera y los 3 rubros adicionales potencialmente generadores de RSI peligrosos**

Las siguientes tablas indican los métodos aplicados para la proyección de cada uno de estos indicadores.

Tabla 4.1a Métodos de Proyección

Indicador	Método
1. Crecimiento de la Población en la RM	El Estudio siguió la proyección de la población realizada por INE. La media de crecimiento anual entre 1992-2010 es 1.5%
2. Crecimiento del PNB	El Estudió se basó en la opinión del gobierno acerca de la previsión de la macro-economía en Chile hasta el año 2000. La tasa de crecimiento para el período 2001-2010 se fijó en base a la suposición del plan a largo plazo para la Macro Zona Central (MZC). De este modo, la tasa media de crecimiento anual es: Período — Tasa 1994-2000 — 6% 2000-2005 — 5% 2005-2010 — 4%
3. Incremento del Número de Empleados en 28 rubros de la Industria Manufacturera	El número de empleados se proyecta con la siguiente ecuación: FE = (TIP x FPL) x NE FE : Futuro Número de Empleados en el 2010 TIP: Tasa de Incremento de la Producción durante 1994-2010 FPL: Factor de Productividad Laboral (elasticidad) NE: Número de Empleados en 1994 La TIP se proyecta aplicando una regresión lineal mediante el método de cuadrados menores en base a los datos recolectados sobre los índices de producción para los 28 rubros manufactureros entre 1982-1994. Dado que el FPL no puede extrapolarse de las tendencias de producción pasadas en Chile (intensivas en mano de obra), el Estudio resolvió asumirlas mediante una estimación de la elasticidad entre el incremento en la producción y el incremento del número de empleados para cada uno de los 28 rubros manufactureros durante el período de alto crecimiento industrial en Japón entre 1970-1985.
4. Incremento del Número de Empleados en las Estaciones de Servicio y Lavanderías/ Lavasecos	Ya que no se pudieron obtener índices de producción para estos dos rubros, el Estudio proyectó el número de empleados mediante la extrapolación directa de la tendencia de crecimiento en el número de empleados durante 1985-1992.
5. Incremento del Número de Empleados en la Industria de Suministro de Energía	Existe únicamente una planta que utiliza carbón como combustible y funciona principalmente para cubrir los períodos de máxima demanda en la RM. Considerando que la demanda de electricidad en la RM está básicamente cubierta por plantas hidroeléctricas ubicadas fuera de la región y que se estima que la futura demanda adicional será igualmente satisfecha por plantas situadas fuera de la RM, el Estudio ha asumido que no habrá un desarrollo adicional de plantas eléctricas antes del año 2010. En base a esta suposición, el futuro número de empleados en la industria de generación de electricidad se considera fijo hasta el año 2010.

b. Proyección de la Generación de RSI

b.1 Método Empleado

En base a la cantidad actual estimada de RSI generados, se llevó a cabo una proyección de la futura generación de RSI en el año 2010 mediante el Método de Unidades Estándar (MUS), el cual a su vez requiere la estimación de los siguientes indicadores.

b.1.1 Dato de Población para la Proyección: Número de Empleados

Existen tras indicadores principales que pueden ser válidos como dato de población: producción anual, ventas anuales de productos y número de empleados. Dado que la información disponible acerca de producción anual y ventas anuales es muy limitada, se utilizó el número de empleados como dato de población. Sin embargo, la producción industrial aumentará a causa de la modernización en los sistemas de producción, etc., incluso si el número de empleados se mantiene constante. Por este motivo, en función de la disponibilidad en el futuro de datos acerca de la producción anual y las ventas anuales, estos parámetros deberán entonces utilizarse como datos de población para la proyección de la generación de RSI.

b.1.2 Tasa de Generación

i. Variación de la Generación de RSI con la Introducción de Tecnologías de Producción Más Limpia (TPML)

Para estimar la fluctuación en la generación de RSI por unidad como consecuencia de la introducción de TPML, es necesario realizar un muestreo más detallado a las industrias para identificar el sistema de producción representativo para cada uno de los 36 rubros industriales (o más subsectores) de la industria manufacturera. Sólo en base a dicho muestreo, sería posible establecer una tasa de variación debida a la introducción de TPML. Sin embargo, debido a la limitación de tiempo y de estadísticas e información disponibles, resultó imposible estimar dicha tasa. En cambio, el Estudio incorporó el factor de productividad laboral en la proyección del número de empleados. Dado que, en Japón, muchas de las TPML fueron desarrolladas en tiempos de aumento de la productividad, durante el período de gran crecimiento económico, el factor que minimiza la generación de RSI mediante la introducción de TPML queda de algún modo automáticamente incorporado en el proceso de proyectar el número de empleados.

ii. Tasa de Variación por la Instalación de DCC

Los índices de instalación de dispositivos de control de contaminación (DCC) de agua y aire deben ser determinados como metas respectivas del Plan Maestro, tal como se indica a continuación.

Tabla 4.1b Indice de Instalación de DCC

Tipos de DCC	Indice de Instalación (%)		
	Unidad	1995	2000
DCC de Aire	Indice de Instalación (%)	48,9 *1	100
DCC de Agua Internos	Indice de Instalación (%)	2,1 *2	100
Tratamiento de Aguas Servidas	Indice de Instalación (%)	2,0	100

Nota: *1; Porcentage de cantidad de efluentes de gas a través de "filtro" sobre la cantidad total de efluentes de gas en la RM (fuente: información de SESMA-PROCEFF)

*2; Fuente: información de SISS, MOP

b.1.3 Proyección

La proyección de la generación de RSI en el 2010 se basa principalmente en datos obtenidos de la encuesta a industrias realizada por el Equipo y del Estudio RISNOR de EWI (excepto para lodos y polvo). Así pues, la generación de RSI en el año 2010 se dedujo del producto matemático entre la "tasa de generación en 1995" y "el número de empleados proyectado para el 2010", todo éllo respectivamente para los 36 rubros industriales. Por otro lado, la proyección de la generación de lodos y polvo se realizó respectivamente mediante los métodos descritos a continuacion.

b.2 Proyección de la Generación de Lodo

Los lodos atribuibles al tratamiento de aguas son:

- lodos generados en instalaciones internas de tratamiento de aguas residuales (para cumplir los límites establecidos por NCh 2280), y
- lodos generados por instalaciones de tratamiento de aguas servidas (contaminadas con aguas residuales descargadas bajo los límites permisibles).

Así pues, la generación de lodos se proyecta en consideración con ambos factores mencionados.

b.2.1 Lodos Generados en Instalaciones Internas (en fábrica) de Tratamiento de Aguas Residuales

La proyección de los lodos generados en instalaciones internas de tratamiento aguas residuales se efectuó mediante la aplicación de los siguientes métodos.

i. En primer lugar, "la tasa de aguas residuales (por empleado) definida como α", la cual es proporcional a las "tasas de consumo de agua (por empleado)", para industrias individuales en la RM, están calculadas en base a la investigación del Equipo.

ii. La concentración de las aguas residuales (demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos; en adelante DBO y SS) de los respectivos rubros industriales en la RM se establecen con referencia a datos obtenidos en Japón a través de un estudio realizado por el Ministerio de Obras Públicas de Japón. (Ver Tabla I.2.2c en Anexo I).

iii. "La concentración de DBO/SS de las aguas residuales obtenida mediante el punto anterior (ii.)" menos "los límites máximos de concentración de DBO definidos en NCh 2280" equivale a las concentraciones respectivas de DBO/SS que deben ser extraidas en las propias industrias (en adelante referidas como Be y Se).

iv. En el cálculo de la cantidad de lodos que se generarán en las industrias a través de los procesos de eliminación de DBO/SS, debe considerarse lo siguiente:

- lodos generados del "proceso de descomposición óxidativa de DBO" (en adelante Bg), y
- lodos generados en el proceso de extracción de SS(en adelante Sg)

La tasa de generación por empleado (en adelante Tg) se calcula de este modo:

$$Tg = Bg + Sg$$

Bg y Sg se calculan en base a las siguientes suposiciones.

v. Bg se calcula con la siguiente fórmula con la suposición de: el DBO a ser extraido quedará descompuesto (por oxidación) en dióxido de carbono

(50%) y lodo (50%).

$Bg = \alpha \times Be \times 0.5$

vi. Sg se calcula con la siguiente fórmula bajo la suposición de que todos los SS extraidos se transforman en lodo.

$Sg = \alpha \times Se$

vii. El lodo generado por la eliminación de substancias inorgánicas disueltas a través del tratamiento fisico-químico no está proyectado en la estimación debido a la falta de datos disponibles para todas las industrias (disponible para algunas industrias).

Consecuentemente, las tasas de generación por empleado corresponden a los valores de generación interna de lodo (contenido seco), suponiendo que todas las industrias cumplan las disposiciones de la NCh 2280 en su tratamiento interno de aguas residuales. De este modo, la cantidad futura de generación de lodos (contenido seco) se estima a partir de:

"Tg" multiplicado por el número estimado de empleados en el futuro

Dicha cantidad de generación de lodo comprende:

i. Cantidad de lodos inorgánicos (contenido seco), y
ii. Cantidad de lodos orgánicos (contenido seco).

La encuesta a industrias por el Equipo establece la proporción estimada de "lodos inorgánicos" y "lodos orgánicos" en 32% y 68% respectivamente.

El contenido de agua de los "lodos inorgánicos" y "lodos orgánicos" se asume a continuación:

Categoría	Lodo Inorgánico	Lodo Orgánico	Bases de la Asunción
Antes de la Deshidratación	90%	99%	Observación visual durante el estudio a fábricas y datos empíricos japoneses
Después de la Deshidratación	85%	85%	Estándares de entrada a sitios de disposición en Japón y requerimientos para el transporte por vehículos que no sean camiones cisterna

El contenido de agua en los lodos debe ser reducido, debido a la posibilidad de su transporte. Con tratamiento mecánico se puede alcanzar un porcentaje de humedad

de 85%, el mínimo necesario para su transporte. Con sistemas de secado se pueden alcanzar niveles inferiores al 85%.

b.2.2 Lodos Generados en Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas

De acuerdo con el programa a largo plazo elaborado por EMOS para la difusión del tratamiento de aguas servidas, la estimación de la cantidad de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas se basa en las suposiciones expresadas a continuación.

- Todos los sólidos suspendidos extraidos en las plantas de tratamiento de aguas servidas se convertirán en lodos.
- Los datos empíricos obtenidos en la Planta de Santiago Poniente sugieren una proporción entre "materia inorgánica" y "materia orgánica", en los lodos tratados, del 50% respectivamente.
- Según datos empíricos de Japón, el 50% de la materia orgánica en el lodo se descompone en agua y gas metano mediante la digestión del propio lodo.
- El contenido de agua del lodo pastoso deshidratado es del 75%, tal como menciona el plan de EMOS.

b.2.3 Conclusiones

La siguiente Tabla muestra la "Proyección de la Cantidad Total de Lodos Generados" como resumen de la estimación anterior.

Tabla 4.1c Proyección de la Cantidad Total de Lodos Generados

Fuente de Generación de Lodos		Tipo	Contenido de Agua	1995 (ton/año)	2010 (ton/año)
Industrias	(1)*1	Inorgánico	90%	47,035	309,879
		Orgánico	99%	43,518	6,585,469
	(2)*1	Inorgánico	85%	-	206,586
		Orgánico	85%	-	439,031
Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas		Orgánico	75%*2	6,388	631,998
Total	(1)*1	Inorgánico	-	47,035	309,879
		Orgánico	-	49,906	7,217,467
		Total	-	96,941	7,527,346
Total	(2)*1	Inorgánico	-	-	206,586
		Orgánico	-	-	1,071,029
		Total	-	-	1,277,615

(Nota) *1 (1) es antes de la deshidratación y (2) después de la misma en el sitio.
*2 75% se basa en información de EMOS

b.3 Proyección de la Generación de Polvos

Las tasas de generación de polvos obtenidas en la encuesta a industrias corresponden, tan sólo, a menos de la mitad de categorías de industrias. La cantidad proyectada de generación de polvos en el año 2010 será una estimación conservadora si la proyección se realiza sin contar con las tasas de generación actualmente no disponibles. A fin de obtener dichas tasas de generación no disponibles se examinaron datos muestreados por el Ministerio de Comercio Internacional e Industria de Japón (MCII) (Tabla I.2.2k del Anexo I). Sin embargo, las tasas obtenidas por la encuesta del Equipo y las halladas por el MCII son considerablemente distintas. Además, resulta difícil establecer cualquier correlación entre ambas. Esto se debe a diferencias en los procesos productivos, materias primas, combustibles, dispositivos de tratamiento de emisiones, estándars de emisiones, etc. Así pues, las tasas de generación obtenidas mediante la encuesta del Equipo se aplicaron a los rubros restantes en función de la similitud entre categorías para establecer la generación de polvo en el año 2010.

Por otro lado, de acuerdo con la Encuesta a Industrias del Equipo, el índice de instalación de dispositivos contra emisiones de gases es del 82%. (Si bien SESMA-PROCEFF cuenta con el indice de instalación en la RM, éste no está disponible según código CIIU). Consecuentemente, la cantidad de generación de polvo se presenta en la Tabla 4.1d.

b.4 Proyección de la Generación de RSI en el Año 2010

La generación de RSI depende en gran parte del contenido de agua asumido del lodo. La proyección de la generación de RSI en el año 2010 considera los casos con y sin deshidratación en la fuente de generación(Tabla 4.1d).

En los casos sin deshidratación en la fuente de generación (en el sitio), en los que el contenido de agua de C-3: Lodo Inorgánico y C-4: Lodo Orgánico es del 90% y 99% respectivamente, la generación total estimada de RSI en el año 2010 es 8.5 veces superior a la de 1995, o 8.00 millones ton/año. La cantidad de generación de "lodos orgánicos (C-4)" se fija en 6.59 millones ton/año, lo cual supone el 82% de la cantidad total indicada anteriormente.

En los casos con deshidratación en el sitio, la generación total estimada de RSI en el año 2010 es 1.9 veces superior a la de 1995, la cual solamente supone el 22% de la estimación anterior o 1.76 millones ton/año. En este caso, el 25% de la generación total son lodos orgánicos.

Tal como ilustra este ejemplo, la suposición acerca del contenido de agua en los lodos afecta de forma directa la proyección de la generación total de RSI. Este aspecto merece ser recordado con atención.

Tabla 4.1d Resumen de la Generación de RSI en el 2010

Unidad: ton/año

Categoría de RSI		1995	1997	2000	2005	2010	Tasa Aumento (2010/1995)
C-1	Cenizas (incluyendo incineración)	10,973	11,295	11,795	12,611	13,437	1.22
C-2	Polvo y Productos DCC	5,078	9,917	17,176	29,273	41,371	8.15
C-3*1	Lodo Inorgánico	47,035	82,081	134,650	222,264	309,879	6.59
C-4*2	Lodo Orgánico	43,518	915,778	2,224,169	4,404,819	6,585,469	151.33
C-3*3	Lodo Inorgánico	-	54,721	89,767	148,176	206,586	4.39
C-4*4	Lodo Orgánico	-	61,052	148,278	293,655	439,031	10.09
C-5	Asbestos	299	312	331	363	395	1.33
C-6	Acidos	16,911	17,479	18,332	19,762	21,178	1.25
C-7	Alcalis	2,435	2,518	2,641	2,849	3,055	1.25
C-8	Solventes	485	511	550	615	679	1.40
C-9	Residuos Aceitosos	3,824	3,863	3,924	4,020	4,118	1.08
C-10	Residuos Químicos Inorgánicos	24,479	25,273	26,464	28,430	30,392	1.24
C-11	Residuos Químicos Orgánicos	7,927	8,175	8,549	9,171	9,786	1.23
C-12	Otros Res. Líquidos	4,044	4,209	4,449	4,859	5,268	1.30
C-13	Residuos Producción de Alimentos	219,911	227,530	239,327	258,741	277,927	1.26
C-14	Vidrio y Cerámica	129,240	133,153	139,128	149,087	159,047	1.23
C-15	Metales y Chatarra	55,028	56,871	59,644	64,235	68,817	1.25
C-16	Papel y Cartón	90,602	96,492	105,269	119,921	134,543	1.49
C-17	Plásticos	24,858	25,758	27,117	29,374	31,626	1.27
C-18	Caucho	14,306	14,949	15,886	17,466	19,049	1.33
C-19	Textiles y Cuero	10,158	10,321	10,573	10,993	11,418	1.12
C-20	Residuos Domésticos	47,984	49,664	52,221	56,455	60,675	1.26
C-21	Madera	117,359	119,799	123,274	129,204	135,182	1.15
C-22	Escoria de Fundición	10,898	11,221	11,704	12,504	13,310	1.22
C-23	Res. Construcción	6,577	6,845	7,249	7,922	8,600	1.31
C-24	Otros Residuos Sólidos	45,209	47,265	50,350	55,484	60,668	1.34
Total*5		939,139	1.881.278	3.294.771	5.650.420	8.005.888	8.52
Total*6		-	999,192	1,173,997	1,465,168	1,756,157	1.87

(Nota) La Tabla no incluye los lodos generados por las plantas de tratamiento de aguas cloacales ya que EMOS tiene planes para el adecuado tratamiento y disposición de dichos lodos.

*1 Antes de la deshidratación y contenido de agua 90%.

*2 Antes de la deshidratación y contenido de agua 99%.

*3 Después de la deshidratación y contenido de agua 85%.

*4 Después de la deshidratación y contenido de agua 85%.

*5 Sin deshidratación en el sitio (contenido de agua del 90% y 99% para C-3 y C-4 respectivamente).

*6 Con deshidratación en el sitio (contenido de agua del 85% para C-3 y C-4).

4.2 Marco de Planificación

a. Objetivos

El objetivo principal del Plan Maestro de MRSI es establecer un sistema de manejo adecuado de RSI hasta el año 2010 en la Región Metropolitana, donde la República concentra las industrias y actividades económicas, así como aproximadamente el 40% de la población nacional.

A través del establecimiento de un sistema de MRSI adecuado, **el Plan pretende conseguir:**

- **preservación del medio ambiente y la salud pública, así como un desarrollo urbano coherente y adecuado;**
- **promoción del crecimiento de las industrias chilenas para obtener la competitividad que requiere la integración en el mercado internacional y el cumplimiento de los estrictos estándards de la OIN en materia ambiental.**

Los objetivos prácticos del Plan Maestro son:

i. Manejo de la totalidad de RSI bajo el CDSI; implementación apropiada de la identificación analítica de los RP y de su manejo según las normas del MS.
ii. Tratamiento en todas las fábricas de residuos líquidos/efluentes de gases, los cuales incluyen residuos peligrosos. El pre-tratamiento, anterior a la descarga al sistema de alcantarillado, deberá encontrarse substancialmente terminado. La mayor parte de los lodos, residuos líquidos y polvo seran manejados y controlados como RSI.
iii. Las industrias con 100 ó más empleados, las cuales facilitan un mayor grado de MRSI interno, deberán incorporar una minimización en la generación de RP mediante cambios en el proceso de producción y reciclaje (recuperación de recursos) interno. Al mismo tiempo, las industrias pequeñas y medianas estarán igualmente en proceso de adoptar este tipo de MRSI interno.
iv. Las actividades del sector privado (e.g. tratamiento intermedio, disposición final, recuperación de recursos, transferencia, almacenamiento y transporte) consolidarán sus instalaciones con el fin de efectuar un MRSI adecuado.

v. En dichas instalaciones, especialmente en relación con la disposición final de RP, se cumplirán las exigencias de control y manejo a largo plazo y se establecerá un sistema que garantice responsabilidades (e.g. en caso de contaminación ambiental, se garantizan por completo las medidas necesarias, tales como restauración y compensación).

vi. Se establecen mecanismos de mercado apropiados para un sistema de MRSI adecuado (es decir, tras la consecución de un sistema de MRSI adecuado, los generadores de residuos comienzan a hacerse cargo de los costos de tratamiento/disposición de los RSI entregados a terceros).

b. Metas

Para alcanzar el objetivo principal (establecimiento de un sistema de MRSI adecuado), resulta necesario cumplir con los siguientes dos requisitos:

i. Establecimiento de un Adecuado MRSI Interno

Los generadores de residuos toman medidas para modificar y mejorar sus procesos de producción, así como para llevar a cabo un tratamiento/disposición de RSI adecuado en el interior la industria.

ii. Formulación de un Mecanismo de Mercado de MRSI

Se formula un adecuado mecanismo de mercado para el sector de MRSI; es decir, el sector privado empieza a operar actividades de MRSI, en las que los generadores les confían el tratamiento/disposición de RSI.

