

---

**COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE**

---

**GUIA PARA EL CONTROL Y PREVENCION DE LA  
CONTAMINACION INDUSTRIAL**

**RUBRO ASERRADEROS Y PROCESOS DE MADERA**

**SANTIAGO  
Diciembre de 2000**

## **INDICE**

	<b>Página</b>
<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
1.1 Representatividad del sector en el País	4
1.2 Indicadores económicos del sector	8
1.3 Importancia del sector en relación a los aspectos ambientales	10
<b>2. ANTECEDENTES DE PRODUCCION</b>	<b>11</b>
2.1 Materias Primas	11
2.2 Procesos	13
2.3 Productos	19
<b>3. CARACTERISTICAS DE LOS DESECHOS Y SU IMPACTO</b>	<b>21</b>
3.1 Fuentes de generación de contaminantes	21
3.2 Caracterización de efluentes líquidos	22
3.3 Caracterización de residuos sólidos	25
3.4 Caracterización de emisiones a la atmósfera	26
3.5 Impactos ambientales actuales y potenciales	27
<b>4. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DENTRO DEL PROCESO</b>	<b>30</b>
4.1 Control de procesos, eficiencia y prevención de la contaminación	30
4.2 Posibilidades tecnológicas de producción más avanzadas y más limpias	31
4.3 Posibilidades de minimización	34
4.4 Descripción de Metodología de Implementación, con referencia a las auditorías, medidas organizativas y sistemas de gestión ambiental.	36
<b>5. MÉTODOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN</b>	<b>38</b>
5.1 Tecnologías de tratamiento de efluentes líquidos	38
5.2 Métodos de control de emisiones a la atmósfera	41
5.3 Eliminación y disposición de residuos sólidos y reciclaje	42
5.4 Plan de manejo de residuos peligrosos	44
<b>6. PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS</b>	<b>45</b>
6.1 Aplicabilidad de Plan de Manejo de Residuos Peligrosos	45
6.2 Aplicación al Rubro Aserraderos	45
6.3 Componentes del Plan de Manejo	49
<b>7. ASPECTOS ECONÓMICOS DEL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN</b>	<b>50</b>
7.1 Indicadores de costos y beneficios del uso de tecnologías limpias y medidas de prevención	50
7.2 Indicadores de costos y beneficios de medidas de control de la contaminación	50
7.2 Instrumentos financieros de apoyo a la Gestión Ambiental	53
<b>8. SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>56</b>
8.1 Productos químicos tóxicos y peligrosos	56
8.2 Niveles de Ruido	56
8.3 Control de Riesgos	58
8.4 Protección de los trabajadores	58
<b>9. LEGISLACIÓN Y REGULACIONES AMBIENTALES APLICABLES A LA INDUSTRIA</b>	<b>62</b>
9.1 Normativas que regulan la localización de las industrias	62
9.2 Normativas que regulan las emisiones atmosféricas	62
9.3 Normativas que regulan las descargas líquidas	64

9.4 Normativas aplicables a los residuos sólidos	65
9.5 Normativas aplicables a los ruidos	66
9.6 Normativas de seguridad y salud ocupacional	66
9.7 Normas referenciales del Instituto Nacional de Normalización	69
<b>10. PROCEDIMIENTOS PARA LA OBTENCIÓN DE PERMISOS</b>	<b>71</b>
10.1 Permisos para la localización de industrias	71
10.2 Permisos para la obtención de la calificación técnica	72
10.3 Permiso municipal de edificación	72
10.4 Informe sanitario	72
10.5 Patente municipal	74
10.6 Antecedentes generales de cumplimiento	74
<b>11. CONCLUSIONES</b>	<b>76</b>
<b>12. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO 1:</b> Diario Oficial de la República de Chile, martes 3 de agosto de 1999. Resolución SAG.	80
<b>ANEXO 2:</b> Tipos de requerimientos, tratamientos y prohibiciones de los principales países importadores de productos forestales primarios.	81

## **PRESENTACION**

El rápido crecimiento industrial que ha sufrido Chile en los últimos años, ha traído consigo serios problemas de contaminación ambiental, como la polución de aire, agua y suelo. La Región Metropolitana, por su parte, concentra la mayor parte de la actividad económica del país donde la base industrial es diversa, incluyendo rubros tan variados como alimentos, textiles, productos químicos, plásticos, papel, caucho y metales básicos.

Comprometido con formular y desarrollar una política ambiental tendiente a resolver estos problemas y con el propósito de promocionar un desarrollo industrial sustentable, la Comisión Nacional del Medio Ambiente–CONAMA, ha venido desarrollando una serie de instrumentos de apoyo, entre los que se encuentran las Guías Técnicas para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial. El objetivo principal de estas guías, a ser distribuidas a todas las empresas de cada rubro estudiado, es orientar al sector en materia ambiental, entregándole herramientas de prevención y control de la contaminación. A su vez, pretende contribuir a las actividades de fiscalización que realiza la autoridad, optimizando la calidad de las mismas, si bien las guías en sí no son un instrumento fiscalizable.

Los rubros industriales estudiados han sido seleccionados en base a criterios tales como la representatividad dentro del sector manufacturero y los impactos ambientales que generan.

Las Guías Técnicas entregan una reseña sobre los impactos ambientales provocados por el rubro específico estudiado. A su vez, identifica las medidas de prevención de los potenciales impactos, los métodos de control de la contaminación (*“end-of-pipe”*) recomendados, los costos asociados y los aspectos relacionados con la seguridad y salud ocupacional. Como marco legal, entrega la información referente a la normativa medioambiental vigente en el país, y los procedimientos de obtención de permisos requeridos por la industria.

En la elaboración de las guías han participado consultores nacionales en conjunto con una contraparte técnica conformada por CONAMA, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, Asociación Chilena de Seguridad y Sociedad de Fomento Fabril. La coordinación general del proyecto estuvo cargo de la Unidad de Residuos de CONAMA, Dirección Región Metropolitana, y de la Unidad de Residuos del Departamento de Descontaminación Planes y Normas de CONAMA.

La presente guía para el control y prevención de la contaminación en el rubro Aserraderos, ha sido elaborada en base a un estudio realizado por la División de Tecnologías Ambientales de INTEC-CHILE.

## **RUBRO ASERRADEROS Y PROCESOS DE MADERA**

### **1. INTRODUCCION**

La industria del aserrado en Chile se inicia en el siglo pasado, con la inmigración alemana. En el año 1848, don Frick von Hackermann instala el primer aserradero tipo sierra circular accionado por locomovil en la Aguada de Corral (X Región).

Desde mucho antes del inicio de la república hasta mediados del siglo XX, el recurso bosque se consideraba en tal abundancia que prácticamente se percibía como inagotable. La explotación, calificada muchas veces como irracional, de los recursos del bosque nativo en la zona centro-sur del país era destinada principalmente a la industria de aserrado.

La introducción del Pino radiata en el país a fines del siglo pasado, crea condiciones para el inicio de un período industrial. Con la cosecha de las plantaciones de pino surge, basada en esta especie, una industria forestal de tal amplitud que hacia los años 1950 la producción de madera aserrada de pino representaba la mitad del volumen aserrado, llegando hoy al 90%.

En la actualidad en la industria maderera nacional, se emplean todas las tecnologías de corte existentes, vale decir, desde el uso de la sierra circular más simple hasta las técnicas de perfilado. Al mismo tiempo, esta industria se caracteriza por una alta atomización en el número de aserraderos, así como por la heterogeneidad del tamaño de las plantas, del tipo de tecnología utilizada y de la calidad de los productos finales<sup>1</sup>.

#### **1.1 Representatividad del sector en el país.**

Según el INFOR (Boletín Estadístico, 1999), en el año 1988 se registraron 1545 aserraderos en el país, 25 menos que el período anterior. Sin embargo, si se consideran sólo las unidades en funcionamiento esta diferencia se incrementa a 43.

Del total de aserraderos antes mencionado, el 66,9% se encuentra operando (1.033 aserraderos). El porcentaje restante, equivalente a 511 unidades productivas, se encuentran paralizadas en sus funciones producto de falta de capital de trabajo, carencia de abastecimientos, situaciones de quiebra y otras.

Las instalaciones del tipo “móvil” o temporales son muy predominantes con un número de unidades que asciende a las 1.149, caracterizadas básicamente por la búsqueda de materia prima y por operar frecuentemente con dificultades técnico-económicas, de abastecimiento y comercialización. Este tipo de aserraderos muestra heterogeneidad de tamaño, tipo y calidad del producto.

Los restantes 396 aserraderos son del tipo “permanente”, que se caracterizan por tener algún grado de mecanización e infraestructura permanente. En esta categoría se encuentran los aserraderos de mayor rango de producción y en fase de modernización tecnológica, cuya producción está orientada principalmente a la exportación.

En cuanto a su distribución en el territorio nacional, las regiones VII, VIII, IX y X concentran la mayoría de las instalaciones en operación, con una participación del 86,1% del total. La producción de madera aserrada se concentra principalmente entre las regiones VII y X (VER CUADRO N°1 y N°2).

---

<sup>1</sup> Fuente: Devlieger S., Francis ; Baettig P., Ricardo. “Ingeniería de Aserraderos. Fundamentos de Planificación y Gestión”. Universidad de Talca, 1999.

**CUADRO 1  
PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA POR REGIÓN,  
SEGÚN TIPO DE ASERRADERO Y ESPECIES PRINCIPALES (1998)**

TIPO DE ASERRADEROS Y ESPECIES PRINCIPALES	TOTAL	PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA POR REGIÓN (m³)									
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	R.M.
TOTAL	4550737	417	36.241	196.290	844.639	2.530.734	409.448	457.226	2.9710	43.305	2.721
Pino Radiata	4221947	18	36.241	188.350	838.672	2.506.319	319.948	329.338	-	-	2.029
Nativas	278240	-	-	-	3.007	15.214	67.802	119.314	29.590	43.305	-
Otras exóticas	50550	399	-	6.940	2960	9201	21666	-	11	-	692
PERMANETES	3989120	327	5.503	109.336	729.141	2397040	301.774	382.747	20.930	42.315	-
MÓVILES	561617	90	30.738	86.954	115.498	133.694	107.674	744.79	877	990	2.721

**CUADRO 2  
NÚMERO DE ASERRADEROS TRABAJANDO POR REGIÓN,  
SEGÚN TIPO Y RANGO DE PRODUCCIÓN (Año 1998)**

TIPO Y RANGO DE PRODUCCIÓN	TOTAL	NÚMERO DE ASERRADEROS TRABAJANDO POR REGIÓN									
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	R.M.
Total	1.034	5	15	65	115	247	208	320	30	27	2
Permanentes	317	3	6	11	42	83	50	84	16	22	-
>50.000	17	-	-	1	3	12	-	1	-	-	-
20.001-50.000	22	-	-	-	5	10	5	2	-	-	-
10.001-20.000	31	-	-	1	7	13	5	3	1	1	-
5.001-10.000	29	-	-	1	9	12	5	2	-	-	-
≤ 5.000	218	3	6	8	18	36	35	76	15	21	-
móviles	717	2	9	54	73	164	158	236	14	5	2
5.001-10.000	13	-	3	6	1	3	-	-	-	-	-
3.001-5.000	20	-	1	5	6	6	2	-	-	-	-
1.001-3.000	135	-	-	12	43	28	29	19	3	-	1
≤ 1.000	549	2	5	31	23	127	127	217	11	5	1

Fuente de ambos cuadros: INFOR - Boletín Estadístico N°70 "La Industria del Aserrío, 1999", diciembre de 1999.

Los aserraderos se agrupan en cinco categorías según su producción expresada en m<sup>3</sup>/año (CUADRO N°3). Este cuadro muestra la situación nacional del rubro en relación al aporte que cada agrupación realiza a la producción nacional. Existe una evidente concentración de la producción de madera aserrada, ya que el 52% (2.383.325 m<sup>3</sup>/año) de la producción total la generan sólo 17 aserraderos (1,1% del total de empresas del rubro) del rubro con una producción individual superior a las 50.000 m<sup>3</sup>/año de madera aserrada. En el otro extremo se encuentran una gran masa de aserraderos muy pequeños que conforman el 60% del total de los aserraderos del sector; su producción individual es inferior a las 5 mil m<sup>3</sup>/año de madera aserrada y en conjunto aportan el 17% de la producción nacional. El resto de los aserraderos con producciones grandes, medianas y pequeñas aportan en conjunto el 30% restante de la producción nacional al año 1998. Finalmente, prácticamente un tercio del total de aserraderos del país se encuentran paralizados.

**CUADRO 3**  
**NÚMERO DE ASERRADEROS, PRODUCCIÓN Y PARTICIPACIÓN, SEGÚN RANGO**  
**(Año 1998)**

RANGO DE PRODUCCIÓN (m <sup>3</sup> /año)	NÚMERO DE ASERRADEROS	MADERA ASERRADA	
		Producción (m <sup>3</sup> )	Participación (%)
TOTAL	1.545	4.550.737	100
Muy grande : > 50.000	17	2.383.325	52
Grande : 20.001-50.000	22	671.338	15
Mediano : 10.001-20.000	31	425.673	9
Pequeño : 5.001-10.000	42	284.489	6
Muy pequeño : ≤ 5.000	922	785.912	17
Paralizados	511	-	-

Fuente: INFOR – Boletín Estadístico N°70 “La Industria del Aserrío, 1999”, diciembre de 1999.