A fin de cumplir con estos dos requisitos, es necesario alcanzar 5 metas para el "establecimiento de un adecuado MRSI interno" y 4 metas para la "formulación de un mecanismo de mercado de MRSI", tal como indican las siguientes tablas. En éllas se muestra el cumplimiento por etapas de los respectivos objetivos hasta el año 2010.

Tabla 4.2a Metas para el Establecimiento de MRSI Interno en las Industrias

META	Generadores de los residuos		Fase-1 (~1997) (%)	Fase-2 (~2000) (%)	Fase-3 (~2005) (%)	Fase-4 (~2010) (%)
	Clasifica-ción	Escala (Nº. de Empleados)				
Estimacion de Generacion de los RSI en la Fase de último año (mil ton/año)			1,881	3,295	5,650	8,006
META-1 El MRSI debe basarse en la clasificación de 333 del CDSI. Los generadores deberan informar en forma veraz sobre el estado de MRSI en la etapa de genaración, según los requisitos de las autoridades incluyendo el sistema de declaración.	IAP	100~	80	100		
		50~99	50	80	100	
		10~49	10	50	100	
	IP	100~	70	100		
		50~99	30	50	100	
		10~49	-	30	70	100
	IBP	100~	50	100		
		50~99	-	30	50	100
		10~49	-	20	50	100
META-2 Las aguas servidas y emisiones de gases deben ser tratados internamente. Los lodos, resíduos líquidos, polvo, etc. deben egresar como RSI y ser manejados como tales.	IAP	100~	10	80	100	
		50~99	5	50	80	100
		10~49	-	30	50	100
	IP	100~	10	50	100	
		50~99	5	20	60	100
		10~49	-	20	50	80
	IBP	100~	10	50	100	
		50~99	-	30	60	100
		10~49	-	20	50	80
META-3 Se deben reconocer los procesos y materiales que pueden generar RP de acuerdo a los reglamentos del MS. Se debe efectuar una identificación analítica de los RP, que deben ser declarado a las autoridades.	IAP	100~	50	100		
		50~99	10	100		
		10~49	-	80	100	
	IP	100~	30	80	100	
		50~99	-	50	80	100
		10~49	-	30	60	100
	IBP	100~	30	60	100	
		50~99	-	30	60	100
		10~49	-	20	50	100
META-4 Se debe mantener un MRSI y tratamiento/disposición apropiados.	IAP	100~	50	80	100	
		50~99	-	30	100	
		10~49	-	20	80	100
	IP	100~	30	60	100	
		50~99	-	20	50	100
		10~49	-	10	30	100
	IBP	100~	-	30	50	100
		50~99	-	10	30	100
		10~49	-	10	30	100
META-5 Se debe apuntar hacia un nivel de manejo de RP más alto (que las exigencias legales). (Por ejemplo, mediante alteraciones del proceso productivo o de los materiales).	IAP	100~	10	30	50	100
		50~99	-	20	30	80
		10~49	-	10	20	50
	IP	100~	10	30	50	100
		50~99	-	10	30	80
		10~49	-	-	20	50
	IBP	100~	10	30	50	100
		50~99	-	10	30	80
		10~49	-	-	20	50

Tabla 4.2b Metas para la Formulación de Mecanismos de Mercado para el MRSI

Metas	Metas de Sistema	Fase-1	Fase-2	Fase-3	Fase-4
Meta-1 Construcción de instalaciones de tratamiento y disposición de RP apropiadas, efectuada por sectores privados.					
	Preparación de normas de estructura y operación/mantenimiento	●			
	Establecimiento de un sistema de control de la localización de instalaciones de MRSI en función de la planificación urbanística y del medio ambiente.	●			
	Fortalecimiento de la capacidad administrativa para evaluar la localización de instalaciones.	●			
	Mejora del sistema de EIA respecto a la localización de instalaciones.	●			
	Establecimiento de un sistema de aceptación pública respecto a la localización de instalaciones.	●			
	Establecimiento de procedimientos de autorización para la localización de instalaciones de MRSI.	●			
Meta-2 Eliminación de actividades ilegales de tratamiento y disposición (p.ej. vertidos ilegales, actividades no autorizadas de tratamiento y disposición, etc.).		0%		100%	
	Provisión de leyes/reglamentos para la suspención de operaciones y eliminación de instalaciones ilegales de tratamiento y disposición de residuos.	O	●		
	Establecimiento de un sistema de control y asesoría para un tratamiento de residuos adecuado, aceptación de los residuos y operación de las instalaciones.	O	●		
	Autorización a la administración responsable para recoger informes, efectuar inspecciones in situ, tomar medidas administrativas, etc.		●		
Meta-3 Disposición de RP almacenados por los generadores, etc., en instalaciones de tratamiento/disposición autorizadas.					
	Control y asesoramiento de un manejo interno de RSI apropiado.	O	●		
	Control de las actividades de tratamiento/disposición encargadas, mediante el sistema de declaración.		●		
	Utilización de medidas administrativas (orden de suspensión, etc.) contra acciones ilegales (e.g. Encargar la disposición de RSI por vías ilegales, etc.)		O	●	
Meta-4 Establecimiento de un mercado sólido para lograr una correcta operación y manejo de las instalaciones para RSI.					
	Control estricto del tratamiento y disposición ilegal de RSI.		O	●	
	Aplicación del deber de compensación por contaminación y daños ambientales, por parte de los que contaminan (incluyendo agentes que manejen RSI).		O	●	
	Obligación de cumplir con el contrato de seguro/fondo para la restauración como condicion para autorizar la ubicacion de instalaciones de disposición final.		O	●	
	Ampliar la conciencia de los generadores respecto a la necesidad de asumir los costos del tratamiento y disposición de los residuos peligrosos, así como de reducir estos mismos costos mediante la minimización de residuos y un manejo apropiado.	O	O	●	

Nota: ●: Cumplido
O: En proceso de cumplimiento.

c. Estrategia

Las estrategias para alcanzar las "metas" (mencionadas en la sección anterior) consisten en:

i. implementación de un completo MRSI interno y

ii. Formulación de un mercado de MRSI basado en un mecanismo de mercado y que posibilita un tratamiento, disposición y recuperación de recursos adecuados.

En base al principio "quien contamina paga", debe formularse un esquema del MRSI a llevar a cabo por el sector privado en el tratamiento y disposición de RSI. Así pues, las autoridades deben preparar sistemas de legislación, directrices, fiscalización y orientación que promuevan dicha formulación.

En la práctica, el período del Plan Maestro debe dividirse en dos fases: la primera hasta el año 2000 y la segunda hasta el año 2010. Las estrategias para las fases respectivas quedan resumidas a continuación.

c.1 Estrategias hasta el Año 2000 (Fase-1 ~1997 y Fase-2 ~2000)

- Las condiciones actuales de generación y tratamiento de RSI se deben clarificar, en las grandes industrias, de acuerdo con la clasificación de RSI del CDSI (333 categorías). También se deben identificar los RP en las grandes fábricas en base al reglamento del Ministerio de Salud. La declaración voluntaria por parte de los generadores a las autoridades debe consumarse.
- Se debe aumentar la capacidad de las autoridades para verificar los informes y planes propuestos por el sector privado, mediante la acumulación de información entregada por los generadores y la experiencia acumulada en inspecciones a terreno.
- Deberán operarse, ya en la práctica, instalaciones de tratamiento/disposición de RP. La fiscalización y asesoría de las autoridades sobre las actividades de MRSI del sector privado deberán reforzarse. Asimismo, deberán eliminarse el tratamiento/disposición y vertidos ilegales.

Con el fin de llevar a cabo todas estas estrategias, deben desarrollarse las siguientes medidas.

i. **Aspectos legislativos**

- Se deberán aplicar leyes y reglamentos que estipulen los principales deberes y responsabilidades de las industrias (e.g. obligaciones sobre el MRSI interno y sobre la entrega de información, responsabilidades para trabajos contratados de manejo de RSI, etc.)
- Se deberán aplicar leyes y reglamentos que establezcan disposiciones sobre el establecimiento de agencias locales (responsables de supervisar y asesorar un manejo apropiado de RSI), y especificaciones para dicha supervisión y asesoría (incluyendo órdenes de suspensión y de clausura de instalaciones).
- Leyes y reglamentos que establezcan el deber de someter las aguas servidas a tratamiento antes de su descarga al sistema de alcantarillado.
- Se deberán aplicar leyes y reglamentos que otorguen autoridad a las agencias locales para entregar permisos de localización a instalaciones de almacenamiento, transferencia, tratamiento y disposición final de RSI.
- El sistema de EIA debe mejorarse en lo que hace referencia a la localización de instalaciones de MRSI.

ii. **Aspectos organizacionales e institucionales**

- Las agencias locales responsables de la supervisión y asesoría en el manejo de RSI, y de la localización de instalaciones relacionadas con dicho manejo deben ser reforzadas.
- Deben establecerse instituciones (tanto públicas como privadas) que identifiquen y analicen los resíduos peligrosos y las aguas servidas.
- Debe establecerse un sistema que garantice las responsabilidads (entre los generadores de residuos y los sectores de MRSI) mediante el control de RSI.
- Debe establecerse un sistema que promueva la aplicación de tecnologías adecuadas.

iii. ***Otros aspectos***

- Deben publicarse manuales para la identificación y análisis de RP en base al reglamento de MS, así como para proporcionar pautas técnicas referentes al almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición de RSI.
- Deben elaborarse permisos para la ubicación y operación de MRSI (tratamiento/disposición/recuperación de recursos).
- Las instalaciones de almacenamiento, tratamiento y disposición final para

el manejo de los residuos actualmente generados deben ser construidas y operadas en esta fase.

c.2 Estrategias hasta el Año 2010 (Fase-3 ~2005 y Fase 4 ~2010)

- Las condiciones reales de generación de RSI y RP deben ser clarificadas en casi todas las industrias y declaradas verazmente a las autoridades. El pre-tratamiento de aguas residuales y el correcto manejo de los residuos derivados (lodo) debe ser efectuado por casi todas las industrias.
- La fiscalización y orientación por parte de las autoridades deben ser mejoradas y reforzadas por medios legales. El manejo y tratamiento correcto de RP debe implementarse en la mayoría de industrias y de agentes de manejo de RP (es decir, la supervisión y orientación debe concentrarse en las industrias y agentes que no cumplan lo dispuesto).
- Como resultado del potenciamiento en la capacidad de manejo de residuos en las industrias y agentes, se produce un intento conjunto entre autoridades e industrias por alcanzar un nivel más alto en el MRSI.

A fin de llevar a cabo las estrategias mencionadas, deben desarrollarse las siguientes medidas.

i. Aspectos legislativos

- Deben aprobarse leyes que otorguen autoridad a la agencia local para tomar medidas administrativas o aplicar penalizaciones contra actos ilegales.
- Los estándars y pautas técnicos deben ser mejorados y ganar rigurosidad.
- El sistema de fondos/seguros para compensar en caso de contaminación debe hacerse obligatorio en relación a la ubicación de instalaciones de tratamiento/disposición.

ii. Aspectos organizacionales e institucionales

- El establecimiento de un sistema local de supervisión y asesoría global debe ser liderado por la autoridad local, ahora mejorada y vigorizada.
- Debe mejorarse el sistema que garantice las responsabilidades de las industrias y agentes de manejo con relación a los RSI, así como el sistema de tecnología de manejo.
- Deben desarrollarse industrias privadas relacionadas con el tratamiento de RSI y RP (análisis de residuos, plantas de tratamiento, productores de equipamiento, servicios de seguro por riesgo ambiental, etc.).

iii. Otros aspectos

- Deben establecerse sistemas de apoyo que promuevan el tratamiento de RSI y aguas residuales a cargo de pequeñas y medianas industrias (tales como, asistencia técnica, asistencia financiera (préstamos a bajo interés) para la apertura de instalaciones de tratamiento y compra de equipamiento), así como la modernización de los procesos productivos y la reubicación de fábricas.
- Debe completarse un sistema de base de datos para la fiscalización y asesoría por parte de las autoridades (e.g. sistema de declaración).
- Deben publicarse manuales y pautas dedicados a más altos niveles de MRSI (e.g. minimización de residuos y MRP mediante la modificación de los procesos productivos).

4.3 Examen del Sistema Técnico

a. Examen del Flujo de Tratamiento/Disposición Apropiado

a.1 Concepto Básico

Existe una amplia variedad de características en los RSI generados. Consecuentemente, los sistemas técnicos que deben aplicarse en el manejo de RSI cuentan con una amplia variedad de aplicaciones y de antecedentes tecnológicos. Actualmente, el sistema técnico para RSI en la RM no está todavía establecido

En vista de la política principal del Gobierno de Chile, el sistema técnico de RSI en el futuro será establecido por las actividades del sector privado. La metodología del Estudio no se basa en proponer un sistema técnico adecuado y/o óptimo mediante un examen de cada sistema técnico individual. En cambio, el Estudio examina flujos de tratamiento/disposición apropiados para las 24 categorías de cara a un adecuado sistema de manejo de RSI por las autoridades. El examen de flujos de tratamiento/disposición apropiados contribuirá a establecer un adecuado sistema de manejo de RSI para las autoridades en su asesoría y fiscalización efectivas sobre las actividades del sector privado relacionadas con el MRSI.

Haciendo referencia a los flujos apropiados de tratamiento/disposición para las 24 categorías propuestos por el Equipo, las autoridades deberían controlar y asesorar a los generadores de residuos y agentes de manejo de RSI para que realicen un adecuado MRSI mediante la utilización de la lista de RSI identificada en el sistema CDSI y los

resultados de análisis de laboratorio.

Mientrastanto, los generadores de residuos podrán comparar los costos de recolección, tratamiento intermedio y disposición final refiriéndose al flujo apropiado de RSI y podrán seleccionar su flujo de tratamiento/disposición (sistema técnico) que sea más económico y legalmente apropiado. Al mismo tiempo, los agentes de manejo de RSI proporcionarán un sistema técnico adecuado en vista de la respectiva demanda de tratamiento, requisitos legislativos, disponibilidad de sitios para instalaciones, tecnologías disponibles y manejables, y utilidades propias. Es decir, el sistema técnico para el MRSI en el futuro estará formulado en base a las "actividades económicas y mecanismos de mercado" de los generadores y agentes de manejo de residuos.

a.2 Flujos Apropiados de Tratamiento/Disposición

a.2.1 Elección de Instalación de Disposición Final y de Tecnologías de Tratamiento Intermedio

Las instalaciones de disposición final se clasifican en:

i. Relleno Estrictamente Controlado (REC) para disposición de RP;
ii. Relleno Controlado (RC) para disposición de RNP, si bien no inertes; y
iii. Relleno Inerte (RI) para disposición de RNP inertes.

Así pues, deberán aplicarse las medidas de disposición apropiadas para los respectivos RSI. Los RL (Residuos Líquidos) no serán dispuestos directamente a los sitios de disposición final, independientemente de si se trata de RP ó RNP.

El propósito del tratamiento intermedio es: "transformación de RP en RNP" y "reducción de volumen". En vista de la situación actual de RSI en la RM, el tratamiento intermedio debe estar principalmente dirigido hacia la "transformación de RP en RNP". Sin embargo, existen algunos tipos de RSI, como el lodo, en los que el "tratamiento para la reducción del volumen" (e.g. deshidratación) es indispensable para reducir los costos de recolección y transporte.

La elección de tecnologías de tratamiento intermedio a ser aplicadas no puede estar en manos de las autoridades sinó que quedará a juicio del sector privado tras un análisis comparativo de los costos internos y/o costos de sub-contratación (generadores de residuos) y de la demanda y rentabilidad del mercado (agentes de manejo) para una operación de tratamiento.

a.2.2 Clasificación de RSI correspondiente a los Flujos Apropiados de Tratamiento

La clasificación de 333 empleada por el sistema CDSI en SESMA-PROCEFF consta de tres sub-clasificaciones de RP, RNP y RL. Con el fin de implementar un **manejo factible** de RSI, el examen (de los flujos apropiados de residuos) debe realizarse en base al sistema de MRSI existente (es decir el CDSI).

En este contexto, en base a las 3 sub-clasificaciones de RSI del sistema CDSI, se propone la siguiente clasificación para controlar los RSI y establecer un sistema de manejo de RSI adecuado por parte de las autoridades que corresponda al sistema técnico extendido por el sector privado (ver Tabla 4.3a):

Tabla 4.3a Clasificación de RSI Correspondiente a los Flujos Apropiados de Tratamiento/Disposición

Clasificación de RSI	Tratamiento Intermedio y Disposición Final	Criterio de Evaluación
1. RL	Tratamiento intermedio es indispensable ya que, en principio, los RL no se recibirán en ningún tipo de relleno	-
2. RP		
2.1 Inflamables	No se reciben en los sitios de disposición final. Por tanto, tratamiento intermedio (e.g. incineración) antes de disposición en relleno es indispensable.	*1 MS-artículo 6
2.2 Corrosivos	No se reciben en sitios de disposición final. Por tanto, tratamiento intermedio (e.g. tratamiento químico) antes de disposición en relleno es indispensable.	*1 MS-artículo 7
2.3 Reactivos	No se reciben en sitios de disposición final. Por tanto, tratamiento intermedio (e.g. tratamiento químico) antes de disposición en relleno es indispensable.	*1 MS-artículo 8
2.4 Tóxicos		Test Lixiviación (TL) o estudio fundamental
a. Agudos	No se reciben en sitios de disposición final. Por tanto, tratamiento intermedio (e.g. solidificación, tratamiento químico, etc.) antes de disposición en relleno es indispensable.	*1 MS-artículo 3
b. No agudos	Puede recibirse en REC.	*1 MS-artículo 5
3. RNP		
3.1 No inertes	Tratamiento intermedio debe realizarse sólo para reciclar o en caso de que reducción del volumen sea necesaria. Deben disponerse en RC.	-
3.2 Inertes	Deben ser reciclados o dispuestos en RI.	Test de Solubilización (TS)

Nota: *1 Reglamento del MS sobre Manejo Sanitario de RP (1er documento de trabajo)

a.2.3 Metodologías de Control de RSI

El control acerca de si los RSI reciben un tratamiento y/o disposición adecuados debe realizarse en base a los "respectivos flujos apropiados de tratamiento para las 24 categorías de RSI" y a la "clasificación de RSI correspondiente a un apropiado flujo de tratamiento/disposición que muestra la Tabla 4.3a". El juicio sobre la clasificación de RSI (Tabla 4.3a) a la que pertenece un cierto RSI generado, así como a qué tipo de tratamiento/disposición debiera someterse, se realizará en base a la lista de RSI de PROCEFF (333 categorías) y a los criterios descritos en la tabla.

i. Control previo a la prevalencia de tecnologías analíticas de laboratorio y al establecimiento de instituciones relacionadas

Es esencial establecer estándars analíticos de laboratorio para RSI, difundir dichas tecnologías y establecer instituciones capaces de realizar estos análisis. Por tanto, con anterioridad al establecimiento de estas tecnologías (estándars/ conductas), debe realizarse un control sobre los RP y RL definidos en la clasificación (prevaleciente) de 333 del sistema CDSI. Se prohibirá que los residuos definidos como RP y RL en la clasificación de SESMA-PROCEFF sean dispuestos en los rellenos municipales. Por el momento, es necesario que las autoridades den instrucciones de almacenar los RP y RL en el predio del generador o de otros agentes confiables hasta que se construyan y operen instalaciones de tratamiento/disposición de RSI. Al mismo tiempo, el control y asesoría de las autoridades sobre las IAP (quienes tienen un alto potencial de generar RP y RL) deberá ser estrictamente implementado. Mientrastanto, se promoverá la elaboración y aplicación de los reglamentos respectivos para alcanzar el establecimiento rápido y estable de sistemas técnicos adecuados (sistemas de tratamiento y disposición de RP y RL).

ii. Control tras la prevalencia de tecnologías analíticas de laboratorio y al establecimiento de instituciones relacionadas

Una vez alcanzados la difusión de tecnologías analíticas de laboratorio y el establecimiento de adecuados sistemas técnicos de tratamiento/disposición por parte del sector privado, deberán hacerse obligatorios sobre los generadores y agentes de manejo de residuos los tests de evaluación necesarios (junto con el flujo apropiado de tratamiento/disposición de RSI). De acuerdo con el resultado de los tests de evaluación, deberá realizarse el control sobre el tratamiento/ disposición de RP y RL. En esta ocasión, en base a su autoridad para tomar medidas administrativas sobre el manejo de los RP, las autoridades deberán obligar a los generadores de residuos a probar que los RSI calificados de "posible" en la Tabla 4.3b son ó no son RNP.

a.2.4 Flujo Apropiado de Tratamiento/Disposición

El flujo apropiado de tratamiento/disposición se resume en la figura 4.3a. Los flujos de tratamiento/disposición respectivos para las 24 categorías se presentan en la sección 7.1.1 del Informe Principal.

Tabla 4.3b Relación entre la Clasificación de RSI de 24 y los RP

Tipo de Residuo		Liquido o No	Residuos Peligrosos					Residuos No Peligrosos	
			Inflamable	Corrosivo	Reactivo	Toxico		No-Inertes	Inertes
						Agudo	No Agudo		
C-1	Cenizas (Incluyendo de incineracion)	No	No	Posible	No	Posible	Posible	Posible	Posible
C-2	Polvo y Productos DCC	No	No	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible
C-3	Lodo Inorganico	Posible	No	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible
C-4	Lodo Organico	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible
C-5	Asbesto	No	No	No	No	No	Posible	No	No *1
C-6	Acidos	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	No
C-7	Alcalis	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	No
C-8	Solventes	Posible	Posible	No	No	Posible	Posible	No	No
C-9	Residus Aceitosos	Posible	Posible	No	No	Posible	Posible	No	No
C-10	Residuos Quimicos Inorganicos	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	No
C-11	Residuos Solidos Organcos	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	No
C-12	Otros Deshechos Liquidos	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible
C-13	Residuos de la Produccion de Alimentos	Posible	No	No	No	No	No	Posible	No
C-14	Vidrio y Ceramica	No	No	No	No	No	No	Posible *2	Posible
C-15	Metales y Chatarra	No	No	No	No	No	No	Posible *2	Posible
C-16	Papel y Carton	No	No	No	No	No	No	Posible	No
C-17	Plasticos	No	No	No	No	No	No	Posible *2	Posible
C-18	Caucho	No	No	No	No	No	No	Posible *2	Posible
C-19	Textiles y Cuero	No	No	No	No	No	No	Posible	Posible
C-20	Deshechos Domesticos	No	No	No	No	No	No	Posible	Posible
C-21	Madera	No	No	No	No	No	No	Posible	No
C-22	Escoria de Fundicion	No	No	No	No	Posible	Posible	Posible	Posible
C-23	Residuos de Construccion	No	No	No	No	No	No	Posible	Possible
C-24	Otros Residuos Solidos	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible

*1 : Los asbestos sin tratamiento se consideran residuos peligrosos

*2 : Considerando la posibilidad de que se hayan utilizado como recipientes y esten contaminados por materiales no inertes

*3 : Material utilizado como envase para sustancias peligrosas (por ejemplo pesticidas) puede tornarse residuo peligroso

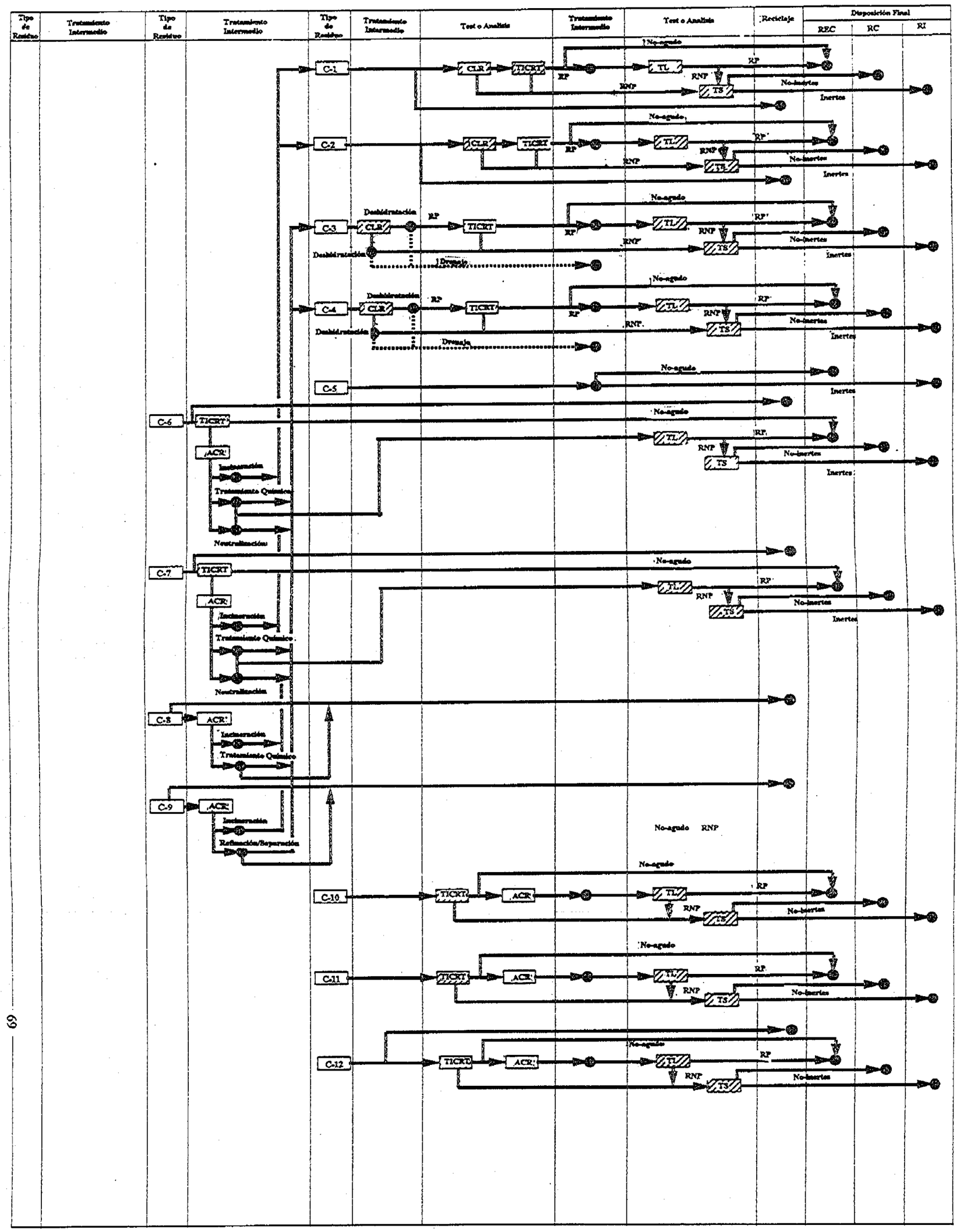


Figura 4.3a Flujo Apropiado de Tratamiento/Disposición

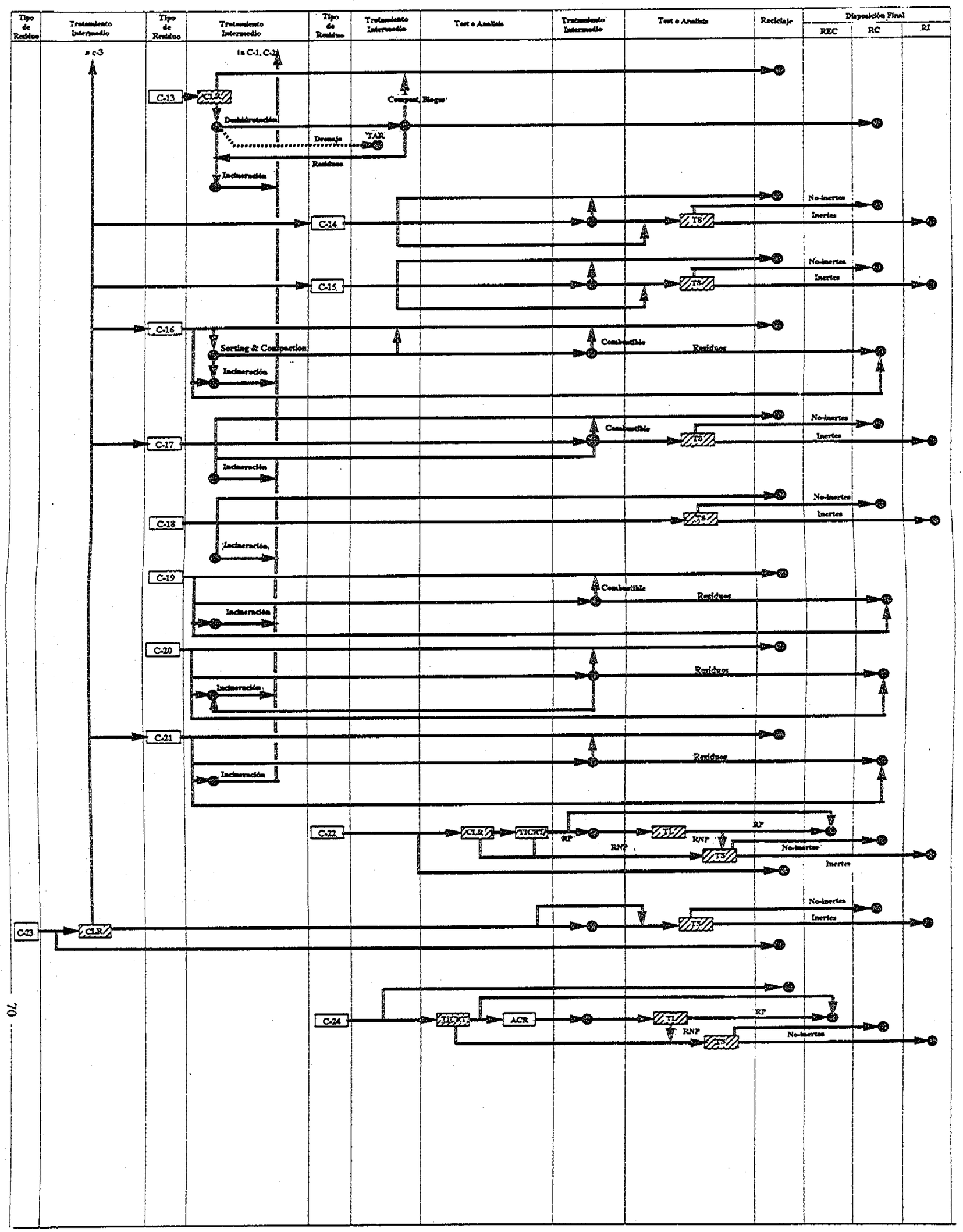


Figura 4.3a Flujo Apropiado de Tratamiento/Disposición

b. MRSI de los Generadores (En-fábrica)

b.1 Marco Fundamental del MRSI y de la Minimización por parte de Generadores

En base a los temas principales mencionados y referentes al MRSI de los generadores, el MRSI y la minimización de residuos por parte de los generadores debe implementarse mediante los siguientes pasos:

Paso 1: Identificación adecuada de las características de generación de los RSI por parte de los generadores

Este paso se tomará mediante la diseminación y mejoramiento del sistema de declaración existente, el cual deberá cultivar conocimientos y conciencia adecuados sobre los RSI.

Paso 2: Manejo adecuado de RSI y selección e implementación de las medidas óptimas de minimización que deberán aplicarse internamente

En base a la identificación precisa de las características de las emisiones de residuos por parte de los generadores, deben seleccionarse los métodos óptimos de manejo y minimización para su implementación. En particular, y con relación al incremento esperado en la generacion de polvos y lodos a causa de la implementación de métodos de tratamiento de fin de línea, tanto para las emisiones de gases como para las aguas residuales, es importante considerar la introducción de TPML en términos de reducir los costos así como la generación de residuos.

b.2 Auditorías de Residuos para Identificar las Características de las Emisiones de Residuos

El sistema de declaración resulta muy útil para que la administración pública pueda supervisar las prácticas de generación y manejo de residuos. No obstante, en téminos de examinar el potencial de minimización de residuos, la información obtenida mediante el sistema de declaración es muy limitada. Con el fin de prevenir y reducir la generación de residuos deben examinarse los procesos globales de producción industrial para identificar las fuentes de generación, los problemas operacionales asociados y, finalmente, los temas donde puedan realizarse mejoras.

La auditoría de residuos es un método común de identificación mediante la clarificación

del flujo de materiales a través de su observación, medición, registro de datos y recoleción y análisis de muestras.

La auditoría de residuos puede identificar problemas a varios niveles. Una auditoría de residuos para una región puede indicar cuáles son las industrias problemáticas. Por tanto, a nivel de plantas, pueden identificarse las fuentes de generación de residuos en procesos productivos concretos. El sistema puede ser útil para que fábricas puedan identificar claramente las caracteristicas de emisiones de residuos y las posibles areas de minimización.

b.3 Posibles Areas de Minimización

b.3.1 Posibles Areas de Minimización en la Fase de Obtención de Materias Primas

Las posibles areas de minimización en esta fase son:

- incrementar el uso de materiales reciclados o reutilizados y promover su utilización; y
- sustituir recursos energéticos por aquellos que cuentan con una baja generación de residuos y emisión contaminante.

b.3.2 Posibles Areas de Minimización en la Fase de Producción

Las principales areas potenciales de minimización se encuentran, para la mayoría de industrias manufactureras, en el proceso de producción. El mejoramiento del proceso productivo no sólo reduce la generación de residuos sinó que también causa otros efectos positivos (como la reducción o eliminación de la contaminación ambiental,el ahorro de energía y materias primas, el aumento de la productividad, etc.). Las areas de minimización en esta fase consisten en:

- ahorro de energía;
- mejoramiento del proceso productivo para ahorrar materias primas;
- la efectiva reutilización de materiales generados en el mismo proceso productivo;
- mejoramento del proceso productivo para reducir los residuos y la emisión contaminante;
- reducir el uso de materiales peligrosos;
- investigación y desarrollo en nuevos procesos productivos ecológicos.

b.4 Plan de Implementación del MRSI y la Minimización Internos

El MRSI interno consiste, en principio, en los esfuerzos hacia el MRSI y la minimización adecuados por parte de los generadores y en coordinación con los agentes de manejo de RSI. Dado que las medidas para el MRSI y minimización adecuados varían según el tipo de industria, el tamaño de las fábricas, los procesos productivos, etc., no resulta práctico referirse a un plan de implementación para cada tipo de industria. Incluso para un mismo tipo de industria manufacturera, las medidas para el MRSI y la minimización pueden variar según la fábrica. Por tanto, el Estudio propone a continuación el plan de implementación en base a los objetivos y metas comunes que deben alcanzar los generadres de RSI en el año 2010.

b.4.1 Objetivos

Los objetivos propuestos para el MRSI y la minimización en el año 2010 son:

- Conseguir un adecuado control interno de RSI en base a la identificación global de las características de generación de residuos y emisión contaminante por parte de las propias industrias.
- Minimizar la emisión contaminante al medio ambiente mediante la utilización de la mejor tecnología disponible de reducción de contaminación.
- Minimizar la generación de residuos mediante la incorporación de las mejores tecnologías disponibles de reciclaje y reutilización de materiales o mediante la introducción de TPML en el sistema de producción.
- Reducir el uso de materiales peligrosos que puedan generar RP mediante continuos esfuerzos de desarrollo tecnológico por parte del generador.

b.4.2 Metas

Las metas del Plan Maestro se proponen para los períodos a corto plazo (1996-2000), mediano plazo (2001-2005) y largo plazo (2006-2010), tal como indica la siguiente tabla.

Tabla 4.3c Metas de los Generadores en el MRSI y la Minimización Interna (1996-2010)

Corto Plazo (1996-2000)
1. Sistema de Declaración - La generación de RSI se identifica con precisión y se informa a las autoridades tal como exige el sistema de declaración mejorado. 2. Auditoría Ambiental - Se inicia la identificación de las características de la generación de residuos y la emisión contaminante de los generadores (auditoría ambiental). 3. Tratamiento de gases de emisión y aguas residuales - Se lleva a cabo la instalación de equipamiento de fin de línea en las fábricas existentes. 4. Uso de materiales reciclados o abandonados en las fábricas - Se inicia la separación de los materiales reciclables/no reciclables en el interior de las fábricas. 5. Las fábricas llevan a cabo esfuerzos de ahorro de energía primaria - se incrementa la conciencia de los trabajadores sobre el ahorro energético - la operación de las fábricas se mejora en el sentido de mayor conciencia energética - se supervisa y controla el consumo de energía en el interior de las fábricas - se renuevan las viejas instalaciones o las menos eficientes energéticamente 6. Las fábricas realizan esfuerzos de ahorro de materias primas - se incrementa la conciencia de los trabajadores sobre el ahorro de materias primas
Mediano Plazo (2001-2005)
1. Auditoría ambiental - Los generadores identifican las características de generación de residuos y emisión contaminante. 2. Uso de materiales reciclables y abandonados - el uso de materiales reciclables y/o abandonados para la producción industrial se lleva suficientemente a cabo. 3. Sustitución de combustible - Las fábricas deben examinar la posibilidad de sustituir sus combustibles 4. Ahorro de energía - Se introducen dispositivos/equipamiento convencionales de alta eficiencia - Se examina la aplicación de un sistema de energía no utilizada y/o de utilización de calor residual 5. Ahorro de materias primas - Se examina la posible aplicación de métodos convencionales de ahorro de materias primas 6. Reciclaje interno mediante cambio de proceso - Se examina la posible aplicación de métodos convencionales de reciclaje interno 7. Reducción del uso de materiales peligrosos - Se examina la posible aplicación del uso de materiales no peligrosos
Largo Plazo (2006-2010)
1. Las fábricas aplican ampliamente las tecnologías y métodos convencionales de minimización (inc. TPML). 2. Se realiza investigación y desarrollo de (nuevas) TPML avanzadas.

c. Investigación y EAI de Areas Candidatas para Disposición de Residuos Peligrosos

c.1 Selección de Areas Candidatas para Disposición de RP

En su mayoría, los RSI reciben disposición en los rellenos municipales, siempre y cuando éllo sea apropiado. Sin embargo, no existe una alternativa al almacenamiento interno (en fábrica) de los RP para las industrias generadoras de dichos residuos.

Al comienzo del Estudio, el Equipo estableció una serie de pautas para la selección de areas candidatas para instalaciones de MRSI: "Suggested Guidelines for Selection of Potential Areas for Major Facilities of Industrial Solid Waste Management".

Desde hace algún tiempo se está trabajando para identificar ubicaciones apropiadas para rellenos sanitarios en la RM. La Contraparte Chilena solicitó el análisis de estos sitios en su aptitud para albergar un relleno para residuos peligrosos, siendo éstos los residuos que necesitan de una solución urgente.