En relación al tipo y rango de producción (VER CUADRO N°2 de la página anterior), existen 39 aserraderos permanentes con producciones anuales superiores a los 20.000 m<sup>3</sup>. En el rango 10.001-20.000 m<sup>3</sup> por año se cuentan 31 aserraderos, que también corresponden a instalaciones permanentes. Estos constituyen el 9,8% de los aserraderos permanentes trabajando en 1998. En el extremo inferior, con rangos productivos anuales menores a 10.000 m<sup>3</sup>, existen 247 aserraderos permanentes y 717 móviles. La suma de ambos, 964, representa el 93,2% del total de aserraderos en operación.

En cuanto al número de aserraderos permanentes por especie, éste incluye un 58,3% de aserraderos que consumen mayoritariamente Pino radiata, un 35,8% de especies nativas y un 5,8% de otras especies exóticas. Respecto de los aserraderos móviles disminuye a un 45,2% el número de unidades que consumen Pino radiata, mientras que aumentan los aserraderos de especies nativas, a 48,7% y de otras especies exóticas, a 6,9%.

En cuanto a empresas productoras de madera aserrada, en 1988 se registraron 1.034, sin embargo, el 69,1% del volumen total se concentró en 32 empresas.

En el CUADRO N°4 de la siguiente página se detallan las principales empresas de aserrío, ordenadas según su producción medida en m<sup>3</sup>/año. Entre éstas se destacan Aserraderos Arauco S.A., con el 23% del total de la producción, Aserraderos Mininco, con el 12% del total y Aserraderos Cementos Bío-Bío, con el 5%, entre otras.

Del total producido, un 29% (913.025 m<sup>3</sup>) es exportado como madera aserrada y un 11,8% (371.831 m<sup>3</sup>) como madera elaborada, que incluye otros productos tales como madera cepillada y madera sin nudos (clear).

**CUADRO 4**  
**RANKING DE LAS PRINCIPALES EMPRESAS DE ASERRÍO (Año 1998)**

Razón Social	Ubicación	Capac. Instal. (1 Turno) (m³)	Número de Turnos	Producción (m³)	Exportación Madera (m³)	
					Aserrada (1)	Elaborada (2)
Total País		7.528.362		4.550.737	1.171.621	618.459
Otras Empresas		5.337.162		1.404.614	258.596	246.628
Principales Empresas		2.191.200		3.146.123	913.025	371.831
Aserraderos Arauco S.A.		635.400		1.048.445	413.671	101.952
Planta El Colorado	Curanilahue, VIII R.	110.100	2	214.033		
Planta Horcones	Arauco, VIII R.	136.500	2	202.675		
Planta Las Lumas	Lanco, X R.	105.000	2	185.928		
Planta Viñales	Constitución, VII R.	121.500	2	169.759		
Planta La Araucana	Los Álamos, VIII R.	48.000	2	92.970		
Planta Mutrún	Constitución, VII R.	63.000	2	84.500		
Planta Escuadrón	Cornel, VIII R.	27.300	2	62.580		
Planta Collinco	Coelemu, VIII R.	24.000	2	36.000		
Aserraderos Mininco S.A.		295.500		550.971	316.906	62.847
Planta Nacimiento	Nacimiento, VIII R.	106.500	2	211.590		
Planta Bucalemu	Cabrero, VIII R.	99.000	2	198.816		
Planta Mulchén	Mulchén, VIII R.	90.000	2	140.565		
Andinos S.A.	Cabrero, VIII R.	150.000	2	244.000	1.670	70.036
Aserraderos C. Bío Bío S.A.	Concepción, VIII R.	105.000	2	143.037	89.352	13.210
Soc. Forestal Sta Elena		71.100		128.493	-	-
Planta Los Alamos	Los Álamos, VIII R.	18.600	2	37.113		
Planta Nueva Imperial	Nva. Imperial, IX R.	18.900	2	34.639		
Planta Coihueco	Coihueco, VIII R.	18.300	2	32.412		
Planta Angol	Angol, IX R.	15.300	2	24.329		
Aserradero Cholgúan S.A.	Yungay, VIII R.	60.600	2	116.107	2.437	7.419
Forestal Copihue S.A.	Constitución, VII R.	68.400	2	115.000	13.343	30.972
Infonac S.A.	Marchihue, VI R.	45.000	2	84.000	22.797	-
Comercial e Industrial J.C.E. S.A.	Los Ángeles, VIII R.	30.000	2	60.050	-	-
Forestal Tromen S.A.	Coronel, VIII R.	66.000	1	57.715	-	-
Aserraderos Pacífico S.A.	Constitución, VII R.	48.000	1	42.380	3.391	18.133
Jaime Venturelli y Cia. Ltda.	Maule, VII R.	38.400	1	37.113	-	-
Maderera Río Itata S.A.	Trehuaco, VIII R:	46.500	1	37.000	5.556	7.497
Mario Tilleria e Hijos Ltda.	Constitución, VII R.	21.600	2	36.804	-	-
Aserradero Santa Blanca Ltda.	Constitución, VII R.	18.300	2	32.989	-	-
Xilometal Ltda.	Concepción, VIII R.	27.000	2	31.700	-	-
Aserraderos Paillaco S.A.	Paillaco, X R.	57.000	1	31.050	620	32.137
Forestal Llaima y Cia	Talcahuano, VIII R:	28.800	2	30.000	18.613	2.686

Razón Social	Ubicación	Capac. Instal. (1 Turno) (m <sup>3</sup> )	Número de Turnos	Producción (m <sup>3</sup> )	Exportación Madera (m <sup>3</sup> )	
					Aserrada	Elaborada
Pro-Arauco S.A.	Los Álamos, VIII R.	19.200	2	30.000	-	-
Muebles Fourcade S.A.	Loncoche, IX R.	45.900	1	27.356	-	368
Forestal Coronel S.A.	Los Ángeles, VIII R.	45.000	1	26.943	-	58
Inafor Ltda.	Temuco, IX R.	15.600	2	26.230	-	-
Soc. Industrial del Sur S.A.	Llanquihue, X R.	19.500	2	25.600	49	7.854
Productos Forestales Kamapu Ltda.	Los Ángeles, VIII R.	30.000	1	25.000	12.092	2.311
Forestal Junquilar Ltda.	Constitución, VII R.	24.000	1	24.012	2.894	3.862
Soc. Agr. Y For. Maicoya Ltda.	Los Sauces, IX R.	36.900	1	22.268	-	-
Aserraderos Poco a Poco Ltda.	Los Ángeles, VIII R.	30.000	1	20.400	62	-
Forestal Vigo Ltda.	Coelemu, VIII R.	30.000	1	20.000	9.523	3.153
Maderas de Exportación Ltda.	Osorno, X R.	25.500	1	18.460	-	6.234
Forestal Rarí Ltda.	Los Ángeles, VIII R.	12.000	2	18.000	49	1.102
Laminadora Los Angeles S.A.	Los Ángeles, VIII R.	24.000	1	18.000	-	-
Industrial Agrifor Ltda.	Perquenco, IX R.	21.000	1	17.000	-	-

Nota: (1) Incluye madera aserrada, basa y tapas

(2) Incluye madera cepillada, machiembreda, clear, pallets, cajones, molduras, tableros laminados, piezas para construcción, partes y piezas, muebles y otros artículos menudos.

Fuente: INFOR – Boletín Estadístico N°70 “La Industria del Aserrío, 1999”, diciembre de 1999.

## 1.2 Indicadores económicos del sector

De acuerdo a las estadísticas del Banco Central, el sector forestal<sup>2</sup> aportó al Producto Interno Bruto \$213.148 millones de pesos en el año 1998. Sin embargo, si se observa el comportamiento de este aporte en los últimos 3 años se percibe el impacto que provocó la crisis asiática en la economía general del país.

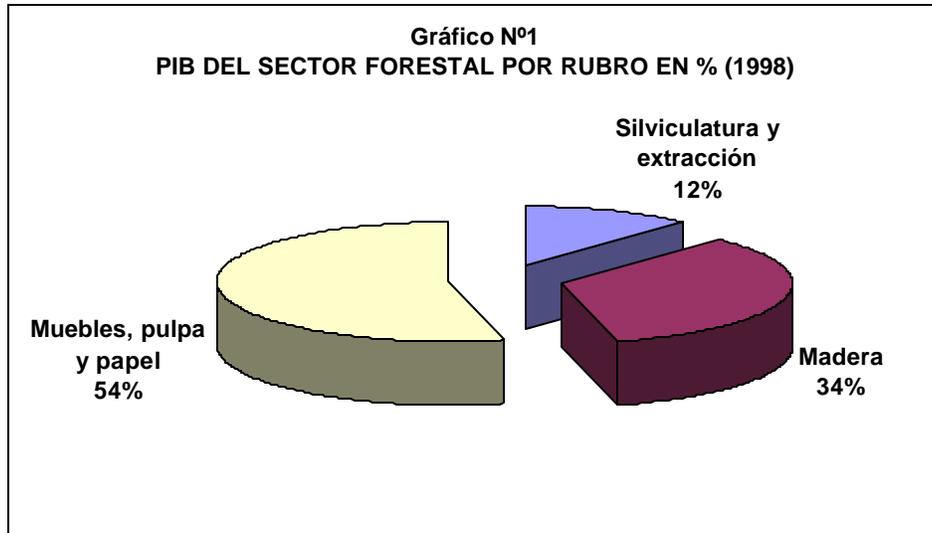
El gráfico adjunto N°1 permite visualizar de manera general los aportes de cada uno de los tres rubros al PIB total del sector forestal. En el caso del rubro de madera, que incluye madera aserrada y elaborada, aporta el 34% del PIB total del sector.

En lo referente al aporte del sector forestal<sup>3</sup> chileno en materia de empleo, generó durante 1998 un total de 123.921 empleos directos. De estos, la industria forestal<sup>4</sup> concentró el 55%, equivalente a 68.146 personas, de las cuales un 23,6% es absorbido por el rubro aserraderos. Esto quiere decir que la industria del aserrío concentra el 13% del total de trabajadores del sector forestal, equivalente a 16.114 personas.

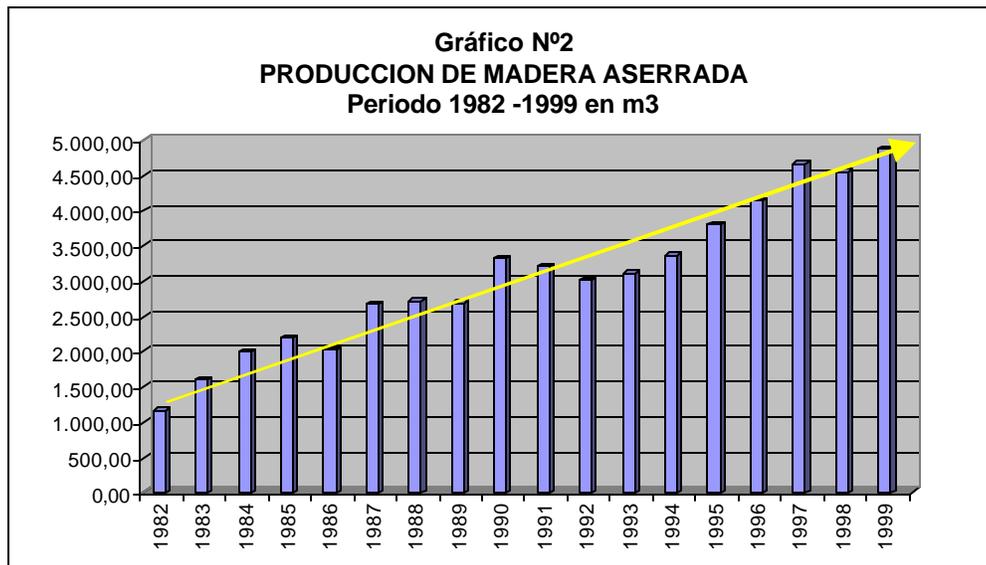
<sup>2</sup> Considera los tres rubros: a) silvicultura y extracción, b) madera y c) muebles, pulpa y papel.

<sup>3</sup> Sector forestal dividido en industria, servicios, silvicultura y extracción

<sup>4</sup> Sector Forestal incluye aserraderos, plantas astilladoras y cajoneras, fábricas de pulpa y papel, de tableros y chapas y empresas que elaboran muebles, molduras, juguetes, entre otros.



La producción de madera aserrada durante 1998 alcanzó los 4,6 millones de metros cúbicos, lo que representa una caída del 2,4 % respecto al año anterior. En términos de valor nominal, este deterioro fue de un 14,7%, lo cual acusa un menor precio global de la madera aserrada en este período. En 1999 no se prevé otra disminución de la producción, estimándose un aumento del 7% pero continuaría la baja en los precios (Gráfico N°2).



Fuente: INFOR – Boletín Estadístico N°70 “La Industria del Aserrío, 1999”, diciembre de 1999.

Los principales destinos de la industria del aserrío son: los envíos al extranjero, como madera aserrada y el mercado interno, en términos de madera que se consume aparentemente en el país. Considerando esta división, el 25,7% se exporta y el 74,3% se destina al mercado nacional. De éste 74,3%, sin embargo,

existe un porcentaje importante de madera que se procesa en el país y luego se exporta como madera elaborada y otros productos, con lo que el consumo interno disminuye en al menos 5 puntos porcentuales.

Se observa que los envíos de madera aserrada al exterior experimentaron una caída en 1998, situación que se comienza a revertir en 1999. En contraposición a esto, las exportaciones de madera elaborada, al igual que otros productos elaborados, muestran una fuerte tendencia al alza, presentando un aumento de 82% al comparar los años 1998 y 1999.

### **1.3 Importancia del sector en relación a los aspectos ambientales**

Existen más de 1.500 aserraderos en el País, que representan una gran diversidad de escalas y nivel tecnológico. El rubro, principalmente las grandes empresas de aserraderos, han incorporado cambios importantes en su tecnología y prácticas de gestión, reduciendo fuertemente la generación de residuos y privilegiando el consumo de tales recursos potenciales (por ejemplo combustible de uso interno o venta a terceros).