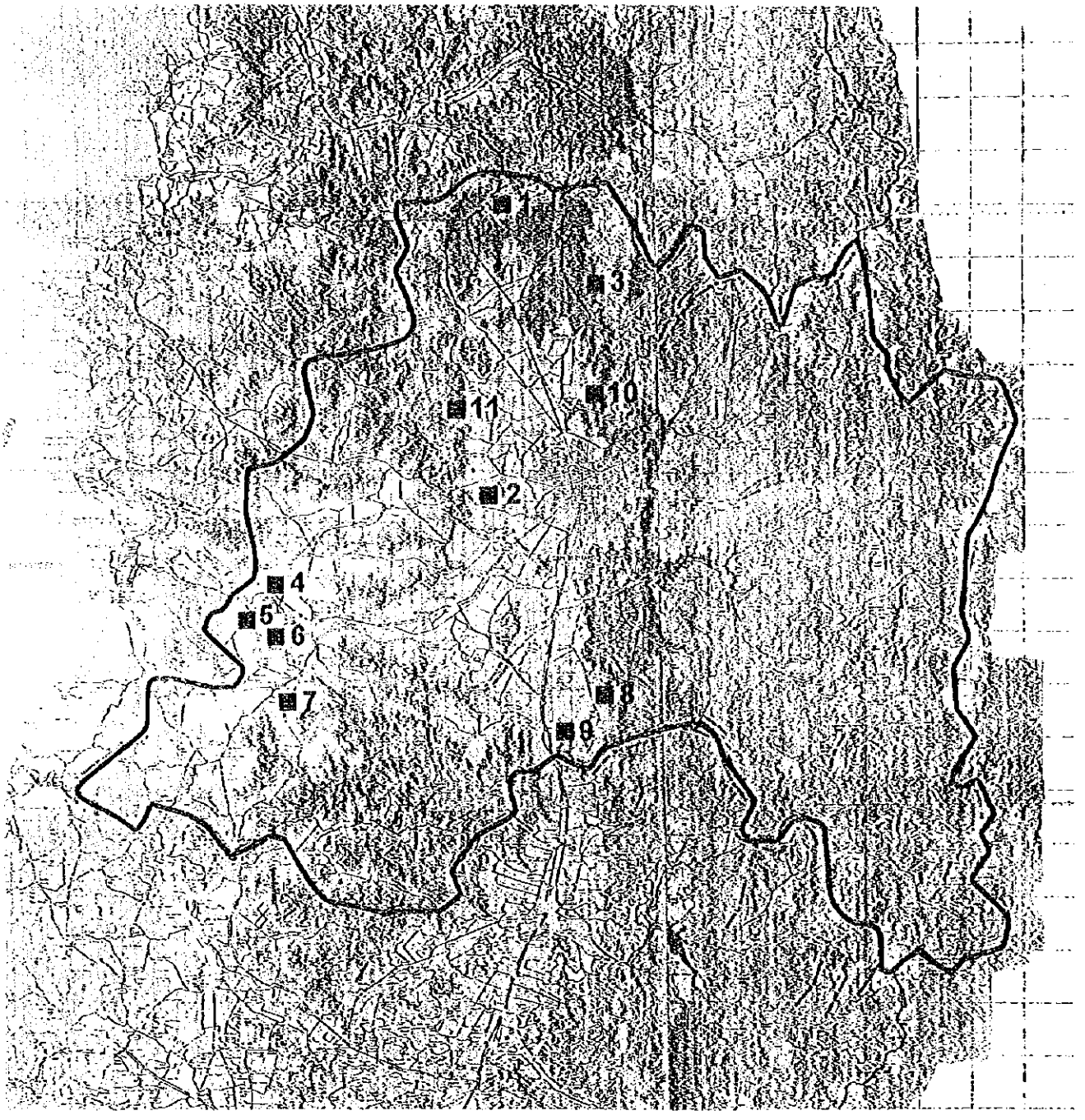


Figura 4.3b Mapa de Localización de Areas Candidatas

c.2 Investigación y Evaluación Ambiental Comparativa de Areas Candidatas

La información acerca de las areas candidatas fue recopilada mediante sendas visitas a terreno y diversas fuentes adicionales. Dicha información proviene básicamente de fuentes abiertas tales como anuarios y literatura reciente. Las principales fuentes han sido: Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias (EMOS), Ministerio de Agricultura (Servicio Agrícola y Ganadero) y Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN).

Para iniciar el trabajo, el Equipo ha esquematizado una configuración apropiada para cada sitio, en base a lo cual se ha estimado la superficie y volumen del posible relleno. La información técnica/ambiental para cada sitio fue recopilada con el fin de realizar una evaluación concluyente acerca de su idoneidad para albergar un relleno de RP.

Para efectuar una evaluación comparativa, se han resumido los aspectos principales de las 11 areas candidatas y se ha realizado una evaluación total para cada una de las areas.Resulta importante mencionar que la evaluación efectuada es relativa y no absoluta en su naturaleza. Es decir, la evaluación pretende identificar aquellas areas más adecuadas para albergar un relleno desde el punto de vista técnico/ambiental, excluyendo aquéllas que son menos adecuadas o inadecuadas. **Asi pues, la evaluación realizada en este informe es únicamente para una selección preliminar y no pretende sustituir a un estudio detallado, como es el caso de una Evaluación de Impacto Ambiental.**

El orden de prioridad sugiere que las areas 1, 2 y 3 son las más adecuadas para la ubicación de un relleno de RP en la RM, siendo Cerro Carneros (area 2) la primera prioridad.

Debe remarcarse que el ranking es, en cierta medida, condicional. Si bien es indudable que el area 2, Cerro Carneros, debe recibir la primera prioridad (en base a la información actualmente disponible), puede existir alguna duda sobre el sitio merecedor del segundo lugar prioritario: Montenegro o Quilapilún. El hecho de que el relleno municipal será construido en Montenegro supone, por ejemplo, un aspecto muy favorable para ubicar el relleno de RP en el mismo lugar, ya que ambos rellenos podrían beneficiarse de las mismas instalaciones sin que las incomodidaes generales que éllo supone se vieran significativamente afectadas.

Debe asimismo enfatizarse que la información obtenida mediante una EIA puede alterar las prioridades recomendadas para estas tres areas candidatas.

c.3 EAI de las Areas Recomendadas para Disposición de RP

En base a las conclusiones obtenidas, parece razonable considerar las localizaciones potenciales de Cerro Carneros, Montenegro y Quilapilún como las principales prioridades para la ubicación de un relleno de RP. Así pues, debería realizarse un Estudio Ambiental Inicial (EAI) para estas tres areas de la forma que sugiere el informe de JICA "Environmental Guidelines for Infrastructure Projects, Solid Waste Management, September 1992" (Pautas Ambientales para Proyectos de Infraestructura, Manejo de Residuos Sólidos, Septiembre 1992).

Sin embargo, no existe ninguna duda sobre la necesidad de realizar un Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para un relleno concebido para el almacenamiento indefinido (o a largo plazo) de los RP en la RM. El EAI no pretende entonces discutir si es necesaria una EIA, sino introducir los aspectos principales que dicha EIA debe cubrir.

En los EAI se consideraron los siguientes aspectos: localización, configuración potencial (mapa parcial reducido), area potencial (m^2), volumen potencial (m^3), reubicación de asentamientos, adquisición del terreno, acceso, servicios públicos, interés cultural, derechos de agua, derechos de uso, salud pública, residuos, napa freática, condiciones hidrológicas, zona costera, flora y fauna, paisaje, contaminación del aire/olores, contaminación del agua, contaminación del suelo, ruido y vibraciones, aspectos generales. Todos estos aspectos fueron evaluados; en el caso de faltar información, se indicó.

Además, se ha realizado una EIA para el area de Montenegro ya que ésta es también el area para un posible relleno municipal, que ya ha sido aprobado y se espera que entre en completo funcionamiento a partir de Marzo de 1996. Siendo esta la situación, se considera inapropiado realizar un EAI para este area, con lo cual la necesidad de un EAI se reduce a Cerro Carneros y Quilapilún.

El completo EAI para estos dos sitios se resume en la siguiente Tabla.

Tabla 4.3d Resultados del EAI para las Areas Candidatas de Cerro Carneros y Quilapilún

Sitio Aspecto	Cerro Carneros	Quilapilún
Localización	En la pendiente y falda de Cerro Carneros, 22 km al oeste de Santiago	En la falda (y pendiente) de Loma del Pequén Quillay, 50 km al norte de Santiago
Configuración Potencial (mapa parcial reducido)		
Area Potencial (m^2)	500,000	750,000 1,100,000
Volumen Potencial (m^3)	20 millones	30-100 millones
Reubicación de Asentamientos	No necesaria - no hay viviendas cercanas	Probablemente necesario reubicar habitantes (y dueños de campos de cultivo) cercanos. Analizar a fondo opciones y antecedentes legales.
Adquisición del Terreno	Necesaria, terreno de propiedad privada. Evaluar bases legales.	Necesaria, terreno de propiedad privada. Probablemente también campos de cultivo entre el sitio y la autopista debido a riesgos de contaminación. Evaluar bases legales.
Acceso	Camino de acceso actual insuficiente. Evaluar alternativas, incluyendo acceso desde autopista.	Camino de acceso actual muy insuficiente y a través de viviendas. Identificar y evaluar alternativas.
Servicios Públicos	No identificados. Deben identificarse y evaluarse.	Posibilidad de suministro de agua, aunque quizá competirá con uso actual. Otros servicios no identificados. Deben evaluarse.
Interés Cultural	Ninguno conocido. Evaluar en base a archivos históricos/arqueológicos.	Ninguno conocido. Evaluar en base a archivos históricos/arqueológicos.
Derechos de Agua	Ninguno identificado. Deben identificarse y tomar una decisión sobre éllos.	Pueden estar ligados a suministro de agua y riego de fundos agrícolas. Deben identificarse y tomar decisión sobre éllos.
Derechos de Uso	Ninguno identificado por ahora. La planificación identifica el area para uso recreativo en el futuro. Debe evaluarse observancia de dichos planes.	Ninguno identificado y ninguno probable.
Salud Pública	Surgimiento de riesgos improbable. Deben evaluarse por cuestión de relaciones públicas.	Surgimiento deriesgos improbable. Deben evaluarse por cuestión de relaciones públicas, a menos que se reubique a habitantes cercanos.
Residuos	Evaluar necesidades de disposición interna para ciertos tipos de residuos(e.g. ubicación especial para desechos infecciosos, etc.) e incorporar en permiso ambiental.	Evaluar necesidades de disposición interna para ciertos tipos de residuos(e.g. ubicación especial para desechos infecciosos, etc.) e incorporar en permiso ambiental.

Sitio Aspecto	Cerro Carneros	Quillapilún
Napa Freática	Evaluar a fondo e investigar situación de napa freática/geología/contaminación agua.	Evaluar a fondo e investigar situación de napa freática/geología/contaminación agua.
Condiciones Hidrológicas	Deben identificarse quebradas en las pendientes y medidas adecuadas para la prevención de inundación.	Deben identificarse quebradas en las pendientes y medidas adecuadas para la prevención de inundación.
Zona Costera	Irrelevante.	Irrelevante.
Flora y Fauna	Deben identificarse flora y fauna vulnerables por contrucción del relleno y sugerir medidas relevantes.	Deben identificarse flora y fauna vulnerables por contrucción del relleno y sugerir medidas relevantes.
Paisaje	La compatibilidad del cierre del relleno con actividades planificadas es crucial. Debe evaluarse a fondo y prescribir soluciones aceptables. Los requerimientos adecuados para el recubrimiento deben incorporarse en el permiso.	Problemas paisajísticos improbables en este area desolada. Los requerimientos adecuados para el recubrimiento deben incorporarse en el permiso.
Contaminación del Aire/Olores	No es crítica debido a distancia a zonas habitadas. Debe evaluarse con relación a tipos de residuos previstos.	Contaminación de aire probablemente no problemática. Pueden surgir problemas de olores y ser un problema si viviendas cercanas siguen habitadas, dependiendo de tipos de residuos recibidos. Debe evaluarse en base a ésto.
Contaminación del Agua	Aspecto anterior "Napa Freática" crucial. Establecer balance del agua y sugerir/evaluar soluciones para captación y manejo de percolados.	Aspecto anterior "Napa Freática" crucial. Establecer balance del agua y sugerir/evaluar soluciones para captación y manejo de percolados.
Contaminación del Suelo	Suelo se supone no vulnerable. Especificar manejo interno de ciertos tipos de residuos.	Cultivo de regadió al oeste del sitio puede ser vulnerable. Especificar y evaluar manejo interno de ciertos tipos de residuos con relación a vulnerabilidad.
Ruido y Vibraciones	Evaluar niveles de ruido en casas más cercanas por tráfico en caminos de acceso. Las emisiones de ruido desde el predio del relleno no se consideran importantes.	Problemático si viviendas cercanas siguen habitadas. Evaluar si éste es el caso.
Aspectos Generales	La EIA y el permiso ambiental deben especificar control y supervisión durante construcción, operación y cierre.	La EIA y el permiso ambiental deben especificar control y supervisión durante construcción, operación y cierre. **A partir de todo lo anterior, es obvio que la futura existencia de viviendas y cultivos cercanos resulta crítica. Así pues, antes de una completa EIA deben examinarse a fondo las opciones políticas y legales para la adquisición de viviendas y tierras de cultivo cercanas mediante expropiación.**

4.4 Examen de Estándars Técnicos

a. Resumen de los Contenidos sobre Estándars Técnicos

a.1 Principio para el Establecimiento de Estándars Técnicos

Con el fin de establecer estándars para los sistemas técnicos (e.g. almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento intermedio, reciclaje y disposición final) es necesario resolver los siguientes temas:

- realizar una coordinación entre las diversas autoridades relacionadas;
- realizar y coordinar un examen profundo por parte de varios expertos y personal de las autoridades relacionadas;
- invertir bastante tiempo en el establecimiento de estándars.

Por tanto, no resulta fácil establecer los estándars técnicos en el corto período de tiempo pensado para el Estudio. Afortunadamente, a petición conjunta del Ministerio de Economía (Departamento de Política Comercial e Industrial) y CONAMA, un consultor local elaboró un manual para el MRSI en Mayo de 1995. Si bien el manual parece insuficiente para ser empleado como estándars técnicos para cada uno de los sistemas técnicos (estándars técnicos para e.g. plantas de incineración, instalaciones de disposición final, etc.), podría servir como base para completar el trabajo de establecimiento de estándars. En cualquier caso, habrá que referirse a otros estándars (tales como los vigentes en Brasil y EE.UU.) y habrá que considerar las condiciones propias de Chile (naturales, sociales, económicas). Todas las autoridades relacionadas deberán participar en un profundo debate para examinar y establecer estándars para cada sistema técnico.

A continuación se listan los sistemas técnicos que deben establecerse, así como el índice de contenidos que deberán presentarse para los respectivos estándars técnicos.

a.2 Indice de Contenidos para cada Estándar Técnico

i. Estándars Aplicables a los Generadores de RP

- General
- Declaración
- Requerimientos antes del transporte
- Registro de datos e informes
- Exportaciones de RP (aplicabilidad, definiciones, requerimientos generales, etc.)

ii. **Estándars Aplicables a Transportistas de RP**
- Alcance
- Requerimientos para la instalación de transferencia
- Cumplimiento del sistema de declaración y registro de datos
- Descargas de RP

iii. **Estándars para Propietarios y Operadores de Instalaciones de Tratamiento, Almacenamiento y Disposición Final de RP**
- General
- Estándars generales de la instalación (aplicabilidad, análisis de residuos generales, seguridad, etc.)
- Prevención y capacidad de reacción (diseño y operación de la instalación, equipamiento requerido, equipamiento de pruebas y mantenimiento, etc.)
- Plan de contingencia y procedimientos de emergencia
- Sistema de declaración, registro de datos e informes
- Descargas de las unidades de MRS (período de cumplimiento, programa de monitoreo, etc.)
- Clausura y post-clausura
- Requerimientos financieros (estimación del costo de clausura, garantía financiera para la clausura, requerimientos de responsabilidad, etc.)
- Uso y manejo de contenedores
- Sistemas de depósitos
- Rellenos (requerimientos de diseño y operación, índice de escapes, monitoreo e inspección, acciones de respuesta, cuidados de clausura y post-clausura, etc.)
- Incineradores (análisis de residuos, principales constituyentes orgánicos peligrosos, estándars de resultados, etc.)
- Estándars de emisiones de aire

iv. **Restricciones para la Disposición en Rellenos**
- General
- Prohibiciones sobre la disposición en rellenos
- Estándars de tratamiento
- Prohibiciones sobre el almacenamiento

v. **Pautas para el Procesamiento Térmico de RS**
- Disposiciones generales
- Requerimientos y procedimientos recomendados (residuos sólidos aceptados, selección de sitios, diseño general, calidad de aire,

seguridad, etc.)

vi. **Pautas para la Disposición de RS en Rellenos**
- Disposiciones generales
- Requerimientos y procedimientos recomendados (residuos sólidos aceptados, selección de sitios, diseño, control de gases, material de recubrimiento, etc.)

b. Examen de la Estructura para Instalaciones de Disposición Final

Tal como se menciona anteriormente, en principio, el Estudio no maneja estándars técnicos individuales. Sin embargo, dada la atención que exigen las instalaciones de disposición final, especialmente aquéllas para RP, por ser el tema más crucial y urgente a solucionar, y con el fin de facilitar su establecimiento, a continuación se examina la estructura para dichas instalaciones.

b.1 Lixiviados

Siendo los niveles de precipitación y evapotranspiración en la RM de 300-600 mm/año y 1,350-1,800 mm/año respectivamente, se considera que el excedente de la evapotranspiración sobre la precipitación es suficiente. Por tanto, si se previene el ingreso de agua al interior del relleno, en la RM no resulta necesaria la extracción de los lixiviados generados dentro del relleno para su tratamiento y disposición fuera del sistema. El exceso (si lo hubiera) de lixiviados generados durante la temporada de lluvias puede ser almacenado en una laguna retardadora y recirculado posteriormente al interior del relleno.

En las regiones del sur de Chile, sin embargo, donde la precipitación supera la evapotranspiración, los lixiviados generados en el sitio de disposición debe llevarse fuera del sistema y descargarse una vez realizado su tratamiento (e.g. Puerto Montt tiene un nivel de precipitaciones anuales de unos 2,000 mm).

b.2 Estructura de Impermeabilización

Se ha realizado una comparación entre los tipos de estructuras y estándars de impermeabilización que se requieren en función de los tipos de instalaciones de disposición final que se utilizan en Japón, Brasil, U.E., Dinamarca y EE.UU. Consecuentemente, el Estudio propone los siguientes estándars para la estructura de impermeabilización del fondo y los laterales en base a la EPA de EE.UU.

Tabla 4.4a Estructura de Impermeabilización Propuesta para Fondo y Laterales

Aspecto	Relleno Estrictamente Controlado (REC)	Relleno Controlado (RC)	Relleno Inerte (RI)
Revestimiento Sintético	Doble capa de más de 30 mil de espesor (0.762 mm)*1	Capa sencilla de más de 30 mil de espesor (0.762 mm)*1	Sin requerimientos
Revestimiento de Arcilla	Una capa de arcilla compactada de tres(3)-pies (91.44 cm) con una conductividad hidraulica de no más de 1x 10^{-7}cm/s.	Una capa de arcilla compactada de dos(2)-pies (60.96 cm) con una conductividad hidraulica de no más de 1x 10^{-7}cm/s.	Sin requerimientos

(Nota): *1 En el caso de que el revestimiento sintético esté hecho de polietileno de alta densidad (HDPE), tendrá por lo menos 60 mil (1.524 mm) de espesor.

El Estudio propone criterios para la estructura de impermeabilización en el recubrimiento final, así como para la permeabilidad requerida.

Tabla 4.4b Estándars Propuestos para la Estructura de Impermeabilización en la Capa de Recubrimiento Final

Aspecto	Relleno Estrictamente Controlado (REC)	Relleno Controlado (RC)	Relleno Inerte (RI)
Revestimiento Sintético	Capa sencilla de más de 30 mil de grosor (0.762 mm)*1	Sin requerimientos	Sin requerimientos
Revestimiento de Arcilla	Una capa de arcilla compactada de dos(2)-pies (91.44 cm) con una conductividad hidraulica de no más de 1x 10^{-7}cm/s.	Una capa de arcilla compactada de dos(2)-pies (60.96 cm) con una conductividad hidraulica de no más de 1x 10^{-7}cm/s.	Sin requerimientos

(Nota): *1 En el caso de que el revestimiento sintético esté hecho de polietileno de alta densidad (HDPE), tendrá por lo menos 60 mil (1.524 mm) de espesor.

4.5 Examen del Sistema Institucional

a. Principios del Sistema Legal

Dos directivas y una premisa fundamentan el sistema legal que apoyará la organización institucional y sus acciones. Las directivas son las siguientes:

- minimizar la generación de residuos; y

- disponer los residuos con el mínimo impacto ambiental.

Por su parte, la premisa indica que "el generador es responsable de los residuos que genera", y por tanto "el propietario de un sitio es responsable de la contaminación que éste irradia en sus alrededores" (corolario).

Así fundamentado, el sistema legal comprenderá actos legales de niveles Presidencial/Pluri-Ministerial (actos conjuntos o de CONAMA) y Ministerial, representados por Decretos Supremos y Resoluciones. El sistema legal se detallará en Normas Técnicas e Instrucciones Técnicas, de niveles Ministerial y de la Autoridad Ejecutiva Regional (SESMA).

Se proponen actos legales fijando conceptos, obligaciones y responsabilidades del generador y del propietario de un sitio receptor, así como las hipótesis de responsabilidad transferida, compartida o solidaria. Como innovación, se propone un fondo provisional (privado) para la remediación de terrenos contaminados durante el transporte y disposición de RSI.

En cuanto a otros actos legales, se propone establecerla minimización de residuos como parte de un programa de Gobierno para la "producción industrial limpia", con obligaciones, auditorías ambientales, estímulos y fondos, fijándose también las entidades involucradas y sus competencias.

En actos legales y de carácter técnico, se detallan los anteriores, fijando las condiciones para localización, proyecto y operación de las actividades de MRSI, así como la gerencia integrada de los residuos (sólidos, líquidos y emisiones) generados en un establecimiento industrial.

Considerando que el manejo de los residuos se realizará como proyectos privados, bajo la supervisión de sus aspectos ambientales por una Autoridad Competente, se proponen actos perfeccionando la ejecución de EIA/DIA, la participación de las Municipalidades en la elección de sitios para disposición de residuos, y el monitoreo e inspección de actividades.

Deberá establecerse la jerarquización y cronología para las normas legales y técnicas propuestas, de conformidad con el estado actual y con las necesidades percibidas por el Equipo.

b. Desarrollo Institucional y Organizacional

La Autoridad Competente (AC) para los asuntos que afectan la administración de los residuos industriales deberá ser una sola y permanente. SESMA será la AC, a nivel de autoridad ejecutiva, para dictar instrucciones técnicas y reglamentaciones de alcance restringido a la RM.

A nivel superior, el MS dictará las resoluciones y normas técnicas de alcance nacional, así como ejercerá las gestiones de más alto nivel junto a la Presidencia de la República y otros Ministerios.

La CONAMA-RM seguirá desarrollando su trabajo de evalución de EIA/DIA, de coordinación de órganos gubernamentales y de cooperación internacional.

La autoridad ejecutiva regional (SESMA) hará evolucionar su actual Programa de Control de Emisiones de Fuentes Fijas (PROCEFF) hacia el Programa de Gerencia de Residuos Industriales (PROGRESI, ver Figura 4.5a), destacándose:

- el control evolucionará hacia gerencia
- el objeto del Programa abarcará todos los residuos (sólidos, líquidos, emisiones) generados dentro de la industria, posibilitando la gestión integrada de éstos, incluyendo su minimización.

PROGRESI comprenderá cuatro sub-programas: emisiones atmosféricas, residuos sólidos, efluentes líqudos y minimización de residuos, todos ellos respaldados por un Apoyo Logístico y una Asesoría Jurídica bajo la dirección del programa. Su implementación se hará en etapas progresivas (ver Figura 4.5a).

El apoyo logístico mantendrá y mejorará una base de datos para compilar o acceder a información sobre temas técnicos y jurídicos, que deberían ser de gran utilidad a la hora de preparar y desarrollar reglamentos y normas, no solo para satisfacer las necesidades administrativas de las autoridades.

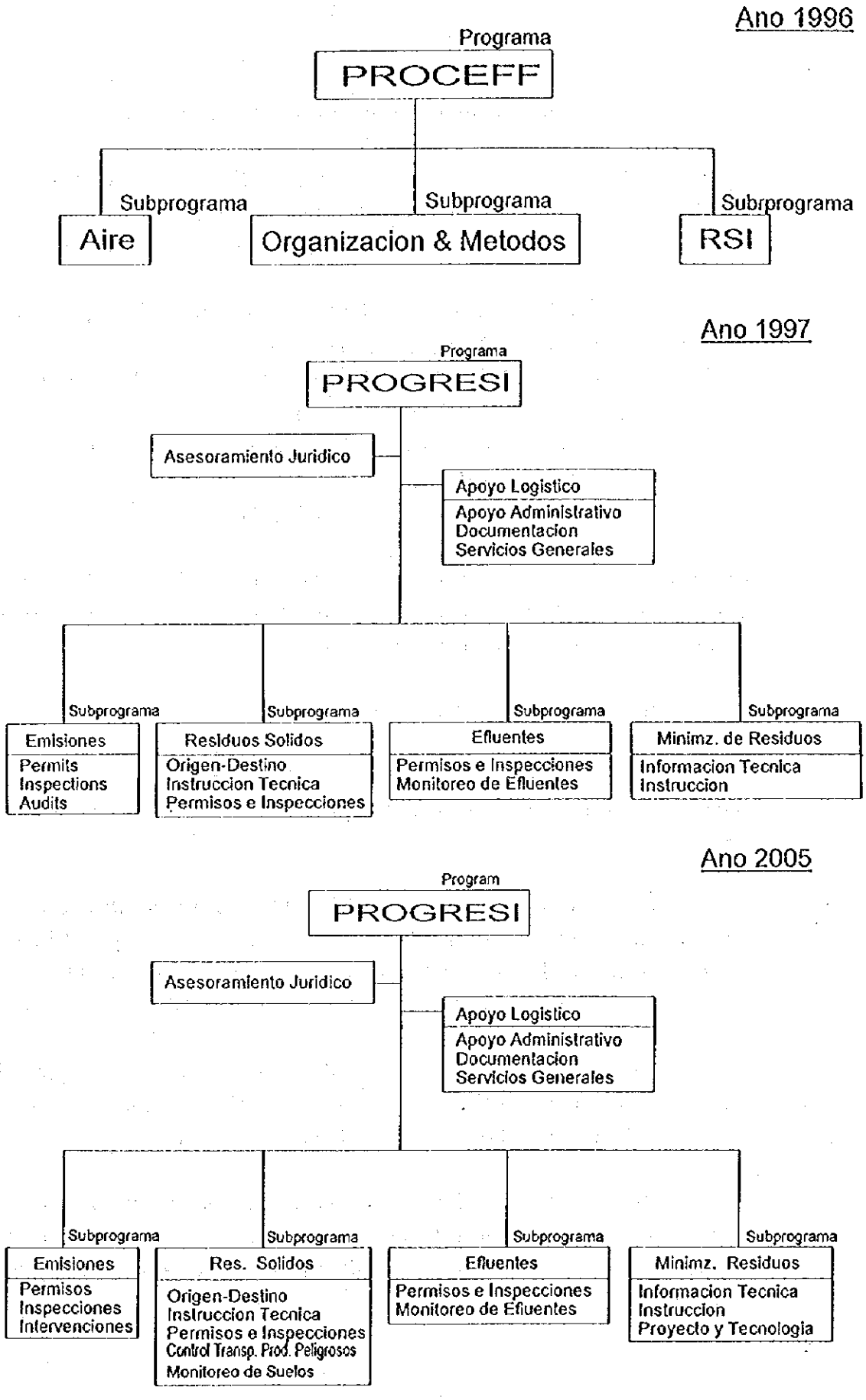


Figura 4.5a Plan de Desarrollo Organizacional

c. Estrategia para la Administración de los RSI a Corto Plazo

El mercado de oferta y demanda de servicios de MRSI, mientras esté en manos de actividades empresariales privadas, es totalmente dependiente de la reglamentación y de acciones del Gobierno. Los siguientes se presentan como temas prioritarios:

- la alteración estructural de SESMA y la capacitación de su personal;
- establecimiento de la clasificación de los RSI;
- el tratamiento de los efluentes líquidos, generadores de lodo, casi siempre peligrosos y en cantidads importantes;
- preparación de normas y criterios para atender a propuestas que ya se presentan para el MRSI;
- el tratamiento de emisiones generando polvo.

La estrategia se visualiza en escenarios propuestos para los años 1996, 1997, 2000 y 2005, figurando en ellos los actos legales/reglamentarios/normativos y los hechos más relevantes previstos para cada período.

d. Desarrollo de Recursos Humanos

PROGRESI debería emplear a 73 profesionales de nivel medio y superior en el año 2005, cuando estará totalmente implementado, a un costo anual estimado de $US 1,324,800.

Son de gran importancia la cualificación inicial y la especialización de este personal mediante programas a ser establecidos contínua y progresivamente por SESMA. El Plan Maestro propone la formación básica y complementaria, así como los temas para los programas de capacitación de recursos humanos de PROGRESI.

El Centro Nacional de Medio Ambiente (CENMA) deberá participar en la capacitación con sus laboratorio, los cuales podrán suplir las necesidades inmediatas que no son proporcionadas por PROGRESI y el mercado por el momento.

El PROGRESI deberá extender sus actividades de capacitación también a los profesionales privados, además de ofrecer al mercado un Sistema de Información Técnica que será el instrumento básico de capacitación para la minimización de residuos.

e. Examen de los Organismos Ejecutivos

Anteriormente se destaca la gran dependencia del mercado a la acción de las autoridades competentes (punto c.). Como autoridad competente propuesta para la RM, SESMA actúa en los sectores ambiental y sanitario a través de programas en vez de estructuras administrativas rígidas. Eso le concede fluidez y agilidad, a parte de una aparente (e indeseable) transitoriedad. Además, SESMA constituye la única autoridad atenta a los RSI, controlados mediante un sistema de declaración desde el año 1993 inmerso como sub-programa dentro de PROCEFF.

La actividad de simple control evolucionará hacia una gestión integrada de los residuos generados en una industria, constituyéndose el PROGRESI con sus cuatro sub-programas.

Los receptores de residuos para su disposición en rellenos así como los transportistas necesitan suficiente capacidad económica para competir y para asumir la responsabilidad del Generador por una eventual contaminación del suelo. A fin de garantizar esa capacidad, se instaurará un fondo provisional para la remediación de suelos, cuyos recursos provendrán de un cargo adicional obligatorio sobre el precio de los servicios. Dichos recursos deberán ser administrados por una institución privada, establecida y supervisada por la AC.

f. Procedimiento para Obtener Consenso Vecinal

Aunque la Ley de Bases del Medio Ambiente es de reciente vigencia, existe un sistema establecido para "la participación pública". En principio, el procedimiento para el "consenso vecinal" debería ser formulado junto con dicho sistema establecido.

Sin embargo, los recientes proyectos de rellenos para RS municipales han encontrado bastantes dificultades, incluyendo la objeción de vecinos, durante las etapas de evaluación. Por tanto, el sistema de "participación pública" no funciona por el momento.

En vista de esta situación actual, se realizó una EOP y un Estudio de Seguimiento a la EOP con el fin de encontrar claves para la solución y/o sugerencias que pudieran transformar el procedimiento existente de "consenso vecinal" en uno funcional.

En base al resultado de los estudios, el Equipo considera que si el actual sistema de EIA se hace funcional podría alcanzarse un procedimiento de "consenso vecinal" sólido y eficaz. Por tanto, se proponen los siguientes aspectos para funcionalizar el sistema

de EIA existente con relación a proyectos de MRSI.

i. Intercambio de Acuerdo entre el Sector Promotor y los Vecinos

Aunque, en la etapa de planificación, el sector promotor presente suficientes medidas de protección ambiental, los vecinos se mostrarán dudosos y preocupados acerca de que, en la práctica, la instalación de MRSI construida refleje completamente las propuestas contempladas en la etapa de planificación y se lleven a cabo las medidas de prevención acordadas. El consenso vecinal no puede completarse sin eliminar dichas dudas por parte de los vecinos. Por este motivo, como pre-requisito para la localización y/o operación de las instalaciones de MRSI, el sector promotor debería estar obligado a alcanzar un acuerdo sobre las medidas de protección ambiental prometidas.

ii. Garantías de las Autoridades para el Cumplimiento del Acuerdo

Con relación a lo anterior, las autoridades deben establecer un sistema que garantice el cumplimiento por parte del sector promotor de las medidas de protección ambiental propuestas. Es decir, con el fin de establecer el marco para las medidas administrativas, etc., se propone lo siguiente:

- Las autoridades deben asesorar a los promotores para que presenten públicamente el proyecto, de forma honesta y explicando los planes de operación, mantenimiento y monitoreo, así como los impactos ambientales potenciales, las medidas de prevención y las medidas previstas para contingencias en caso de accidente.
- Debe presentarse la idoneidad técnica del proyecto así como la solidez financiera de los promotores y todo éllo será verificado por las autoridades.
- Con el fin de garantizar el acuerdo, las autoridades deben reforzar su monitoreo rutinario y su capacidad de asesoría administrativa, incluyendo visitas a terreno.
- Deben comunicarse las precauciones exigidas por las regulaciones y por las autoridades para este tipo de proyectos. El sector promotor debe estar obligado, mediante medidas administrativas de las autoridades, al mantenimiento tras la clausura del relleno, a contratar un seguro contra riesgo ambiental y a constituir un Fondo de Contingencia para Contaminación.

Por tanto, el sector privado debe establecer de forma honesta acuerdos con los vecinos y organismos relacionados conforme se compromete a cumplir suficientes medidas de

protección ambiental. Para legitimizar el acuerdo, y conforme a su marco de medidas administativas, las autoridades deben garantizar el **cumplimiento del acuerdo alcanzado entre el sector promotor y los vecinos.**

g. Sistema Apropiado para Promover el Sector Privado de MRSI

g.1 Medidas para el Mejoramiento de los Generadores

i. La autoridad debe establecer un sistema de cualificación para el MRSI interno. Se debe obligar a los generadores y agentes de MRSI a asignar un ingeniero con dicho nivel de cualificación. Además, se deben organizar cursos de capacitación, seminarios y talleres para capacitar a ingenieros.

ii. La información técnica requerida por los generadores para un adecuado MRSI interno se debe recopilar en textos con pautas y referencias, los cuales se entregan a los generadores o se utilizan en los cursos y seminarios mencionados anteriormente.

iii. Inicialmente, las instituciones públicas de laboratorio aceptarán análisis de laboratorio de RSI a bajos precios. De este modo, se ayuda a los generadores de residuos a entender las características de éstos.

iv. Las autoridades proporcionan asesoría técnica a los generadores para aclarar sus dudas y preguntas.

v. Se debe establecer un sistema de licencias para agentes de MRSI y la lista de los agentes que cuentan con dicha licencia debe hacerse pública para los generadores.

vi. El sistema de recolección de datos y los formatos de los informes deben mejorarse con la idea de simplificar el proceso.

g.2 Medidas para Mejoramiento de los Agentes de MRSI

Para desarrollar el sector de manejo de RSI deben adoptarse las siguientes medidas:

i. Medidas para aumentar la capacidad técnica de los sectores;

ii. Medidas para promover la creación del mecanismo de mercado para un adecuado tratamiento, disposición y reciclaje de RSI.

Con relación al primer aspecto (i.) pueden aplicarse medidas similares a las propuestas para los generadores (e.g. **calificación de ingenieros de MRSI, suministro de información técnica, cooperación de las instituciones públicas de laboratorio, asesoría técnica y anuncio de los agentes cualificados de MRSI**).

Las medidas correspondientes al punto ii. (creación de un mecanismo de mercado) son posiblemente las más cruciales y efectivas para desarrollar agentes de MRSI. En una principio, la creación de un mecanismo de mercado requiere la erradicación del tratamiento/disposición ilegal (e.g. vertidos ilegales). Para este fin deben tomarse las siguientes acciones:

- clausura y/o control de vertederos ilegales;
- establecimiento de un procedimiento de permisos de localización/ operación;
- anuncio público de los agentes cualificados de MRSI.

g.3 Sector de Análisis de Laboratorio

Las medidas recomendadas para los agentes de manejo de RSI pueden aplicarse para desarrollar el sector de análisis de laboratorio. Es decir:

i. Medidas para aumentar la capacidad técnica de los sectores;

ii. Medidas para promover la creación del mecanismo de mercado para el sector.

Con relación al aumento de la capacidad técnica, dado que el análisis de laboratorio requiere una formación especializada y un equipamiento e instalaciones avanzados, debe proporcionarse la posibilidad de capacitación en este campo. Con el fin de cubrir la necesidad que suponen los análisis de laboratorio y la prevención de contaminación ambiental en Chile, es necesario elaborar pautas para dichos análisis así como libros de texto para la capacitación correspondiente. El proyecto CENMA debe aprovecharse al máximo de cara a proporcionar cursos de capacitación técnica para la formación de técnicos analistas.

En cuanto a la "creación de un mecanismo de mercado" se aconseja lo siguiente. En primer lugar aplicar las regulaciones sobre aguas residuales, emisiones y RSI (e.g. incluyendo la obligatoriedad de análisis de laboratorio), lo cual promoverá la creación de un mecanismo de mercado para el sector. En segundo lugar establecer un "sistema de cualificación para análisis medio ambiental incluyendo ingenieros de análisis de RSI" así como un "sistema de licencias para instituciones de análisis de laboratorio" con el

fin de que éstos estén socialmente reconocidos como personal e instituciones técnicos respectivamente, elevando así su estatus social. En Japón, la licencia se otorga de forma oficial a aquellas instituciones que poseen una capacidad significativa de realizar los análisis. Además, únicamente los datos obtenidos mediante análisis por parte de instituciones con licencia están oficialmente reconocidos. (En Japón también se da la licencia a los ingenieros individuales)

g.4 Fabricantes/Constructores de Equipamiento e Instalaciones de Protección Ambiental

En cuanto a las medidas para el desarrollo de una industria fabricante de equipamiento de protección ambiental, existen varias tecnologías disponibles y el Equipo considera que las siguientes medidas serían viables para las autoridades chilenas:

i. El gobierno debe proporcionar información acerca las últimas tecnologías extranjeras y sobre los fabricantes/constructores de equipamiento e instalaciones de protección ambiental que pretenden entrar en el mercado;

ii. Mientras se refuerzan las regulaciones y estándars, las autoridades deben tomar medidas simultaneas para instar a las industrias a instalar dichas instalaciones y equipamiento; y

iii. El gobierno debe formular un sistema para examinar y aprobar tecnologías adecuadas para las industrias chilenas, así como para introducir ampliamente dichas tecnologías.

h. Sistema de Monitoreo e Información

Con el fin de establecer un sistema adecuado de MRSI, la formación de sistemas apropiados de información y monitoreo se convierte en un tema importante. El sistema de monitoreo sólo puede funcionar a la par con el sistema de información, y éstos sólo contribuirán a establecer un sistema adecuado de MRSI cuando funcionen simultaneamente.

h.1 Creación de un Sistema de Monitoreo

Para conseguir los tres aspectos mencionados a continuación, deben tomarse las siguientes medidas.

i. Monitoreo del MRSI Interno

Esta es la primera etapa de monitoreo y requiere las siguientes medidas:

- Identificar los RSI generados (en especial RP). Es posible evaluar a los principales posibles generadores de RP vía información de sus materias primas, procesos productivos y equipamiento.
- Inspección en terreno: para identificar la calidad de la operación, es necesario inspeccionar periódicamente las condiciones de almacenamiento interno de RSI, las condiciones de operación de las plantas de tratamiento interno y la calidad de las aguas residuales, las emisiones de gas y los RSI generados.

ii. Monitoreo sobre MRSI Externo mediante el Sistema de Declaración

Esto requiere el establecimiento del sistema de declaración sobre tres partes implicadas: "generadores de residuos", "destinos (incluyendo recicladores y agentes de manejo de RSI)" y " la autoridad". Todas las partes deben confirmar mutuamente que los RSI son recolectados, transportados, entregados en el "destino" y reciclados, o tratados/dispuestos. Una asesoría estricta y persistente por parte de la autoridad resulta esencial para hacer funcional al sistema, ya que éste requiere que los generadores y receptores de residuos cumplan con las transacciones de información prescritas.