Sin embargo, el tema de la gestión ambiental en las empresas va perdiendo importancia desde el nivel de medianas empresas hasta muy pequeños aserraderos. Es precisamente en estas últimas donde la situación ambiental es más crítica, vinculado principalmente al tema del manejo de residuos en general.

En términos muy generales, el tema ambiental en el rubro aserraderos esta orientado principalmente al manejo de residuos sólidos y líquidos, especialmente los residuos de proceso, tales como aserrín, viruta, polvo de madera, borras contaminadas, uso de pesticidas y residuos líquidos de humectación de trozas, como lo ratifica el acuerdo de producción limpia asumido por el sector a fines de 1999.



En 1998, la industria del aserrío demandó alrededor de 9,2 millones de m<sup>3</sup> de madera en trozas, 6% menos que el año 1997. Esta cifra es producto de un decrecimiento de la producción en un 2,4%.

Es importante mencionar que del total de madera en trozas consumida por la industria forestal, la industria del aserrío es la principal demandante de esta materia prima, con un volumen equivalente al 43,2%<sup>5</sup>.

Los aserraderos de regiones, la VIII Región acusa el mayor consumo, equivalente al 55% del total. En conjunto, las Regiones VII, VIII, IX y X participan con el 93% del consumo de madera en trozas.

Con relación a las especies demandadas, más del 90% de trozas corresponden a pino radiata. Las especies nativas participan con un 6,8% y otras especies exóticas, con el 1,2% restante (VER CUADRO 5).

**CUADRO 5**  
**CONSUMO DE MADERA EN TROZAS POR REGIÓN,**  
**SEGÚN TIPO DE ASERRADERO Y ESPECIES PRINCIPALES (Año 1998)**

TIPO DE ASERRADERO Y RANGO DE PRODUCCIÓN	TOTAL (m <sup>3</sup> ssc)	CONSUMO DE MADERA EN TROZAS POR REGIÓN (m <sup>3</sup> ssc)									
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	R.M.
TOTAL	9.207.713	882	74.686	444.999	1.661.592	5.102.147	854.013	906.788	65.707	90.913	5.
PERMANENTES	7.941.990	684	11.501	253.701	1.407.093	4.803.841	606.397	726.576	43.759	88.438	
Pino radiata	7.549.029	38	11.501	250.108	1.401.623	4.793.684	512.256	579.819	-	-	
Nativas	339.554	-	-	-	3.479	2.704	66.819	134.602	43.512	88.438	
Otras Exóticas	53.407	646	-	3.593	1.991	27.322	12.155	247	-	-	
MÓVILES	1.265.723	198	63.185	191.298	254.499	298.306	247.616	180.212	21.948	2.475	5.
Pino radiata	920.855	-	63.185	179.812	246.728	251.105	137.755	37.807	-	-	4.
Nativas	288.368	-	-	-	3.353	34.805	89.448	136.339	21.948	2.475	
Otras Exóticas	56.500	198	-	11.486	4.418	12.396	20.413	6.066	-	-	1.

Fuente: INFOR – Boletín Estadístico N°70 “La Industria del Aserrío, 1999”, diciembre de 1999

En orden de importancia, las especies nativas de mayor consumo corresponden a: coigüe (145.025 m<sup>3</sup> ssc), lenga (143.494 m<sup>3</sup> ssc), roble (101.122 m<sup>3</sup> ssc), tepa (73.125 m<sup>3</sup> ssc) y raulí (53.255 m<sup>3</sup> ssc). Entre las especies exóticas de mayor consumo, sin incluir pino radiata, destacan: pino oregón (42.228 m<sup>3</sup> ssc), álamo (38.575 m<sup>3</sup> ssc) y eucalipto (22.120 m<sup>3</sup> ssc)).

En lo referente a la modalidad de abastecimiento, de los 9,2 millones de metros cúbicos sólidos sin corteza de trozas, requeridos para abastecer la industria del aserrío, el 43,9% se obtiene por compra a terceros, el 17,8% se abastece de bosques propios, en tanto que el abastecimiento a través de empresas coligadas representa el 31,5% del consumo total.

En los aserraderos permanentes (más grandes), un 44,6% utiliza el sistema de compra a terceros, un 35,9% compra a empresas coligadas y el 16,6% restante se abastece de bosques propios.

<sup>5</sup> Fuente: INFOR – Boletín Estadístico N°70 “La Industria del Aserrío, 1999”, diciembre de 1999

Respecto a los aserraderos móviles, que consumen el 86% del total de trozas, un 39,6% compra a terceros, un 25,1% se abastece de bosques propios y un 22% utiliza la maquila como modalidad de abastecimiento.

No toda la madera en trozas consumida por la industria del aserrío de cada Región, proviene de la misma. Existe una compra importante de madera en trozas que se origina en otras regiones. Ello se aprecia en el CUADRO 6. Las regiones que no satisfacen la totalidad de madera que demandan son la V, VII, VIII y R.M. Sin embargo, dada la importancia de la VIII Región, es ésta la que tiene una mayor incidencia en las compras a otras zonas.

**CUADRO 6  
CONSUMO DE MADERA EN TROZAS Y ORIGEN DEL ABASTECIMIENTO**

REGIONES	CONSUMO DE MADERA EN TROZAS (m <sup>3</sup> ssc)	De la región	ABASTECIMIENTO (m <sup>3</sup> ssc) De otras regiones	A otras regiones
IV	882	882	-	-
V	74.686	72.236	2.450	-
VI	444.999	452.012	-	7.013
VII	1.661.592	1.601.435	60.157	-
VIII	5.102.147	4.871.144	231.003	-
IX	854.013	1.132.031	-	278.018
X	906.788	919.177	-	12.389
XI	65.707	65.707	-	-
XII	90.913	90.913	-	-
R.M.	5.986	2.176	3.810	-

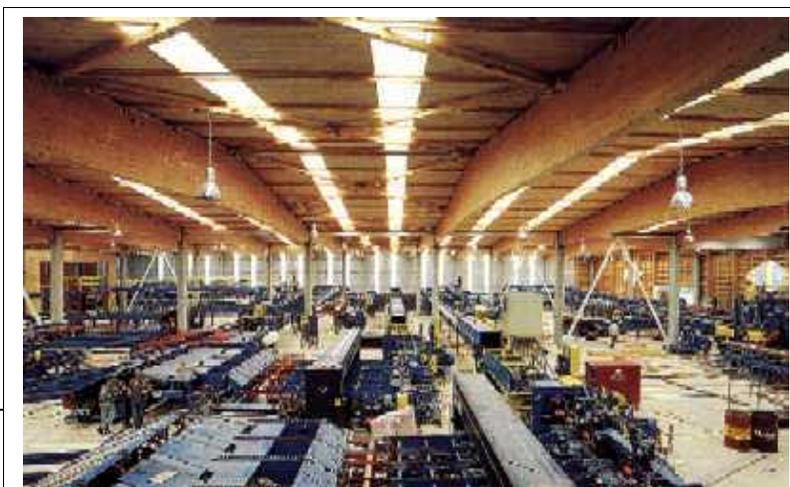
Fuente: INFOR – Boletín Estadístico N°70 “La Industria del Aserrío, 1999”, diciembre de 1999

## 2.2 Procesos de producción aplicados en Chile

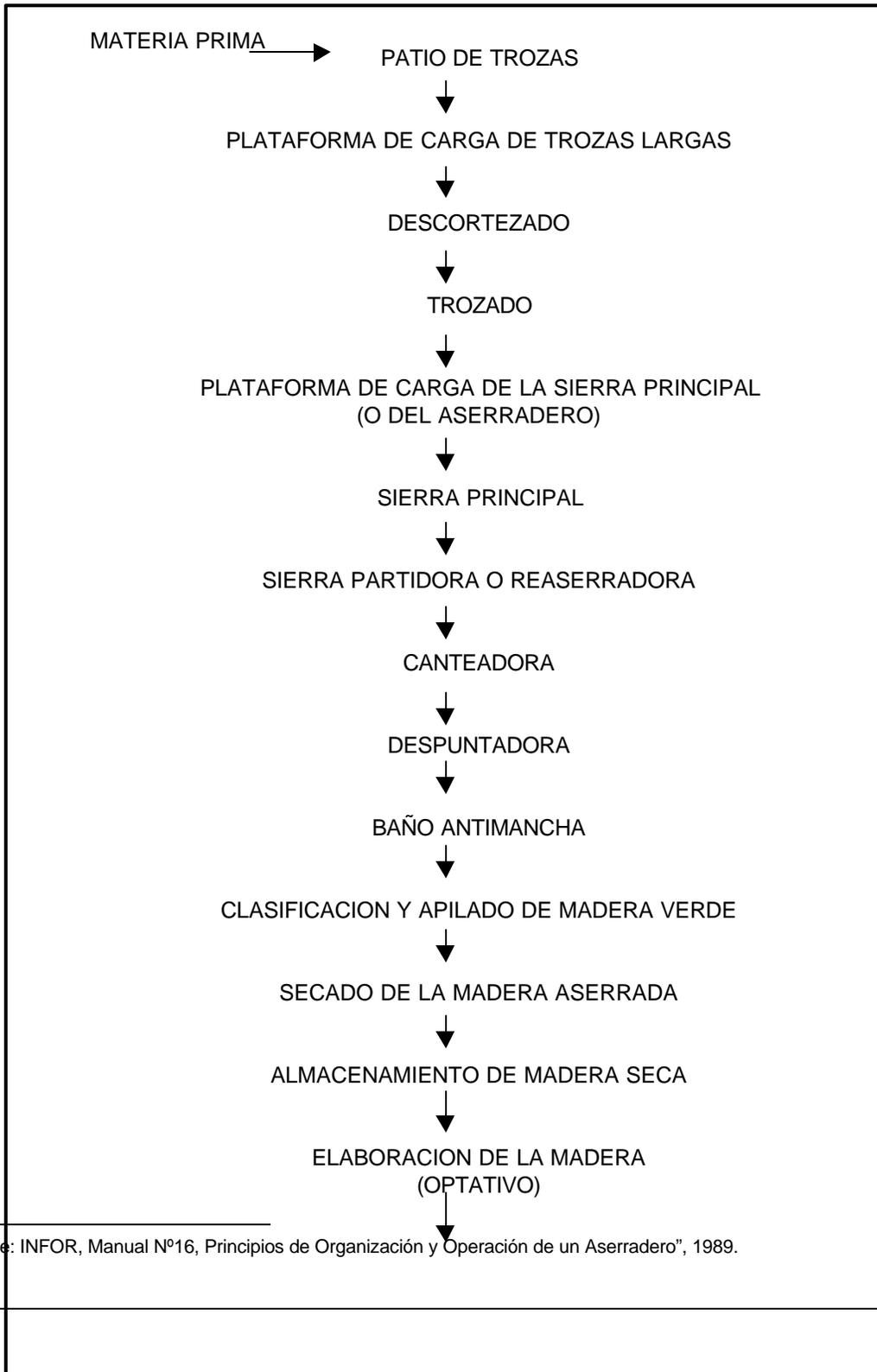
Cómo se aprecia en la FIGURA 2, la mayoría de los aserraderos presenta un diagrama de flujo similar al que muestra la figura. En el se describen todas las etapas que permiten transformar la materia prima (Trozas provenientes de la extracción) en madera aserrada o elaborada.

La primera etapa consiste en el acopio de la materia prima en el Patio de Trozas, consistente en un área bastante amplia y despejada donde se descargan la materia prima en orden para los procesos posteriores.

Las trozas son posteriormente transportadas a la plataforma de carga para iniciar el proceso de aserrado descortezado y trozado que permite dimensionar y desbastar la madera para ingresar en forma adecuada a la plataforma de carga de la Sierra Principal e iniciar el proceso de corte más fino, pasando por la Sierra Principal, Sierra Partidora o Reaserradora, Canteadora y Despuntadora. En este momento finaliza la etapa principal del proceso del aserrado, donde la materia prima ha sido transformada y convertida en un producto con forma y propiedades.



**FIGURA 2: DIAGRAMA DE FLUJO DE UN ASERRADERO TIPO<sup>6</sup>**



<sup>6</sup> Fuente: INFOR, Manual Nº16, Principios de Organización y Operación de un Aserradero”, 1989.

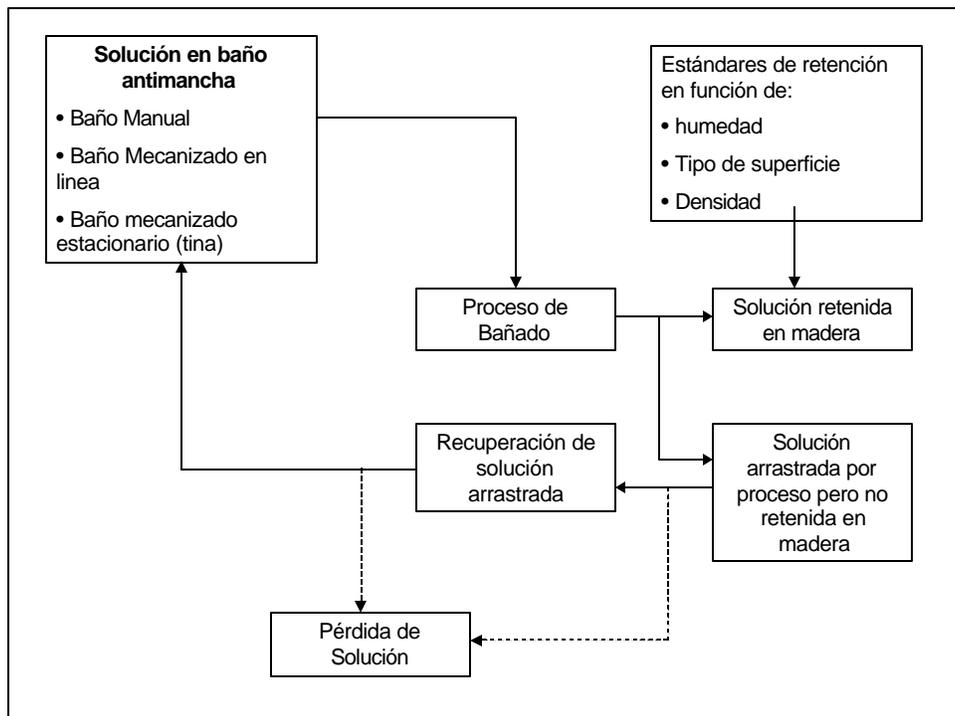
APLICADO Y EMPAQUETADO  
↓  
ALMACENAMIENTO Y EMBARQUE

Sin embargo, la siguiente etapa resulta de vital importancia ya que le otorga al producto mayor durabilidad. El Baño Antimancha consiste en sumergir la madera aserrada en contenedores con fungicidas disueltos en agua con soluciones que varían entre un 2% al 8%, dependiendo de los requerimientos impuestos por el fabricante del producto. Este baño tiene la finalidad de proporcionar una protección temporal contra la mancha azul y los mohos en madera recién cortada y aserrada.

Los tipos de baños antimancha mas comunes son:

- Bañado en forma manual (Tinas improvisadas): Estas tinas se llenan con solución antimancha (80 litros aproximadamente). Cada una de estas piscinas tiene en su borde una aleta que permite ir dejando la madera que sale bañada de la tina.
- Bañado mecanizado en línea (Arrastre de la madera a través de cadenas): consiste en piscinas de tipo variable, de unos 500 a 1.000 litros, por donde la madera pasa arrastrada por cadenas a través de la solución. El tiempo de inmersión fluctua entre 9 a 10 segundos, para luego pasar a la mesa de clasificación.

**FIGURA 3: SECUENCIA SEGUIDA POR LA SOLUCIÓN EN LOS BAÑOS ANTIMANCHA DE MADERA ASERRADA**



Fuente: Actas VII Reunión sobre investigación y desarrollo de productos forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. abril de 1991 (Pag 303-311)

Bañado mecanizado estacionario (La madera permanece estacionada en la solución fungicida): consiste en una gran piscina que almacena unos 25 a 30 mil litros de solución. Aquí, lo que se baña son paquetes de

madera empalillados, de largo variable hasta 4 metros. Mediante un sistema de horquillas, controladas a distancias, los paquetes se sumergen en la solución antimancha por unos 10 a 15 segundos, para que la madera absorba la cantidad de producto estipulado.

Posteriormente concluido el baño, la madera es secada artificialmente en hornos de secado a temperaturas promedio de 70°C. El secado artificial<sup>7</sup> se realiza principalmente a través de cámaras de calor, cuya energía es proporcionada por una caldera a vapor que es alimentada por residuos del propio aserradero (Aserrín y viruta seca). Sin embargo, existe además el sistema de secado al vacío, que técnicamente es mas eficiente ya que no genera fisuras ni deformaciones en la madera, sin cambios de calor; sin tensiones interiores; no cambia la robustez del material secado, permite secar material muy húmedo y de gran finura y posee bajos costos (fuente de energía eléctrica).

Finalmente, la madera puede pasar a una etapa fina de elaboración, proceso que es de carácter optativo dependiendo de las características del aserradero.

En lo que concierne a la impregnación de madera, este constituye un proceso que se realiza en la gran mayoría de los casos fuera de los aserraderos y es efectuado por empresas diferentes que trabajan en la impregnación de madera según los requerimientos del cliente. El proceso esta limitado un patio de almacenaje de trozas (para postes y cercos principalmente) y madera aserrada (para construcción), para posteriormente entrar en la cámara de secado e impregnación, donde se le da la intensidad de tratamiento requerido. Finalmente es extraída la madera y es almacenada para ser despachada después de un tiempo razonable de seguridad que da tiempo a la eliminación de residuos de químicos utilizados.

Los principales tipos de procesos impregnación son:

Tratamiento por pulverización al vacío: Es usado para la impregnación al vacío de estructura de ventanas, contraventanas, puertas, así como elementos sueltos, usando una amplia gama de productos impregnantes para la protección contra fungicidas e insectos, para tinte y pintura primera y última mano de pintura.

Tratamiento por vacío y vacío presión: Está compuesto por dos autoclaves situados uno sobre el otro o por un único autoclave subdividido en dos cámaras. Los dos depósitos contienen respectivamente el producto impregnante y la madera a tratar.

Tratamiento por nebulización: Las piezas inicialmente se impregnan mediante la nebulización del producto y sucesivamente se cepillan para eliminar el impregnante en exceso.

En lo relativo a los procesos de aserrado existentes en Chile, el INFOR los clasifica según sea la forma en que se realiza el proceso mecanizado, tradicionales no mecanizado y temporales, como se puede apreciar en el CUADRO 7.

**CUADRO 7**  
**CLASIFICACIÓN DE LOS ASERRADEROS SEGÚN TIPO DE PROCESO<sup>8</sup>**

Tipo de proceso de Aserraderos	Capacidad en m <sup>3</sup> al año
Mecanizado	Mas de 50.000
Tradicional, no mecanizado	10.000 a 49.999

<sup>7</sup> Contrastando con el secado artificial, el secado natural sólo puede efectuarse en los meses de verano, donde las maderas son expuestas a la intemperie, generando ahorros importantes para las empresas, al evitar enviar sus maderas a secado en hornos. Sin embargo, existen efectos negativos en la calidad de la madera secada a interperie

<sup>8</sup> Fuente: INFOR, 1985. Fuente citada en Proyecto: Análisis y diagnostico de procesos industriales de transformación mecánica de la madera. Parte II: Estudio de aprovechamiento de madera aserrada y variabilidad de corte en aserraderos de pino radiata. Roberto Melo H. y Martín Pavón, Concepción, 1989.

Temporales	Menos de 9.999
------------	----------------

### **2.2.1 Aserraderos Mecanizados**

Según el criterio de capacidad de producción al año definido por el INFOR, y en base a la información proporcionada por el CUADRO 2 de esta guía, en Chile existen actualmente 17 aserraderos mecanizados, con una producción anual de 2.383.325 m<sup>3</sup> al año, que implica mas del 50% de la producción de madera aserrada al año 1998.

Los aserraderos mecanizados son modernos y poseen un proceso de producción automatizado, además usan una serie de equipos sofisticados para la clarificación de trozas, y el manejo y clarificación de madera.

Por lo general, los aserraderos mecanizados cuentan con una clarificación diamétrica de trozas, las cuales posteriormente son descortezadas. A continuación disponen de una o dos sierras circulares con canteador astillador y alternativas como maquinas principales y una o dos sierras partidoras de huincha. En seguida, normalmente poseen dos canteadoras circulares con sierra móvil y un despuntador de sierra circular. Todos estos aserraderos tienen astilladores.

Posteriormente la madera se somete a un baño antimancha con pesticidas permitidos. En algunos casos la madera se seca hasta una humedad de un 10% a 15% .

La mayoría de los aserraderos mecanizados poseen instalaciones que ya superan los diez años de antigüedad. La procedencia de los equipos es normalmente de países como Estados Unidos, Canadá, Alemania, Brasil, Suecia y Chile.

### **2.2.2 Aserraderos tradicionales no mecanizados.**

Según la clasificación del INFOR, estos aserraderos poseen una capacidad anual que varía en el rango de las 10 mil a las 49.999 m<sup>3</sup> al año. En el país existirían 53 aserraderos que utilizan este tipo de proceso. Todos en conjunto producen prácticamente 1.100.000 m<sup>3</sup> al año, lo que significa un aporte de 24% al total de madera aserrada del país al año 1998.

Estos aserraderos emplean normalmente la sierra huincha como maquina principal. La sierra partidora puede ser huincha o circular en algunos casos. La canteadora es por lo general circular móvil y el despuntados es de sierra circular. El proceso de producción es semiautomático, observándose incorporación de maquinaria nueva en plantas normalmente mayores a 20 años.

### **2.2.3 Aserraderos temporales**

Según el CUADRO 2, en Chile deberían existir 1.474 aserraderos temporales o móviles, considerando los activos e inactivos. Los activos produjeron el año 1998 mas de 1.070.000 m<sup>3</sup> al año, con una participación de un 23% en el total de madera aserrada del país. Normalmente, toda la producción de estos aserraderos es para consumo interno.

Estos aserraderos emplean maquinas antiguas, y el movimiento interno de la madera es manual. El proceso de aserrio es muy simple, llevándolo a cabo solo con una sierra principal circular de dientes postizos, que sirva a la vez de partidador y con una canteadora de sierra circular fija. La energía que habitualmente se utiliza proviene de antiguos locomoviles.

### **2.2.4 Elementos de corte en el proceso de transformación de la madera**

Conocer la tecnología de corte que se utiliza actualmente en la industria del aserrio permite deducir la calidad que tendrá el producto final y estimar las perdidas en el proceso de transformación. Por ejemplo, la

sierra circular doble y la huincha se caracterizan por precisión en el corte, lo cual conduce a una mínima pérdida por conector de aserrín. La sierra circular con voladora, por lo general es de gran diámetro, lo que provoca gran pérdida por aserrín y serios defectos en la producción tales como quemaduras, irregularidades en superficies y dimensiones, etc.

En los aserraderos permanentes, especialmente en aquellos con rangos de producción superior a 50.000 m<sup>3</sup> al año, la huincha vertical es el principal elemento de corte, como se puede apreciar en el CUADRO 8.

**CUADRO 8**  
**PRODUCCION DE MADERA ASERRADA POR SIERRAS PRINCIPALES**  
**SEGÚN RANGO DE PRODUCCION DE ASERRADEROS PERMANENTES (1998)<sup>9</sup>**

Rango de producción	Total	PRODUCCION DE MADERA ASERRADA POR SIERRA PRINCIPAL (m <sup>3</sup> )								
		HH	HP	HV	AL	CC	CS	CD	CV	MU
Total	3.989.120	9.628	392.656	1.185.855	60.412	910.223	604.878	660.707	87.111	77.650
%	100	-	10	30	2	23	15	17	2	2
> 50.000	2.383.325	-	372.434	668.761	47.679	910.223	-	307.691	-	76.537
20.001-50.000	671.338	-	-	172.869	-	-	230.754	258.596	9.119	-
10.001-20.000	425.673	-	14.655	224.426	12.012	-	116.560	58.020	-	-
5.001-10.000	197.155	-	5.567	38.430	-	-	113.294	20.996	18.868	-
≤ 5.000	311.629	9.628	-	81.369	721	-	144.270	15.404	59.124	1.113

INFOR – Boletín Estadístico N°70 “La Industria del Aserrío, 1999”, diciembre de 1999

**Abreviaturas:**  
 HH: Huincha horizontal  
 HP: Huincha paralela  
 HV: Huincha vertical  
 AL: Alternativa  
 CC: Chipper canter  
 CS: Circular simple  
 CD: Circular doble  
 CV: Circular con voladora  
 MU: Circular multiple

En lo concerniente a la energía necesaria para producir madera aserrada, esta fue en un 98% energía eléctrica, considerando solo los aserraderos tipo permanentes. En segundo lugar se sitúa el petróleo diesel, con el que se produce el 1,8% de la madera aserrada.

### 2.2.5 Tratamientos de la madera aserrada

#### *Baños antimancha*

El 56% de la producción total de madera aserrada en las instalaciones permanentes, equivalente a 2.257.995 m<sup>3</sup> al año, fue sometida a un tratamiento preservante.

Según los rangos de producción, los aserraderos Muy Grandes efectuaron este tratamiento en un 63,6% del total, producción que fue disminuyendo con el menor tamaño, hasta llegar a un 16,9% en los aserraderos Muy Pequeños.

Este tratamiento tiene por objeto evitar la aparición de manchas provocada por hongos cromogenos que afectan a algunas maderas como las de pino radiata y tepe.

#### *Secado artificial*

Este se aplica a 1.423.93 m<sup>3</sup> al año de la producción de los aserraderos permanentes. Esto equivale solo al 35,7% de la producción y constituye una seria limitante en la calidad de los productos finales.

<sup>9</sup> En aserraderos con mas de una línea de producción, el producto se distribuyo en partes iguales para cada una de ellas.

A su vez, son los aserraderos con un rango de producción mayor a 50.000 m<sup>3</sup> al año los que poseen instalaciones para tal efecto, efectuando el proceso en el 42,9% de la producción. En el resto de los aserraderos este porcentaje disminuye

### Impregnación

El tratamiento de impregnación fue aplicado a 55.377 m<sup>3</sup> al año, lo que representa el 1,4% de la producción total de madera aserrada en 1998. Contrariamente a los tratamientos anteriores, este se realiza en los aserraderos medianos y pequeños, la mayoría de las veces cuando el cliente lo solicita y se justifica en el caso de maderas de baja durabilidad natural (VER CUADRO 9)

**CUADRO 9**  
**VOLUMEN DE MADERA ASERRADA POR TRATAMIENTOS APLICADOS SEGÚN RANGO DE PRODUCCION**

RANGO DE PRODUCCION m <sup>3</sup>	VOLUMEN DE MADERA ASERRADA POR TRATAMIENTOS APLICADOS m <sup>3</sup>			
	Antimancha	Secado artificial	Impregnación	Total
<b>Total</b>	<b>2.257.995</b>	<b>1.423.933</b>	<b>55.377</b>	<b>3.737.305</b>
%	60.42%	38.10%	01.48%	100.00%
> 50.000	1.516.338	1.021.568	10.260	2.548.166
20.001-50.000	428.746	199.197	29.822	657.766
10.001-20.000	194.702	150.444	698	345.844
5.001-10.000	65.573	25.453	8.051	99.077
≤ 5.000	52.635	27.271	6.546	86.452

INFOR – Boletín Estadístico N°70 “La Industria del Aserrío, 1999”, diciembre de 1999

## 2.3 Productos

La industria del aserrío se sustenta en el uso creciente del Pino radiata. En 1998, el 92,8% del total de madera aserrada correspondió a esta especie, cifra que en 1990 era de un 86,8%. El resto lo conforman principalmente especies nativas, con el 6,1%, y otras especies exóticas con el 1,1% restante.