Además, se requiere la persecución legal de las rutas ilegales de RSI, un sistema de licencias para las empresas de tratamiento/disposición y reciclaje, y la obtención de informes de los generadores y agentes de manejo de RSI.

iii. Monitoreo sobre la Operación de Instalaciones de Tratamiento/ Disposición

Para detectar y evitar la contaminación ambiental causada por plantas de tratamiento intermedio, sitios de disposición final, etc., éstos deben estar sujetos a un monitoreo. Esto requiere un auto-monitoreo por parte de los generadores/ agentes de manejo de RSI que consista en comprobar la calidad de las aguas residuales y las emisiones de gases en sus instalaciones de tratamiento intermedio y diposición. Asimismo se requiren inspecciones periódicas y esporádicas (incluyendo la comprobación de la calidad de aguas residuales y emisiones de gases) por parte de la autoridad.

Además, se requiere comprobar que la planta esté efectivamente operando

dentro de su capacidad. En este sentido, se requiere una inter-relación entre "el sistema de inpecciones a terreno de las autoridades", "el sistema de manifestación" y "la recolección de informes".

Un sistema tan exhaustivo de monitoreo no puede alcanzarse fácilmente. El mero intento de establecer un sistema muy preciso puede causar caos y confusión. El objetivo para la RM debe centrarse en erradicar las rutas inapropiadas de disposición de RSI (e.g. reciclaje en vertederos ilegales), establecer un sistema de licencias para el MRSI y reforzar el sistema de declaración de PROCEFF.

h.2 Creación de un Sistema de Información

El sistema de control de información debe incluir la siguiente información y datos:

1. Datos acerca de las condiciones internas (en-fábrica) de generación, almacenamiento, tratamiento, sub-contratación, etc., de RSI;
2. Datos acerca de las condiciones de las instalaciones de fabricación que generen RP, y de las instalaciones internas de almacenamiento/tratamiento de RSI;
3. Datos acerca de los planes y programas de control y tratamiento internos de RSI;
4. Datos acerca del transporte, almacenamiento, tratamiento, disposición y reciclaje de RSI fuera de la fuente de generación (flujo);
5. Datos acerca de la recepción, tratamiento, disposición y reciclaje por parte de agentes de manejo de RSI y recicladores (destino);
6. Datos acerca de las especificaciones, capacidad y registro de operación de las instalaciones de tratamiento, disposición y reciclaje propiedad de agentes de manejo de RSI y recicladores (destino);
7. Datos acerca de vertidos ilegales, infracciones y rutas ilegales;
8. Datos de información general, e.g.tendencias globales y locales en el sector de MRSI, tecnologías nuevas y convencionales.

El sector privado requiere datos e información para mantener sus negocios sólidos y lucrativos. Las autoridades, por su parte, requieren datos e información para monitorear, instruir y ofrecer asesoría, promoviendo así un adecuado MRSI. Por tanto, el objetivo final del sistema de información es proporcionar de forma inmediata los datos que satisfagan estos objetivos. No obstante, este sistema puede establecerse mediante una acumulación constante y regular de datos. En la práctica deben aplicarse los siguientes procedimientos para recolectar, inputar y renovar los datos:

- *estudios por cuestionario para entender las condiciones reales* (puntos 1

al 6 anteriores);

- obtención de informes de los generadores (puntos 1 al 3 anteriores);
- obtención de informes de los agentes de manejo de RSI y recicladores (puntos 4 al 6 anteriores);
- inspecciones en terreno de las autoridades (puntos 1 al 7 anteriores);
- procedimientos de solicitud y permisos para instalaciones de tratamiento/disposición y su operación (puntos 2 y 6 anteriores);
- información de los habitantes, autoridades locales y policía (punto 7 anterior);
- intercambio de información entre académicos y organizaciones nacionales/ internacionales (punto 8 anterior);

El modo y la profundidad de los datos e información acumulados dependen del grado de necesidad y los costos relacionados con la recolección, acumulación y renovación de datos. En vista de la situación actual del MRSI en la RM, se recomienda lo siguiente:

- recolectar los datos sobre "principales generadores", "condiciones actuales de los agentes de manejo de RSI y recicladores" y "rutas ilegales/ inadecuadas" básicamente mediante estudios por cuestionario;
- utilizar el flujo global de RSI y los problemas relacionados para la planificación de macro-políticas; y
- guardar durante cierto tiempo la información del sistema de declaración sobre el "flujo de RSI" como material de referencia, inspección, supervisión y asesoría.

i. Procedimientos de Permiso de Localización para Instalaciones de MRSI y Licencias para las Actividades de MRSI

i.1 Procedimientos para Permisos de Localización de Instalaciones

Para alcanzar una localización adecuada de instalaciones de MRSI y formular un sector de MRSI, deben establecerse procedimientos para los permisos por estos conceptos (incluyendo especialmente los procedimientos para el consenso vecinal).

En la práctica, las autoridades responsables deben tomar las siguientes medidas para alcanzar una localización de instalaciones de MRSI sujeta al entendimiento y consenso de los vecinos afectados.

i. Deben establecerse los detalles de planificación (tales como requisitos

estructurales, estándars de O&M para instalaciones de MRS, medidas de preservación del entorno, etc.) y utilizarse como pre-requisito para la consecución del permiso.

ii. El sector promotor debe estar obligado a presentar un EIA (junto con la presentación de su propuesta).

iii. Una vez recibida la propuesta y completado su examen parcial por parte de las autoridades administrativas, el promotor cuyo proyecto se considera factible deberá organizar una audiencia pública para los vecinos de la instalación y otras personas afectadas.

iv. En respuesta a las opiniones formuladas por las personas afectadas, las autoridades deberán emitir recomendaciones de revisión y/o modificación al proyecto (o recomendaciones conforme este debiera ser anulado). La autoridad tendrá la responsabilidad de emitir el juicio final para autorizar o rechazar un proyecto.

v. Suponiendo que los procedimientos anteriores están garantizados, y en la situación en que la autoridad responsable debe decidir el permiso o rechazo de un proyecto, se considera que la creación de un comité formado por académicos, autoridades relacionadas, entidades industriales, grupos ambientales, etc., podría proporcionar una referencia importante (mediante sus comentarios) para la decisión final de las autoridades.

i.2 Licencia para Actividades de MRSI

Para poder realizar actividades de MRSI, debe hacerse obligatorio poseer instalaciones de MRSI así como la licencia correspondiente. El permiso para la operación de instalaciones de MRSI y la licencia para realizar actividades de MRSI deben otorgarse por separado bajo los siguientes argumentos:

i. Aun cuando se autorice la localización, es necesario verificar que las instalaciones se construyen según lo propuesto y cuentan con el equipamiento requerido. Tras confirmacion de estos aspectos se otorgará la licencia de operación de la instalación.

ii. Además del cumplimiento de los aspectos estructurales y funcionales, se establece que el cumplimiento de la "asignación de personal técnico cualificado", "estructura organizacional responsable", etc., sean pre-

condiciones generales para la obtención de la licencia de actividades de MRSI. La evaluación de estos requisitos debe realizarse independientemente de la evaluación de la instalación.

iii. Las instalaciones de MRSI son susceptibles de ser vendidas. Si la propiedad de una instalación tras su compra permite su operación, cabe la posibilidad de que una empresa sin capacidad técnica realice actividades de tratamiento/disposición, dañando de este modo la fiabilidad de todo el sector de MRSI.

4.6 Resumen del Plan Maestro

El Sistema Técnico(Tabla 4.6a) y el Sistema Institucional (Tabla 4.6b) presentan a grandes rasgos el Plan Maestro de MRSI que deberá establecerse para el año 2010. Debería tenerse en cuenta que se hicieron varias suposiciones a la hora de presentar el sistema técnico, entre ellas cabe destacar la que asume que todos los lodos generados en fábricas son dehidratados en la fuente de generación.

Tabla 4.6a Resumen del Sistema Técnico del Plan Maestro

Aspecto	Descripción (asumida para año 2010)
1. Cantidad Generada de RSI	8,006,000 ton/año(sin deshidratar lodos)
2. Sistema de Almacenamiento	Interno (en fábrica)
3. Recolección y Transporte	
3.1 sectores	Empresas privadas de MRSI y generadores
3.2 cantidad	1,180,000 ton/año
-Recolección	64,000 ton/año
-Transporte	31,000 ton/año
-Rec. y Trans.	1,085,000 ton/año
4. Sistema de Reciclaje	
4.1 sectores	Empresas privadas de MRSI y generadores
4.2 cantidad	735,000 ton/año (9.2% del total)
5. Sistema de Tratamiento	
5.1 sectores	Empresas privadas de MRSI (excepto deshidratación en fábrica)
5.2 cantidad	
- Solidificación	15,000 ton/año
- Neutralización	14,000 ton/año
- Tratamiento químico	24,000 ton/año
- Deshidratación	6,795,000 ton/año
En-Fabrica	6,758,000 ton/año (por generadores)
Fuera	37,000 ton/año
- Incineración	11,000 ton/año
6. Tratamiento Agua Residual	
6.1 sectores	Empresas privadas de MRSI (excepto tratamiento de aguas residuales en fábrica)
6.2 cantidad	6,145,000 ton/año
en el sitio	6,125,000 ton/año (por generadores)
fuera	20,000 ton/año
7. Disposición Final	
7.1 sectores	Empresas privadas de MRSI
7.2 cantidad	
- REC	164,000 ton/año
- RC	589,000 ton/año
- RI	364,000 ton/año

Tabla 4.6b Resumen del Sistema Institucional para el Plan Maestro

Aspecto	Objetivos a Alcanzar para el Año 2010
1. Sistema Legislativo	
a. Sistema legislativo de MRSI	1. legislación de las responsabilidades básicas de los generadores de residuos 2. autorización legal de medidas administrativas incluyendo penalizaciones 3. marco legislativo para permisos de localización y operación de instalaciones 4. marco legislativo para fondos/seguros para instalaciones de MRSI
b. Otro sistema legislativo	5. obligación de pre-tratamiento antes de descargar al alcantarillado
c. Estándars y pautas	6. estándars para estructura y O&M de instalaciones de MRSI 7. pautas para la EIA acerca de localización de instalaciones
2. Organización	
a. Nivel nacional	1. organización nacional unificada/central responsable de MRSI (CONAMA y MS)
b. Nivel local	2. fortalecimiento y ampliación de la organización autoridades locales (RM); es decir, capacidad de realizar fiscalización y asesoría adecuadas (SESMA) 3. marco institucional para promover políticas de RSI inter-relacionadas con la prevención de contaminación de aire/agua
c. Sectores privados	4. sistema organizacionalque garantice las responsabilidades de los generadores y establezca un manejo fiable de tecnología 5. mejoramiento organizacional de agentes de manejo de RSI y recicladores para facilitar un sistema que garantice las responsabilidades y promover el consiguiente manejo de tecnología 6. promoción de otras actividades del sector privado, como laboratorios de análisis, fabricantes de equipamiento, compañías de seguros/fondos de apoyo al sector
3. Marco financiero	
a. Costo de administración de las autoridades	1. políticas y medidas que garanticen el costo de administración de las autoridades
b. Mecanismo de mercado de MRSI	2. formulación de un nivel de precios razonable en el mercado para permitir tratamiento y disposición adecuados

4.7 Estimación de Costos

a. Suposición del Flujo de RSI en el Año 2010

Una de las principales metas del Estudio consiste en identificar la magnitud del sector de MRSI en el año 2010. Para dicha estimación, es necesario asumir un esquema del sistema técnico (almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposicón) para el año 2010 y establecer la cantidad de RSI y los costos unitarios de tratamiento/disposición del sistema. De este modo, a juzgar por las actuales características de las industrias y las tendencias económicas, por la cantidad y calidad de los RSI, por las condiciones naturales de la RM, etc., el Equipo ha asumido flujos de tratamiento/disposición para las 24 categorías de RSI y ha hecho una estimación aproximada de los costos de proyecto para el tratamiento y dispósición en el año 2010 de la cantidad proyectada de RSI. Las suposiciones básicas sobre el sistema técnico son:

i. La cantidad de RSI que está sujeta a la siguiente estimación de costos se define como la "cantidad de generación total estimada de RSI en el año 2010" menos la "cantidad reciclada estimada en el año 2010".

ii. La cantidad reciclada que se estima para el año 2010 se proyecta respectivamente para las 24 categorías de este modo: "cantidad de generación estimada" multiplicado por "índice de reciclaje supuesto".

iii. Los índices de reciclaje de RSI en la RM para el año 2010 se estiman haciendo referencia a datos empíricos de Japón, a los resultados de la encuesta a industrias del Equipo y a la experiencia de los consultores en proyectos similares.

iv. El volumen de los RSI se ve alterado mediante la aplicación de tratamiento intermedio. A fin de establecer la variación del volumen y determinar el flujo de RSI, se emplean suposiciones acerca de los siguientes aspectos:

- Variación en el contenido de humedad mediante la deshidratación del lodo
- Reducción de volumen mediante incineración
- Variación del volumen mediante solidificación, neutralización y tratamiento químico

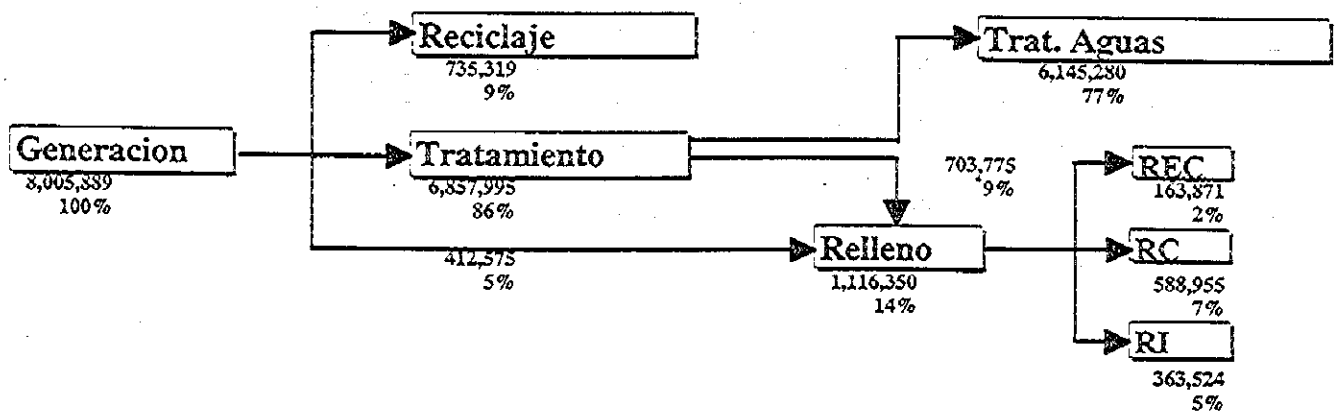
En base a las suposiciones básicas sobre el sistema técnico para el año 2010, se indican

los flujos de tratamiento/disposición asumidos para las 24 categorías de RSI a través de índices tales como los mostrados en la Tabla 4.7a. La cantidad total de tratamiento/disposición en el año 2010 se resume en el flujo inmediatamente inferior a la Tabla 4.7a, mediante el producto entre la cantidad proyectada respectiva para las 24 categorías y los índices asumidos anteriormente.

Tabla 4.7a Indices Asumidos de Tratamiento/Disposición para las 24 Categorías de RSI en el año 2010

			Tratamiento	Tratamiento Intermedio							Cambio a otro tipo de residuo						Trat. de	Relleno			
	Tipo de Residuo (TR)	Reciclaje	o														Aguas				Total
			Disposicion				Deshidratacion			Indice de	No.1		No.2		No.3		Residuales				
				Solidificacion	Neutralizacion	Quimico	No Peligrosos	Peligrosos	Incineracion	Tratamiento	TR	Indice	TR	Indice	TR	Indice		REC	RC	RI	
C-1	Cenizas (incluyendo incineracion)	40.0%	60.0%							0.0%								30.0%	15.0%	15.0%	60.0%
C-2	Polvo y productos DCC	40.0%	60.0%	25.0%						25.0%								25.0%	25.0%	10.0%	60.0%
C-3	Lodo inorganico	2.0%	98.0%				90.0%	8.0%		98.0%							32.7%	5.3%	30.0%	30.0%	98.0%
C-4	Lodo organico	2.0%	98.0%				70.0%	28.0%		98.0%							91.4%	1.9%	4.0%	0.7%	98.0%
C-5	Asbesto	0.0%	100.0%	50.0%						50.0%								50.0%		50.0%	100.0%
C-6	Acidos	45.0%	55.0%		55.0%					55.0%	C-3	27.5%	C-4	27.5%							0.0%
C-7	Alcalis	25.0%	75.0%		75.0%					75.0%	C-3	37.5%	C-4	37.5%							0.0%
C-8	Solventes	40.0%	60.0%						60.0%	60.0%	C-1	1.2%	C-2	1.2%							0.0%
C-9	Residuos aceitosos	40.0%	60.0%						60.0%	60.0%	C-1	3.0%	C-2	3.0%							0.0%
C-10	Residuos quimicos inorganicos	0.0%	100.0%	12.5%		50.0%				62.5%	C-3	50.0%						12.5%	25.0%	12.5%	50.0%
C-11	Residuos quimicos organicos	0.0%	100.0%			50.0%			25.0%	75.0%	C-1	2.5%	C-2	2.5%	C-4	50.0%			12.5%	12.5%	25.0%
C-12	Otros residuos liquidos	25.0%	75.0%			75.0%				75.0%	C-3	37.5%	C-4	37.5%							0.0%
C-13	Residuos de la prod. de alimentos	80.0%	20.0%							0.0%									20.0%		20.0%
C-14	Vidrio y ceramica	20.0%	80.0%							0.0%										80.0%	80.0%
C-15	Metal y chatarra	90.0%	10.0%							0.0%										10.0%	10.0%
C-16	Papel y carton	70.0%	30.0%							0.0%									30.0%		30.0%
C-17	Plasticos	25.0%	75.0%							0.0%										75.0%	75.0%
C-18	Caucho	25.0%	75.0%							0.0%										75.0%	75.0%
C-19	Textiles y cuero	50.0%	50.0%							0.0%									50.0%		50.0%
C-20	Desechos domesticos	2.0%	98.0%							0.0%									98.0%		98.0%
C-21	Madera	90.0%	10.0%							0.0%									10.0%		10.0%
C-22	Escoria de fundicion	40.0%	60.0%							0.0%								30.0%	0.0%	30.0%	60.0%
C-23	Residuos de construccion	35.0%	65.0%							0.0%									15.0%	50.0%	65.0%
C-24	Otros residuos solidos	1.0%	99.0%						9.0%	9.0%	C-1	0.9%	C-2	0.9%					45.0%	45.0%	90.0%

Flujo Asumido de RSI en el 2010



b. Suposiciones para la Estimación de Costos

Esta estimación de costos ha sido realizada en base a las siguientes suposiciones; además, los valores que se presentan en dicha estimación corresponden al "valor neto actual (VNA)" en 1995:

i. En la estimación de costos se emplean las siguientes tasas de cambio:

1 $US	=	416.2 pesos (moneda chilena)
	=	102.4 yenes (moneda japonesa)

ii. Se estiman las tarifas de tratamiento, incluyendo utilidades y costos de seguro, para instalaciones de tratamiento intermedio.

iii. La estimación del costo de construcción para instalaciones de tratamiento intermedio se refiere principalmente al "World Bank Technical Paper # 93, The World Bank".

iv. Se asume que los recursos financieros para los costos en concepto de adquisición de terrenos y construcción de instalaciones de tratamiento intermedio serán cubiertos en su totalidad por préstamos. Las condiciones de crédito se asumen del siguiente modo:

- período de devolución: 15 años
- tasa de interés: 6.0 % anual

v. El costo neto del tratamiento intermedio se estima asumiendo una vida útil de 15 años para una instalación de tratamiento intermedio. Consecuentemente, los costos unitarios del tratamiento intermedio se calculan como: "Costo neto total (cantidad total amortizada en el préstamo y costos de O&M durante 15 años)" dividido entre "cantidad total de RSI a tratar en 15 años", es decir VNA en $US.

vi. Las tarifas de tratamiento para las instalaciones de tratamiento se calculan añadiendo el margen de utilidad a los costos anteriores. La utilidad de los agentes de tratamiento intermedio se asume en 10%, lo cual debería cubrir los costos de restauración por accidentes (tales como costos de seguros, etc.).

vii. Los costos de recolección y transporte se dividen en:

- "costos de recolección" desde un generador de desechos a una planta de tratamiento intermedio;
- "costos de transporte" desde una planta de tratamiento a una sitio de disposición final; y
- "costos de recolección y transporte" desde un generador de desechos a un sitio de disposición final.

viii. Se asume que todos los lodos generados en las fábricas serán dehidratados en la fuente de generación. La escala de la instalación de deshidratación es calculada por la cantidad media descargada, la cual se obtiene mediante la división de la generación total de lodos por el número de fábricas que los genera.

ix. Dado que será asumido por los propios generadores, el costo de almacenamiento interno no está contemplado en el Estudio. Por su parte, el costo de almacenamiento en instalaciones de tratamiento intermedio está incluido en la tarifa de tratamiento.

c. Estimación de Costos

Los costos asociados con la recolección, transporte y disposición final se estiman haciendo referencia a precios actuales de dichas actividades en la RM y a las tarifas de disposición de tres tipos de rellenos en Brasil. Como resumen de la estimación de costos, la siguiente tabla presenta los costos unitarios (incluyendo utilidades) estimados para la recolección, transporte, tratamiento intermedio y disposición final.