Los aserraderos permanentes producen el 90% de la *madera aserrada de pino radiata*, el 58,5% de la madera proviene de especies nativas y el 49,2% de la madera de otras especies exóticas. A su vez, los aserraderos móviles procesan el 10% de la madera de pino radiata, el 41,5% de la madera de especies nativas y el 50,8% de otras especies exóticas.

Al revisar las producciones por región, agrupadas por especies principales, se observa que la región del Bío-Bío produce el 59,4% de la madera aserrada de Pino radiata. Sobresalen la Región de Los Lagos, que produce el 42,9% de la madera proveniente de especies nativas, y la Región de la Araucanía, que genera el 42,9% de la madera derivada de otras especies exóticas<sup>10</sup>.

Del total producido, un 29% (913.025 m<sup>3</sup>) es exportado como *madera aserrada* y un 11,8% (371.831 m<sup>3</sup>) como *madera elaborada*, que incluye otros productos tales como madera cepillada y madera sin nudos (clear).

En 1998, la madera aserrada constituyó el segundo rubro de importancia en las exportaciones forestales alcanzando una participación del 10,7% en el monto total, con US\$ 176,9 millones FOB y 1.171,6 miles de metros cúbicos. Respecto de 1997, estas cifras mostraron una disminución del 18,6% en cuanto al valor y del 5,8% con relación al volumen exportado\*.

<sup>10</sup> INFOR – Boletín Estadístico N°70 “La Industria del Aserrío, 1999”, diciembre de 1999

El principal mercado de la madera aserrada de pino radiata continúa siendo Japón, el cual concentra el 27,4% del volumen total de este producto. Le siguen en importancia, Unión de Emiratos Arabes, con un 14,3% Arabia Saudita, con un 9,3% y Egipto con un 8,8%.

El consumo interno de madera aserrada, es decir, la producción disponible para el mercado nacional, descontadas las exportaciones, alcanza en 1998 a 3,4 millones de metros cúbicos, cifra inferior en un 1,1% al consumo interno de 1997.

Los principales usos de esta madera son en vivienda y construcción, tanto en estructuras, marcos y revestimientos, como en usos conexos. El resto de madera es consumido en la fabricación de cajas, muebles y puertas, entre otros<sup>11</sup>.

---

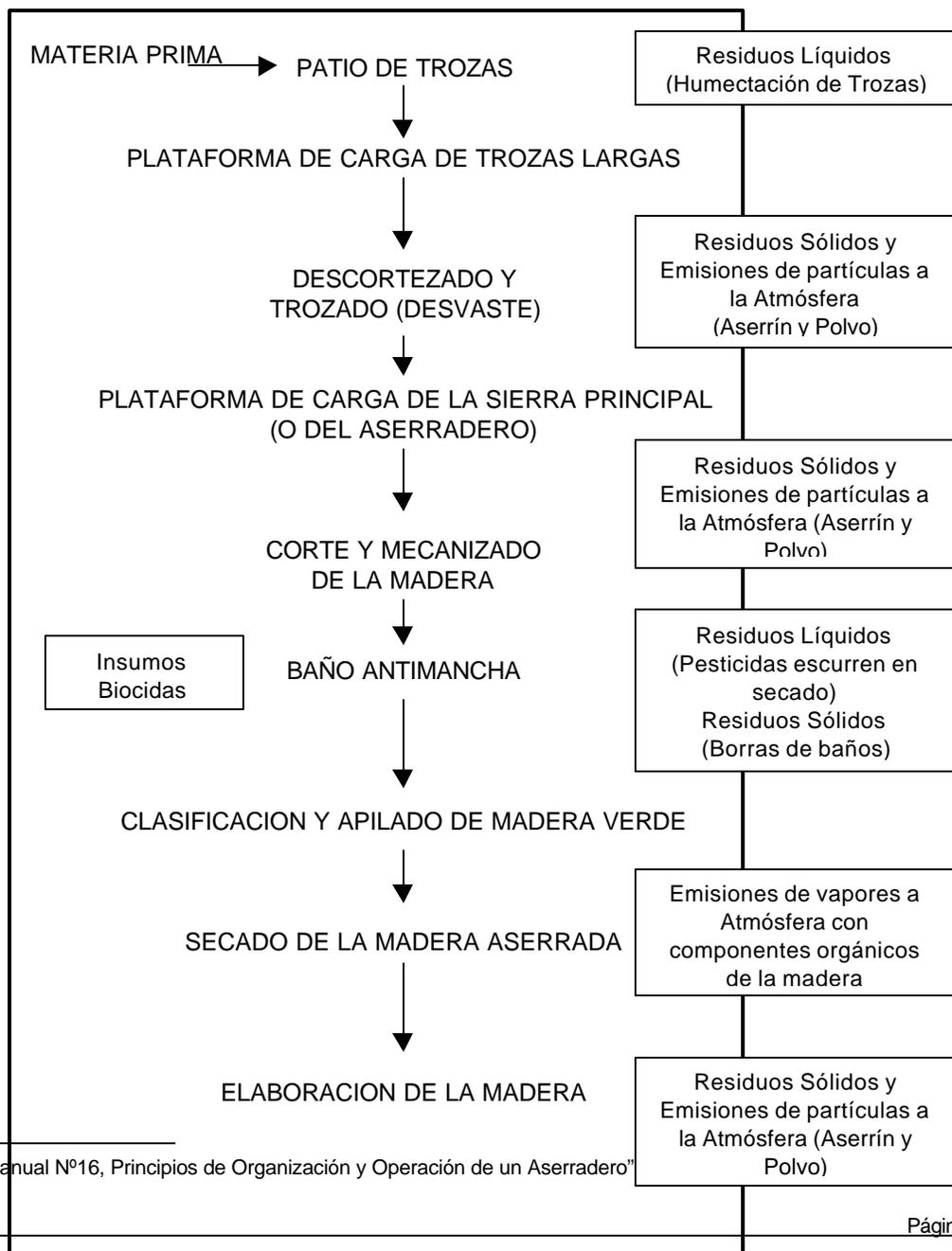
<sup>11</sup> INFOR – Boletín Estadístico N°70 “La Industria del Aserrío, 1999”, diciembre de 1999

### 3. CARACTERISTICAS DE LOS DESECHOS Y SU IMPACTO

#### 3.1 Fuentes y Caracterización de Contaminantes

En general, en el proceso del aserrado de madera se generan residuos en casi todas las etapas del proceso mismo de transformación de la materia prima. A continuación se efectúa una descripción de las fuentes de generación de residuos líquidos, sólidos y emisiones a la atmosfera.

**FIGURA 4: DIAGRAMA DE FLUJO DE UN ASERRADERO TIPO<sup>12</sup> Y GENERACIÓN DE RESIDUOS**



<sup>12</sup> Fuente: INFOR, Manual N°16, Principios de Organización y Operación de un Aserradero”

(OPTATIVO)  
 ↓  
 ALMACENAJE

### 3.2 Caracterización de efluentes líquidos

Los residuos líquidos generados en la mayoría de las etapas del proceso de aserrado de la madera corresponden a agua proveniente de los procesos de regado por aspersión en la etapa de almacenamiento de las trozas, de los procesos de corte donde se utiliza agua para enfriamiento y en los baños antimancha.

Los dos primeros corresponden a residuos prácticamente inofensivos, ya que el agua utilizada solo contiene las impurezas orgánicas compuestas principalmente por restos de corteza y aserrín.

Sin embargo, el baño antimancha genera uno de los residuos más complicados provenientes del proceso de aserrado de madera.

#### Residuos líquidos provenientes del baño antimancha.

El baño antimancha genera residuos de alta toxicidad compuestos principalmente por pesticidas solubles en agua. Hasta hace un año atrás, los pesticidas más utilizados eran el Pentaclorofenol y el Pentaclorofenato de sodio, sin embargo, desde fines de 1999 una resolución del SAG<sup>13</sup> prohibió su uso. Actualmente existe una variada gama de productos que, en diferentes concentraciones efectivas y resultados, son utilizados para este proceso, y que por los sistemas de baños utilizados normalmente escurren desde la madera bañada hasta llegar al suelo descubierto, siendo estos en definitiva los componentes de este residuo.

**CUADRO 10  
 PRESERVANTES ANTIMANCHA SIN FENOLES CLORADOS  
 (SUSTITUTOS DEL PENTACLOROFENOL)**

Producto	Ingrediente Activo	Concentración Efectiva en %
ANTISTAIN	Azaconazole/deltametrin + carbendazim	1.5
ANTIZU	Metileno – bistiocianato	1.0
BASIMENT 540	Metileno – biostiocianato + ciclohexanona	2.0
BASIMENT 560-E	Ortofenil fenol potásico	8.0
BIOCIDE – 40	Metileno – bistiocianato + 2 ticionometil benzotiazol	2.0
BUSAN 1009	Metileno – bistiocianato + ticionometil benzotiazol	2.5
BUTROL 1109	2-(thiocyanomethyltin) benzothiazole, 2.4.6 tribrofenol	2.5
COK – 1	Didecilo-dimetil amonio + yodo propinilbutilcarbamida	1.5
CS 400	2.4.6 tribromofenol	6.0
ECOBRITE	SC / B	10.0
HALOCIDE	M P A H	4.0
KOPPERS NP – 1	Didecilo-dimetil-cloruro de amonio + yodo propinil-butil carbamato	3.0
SINESTO B	Di-yodo metil tolisulfone + amonio cuaternario	4.0
TIMBERCOTE	Amonio cuaternario	3.0
WOLSIN FL 14	Desconocido	1.0

<sup>13</sup> En Chile, por una resolución del Ministerio de Agricultura (Servicio Agrícola y Ganadero - Departamento de Protección Agrícola) publicada en el diario oficial el día martes 3 de agosto de 1999 suspende la importación, fabricación, venta, distribución y aplicación del pentaclorofenol (VER ANEXO N°1)

Fuente: Preservantes Alternativos. Chile Forestal, Documento Técnico N°020 pág 6, 1993

Aunque las cantidades derramadas no son de gran magnitud, el trabajo continuo con estas sustancias va generando una impregnación permanente del área inmediatamente aledaña a la zona de baño producto del escurrimiento de la madera extraída del tratamiento, con el consiguiente riesgo a los operarios y de infiltración en napas subterráneas por aporte permanente.

A continuación se mencionan aquellos fungicidas permitidos para el uso en el baño antimancha para proteger la madera. Se debe considerar que estos productos son menos tóxicos que el pentaclorofenol, sin embargo, al mezclarse con los residuos del proceso productivo lo contaminan y lo convierten en un residuo peligroso, por lo tanto debe ser almacenado y tratado.

A. 2,4,6 – Tribromofenol

- Plaguicidas Vigentes

Nº Autorización	Fecha Autorización	Nombre Comercial/ Concentración	Origen	Titular
2181	16.11.88	CS 400 Mathiesen 400g/l	Mathiesen, Chile	Mathiesen
2318	03.03.94	Antistain P-028 588 g/l	Clariant Colorquímica, Chile	Clariant Colorquímica
2374	31.07.96	Mad – Plus 369,9 g/l	Solchem, Chile	Solchem

-Grupo Químico : Fenoles Bromados

-Toxicología aguda (i.a) : LD50 oral aguda rata >5.000 mg/kg  
 LD50 dermal agudo conejo > 8.000 mg/kg  
 LD50 inhalatoria conejo 50 mg/l

LD50: dosis letal para el 50% de la población analizada.

- Irritante a las membranas mucosas y vías respiratorias.
- Se considera corrosivo a los ojos.
- No irritante para la piel. No presenta sensibilización cutánea.
- Aplicación : por baño o inmersión
- Duración de su efecto residual: aproximadamente 6 meses.
- Organismos que controla:
  - Moho negro Aspergillus sp., Alternaria sp
  - Moho amarillo Penicillium sp
  - Moho verde Trichoderma sp
  - Mancha azul Ceratocystis sp., Grafium sp.
- Dosis : 8-10 lts/100 lts de solución.

B. Cobre 8 – Quinolinolato (PQ-8)

- Plaguicidas Vigentes

Nº Autorización	Fecha Autorización	Nombre Comercial/ Concentración	Origen	Titular
2308	08.09.93	PQ-8 5,4 %	ISK Biosciences, USA	ISK Biosciences
2424	01.12.99	Hartiquin 700 7%	Harting S.A., Chile	Penta Chile
2432	27.07.00	Cutrol 375	Fernz Timber,	Solchem Ltda.

		5%	Nueva Zelandia	
--	--	----	----------------	--

- Grupo Químico: Quinolinoxido

-Toxicología aguda(i.a.): LD50 oral aguda rata 3.900-4.700 mg/kg  
LD50 dermal agudo conejo >2.000 mg/kg

- Se considera corrosivo a los ojos y piel.
- Aplicación: por baño o inmersión
- Duración de su efecto residual: aproximadamente 6 meses
- Organismos que controla: Entre otros, Aerobasidium sp., Cephaloascus sp., Trichoderma sp., Penicillium sp., Phialophora sa., Ceratocystis sp.
- Dosis: 4 a 6 lts./ 100 lts de agua, según estado de la madera.

C. Carbendazima / Cobre 8- Quinolinoxido

-Plaguicidas Vigentes

Autorización	Fecha Autorización	Nº Nombre Comercial/ Concentración	Origen	Titular
2373	23.04.96	Hylite Extra 7,5 % / 7,5%	Fernz Timber, Nueva Zelandia	Solchem Ltda.

-Grupo Químico: Benzimidazol / Quinolinoxido

-Toxicología aguda (formulación) : LD50 oral aguda rata 861mg/kg  
LD50 dermal agudo conejo 2.020 mg/kg

- Irritante a ojos y piel.
- Aplicación: por baño o inmersión
- Duración de su efecto residual: de 3 a 6 meses
- Organismos que controla:
  - Mancha azul Ceratocystis sp, Doplodiasp.,Ophiostoma sp.
  - Mancha roja Fusariumsp.
  - Mohos Trichoderma sp., Rhizopus sp.
  - Hongos de Pudrición Poria sp., Plyporus sp., Fomes sp., Lenzites sp.
- Dosis: 0.5 – 1.5 lts / 100 lts de agua.

D. Bistocianato Metileno / 2- (T(Benzotiazol)

-Plaguicidas Vigentes

Nº Autorización	Fecha Autorización	Nombre Comercial/ Concentración	Origen	Titular
2088	18.03.92	Busan 1009 10% / 10%	Buckman Laboratories, USA	Buckman Laboratories Chile

-Toxicología aguda (formulación): LD50 oral aguda rata 280 mg/kg  
LD50 dermal agudo conejo 1.670 mg/kg

- Irritante a ojos y piel.

- Aplicación: por baño o inmersión
  - Duración de su efecto residual: de 3 a 6 meses
  - Organismos que controla: Manchas y Mohos
  - Dosis: 1,4 – 3 Kgs/ 100lts de agua.
- E. NP-1

- Didecil Dimetil Cloruro de Amonio (DDAC) 64,8% p/v
- 3- Yodo, 2- Propinil Butil Carbonato (IPBC) 7,6% p/v
- Fabricante: KOP-COAT,INC,USA
- Titular : Protección de Madera Ltda.
- N° Autorización SAG : 2130

### 3.3 Caracterización de Residuos Sólidos

Al igual que en los residuos líquidos, los residuos sólidos generados durante el proceso de transformación de la madera corresponden principalmente a aserrín verde, corteza, despuntes de madera, viruta. En la mayoría de los casos estos residuos se constituyen en un recurso energético que posee un valor en el mercado y que la población demanda, producto del alto costo de la leña para calefacción domiciliar. Por otra parte, también constituye una fuente energética para calderas, cotizándose en un valor promedio de \$15.000 (una camionada), además de otros usos en la agricultura y en otros procesos industriales (Compost y materia prima para tableros aglomerados).

Los volúmenes producidos son difíciles de cuantificar, ya que es un residuo que se almacena y se vende, por lo que sus volúmenes mensuales fluctúan considerablemente, sobretodo durante los meses de invierno. Por lo demás, depende también de factores como nivel de producción, tipos de aserraderos, tecnología utilizada en el proceso, etc.

No obstante, se han desarrollado factores teóricos de generación de residuos sólidos por tonelada producida. Para el caso de Aserraderos estos factores fluctúan entre 0,05 y 0,15 toneladas de residuos sólidos por tonelada producida<sup>14</sup>.

En base a estos factores, se estima una generación de residuos a nivel nacional entre 228.000 y 683.000 toneladas/año.

Esta aproximación teórica no necesariamente reflejan la realidad del sector. Sin embargo, entregan un dato interesante que se constituye en una primera aproximación al tema.

Existe una fracción de residuos sólidos altamente tóxicos, vinculados a uso de pesticidas, y que están constituidos por los aserrines y lodos que se generan en el baño antimancha, así como también los envases de pesticidas que se almacenan en los aserraderos sin mayores precauciones.

El inadecuado manejo de estos aserrines y lodos contaminados en muchos casos conlleva a la mezcla con el aserrín que se genera en los procesos anteriores y que es almacenado en canchas exteriores al aire libre. En este caso particular, tampoco existe una cuantificación precisa del total de residuos por empresa.

Muy ligado al punto anterior, los residuos constituidos por los envases de los plaguicidas son un aspecto importante en relación a la generación de residuos sólidos. Estos constituyen un residuo peligroso y, según fuentes consultadas, en la mayoría de los aserraderos (desde pequeños a medianos) no existe un manejo adecuado de ellos, disponiéndose al aire libre, en sectores de tránsito internos de trabajadores y en directo contacto con el suelo, desprovisto de una protección aislante.

<sup>14</sup> Residuos Sólidos Industriales en la VIII Región. Situación actual y opciones para una gestión adecuada. CONAMA Bio Bio, mayo de 2000.



Proceso de Aserrado de Madera, donde se generan residuos finos a la atmósfera del lugar y residuos de mayor envergadura (aserrín, virutas, despuntes, tapas, etc.)

Fuente: INFOR, Proyecto: Investigación y Transformación Mecánica de la Madera en la Pequeña y Mediana Industria del Aserrío. Fase II. Octubre del 2000

Finalmente se deben considerar los residuos provenientes de la mantención de los equipos y maquinarias, donde se utilizan solventes y grasas y se extraen aceites usados y elemento de limpieza contaminados. Estos aceites constituyen residuos sólidos siempre y cuando sean almacenados en contenedores sellados y transportados como residuos peligrosos.

### 3.4 Caracterización de Emisiones a la Atmósfera

Al respecto no existen estudios a nivel nacional que den cuenta de la presencia significativa de emisiones contaminantes a la atmósfera desde alguno de los procesos productivos. Sin embargo, las emisiones están más vinculadas a las fuentes que proveen energía para los hornos (calderas vapor), que incineran los residuos provenientes de los procesos de aserrado (aserrín y viruta seca), que adecuadamente combustiónados generan emisiones que cumplen con las exigencias de la norma de emisiones a la atmósfera.



Madera finalizando el proceso de secado en horno.

Fuente. INFOR, Proyecto: Secado de Madera de Baja Permeabilidad. 1997

Además, se deben considerar las emisiones de polvos resultantes de los procesos de aserrados y cepillados de madera, donde es posible distinguir en forma cualitativa polvos más gruesos que son perfectamente manejables, y polvos finos que son aquellos más difíciles de filtrar y, por lo tanto, más perjudiciales para los operarios cuando están en contacto directo.

### **3.5 Molestias**

En la mayoría de los grandes y medianos aserraderos no existen molestias significativas a la población aledaña ya sea por olores o ruido, producto que la mayoría de los procesos se efectúan en galpones cerrados que permiten manejar principalmente las emisiones de ruido al exterior. Sin embargo, en los aserraderos de menor envergadura, este tema puede resultar más relevante cuando alguno de los procesos se efectúa al aire libre y existe población a distancias muy próximas.

En relación a los olores en este rubro no constituyen un tema de relevancia ambiental.

### **3.6 Impactos ambientales**

El mecanizado de la madera propiamente dicho comienza en el aserradero con el descortezado -caso de que éste no haya sido realizado ya en el bosque-, el tronzado y el corte a medida de la madera extraída del bosque. La madera aserrada se utiliza directamente como material de construcción o se ennobrece mediante el cepillado, fresado, lijado, pintado o impregnado<sup>15</sup>

Los aserraderos son fábricas en las que los rollizos de madera se transforman en mercancía cortada (mecanizado primario). El procesamiento mecánico de la madera conlleva la producción de ruido y polvo. Asimismo, va seguido con frecuencia de un tratamiento superficial con lacas, decapantes, etc., en el que se desprenden sustancias gaseosas que deberían corresponder a Compuestos Orgánico Volátil.

#### **Ruido**

Los dispositivos mecánicos de transporte, corte, fresado, cepillado y aspiración de polvo empleados en la industria de la madera producen ruidos. Este hecho se acentúa cuando, a causa de las condiciones climáticas, se construyen aserraderos abiertos.

Dado que los emplazamientos suelen estar ubicados en función del lugar de procedencia de la materia prima, es decir, alejados de los núcleos poblados, los trabajadores de la empresa son, primeramente, los afectados por el ruido, por lo que debería ser obligatorio el uso de protectores para el oído. En las instalaciones y equipos nuevos debería atenderse a que las herramientas sean lo más herméticas posible y reducir de este modo la emisión de ruidos.

Otras repercusiones negativas sobre el operario de la máquina provienen de las vibraciones. En la construcción de los fundamentos y de las instalaciones debería prestarse atención a la reducción de las mismas.

#### **Emisiones de polvo**

---

<sup>15</sup> Guía de Protección Ambiental: Material auxiliar para la identificación y evaluación de Impactos Ambientales”, tomo II 1995. Publicado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania.

En el mecanizado de la madera se producen, además de ruidos, emisiones de polvo. En el aserradero la madera se separa con generación de virutas. Al tratarse casi siempre de madera fresca y de fibras saturadas, las emisiones de polvo en estos casos tienen una importancia relativamente pequeña, haciendo innecesaria la incorporación de filtros de tela o de desempolvadores húmedos (scrubber húmedo). En el caso de que las virutas de aserrado se almacenen al aire libre, deberán adoptarse medidas de precaución frente a las fracciones pequeñas de material que quedan a disposición del viento.

La formación de polvo tiene gran relevancia en el mecanizado de la madera. En estos lugares, la cantidad y calidad del polvo son diferentes de las que se produce en los aserraderos. Ante todo, es importante la finura del polvo, expresada mediante el tamaño del granulado y su distribución.

Los polvos finos son, obviamente, más difíciles de eliminar que los gruesos y representan una carga mayor para la salud de las personas, en especial en el caso de las partículas que pueden penetrar en los pulmones. La producción de polvo fino es superior en los procesos de lijado que en los de mecanizado con arranque de virutas.

Mediante la inhalación de polvo de madera, en especial el polvo de madera dura, se pueden absorber sustancias perjudiciales para la salud y ocasionar graves enfermedades. Deberán averiguarse previamente los riesgos específicos derivados para la salud y adoptarse las correspondientes medidas de seguridad.

### **Emisiones gaseosas**

Como ya se ha mencionado anteriormente, las industrias mecanizadoras de la madera se encuentran con frecuencia en lugares aislados, por lo que los trabajadores de la misma son los principales afectados por las posibles emisiones gaseosas de las calderas.

Sin embargo, se debe considerar que el aprovechamiento de los residuos de aserrín y virutas para ser incinerados en las calderas genera emisiones de óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno a la atmósfera<sup>16</sup>, problema que en muchas regiones del orbe ha contribuido al origen e incremento de las lluvias ácidas<sup>17</sup>.

Existen evidencias de que el empleo de aserrín como combustibles para la alimentación de calderas emite dióxido de carbono a la atmósfera, contribuyendo de esta forma al efecto invernadero.

### **Residuos Sólidos**

La industria del aserrío se caracteriza por su diversidad. Una situación que resulta muy común a cualquier unidad de producción lo constituye la generación de un volumen de lampazos, astillas, desechos de madera, cortezas y aserrín. Generalmente, estos residuos son empleados como materia prima para otras industrias (madera aglomerada, calderas, etc.) y en algunos casos se aprovechan para la generación de calor y eventualmente de energía eléctrica.

Se deben agregar además como residuos sólidos de alta toxicidad a las borras provenientes del baño antimancha, compuesta principalmente de aserrín, tierra y las soluciones de biocidas mencionadas anteriormente. Los volúmenes dependen del tipo de aserradero y de los procesos productivos y sus impactos sobre el suelo, agua, flora y fauna son de gran magnitud cuando estos residuos no son manejados apropiadamente.

Además, las actividades de mantención de un aserraderos generan una serie de residuos sólidos tales como envases de solventes, aceites, grasas y elementos de limpieza de la maquinaria. Estos residuos se consideran sólidos, ya que su manejo implica almacenarlos en contenedores seguros y sellados, ya que constituyen elementos peligrosos inflamables.

<sup>16</sup> El óxido de nitrógeno está presente pero en cantidades menores

<sup>17</sup> Revista CORMA Nº219 marzo-abril de1991, pág 31.

### **Residuos Líquidos provenientes del baño antimancha**

Un estudio<sup>18</sup> realizado en las regiones VII, VIII y IX, determinó el contenido de dioxinas y furanos en aguas superficiales y subterráneas ubicadas en el interior de los predios donde están establecidos los aserraderos y lugares próximos a ellos, y de muestras de aserrín, las que fueron tomadas alrededor de los baños antimanchas

El estudio demuestra la presencia de congéneres de dioxinas y furanos de alta toxicidad en aserrines cercanos a los baños antimanchas, en las muestras realizadas en las tres regiones. En uno de los aserraderos muestrados en la IX Región se detectaron las concentraciones más altas de pentaclorofenol provenientes de las muestras de aserrín, con un total de 78.200 pg/g. En la VII Región se detectaron la segunda y tercera muestras con mayores concentraciones de pentaclorofenolos, con valores de 47.400 pg/g y 14.000 pg/g respectivamente.