Tabla 4.7b Costos Unitarios Estimados

Concepto	Costo Unitario ($US/ton)
Recolección y Transporte	
"Recolección" de RSI	6.0
"Recolección" de Residuos Médicos	40.0
"Transporte" de RSI y Residuos Médicos	6.0
"Recolección y Transporte" de RSI	12.0
Tratamiento Intermedio	
Solidificación	23.0
Neutralización	2.4
Tratamiento Químico	3.4
Deshidratación fuera(RNP)	35.7 *
Deshidratación en el sitio (RNP)	32.6
Deshidratación fuera(RP)	107.1 *
Deshidratación en el sitio(RP)	98.6
Incineración	151.0
Tratamiento de Aguas Residuales fuera	0.85
Tratamiento de Aguas Residuales en el sitio	1.02
Disposición	
REC para RSI (RP)	90.0
RC para RSI (RNP, No Inertes)	18.0
RI para RSI (Inertes)	1.50

Nota: *toneladas medidas sobre la base de contenido seco

La estimación de la escala (costos totales) del sector de MRSI se proyecta multiplicando "las cantidades estimadas de RSI a ser recolectados, transportados, tratados y dispuestos en el año 2010" por "los respectivos costos unitarios estimados anteriormente". Este cálculo, junto con el total obtenido, se presenta en la Tabla 4.7c.

Tabla 4.7c Costos de MRSI (Costos de Recolección, Transporte, Tratamiento Intermedio y Disposición Final) en el Año 2010

Unidad: $US/año

Concepto	Costo
1. Recolección y Transporte	13,590,000
2. Tratamiento Intermedio	
1-1. Tratamiento intermedio fuera	2,202,000
1-2. Deshidratación en el sitio	10,722,000
3. Disposición Final	25,894,000
Total sin deshidratación en el sitio	**41,686,000**
Total con deshidratación en el sitio	**52,408,000**

4.8 Evaluación del Plan Maestro

a. Evaluación Económica del Plan Maestro

a.1 Evaluación de la Expectativa de Negocios de MRSI en 2010

El mercado total de MRI en la RM es estimado en unos $US 41.7 millones (precios de 1995) en base a los precios de manejo. Esto supone cerca de 0.036% del PNB proyectado de 114.9 billones de $US en 2010 o 0.067% del PNB en 1995 (62,500 millones $US). El negocio de disposición final absorve cerca del 62% del mercado total de MRI. El mercado sobrante lo absorve la recolección y transporte (33%) y el tratamiento intermedio (5%).

a.2 Evaluación sobre la Razonabilidad del Costo de la Administración Pública y Generadores para Implementar el Plan Maestro

a.2.1 Costos de la Administración Pública

El incremento de costos de administración pública para implementar el plan maestro es de 1.3 millones de $US en el 2010. Su indice contra el total del mercado de MRI (en base al precio de manejo) es de solo 3.1%. Por consiguiente, esto indica que cerca de 41.7 millones de $US serán generados en el mercado de MRI a través de la ejecución de la gestión y control apropiados del MRI de acuerdo al plan maestro a un costo de 1.3 millones de $US.

a.2.2 Análisis de sensibilidad sobre los costos de MRSI de los generadores

Para evaluar la viabilidad de la absorción de costos por los generadores de RSI, el Estudio realizó un análisis de sensibilidad estableciendo un escenario alternativo de MRSI en el 2010. La diferencia entre el escenario alternativo y el plan maestro está en el índice de reducción de cantidad de lodos en fábrica. En el escenario alternativo, el contenido de agua de los lodos en la fuente de generación es asumido en 90% para lodos inorgánicos y 99% para orgánicos, mientras que el plan maestro asume 85% para ambos tipos de lodo en el sitio. En otras palabras, el escenario alternativo asume que la deshidratación de lodos es realizada únicamente fuera de las fábricas por agentes de MRSI y que los generadores no reducen la cantidad de lodo en el sitio. La Tabla 4.8a compara los costos totales de MRSI en ambos casos.

Tabla 4.8a Comparación de Costos de MRSI en 2010 entre el Escenario Alternativo y el Plan Maestro

Unidad: US$/año

	Escenario Alternativo	Plan Maestro
Recolección y Transporte	50,562,000	13,590,000
Tratamiento Intermedio (dehidratación en el sitio)	0	10,722,000
Tratamiento Intermedio (Deshidratación fuera)	8,932,000	2,202,000
Disposición Final	25,894,000	25,894,000
Total	85,388,000	52,408,000

Como puede verse en la anterior tabla, la reducción de la cantidad de lodos en la fuente de generación es un factor crucial para limitar el incremento de los costos de MRSI en el futuro, en especial los de recolección y transporte. Además, la estimación del índice del costo total de MRSI contra el valor total de producción por cada tipo de industria manufacturera en el 2010 secunda la necesidad de reducir la cantidad de lodos en fábrica.

En esta estimación, el costo total de MRSI incluye recolección y transporte, tratamiento intermedio (tanto en fábrica como fuera) y disposición final. Por otro lado, el valor total de producción para cada tipo de industria manufacturera es proyectado utilizando la tasa de incremento de producción que fue utilizada para proyectar el número de empleados y datos sobre producción disponibles en el Estudio de CORFO (Corporación de Fomento de la Producción).

Como resultado, el índice medio del costo de MRSI contra el valor de producción es de 1.10% en el escenario alternativo, el cual es muy superior al índice de 0.75% del plan maestro. Este resultado también confirma que la reducción de la cantidad de lodos en la fuente de generación es una opción razonable a ser utilizada por los generadores para limitar el incremento de costos de MRSI en el futuro. Sin embargo, debería considerarse que los costos de deshidratación de lodos en el sitio son calculados en base a la cantidad media de lodos descargada. Por consiguiente, el costo para las industrias pequeñas y medianas estará por encima de la media

Por otro lado, incluso bajo el plan maestro, hay 6 tipos de industrias manufactureras en las que los costos exceden el 1% del valor total de producción. Como en Japón se considera que las industrias pueden pagar hasta el 1% del valor total de producción, puede ser difícil para estas industrias sufragar tales costos.

Exceptuando las industrias de la cerámica y la alfarería, el costo del manejo de lodos

aún absorve gran parte de los costos de MRSI en las 5 industrias. Por consiguiente, puede ser necesario que estas industrias hagan esfuerzos adicionales para manejar con eficacia los lodos generados, aplicando tecnologías de tratamiento de bajo costo, reciclando lodos tratados, etc.

En cuanto a las industrias de la cerámica y la alfarería, los costos de manejo pueden reducirse reciclando resíduos de vidrio y cerámica así como lodo y polvo.

Asimismo, la reducción de la cantidad de lodo en la fuente por los generadores puede suponer una gran carga, especialmente para las pequeñas industrias. Por consiguiente, es importante que las autoridades fomenten la construcción y operación colectiva de instalaciones de deshidratación, reciclaje, etc.

a.3 Beneficios del Plan Maestro para la Futura Economía Chilena

Además del efecto económico directo en la creación de nuevos negocios en el mercado de MRSI, la implementación del Plan Maestro generará los siguientes efectos positivos en la economía de la RM:

- Beneficios al Comercio Internacional y/o el Estándar de Gestión Ambiental de ISO (Organización Internacional de Normalización-OIN) 14000
- Beneficios en Términos de Desarrollo de Industrias Relevantes
- Beneficios en cuanto a la Inversión de Capital Extranjero en la RM

b. *Evaluación Técnica del Plan Maestro*

b.1 Evaluación de las Medidas Administrativas a Ser Aplicadas

En la Tabla 4.8a pueden verse las medidas administrativas que fueron adoptadas en el Plan Maestro.

Tabla 4.8a Medidas Administrativas para Supervisar el Proceso del MRSI desde la Generación hasta la Disposición Final

Etapa en el MRSI	Medidas Administrativas
MRSI en el origen (interno)	@ Control de generación de residuos por sistema de declaración (Elementos a investigar) - Identificar características de generación de RSI por tipo de industria en base a datos de consumo de energía y material, tipos de productos y balance de producción/consumo de material. - Identificar el potencial de contaminación ambiental por gases de emisión y aguas residuales. - Clarificar la condición actual de la generación de RSI. - Clarificar la actual condición del manejo, tratamiento y disposición de RSI en la fábrica. - Clarificar la condición actual del MRSI subcontratado
MRSI fuera de la fábrica (externo)	@ Test de ICRT (Inflamables, Corrosivos, Reactivos y Tóxicos) (Elementos a analizar) - Identificar peligrosidad/no peligrosidad - Identificar métodos de tratamiento intermedio apropiados - Identificar métodos de disposición apropiados @ Test de lixiviación (Elementos a analizar) - Identificar la peligrosidad/no peligrosidad de los desechos después del tratamiento intermedio. - Identificar el tipo apropiado de sitio de disposición(REC/RC/RI) @ Test de solubilización (Elementos a analizar) - Identificar el tipo apropiado de sitio de disposición final (RC/RI)

Las medidas administrativas mencionadas deberán basarse en la declaración de los generadores de residuos y sus agentes de manejo. Por consiguiente, un examen riguroso de las formas de declaración será una parte importante de la administración pública para evitar declaraciones falsas por parte de los generadores y/o agentes de manejo. También es importante establecer un marco legal que regule rigurosamente el sistema de declaración. Estas acciones están especificadas en detalle en el plan maestro. Por consiguiente, siempre y cuando la administración pública del MRSI sea ejecutada de acuerdo al Plan Maestro, el objetivo del mismo se alcanzará con toda seguridad para el año 2010.

b.2 Evaluación de la Capacidad Técnica para Implementar el Plan Maestro

En lo que al MRS municipales en la RM se refiere, el nivel tecnológico es suficientemente elevado incluso comparándolo con otros países, especialmente en cuanto a rellenos sanitarios. Por consiguiente, se considera que el sector privado chileno tiene capacidad suficiente para gestionar un tratamiento y disposición de RSI con tecnologías avanzadas. Por otro lado, en lo que al MRSI se refiere, pueden encontrarse varios casos de mala gestión debido principalmente a la falta de

conocimientos sobre RSI y métodos apropiados para su manejo. Para mejorar tales condiciones, el Estudio da extensas instrucciónes en el Plan Maestro en forma de pautas, manuales, etc. Por consiguiente, como el Plan Maestro presenta suficientes instrucciones e informaciones técnicas de apoyo necesarias para su implementación, su ejecución en la RM es técnicamente viable.

c. Evaluación Ambiental del Plan Maestro

La siguiente evaluación ambiental se realiza mediante la identificación del impacto ambiental que se ocasionaría sobre la RM si el Plan Maestro no fuera implementado. Los principales impactos negativos sobre el ambiente son los siguientes:

c.1 Riesgos Ambientales Resultantes del Tratamiento En-fábrica Inadecuado de Gases de Emisión y Aguas Residuales

Tal como apuntaban los resultados de la encuesta a industrias, en la RM se emiten y descargan a la atmósfera y a cursos de agua respectivamente una cantidad considerable de gases y aguas residuales, algunos de los cuales pueden contener sustancias peligrosas. La misma encuesta sugiere igualmente que este inadecuado control sobre las emisiones y los efluentes se debe principalmente a la falta de conocimientos sobre los RSI y su nivel de peligrosidad. Este tratamiento inapropiado de las emisiones y los efluentes puede causar contaminación de aire y agua cuyo impacto sobre la salud humana es importante. A partir de la experiencia japonesa, resulta obvio que los costos de restauración y recuperación por contaminación son mucho mayores que el costo de tomar medidas preventivas.

c.2 Riesgos Ambientales del Manejo Inadecuado de RSI

Actualmente, existe cierto manejo inadecuado de RSI en la RM, tal como la disposición de RSI peligrosos en los rellenos municipales, los vertidos ilegales, la disposición en-fábrica no autorizada, etc. Si dicho manejo inadecuado de RSI continúa ignorándose, puede ocurir una importante contaminación de la napa y los suelos a raiz de la filtración de sustancias peligrosas desde los RSI dispuestos. Una vez desencadenada dicha contaminación en la RM, la magnitud de los daños es impredecible ya que las sustancias peligrosas pueden extenderse mediante el sub-suelo y los cursos de agua. Tal como indican casos anteriores en paises desarrollados, los costos de remediación son mucho menores que los costos que deben asumirse en concepto de compensación por daños cuando no se toman medidas contra la contaminación.

De este modo, la pronta implementación del Plan Maestro de MRSI minimizará (e incluso evitará) posibles peligros ambientales en el futuro así como los costos de restauración y recuperación por contaminación.

CAPITULO 5 PLAN MAESTRO PARA EL MRS MEDICOS

5.1 Definición y Clasificación de Residuos Sólidos Médicos

En base a una combinación de la clasificación recomendada por la OMS y la definición de tipos de residuos aplicada por la EPA de Estados Unidos, se propone el siguiente sistema de clasificación para RS médicos:

- Residuos patológicos *
- Sangre humana y productos de sangre *
- Cepas y cultivos *
- Cortopunzantes *
- Residuos infecciosos *
- Restos de animales *
- Residuos químicos
- Residuos radiactivos
- Residuos generales (no peligrosos)

Los tipos de residuos indicados con * se definen como residuos infecciosos.

5.2 Proyección de la Futura Generación de RS Médicos

A efectos del Plan Maestro, se propone predecir la futura generación de RS médicos en base al desarrollo de la población (proyección lineal) y a un supuesto incremento anual en la cantidad de residuos generados de un 1%, considerando el impacto esperado de una mejor higiene hospitalaria y de una supuesta extensión en el uso de material desechable.

La Tabla 10.2a presenta la proyección de la generación de RS médicos (sólo residuos infecciosos).

Tabla 5.2a Proyección de la Generación de Residuos Sólidos Médicos 1995-2010 (Sólo Residuos Infecciosos)

Año	Proyección de población		Efecto de una mejor higiene hospitalaria	Generación proyectada de RS médicos infecciosos
	Total	Indice		
1995	5,642,000	100.00	100.00	7,300 toneladas
1996	5,738,000	101.70	101.00	7,500 toneladas
2001	6,190,000	109.71	106.15	8,500 toneladas
2006	6,610,000	117.16	111.57	9,500 toneladas
2010	6,931,000	122.85	116.10	10,400 toneladas

5.3 Establecimiento de un Marco de Planificación

a. Objetivos

Los objetivos propuestos para el Plan Maestro 1996-2010 son:

- Mejores instalaciones y ejercicio del MRS médicos en las instituciones médicas de la RM para obtener condiciones básicas de higiene,
- Sistema estándar de envasado y etiquetado para RS médicos infecciosos,
- Opción de disposición final a bajo costo basada en una disposición segura de los RS médicos infecciosos en un relleno controlado de RS municipales,
- Con el tiempo, tratamiento térmico de RS médicos infecciosos, posiblemente junto con RSI.

b. Metas

Las metas del Plan Maestro se muestran en la Tabla 5.3a para los siguientes periodos: corto plazo (1996-2000), mediano plazo (2001-2005), y largo plazo (2006-2010).

c. Estrategia

La supervisión y aplicación de los estándars correspondientes conforman el único instrumento de las autoridades para alcanzar los objetivos y metas. Dado que no se prevé la participación pública en instalaciones técnicas, etc., la aplicación de un adecuado ejercicio en el MRS médicos creará la necesidad de proporcionar servicios de manejo de residuos por parte del sector privado. Dicha necesidad no puede

satisfacerse de forma inmediata por el sector privado, extremo que queda contemplado en el plan de implementación, en el cual se identifican las acciones que deben tomar las autoridades con relación a la participación del sector privado.

El Muestreo a Instituciones Médicas concluyó que los actuales costos de MRS médicos son insignificantes para muchas instituciones médicas. Sin embargo, es de esperar que cualquier incremento en dichos costos se encuentre con oposición. Así pues, será necesario aumentar la conciencia y compromiso ambientales en las instituciones médicas a fin de crear un comprensión sobre la necesidad de mayores presupuestos para obtener un mejor MRS médicos.

De este modo, la estrategia del Plan Maestro se basa en una combinación de acciones de cooperación y fiscalización. La cooperación hará referencia a la preparación de un Código de Manejo, en la cual las instituciones médicas participarán junto con las autoridades para establecer los estándars; la fiscalización se referirá a las investigaciones en terreno y, si fuera necesario a causa de infracciones reiteradas del ejercicio prescrito, a acciones de procesamiento legal.

5.4 Sistema Técnico Propuesto

El Código de Manejo es el instrumento clave para obtener un estándar adecuado en el MRS médicos. El MS es obviamente el organismo responsable para la elaboración del Código de Manejo. Un gran número de instituciones y especialistas deben participar en este trabajo

Los títulos del Código de Manejo son:

1. Introducción
2. Antecedentes Legales
3. Definición de RS Médicos
4. Antecedentes para la Planificación de Sistemas de Manejo de RS Médicos
5. Separación en el Origen, Envasado, Recolección Interna y Almacenamiento
6. Recolección Externa y Transporte
7. Tratamiento y Disposición Final
8. Lista de Chequeo para el Control de Sistemas (Nuevos y Existentes) de MRS Médicos

El sistema técnico propuesto está resumido en la Tabla 5.4a.

Tabla 5.3a Metas del Plan Maestro 1996-2010.