Sin embargo, los resultados de este estudio indicaron también que las aguas del subsuelo (pozos) y las aguas superficiales en uno de los casos analizados presentaba altas concentraciones de pentaclorofenol en aserrines y concentraciones trazas (ppb)

Los resultados permitieron que las autoridades<sup>19</sup> llegaran a la suposición de que esta situación se podría replicar en otros aserraderos que no fueron muestrados, y que pueden estar liberando al ambiente estos contaminantes de gran toxicidad para la salud de las personas y de la flora y fauna silvestre a través de la contaminación de los suelos, aguas superficiales y subsuperficiales.

Finalmente, se deben considerar que la inadecuada gestión de los residuos provenientes de los procesos de mantenimiento de equipos y maquinaria de los aserraderos generan actualmente residuos líquidos constituidos principalmente por aceites y solventes, que en muchos casos son vertidos directamente al alcantarillado o derramados sobre el suelo descubierto para evitar que los camiones que ingresan a los aserraderos no generen emisiones de polvo. Estas prácticas continuadas en el tiempo aseguran que los movimientos de agua del subsuelo arrastren y percolen estos residuos con altos componentes de metales pesados hacia las napas subterráneas.

---

<sup>18</sup> Estudio realizado por DEPROREN en los meses de noviembre y diciembre de 1999.

<sup>19</sup> Ministerio de Agricultura (SAG)

## 4. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DENTRO DEL PROCESO

### 4.1 Control de procesos, eficiencia y prevención de la contaminación.

El control de procesos en la industria del aserrío está orientado principalmente a dos componentes según el acuerdo de producción limpia: control en el proceso y eficiencia del aserrado de la madera y proceso de baño antimancha.

#### Control en el proceso y eficiencia en el aserrado

La tecnología de corte que se utiliza actualmente en los aserraderos está directamente relacionada a la calidad del producto final y, por supuesto, a la estimación de las pérdidas que se generan en el proceso de transformación de la madera.

En este sentido, las tecnologías de corte que pueda utilizar un aserradero basadas en sierra “circular con voladora”, que por lo general poseen un gran diámetro, son de baja eficiencia ya que producen grandes pérdidas y serios defectos en la producción (quemaduras, irregularidades en superficie y dimensiones de producto). Desde la perspectiva ambiental, la utilización de esta tecnología de corte incrementa considerablemente la generación de residuos sólidos, principalmente aserrín y viruta.

Por el contrario, la tecnología de corte basada en la sierra circular doble y la huincha (horizontal, paralela doble o vertical) se caracterizan por una mayor precisión en el corte de la madera lo que, desde la perspectiva de la eficiencia, produce una mínima pérdida de materia prima generando, por lo tanto, una menor cantidad de residuo de aserrín. Este tipo de tecnología de corte es usado principalmente en aserraderos con rangos de producción mayores a las 50.000 m<sup>3</sup>, principalmente la huincha vertical con la que se genera más del 29% de la producción de los aserraderos permanentes en el país.

#### Proceso de Baño Antimancha

Según estudios<sup>20</sup> efectuados en 1991, en tres aserraderos de la VIII Región con distintos sistemas de aplicación del producto antimancha en la madera, se concluyó que el baño mecanizado es significativamente más eficiente que el baño manual.

En el baño mecanizado es posible controlar y fijar todas las variables que intervienen en un eficiente tratamiento antimancha de la madera: Tiempo de inmersión, retención, control de solución y recuperación de pérdidas.

Para el caso del baño mecanizado se logró establecer niveles de eficiencia de un 70%, en relación a la eficiencia demostrada por el baño manual, cuya eficiencia se mantiene en rangos del 50%. Si esta diferencia en la eficiencia se traduce a ahorros por cantidad de litros de producto antimancha, se obtienen cifras bastante atractivas en aserraderos medianos.

En el siguiente cuadro es posible dimensionar los ahorros obtenidos en un baño mecanizado:

Producción Mensual Madera aserrada en escuadría bajo 25mm espesor	2.000 m <sup>3</sup>
Consumo bruto mensual de solución	58.600 lt.
Retención de solución en madera	26.400 lt.
Solución no retenida en madera (pérdida potencial teórica) – actual pérdida	32.200 lt.

<sup>20</sup> Actas VII Reunión sobre investigación y desarrollo de productos forestales. Universidad Austral de Chile, Valdivia, abril de 1991 (Pag 303-311)

Consumo bruto de solución, según eficiencia propuesta 70%	37.714 lt.
Pérdida inherente al proceso	11.314 lt
Ahorro de solución, pro proceso de recuperación	20.886 lt.

Del cuadro se concluye<sup>21</sup> lo siguiente:

- Si la solución de trabajo está al 6% significa que al mes se puede ahorrar del orden de 1.253 lt. De producto antimancha.
- El ahorro mensual del producto sería de \$1,9 millones aproximadamente, si se considera un precio de \$1.500<sup>22</sup> por litro.
- Estos corresponde a un ahorro de 35% respecto del consumo bruto mensual, manteniendo la eficiencia propuesta de 70%.

Sin embargo, se concluye que aún existen pérdidas considerables en los tres sistemas, que aún pueden ser reducidas a través del uso de buenas prácticas de producción.

#### 4.2 Posibilidades de producción más avanzada y más limpia.

Ante la interrogante de qué hacer con los desechos que se acumulan a través del tiempo y de la creciente contaminación generada por la industria en general lo que no excluye a la industria del aserrío, se plantea en este capítulo, más que la descripción de nuevas tecnologías, el tema de la Producción Limpia como una alternativa que permita efectivamente prevenir la contaminación en el proceso productivo de este rubro.

El concepto Producción Limpia (P+L) puede ser aplicado tanto al rubro aserraderos como extenderse a otros campos productivos, pues la P+L se puede aplicar a cualquier actividad que use grandes cantidades de energía y genere desechos (es decir, abarca tanto empresas manufactureras como de servicios).

Sin embargo, el hecho más importante que liga al sector con este tema es el acuerdo de Producción Limpia, firmado en octubre de 1999, entre las empresas del sector aserraderos y remanufacturas de la madera con los Servicios de Salud de la VIII Región, el SAG y el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Este acuerdo contempla:

- Avanzar en el cumplimiento de las normativas que regulan los aspectos sanitarios, ambientales y de manejo de plaguicidas en la operación de las industrias del rubro
- Establecer mecanismos de control, seguimiento y evaluación periodica del cumplimiento, privilegiando el autocontrol por parte de las empresas.
- Establecer mecanismos de comunicación directa entre las partes que componen el acuerdo
- Los acuerdos convenidos se enmarcan en la normativa vigente, que regula el control de las descargas de residuos industriales, manejo desustancias químicas peligrosas, operación de equipos críticos, manejo y uso de plaguicidas, contaminación de aguas y suelos de uso silvoagrícolas, prevención de riesgos y salud ocupacional, y contaminación acústica.

En líneas generales, las empresas se comprometen a realizar los esfuerzos necesarios para implementar los acuerdos y medidas necesarias que permitan prevenir o controlar la contaminación generada por sus procesos productivos. En este mismo tema, y como una forma de avanzar en las instancias de prevención de la contaminación, se explica en mayor profundidad el tema de Producción limpia para aserraderos.

<sup>21</sup> Actas VII Reunión sobre investigación y desarrollo de productos forestales. Universidad Austral de Chile, Valdivia, abril de 1991 (Pag 303-311)

<sup>22</sup> Valor al momento de efectuar el estudio.

#### 4.2.1 Producción Limpia

La Producción más Limpia es una alternativa real para hacer coincidir el éxito de la actividad económica con la protección del medio ambiente, ya que liga estas dos variables de un modo armónico. Es muy difícil encontrar una definición específica para este concepto, pues se le puede ver de una forma global, recorriendo todo el proceso productivo, o específica, centrándose sólo en un aspecto, como podría ser el manejo de residuos.

De todas formas existen algunas definiciones que pueden ayudar a comprender mejor la P+L (Producción Más Limpia): “Producción más Limpia es un enfoque conceptual y práctico de producción que demanda que todas las fases del ciclo de vida de un producto o proceso deberían ser consideradas con el objetivo de prevenir o minimizar los riesgos de corto y largo plazo para los seres humanos y el medio ambiente” (Ministerio para el Medio Ambiente de Nueva Zelanda, 1998)

##### Razones para optar por la Producción Más Limpia en la industria del Aserrío.

- Previene la contaminación, protege el medio ambiente, y a los consumidores y a los trabajadores.
- Mejora la eficiencia, rentabilidad y competitividad del sector productivo.
- Cambia el concepto de basura o desecho por el de residuos con valor para otras empresas
- Concilia la necesidad humanidad de mayor cantidad de productos y servicios (por el aumento de la población mundial) y la mantención de la calidad del suelo, el aire y el agua para su propia supervivencia.

##### Beneficios Concretos de la Producción Más Limpia en materia económica

Beneficios Financieros:

- Disminución de costos a través de un mejor manejo de la energía.
- Disminución de costos a través de un mejor manejo de desechos.
- Aumento del margen de ganancias.
- Mejora en las evaluaciones financieras de las empresas.
- Disminución de inversión en plantas de tratamiento de residuos.

Beneficios Operacionales

- Mejora en la eficiencia de los procesos.
- Mejora de condiciones de seguridad y salud operacional.
- Mejora e introduce mayores conocimientos sobre los procesos dentro de la industria.
- Mejora las condiciones de la infraestructura de la planta productiva.
- Reduce los costos de traslado y disposición de desechos.

Beneficios Comerciales

- Diversificación de nuevos productos.
- Mejora de la imagen pública de las empresas.

Beneficios Concretos de la Producción Más Limpia en materia económica en materia comunitaria y de gestión política local.

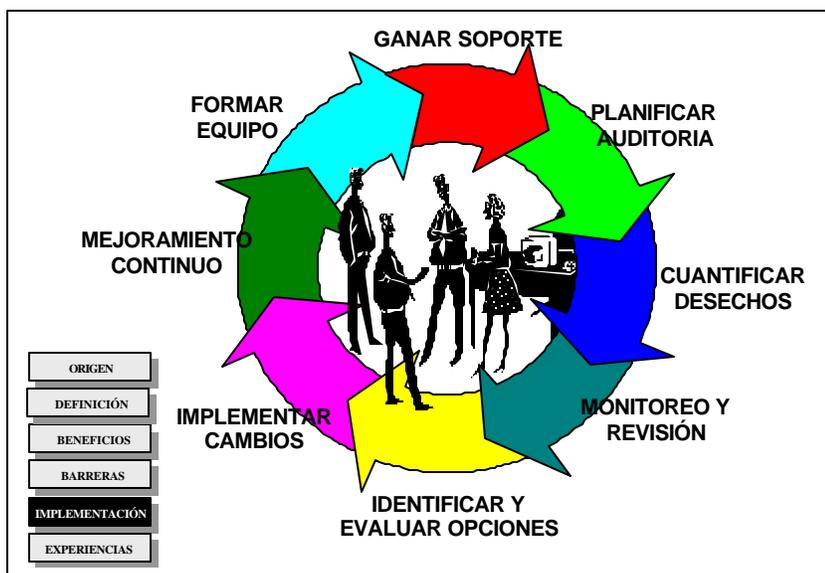
- Ganancia de un mayor apoyo comunitario como “premio” a un mejor manejo ambiental.
- Difusión de la protección medioambiental, más allá de los requerimientos estrictamente legales.
- Reducción de costos a través de un uso eficiente de los recursos agua y energía, lo cual disminuye los costos de transporte y disposición de desechos. Además de anticiparse y prevenir los problemas ambientales, en lugar de manejarlos una vez generados.
- Mejora de las condiciones de trabajo, lo cual incrementa la productividad local.

### Implementación de la Producción Limpia en el Rubro Aserraderos

Para obtener el máximo de beneficios de la Producción más Limpia, se sugiere implementarla de la manera más planificada y ordenada posible (VER FIGURA 5). Los siguientes pasos son los recomendados:

- Etapa 1: Caracterizar la empresa a través de una auditoría ambiental, lo cual implica cuantificar los desechos generados e identificar las ineficiencias.
- Etapa 2: Analizar los problemas detectados, sus ineficiencias específicamente, y generar opciones para su solución.
- Etapa 3: Evaluar, seleccionar y priorizar las opciones de solución para implementar las más adecuadas.

**FIGURA 5**  
**PRODUCCION LIMPIA Y MEJORAMIENTO PERMANENTE**



Fuente: Centro Nacional de Producción Limpia (CNPL), 2000.

### Algunas trabas para la implementación de Producción Más Limpia y sus posibles soluciones

#### Factores Internos:

En general, dentro de las empresas, las prioridades van más por el lado de ganancias económicas a muy corto plazo, dejando de lado la preocupación por el medio ambiente. Por esto mismo, ante el planteamiento de comenzar a producir más limpiamente, las actitudes iniciales son de rechazo, dado que se cree que no hay tiempo, recursos, ni personal capacitado para implementar nuevas tecnologías. Por otra parte, se cree que las soluciones de P+L son más costosas y complejas que el control posterior de los residuos industriales y la contaminación que ellos generan.

#### Factores Externos:

En Chile, la información existente acerca de la P+L es muy poca y su difusión es menor aún. Esta es la razón por la cual los “productos más limpios” no tienen muy alta demanda, no hay mercado para los desechos y la estructura de precios no refleja los costos ambientales. También es necesario destacar que

las regulaciones ambientales y políticas no están integradas y, peor aún, éstas regulaciones no promueven la P+L.