Metas a corto plazo (año 1996-2000)
- Elaboración de un Código de Manejo como pauta para las instituciones médicas y como base para una aplicación de normas por parte de las autoridades.
- Elaboración de un sistema simple de etiquetado para su implementación inmediata.
- Envasado de cortopunzantes en el origen y dentro de envases irrompibles y no reutilizables (también en casos en que los residuos se tratan internamente mediante incineración y autoclave).
- Mejoramiento de los centros internos de acopio con relación a lo siguiente: . Limpieza, . Almacenamiento por separado según categoría de residuos, . Prevenir el acceso del público, . Eliminación de la carga manual de RSM.
- Desarrollo de una disposición segura de RSM en rellenos controlados para RS domiciliarios (para una implementación inmediata).
- Recolección por separado de los RSM que serán dispuestos en rellenos sanitarios.
- Elaboración de un proyecto para el tratamiento térmico de RSM, posiblemente en una nueva instalación de tratamiento de RSI (co-tratamiento).
- Implementación y cumplimiento de nuevos estándars ambientales para incineradores nuevos de los hospitales.
Metas a mediano plazo (año 2001-2005)
- Implementación y cumplimiento de nuevos estándars ambientales para incineradores existentes de los hospitales.
- Desarrollo de un tratamiento térmico de RSM, posiblemente en una nueva instalación de RSI (co-tratamiento).
- Continuar el mejoramiento del sistema eestándarizado de recolección, incluyendo mejoras en los centros de acopio.
- Aplicación rigurosa de normas.
Metas a largo plazo (año 2006-2010)
- Eliminación progresiva de la disposición en rellenos sanitarios reemplazándola por tratamiento térmico centralizado.
- Aplicación rigurosa de normas.

Tabla 5.4a Resumen del Sistema Técnico

Categoría de residuo	Envasado	Tratamiento Interno	Centro de Acopio	Tratamiento externo
Residuos Patológicos	Bolsas de plástico consistentes, balde de plástico o cajas de cartón revestidas. Los objetos punzantes, como ciertos huesos, deben ir en envases irrompibles. Las bolsas, baldes, etc. deben ser precintables.	Incineración en incineradores de tipo hogar para garantizar destrucción y combustión completas.	Almacenamiento por separado, bajo refrigeración si fuera necesario (dependiendo del tiempo de almacenamiento).	Disposición en fosa digestora o en relleno controlado (corto plazo. Incineración en incineradores tipo hogar (largo plazo)
Sangre humana y productos de sangre	Baldes de plástico, botellas o bolsas de sangre, todos ellos precintables.	La sangre y productos de sangre infectados deben ser esterilizados (autoclave). Pueden verterse al alcantarillado pequeñas cantidades de sangre no infectada. Las cantidades importantes deben disponarse en relleno o incinerarse.	Almacenamiento por separado para los residuos infecciosos, bajo refrigeración si fuera necesario (dependiendo del tiempo de almacenamiento).	Disposición en relleno controlado o incineración.
Cepas y cultivos	Igual que "sangre humana y productos de sangre". Sin embargo, los agentes microbiológicos infecciosos deben ser esterilizados inmediatamente en la fuente de generación.			
Cortopunzantes	Recipientes irrompibles y precintables.	La incinaración es aplicable dependiendo del sistema de descarga de cenizas y del método de disposición (para evitar accidentes). Los cortopunzantes infectados pueden ser esterilizados mediante autoclave, pero éllo no debe alterar el subsiguiente manejo y disposición adecuados para evitar accidentes.	Almacenamiento por separado para los residuos infecciosos.	Disposición en relleno controlado o incineracion.
Residuos Infecciosos	Bolsas de plástico consistentes y precintables, baldes de plástico o cajas de cartón revestidas.	La incineración es aplicable.	Almacenamiento por separado para los residuos infecciosos.	Disposición en relleno controlado o incineracion.

La tabla continua en la página siguiente.

Tabla 5.4a Resumen del Sistema Técnico (Continuación)

Categoría de residuo	Envasado	Tratamiento Interno	Centro de Acopio	Tratamiento externo
Restos de animales	Bolsas de plástico consistentes y precintables, baldes de plástico o cajas de cartón revestidas.	La incineración es aplicable.	Almacenamiento por separado para los residuos infecciosos.	Disposición en relleno controlado o incineración. Nótese que se requiere destrucción para las enfermedades animales de alta transmisión, según regulaciones veterinarias.
Residuos químicos	Bolsas de plástico consistentes y precintables, baldes de plástico o botellas, etc., dependiendo de las propiedades físicas y químicas. El envasado original también es aplicable.	No habrá tratamiento interno.	Almacenamiento por separado paralos productos químicos (en cámara bien ventilada).	Instalaciones de tratamiento y disposición para residuos peligrosos (generales).
Residuos radiactivos	Bolsas de plástico consistentes y precintables, baldes de plástico o botellas, etc.	Dilución o almacenamiento separado hasta alcanzar niveles de radiación aceptables. Los líquidos radiactivos pueden ser vertidos al alcantarillado tras su dilución.	Almacenamiento por separado. Control de la radiación durante el almacenamiento y antes del envío al centro de acopio.	Disposición en relleno controlado o incineración.
Residuos generales (no peligrosos)	Bolsas de plástico, recipientes,etc..	La incineración es aplicable, aunque económicamente ineficiente en la mayoría de los casos.	Almacenamiento por separado en contenedores.	Disposición en relleno controlado (o incineración con RS municipales).

5.5 Examen del Sistema Institucional

a. Sistema Recomendado

El MS deberá establecer un Reglamento para el manejo interno y externo de los residuos médicos, de conformidad con esta sección del Plan Maestro. A su vez, SESMA dictará Instrucciones Técnicas adecuando el Reglamento a las condiciones locales, controlará su cumplimiento y aplicará las sanciones previstas en él y en el Código Sanitario.

Mientrastanto, el Departamento de Programas sobre el Ambiente del MS coordinará y dictará el Código de Manejo, el cual consolidará todos los requerimientos necesarios para el manejo de residuos médicos. No se cambiarán los actores, pero éstos deberán actuar de conformidad con el organigrama de la Figura 5.5a, sin superposición y respetando el principio de la responsabilidad del Generador (instituciones medicas).

Organizacion Referiente a los Residuos Medicos (RM) en la RMS

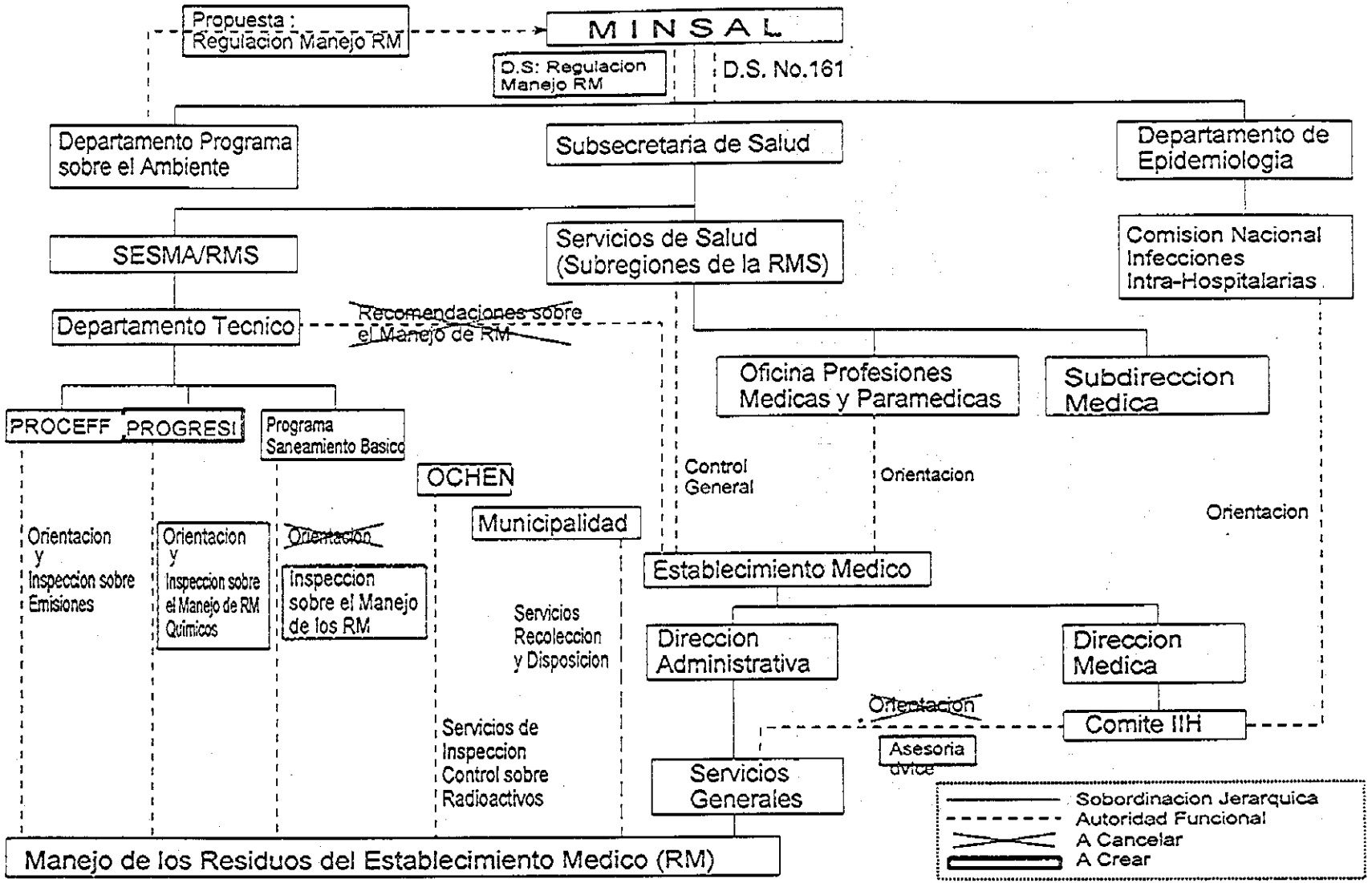


Figura 5.5a Propuesta de Desarrollo Organizacional relacionado con MRS Médicos

b. Desarrollo de Recursos Humanos

La Autoridad Competente (SESMA) deberá añadir un ingeniero sanitario y un portavoz social a su plantilla. Además, deberá realizar un esfuerzo concentrado, a corto plazo, elaborando instrucciones técnicas para orientar a los responsables del MR de las instituciones médicas y fomentar un programa de capacitación del personal operativo y directivo de las instituciones médicas.

El personal operativo deberá estar entrenado para separar y acondicionar los residuos en el origen, operar las aparatos de esterilización e incineración, y asear y limpiar pisos, vehículos y centros de acopio. El Jefe seleccionado deberá poseer una formación adecuada para planificar y velar por la ejecución de los servicios.

Los médicos y paramédicos, particularmente enfermeros/as, deberán estar motivados para el sistema de manejo de residuos y entrenados para realizar la separación en el origen, así como para operar los aparatos de autoclave y esterilización.

5.6 Estimación de Costos y Organismos Responsables del Financiamiento

Dado que los residuos médicos (excepto tipos infecciosos) serán recolectados mediante el servicio municipal, la estimación de costos para los RS médicos se realiza únicamente para los tipos infecciosos.

Como referencia aproximativa para la estimación de costos, se utiliza el siguiente razonamiento. Considerando que el envasado de los tipos de residuos infecciosos, así como el manejo interno de RS médicos (almacenamiento, etc.), será costeado por las propias instituciones médicas, estos conceptos quedan excluidos de la siguiente estimación de costos totales (magnitud del MRS médicos que deben realizar los agentes privados de MRSI). La estimación de la escala del MRS médicos (costos totales) se proyecta multiplicando "la cantidad de RS médicos a recolectar, transportar, tratar y disponer en el año 2010" por "los costos unitarios respectivos". El total de cada concepto se muestra en la Tabla 5.6.a.

Tabla 5.6a Costo de Recolección, Transporte, Tratamiento Intermedio y Disposición de Residuos Infecciosos en el año 2010

Unidad: $US/año

Tipo de Residuo	Recolección y Transporte	Tratamiento Intermedio	Disposición	Total
Residuos Infecciosos	425,000	1,570,000	0	1,995,000
C-1	0	0	19,000	19,000
C-2	0	0	9,000	9,000
Total	425,000	1,570,000	28,000	2,023,000

5.7 Evaluación del Plan Maestro

a Evaluación Económica

a.1 Evaluación sobre la Perspectiva del Mercado de MRS Médicos en el 2010

El mercado de MRS médicos se estima en unos $US 2.02 millones en el 2010, lo cual supone un 4.8% del mercado total de MRSI para ese mismo año. La distribución del mercado de MRS médicos según sector de manejo se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5.7a Distribución de Mercado de RS Médicos en el 2010

Sector del Mercado	Escala del Mercado ($US)	Porcentaje del Total (%)
Recolección y Transporte	425,000	21.0
Tratamiento Intermedio	1,570,000	77.6
Disposición	28,000	1.4
Total	2,023,00	100.0

Tal como indica la tabla, cerca de un 80% del mercado corresponde a tratamiento intermedio, lo cual significa incineración de acuerdo con el Plan Maestro. Dado que el total generado de 10,400 ton/año correspondiente a RS médicos se verá reducido en un 85% tras la incineración, los costos de disposición final se estiman muy bajos en comparación con otros costos.

a.2 Evaluación del Costo Total de MRS Médicos Cubierto por los Generadores

El costo unitario del manejo de residuos infecciosos es de unos $US 195 por tonelada en el año 2010. Al convertir este costo de manejo de residuos infecciosos a términos de $US/cama, en base a la proyección del número de camas y suponiendo que el índice del número de camas sobre la población es igual al de 1995, obtenemos un costo de $US 114 por cama y año. Este nivel de gastos no parece en absoluto excesivo para las instituciones médicas ya que la instalación de nuevos incineradores o el mejoramiento de los ya existentes puede resulta una opción mucho más costosa. La introducción de un incinerador central moderno es la opción más viable y económica de tratar los residuos infecciosos mediante una recolección y transporte adecuados desde las instituciones médicas. Así pues, la implementación de dicho Plan Maestro es la manera más económica de manejar los residuos médicos infecciosos en la RM.

b. Evaluación Técnica

b.1 Evaluación de las Medidas Administrativas a Adoptar para el Mejoramiento del MRS Médicos en el Orígen

El Código de Manejo recomendado en el Plan Maestro cubre de forma exhaustiva y detallada todas las disposiciones necesarias para un adecuado manejo de los RS médicos desde la fuente de generación hasta su disposición final. Además, deben elaborarse paralelamente estándars para la disposición en rellenos y la incineración de RS médicos, bien como parte integral del Código de manejo o como instrumentos legales separados. La pronta implementación de estas medidas, según indicaciones del Plan Maestro, contribuirá a minimizar o eliminar los posibles riesgos sobre pacientes y sobre los trabajadores que llevan cabo tareas de manejo de interno en las instituciones médicas.

b.2 Evaluación de las Medidas Administrativas para el Manejo Externo de RS Médicos

b.2.1 Desarrollo de Capacidad de Disposición en Relleno de RS Médicos

Dado que las autoridades públicas no están económicamente involucradas en el desarrollo de instalaciones de MRS médicos, éstas deben llevar a cabo negociaciones con ciertos operadores relevantes de rellenos en la RM con relación al establecimiento de capacidad de disposición en relleno para RS médicos, así como con contratistas de transporte que puedan proporcionar un adecuado sistema de recolección eestándarizada y transporte. Las negociaciones deben realizarse antes de la aplicación

del Código de Manejo y de los estándars relacionados para ofrecer alternativas adecuadas de MRS médicos a los generadores.

b.2.2 Desarrollo de Incineración Centralizada de RS Médicos

En principio, el desarrollo de una incineración centralizada de RS médicos depende del plan cronológico para desarrollar plantas incineradoras de RSI. Considerando que el programa de aplicación del Plan Maestro propone el período 1999-2001 para el desarrollo de una solución con las empresas involucradas en el MRSI, parece posible que la capacidad de incineración esté disponible a partir del próximo siglo. Consecuentemente, las negociaciones con operadores de rellenos acerca de desarrollar la capacidad de disposición en rellenos deben basarse en una cuidadosa estimación de la cantidad acumulada de RS médicos infecciosos que se generará hasta ese período. Si se resulven adecuadamente los aspectos mencionados, será posible alcanzar un adecuado MRS médicos mediante la implementación el Plan Maestro.

c. Evaluación Ambiental

El objetivo de esta evaluación ambiental es identificar los riesgos ambientales que pueden originarse en caso de no implementación del Plan Maestro. Los posibles problemas que pudieran surgir en ausencia del Plan Maestro de MRS médicos son:

- Los vertidos incontrolados pueden ocasionar molesias y riesgos sobre la gente
- La disposición inadecuada de los RS médicos en los rellenos municipales puede crear una imagen negativa de los rellenos y reducir la aceptación de los vecinos, así como crear desconfianza en la capacidad de las autoridades responsables.
- Los modelos antiguos de incineradores hospitalarios son una fuente importante de contaminación ambiental (e.g. dioxinas). Además, una ubicación inadecuada y una emisión mediante chimeneas de baja altura pueden ocasionar molestias como humo, hollín y olores en los lugares vecinos. Con relación a los aspectos de salud ocupacional, los incineradores con precarias condiciones de acceso y con equipamiento precario/inexistente de alimentación automática de residuos y de descarga de cenizas puden causar accidentes laborales.
- El tratamiento inadecuado de los residuos infecciosos puede aumentar el riesgo de contraer infecciones por parte de quienes manejan los RS médicos, tales como:
    - personal de las instituciones médiacs responsable de envasar

y recolectar los residuos,
. personal involucrado en actividades públicas de reciclaje, si no se completa la separación,
. "cachureros" en rellenos donde se disponen inadecuadamente RS médicos.

- En situaciones extremas, el manejo inadecuado de RS médicos puede poner en peligro las condiciones higiénicas no sólo en las instituciones médicas, sinó tambien en el exterior de éstas.

Así pues, a fin de evitar los futuros efectos negativos y acumulados sobre el medio ambiente e incluso sobre la salud de las personas, debe implementarse un adecuado MRS médicos de acuerdo con el Plan Maestro.

5.8 Plan de Implementación

El Plan de Implementación que se muestra en la Figura 10.9a incluye las actividades más importantes para implementar el Plan Maestro de MRS Médicos.

La elaboración de un Código de Manejo está programada en dos años (1996 y 1997). Aunque podría prepararse con mayor rapidez, se recomienda invertir al menos 1.5 años ya que será la base para mejorar el MRS Médicos.

Paralelamente a la elaboración del Código de Manejo, deben prepararse estándars (también a nivel nacional) para la disposición en relleno y la incineración de RS médicos (bien como parte integral del Código de Manejo o como una actividad separada de establecimiento de estándares).

A fin de garantizar una rapidez de implementación razonable y de eliminar en la máxima medida posible cualquier incertidumbre, CONAMA-RM debe adoptar un papel preponderante en la provisión de suficiente capacidad de relleno y de un sistema estándarizado de recolección y transporte de RS médicos (elementos principales del Plan Maestro en su vertiente técnica).

La implementación de una incineración centralizada de RS médicos queda condicionada por la implementación de incineración para RSI. Se propone el período 1999-2001 para desarrollar una solución con las empresas involucradas en el manejo de RSI, pudiendo obtenerse dicha solución al inicio del próximo siglo.

	CORTO PLAZO					MEDIANO PLAZO					LARGO PLAZO				
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Elaboración de un Código de Manejo															
Preparación de estándars para la disposición en relleno de RS Médicos															
Preparación de estándars para la incineración de RS Médicos															
Implementación legal de estándars para la incineración de RS Médicos en incineradores nuevos															
Implementación legal de estándars para la incineración de RS Médicos en incineradores existentes															
Negociaciones sobre un relleno de RS Médicos															
Relleno de RS Médicos en funcionamiento															
Negociaciones sobre el sistema de recolección y transporte de RS Médicos															
Sistema de recolección y transporte de RS Médicos en funcionamiento															
Desarrollo de incineración centralizada de RS Médicos (co-tratamiento con RSI)															
Incineración centralizada de RS Médicos (co-tratamiento con RSI) en funcionamiento															
Eliminación progresiva de la disposición en relleno de RS Médicos															

Figura 5.8a Plan de Implementación para el Plan Maestro de RS Médicos