#### Posibles Soluciones

En la actualidad existen varias iniciativas a nivel gubernamental para disminuir estas trabas. De hecho, desde 1997 existe en Chile una Política Nacional de Producción más Limpia así como una Secretaría Ejecutiva de la P+L, la cual es dependiente del Ministerio de Economías, Fomento y Reconstrucción. Además, el Fondo de Desarrollo e Innovación de CORFO (FDI) ha financiado una serie de proyectos que buscan implementar P+L al interior de pequeñas y medianas empresas del país de manera experimental. En este sentido ya se ha trabajado en cerca de 20 sectores productivos en más de 50 empresas.

#### 4.3 Posibilidades de Minimización de Residuos

Los productos de los aserraderos se destinan ante todo al mecanizado industrial y artesanal de la madera (sector de la construcción, del mueble y de los embalajes) así como a la exportación. Por el contrario, los materiales residuales sólidos que se originan contribuyen en parte al suministro de materias primas para la industria dedicada al procesamiento de los derivados de la madera, en especial la industria de tableros conglomerados.

Como una forma de organizar mejor la gestión de residuos, varias empresas han implementado la separación en origen de los residuos producidos. De esta forma se mantiene un control apropiado de la cantidad de residuos generados y permite definir exactamente que es lo que se produce y como se manejará.

En la siguiente tabla se mencionan los residuos sólidos generados por la industria de aserraderos, sus principales características y en base a ellas se define un potencial de reutilización, reducción o reciclaje.

**CUADRO 11  
RESIDUOS SÓLIDOS Y POTENCIAL DE REUTILIZACIÓN**

Residuo	Característica	Potencial de reutilización
Aserrín y Virutas Limpias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sólido Residual</li> <li>Orgánico-Vegetal</li> <li>Nivel de humedad variable, dependiendo de su exposición a lluvias</li> <li>Combustible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valor de uso como combustible cuando esta seco</li> <li>Insumo para la industria de briquetas, tableros y celulosas</li> <li>Actualmente, las grandes empresas los aprovechan internamente para calderas.</li> </ul>
Aserrín y Virutas Sucias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sólido residual, contaminado con tierra</li> <li>Alto nivel de humedad (100%)</li> <li>Combustible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualmente, dadas sus características posee poco valor de uso</li> </ul>
Borras con biocidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sólido residual, contaminado con biocidas.</li> <li>Alto nivel de humedad (100%)</li> <li>Peligroso</li> <li>Puede contener compuestos orgánicos halogenados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es un residuo peligroso, y como tal debe ser almacenado adecuadamente y tratado.</li> </ul>
Corteza	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sólido residual</li> <li>Bajo contenido de humedad</li> <li>Combustible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posee un valor potencial como combustible.</li> <li>También tiene la potencialidad de ser utilizado como material de relleno para suelos rurales</li> </ul>

Cenizas de caldera	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sólido seco en gránulos pequeños</li><li>• Mezcla de materiales inorgánicos</li><li>• Contiene óxidos de metales</li><li>• No combustible</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es un residuo que puede ser utilizado como material de relleno</li></ul>
--------------------	---	--

Fuente: Residuos Sólidos Industriales en la VIII Región. Situación Actual y Opciones para una Gestión Adecuada. Conama Bio Bio, Mayo del 2000. Preparado por Claudio Zaror, Depto de Ingeniería Química de la Universidad de Concepción.

Como un aporte adicional al tema y posible alternativa de minimización de residuos, se mencionan dos experiencias en manejo de residuos. La primera de ellas está vinculada al aprovechamiento del aserrín<sup>23</sup>, y su historia se remonta a tres décadas, cuando la Corporación Industrial para el Desarrollo Regional de Bío-Bío (CIDERE Bío-Bío) realizó sus primeros experimentos de compostación. En esa oportunidad y después de dos años de estudio, la Corporación comprobó que, propiciando las condiciones adecuadas, es posible acelerar el proceso de degradación del aserrín o corteza, que normalmente demora entre veinte y treinta años. Para ello, se mezcló el subproducto forestal con agentes químicos y microbianos.

Más tarde, CIDERE Bío-Bío repitió la experiencia, aplicando los mismos principios de compostación, para producir una biotecnia original y propia, sobre la base de aserrín y guanos. En 1994, la Corporación detectó una nueva forma de compostar aserrín y corteza, aprovechando esta vez los riles (residuos industriales líquidos) de la industria pesquera.

Los resultados de esta experiencia fueron:

- Transformación del aserrín, un subproducto forestal no aprovechado, en humus, materia orgánica de gran contenido de nutrientes y alta porosidad, razón por la cual retiene la humedad por una mayor cantidad de tiempo.
- El compost es muy beneficioso si es utilizado en los suelos de cultivo, pudiendo incorporarse en la agricultura, plantaciones forestales, praderas y cultivos menores.

La segunda experiencia esta vinculada al "Reciclaje de contaminantes: residuos forestales (aserrín, corteza y cenizas de calderas) utilizados para incrementar la fertilidad del suelo"<sup>24</sup>. Este estudio se fundamenta en el incremento de la producción e industrialización del sector forestal que trae como consecuencia la acumulación de residuos, en grandes cantidades, que pasan a constituir un problema de contaminación. Entre los residuos se encuentran el aserrín, la corteza y las cenizas de calderas que utilizan leña como fuente energética.

Las investigaciones comenzaron con los experimentos de las cenizas como mejoradoras de la fertilidad del suelo ya que son sustancias alcalinas que neutralizan la acidez de éstos. Luego trabajaron con el efecto del aserrín sobre algunas de las propiedades que inciden en el régimen nutricional e hídrico de los terrenos.

El resultado de esta experiencia fue proveer de una alternativa de bajo costo para mejorar el rendimiento y producción de los sectores marginales de la agricultura, sectores rurales., horticultura, huertos familiares, pequeños propietarios y agricultura intensiva.

<sup>23</sup> Fuente extraído íntegramente de la revista Chile Forestal N°275 de septiembre de 1999.

<sup>24</sup> Fuente: extraído de Chile Forestal, N°195 junio de 1992. Reportaje de Ernesto Hormazábal Cádiz

#### 4.4 Descripción de Metodología de Implementación, con referencia a auditorías, medidas organizativas y sistemas de gestión ambiental ( ISO 14.001<sup>25</sup>)

La implementación de buenas prácticas de gestión de operaciones al interior de la empresa se basa en la puesta en marcha de una serie de procedimientos o políticas organizacionales y administrativas destinadas a mejorar y optimizar los procesos productivos, disminuir costos y a la promover la participación del personal en actividades destinadas a lograr la minimización de los residuos. Estas prácticas son similares para la generalidad de los procesos manufactureros, pues se establecen en base a un mejor ordenamiento del trabajo y consideran el establecer ahorros importantes en materias primas e insumos.

De acuerdo a lo anterior, las buenas prácticas se constituyen en una parte importante de las medidas de mitigación de impactos ambientales que debe contener todo estudio de impacto ambiental, en del plan de manejo. Dentro de estas prácticas se incluyen las políticas de personal, medidas para incluir mejoras en los procedimientos y medidas de prevención de pérdidas. Es importante mencionar que en la implementación de este tipo de gestión se entrecruzan los principios desarrollados en las Normas ISO 9000 (aseguramiento de calidad) e ISO 14000 (gestión ambiental). Como ejemplos de buenas prácticas de operación generales se pueden citar las siguientes:

- Capacitación permanente del personal que trabaja en un proceso industrial, referida específicamente a la mantención de condiciones del proceso ambientalmente confiables, opciones de segregación de residuos, seguridad industrial, uso óptimo de equipos, manejo de materiales y salud ocupacional. Es vital que los empleados sepan porque se les exige una forma de trabajo y que se espera de ellos. La experiencia de los empleados es vital. Normalmente los empleados antiguos comprenden el proceso muy bien, y los errores que resulten en la generación de residuos son pocos e infrecuentes.



- Uso de incentivos al personal (no solamente de tipo monetario). Los empleados se comprometen más con la aplicación de medidas de prevención si saben que obtendrán algún beneficio.



- Desarrollo de manuales de operación y procedimientos (partiendo desde listas de chequeo o figuras de llamado de atención para los operarios, hasta el manual mismo para el personal profesional) con el fin de clarificar y/o modificar operaciones de proceso para hacerlas más eficientes y controlar pérdidas. En general, éste punto es la principal falencia dentro de las industrias.



- Desarrollar listas de programación para cada tipo de producto elaborado, con tiempos estimados de inicio y termino de cada lote de producción, con el fin de controlar el inventario de las materias primas activas y mejorar la eficiencia de utilización de los equipos, para así lograr una adecuada cobertura de la demanda de los productos



- Optimización de operaciones de almacenamiento y manejo de materias

<sup>25</sup> Metodología adaptada por Cecilia Parra y Lorena Carrandi, profesionales de la División de Tecnologías Ambientales de INTEC-CHILE.

primas (sistema FIFO: lo primero que entra es lo primero que sale), así como el control de inventarios. Tratar de mantener un stock mínimo de materiales, sobretodo si éste es perecible, para evitar pérdidas innecesarias. Usar las materias primas en las cantidad exacta para cada trabajo. Evitar tráfico excesivo en las zonas de almacenamiento y producción.



- Optimización de los programas de producción y mantención preventiva de los equipos con el fin de evitar emergencias, accidentes, escapes y derrames o falla de los equipos. Establecer un manual centralizado de catálogos y documentos relacionados con los equipos de proceso. Verificar periódicamente que las partes y piezas de los equipos se encuentran en buen estado.
- Al momento de recibir materias primas de los proveedores, realizar control de calidad y composición, para verificar si se cumplen las especificaciones requeridas. Solicitar a los proveedores que certifiquen la calidad de sus productos y llevar a cabo la devolución de los materiales si éstos no cumplen los requerimientos deseados.



#### 4.4.2 Metodología

A continuación se presenta de manera breve las principales etapas que requiere la implementación de un sistema de gestión ambiental para el rubro aserraderos:

**Etapas 1:** Compromiso y Organización Inicial (etapa preparatoria)

**Etapas 2:** Revisión Ambiental Inicial (preparatoria)

**Etapas 3:** Establecimiento de la Política

**Etapas 4:** Planificación. *Respecto a las partes interesadas y requerimientos, aspectos e impactos, objetivos, metas y programas, procedimientos, instrucciones de trabajo, prácticas de mejoramiento continuo y a la generación de un manual del SGA*

**Etapas 5:** Implementación y Operación. *(capacitación, entrenamiento e implementación)*

**Etapas 6:** Evaluación y Mejoramiento continuo

**Etapas 7:** Revisión de la Gerencia

#### 4.4.3 Consideraciones importantes

El mercado de destino de los productos de una empresa, es un variable de importancia para poder decidir qué hacer en términos de certificación. Si la empresa posee una producción a gran escala y sus productos están orientados hacia el mercado exportador, como sucede en las grandes empresas aserradoras, la mejor opción sería establecer un sistema de gestión ambiental tendiente a conseguir la certificación.

Si por el contrario, la escala de producción de la empresa es pequeña o mediana, y sus productos están orientados a satisfacer el mercado local, la mejor opción sería un sistema de gestión ambiental donde se incorporen buenas prácticas y producción limpia, sin considerar la opción de la certificación debido a los altos costos que esta involucra y además, porque esta orientada a las empresas exportadoras que requieren cumplir con las existentes normativas impuestas por el mercado internacional (AL RESPECTO VER ANEXO N°2)

## 5. MÉTODOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

Las tecnologías end-of-pipe se asocian en general a elevados costos de instalación y operación, pero también a alta eficiencia en la remoción de contaminantes. Un enfoque moderno consiste en agotar las posibilidades de reducción de la contaminación a través de la incorporación de buenas prácticas, para luego diseñar a costos menores las tecnologías end-of-pipe.

## **5.1 Tecnologías de tratamiento de efluentes Líquidos**

### **5.1.1 Residuos del baño antimancha**

El manejo de los residuos con pesticidas al interior de los aserraderos medianos, pequeños y muy pequeños es bastante deficiente. Una de los impactos más serios es el escurrimiento del líquido contenido en las maderas cuando estas son extraídas del baño antimancha y son llevadas a secado. Por lo tanto, en el trayecto entre el baño y el área de secado escurre bastante líquido que se acumula en los suelos y lentamente va percolando hacia las napas subterráneas.

Una simple medida de manejo que controlaría la contaminación de los suelos es la construcción o añadidura de una etapa de presecado donde el líquido en las maderas escurra controladamente, lo que permitiría reutilizarlo y generar ahorros en esta sentido.

Sin embargo, si esto no fuese posible, una carpeta que impermeabilice el suelo en aquellos trayectos que implican transporte de madera bañada con pesticidas permitiría evitar la infiltración y la contaminación de napas subterráneas.

### **5.1.2 Tratamiento de para la separación de sólidos en las aguas provenientes del patio de trozas.**

Otra fuente principal de generación de residuos líquidos lo constituye el patio de almacenamiento de trozas, debido a la constante humectación a que es sometida la materia prima para evitar pérdidas de sus propiedades físicas. En este aspecto, la gran mayoría de los aserraderos no cuenta con un patio de almacenamiento impermeabilizado.

Una solución efectiva es la construcción de una carpeta impermeable que cubra todo el patio de trozas. Esta carpeta esta diseñada y construida de manera que todos los residuos líquidos generados converjan a una canaleta común (central o lateral) sean enviados a un estanque de acumulación donde se decantan y se extraen los sólidos en forma de lodos orgánicos con ph básico.

Actualmente se está experimentando si en estos residuos se desarrollan algunas especies vegetales resistentes a estas condiciones, de manera de poder aprovecharlos inicialmente en las áreas verdes de la propia planta.

Los residuos líquidos provenientes del patio de trozas, por sus características<sup>26</sup> en cuanto a flujo, composición y concentración deben ser sometidos a procesos físicos-químicos de separación sólido-líquido (ej. sedimentación, flotación).

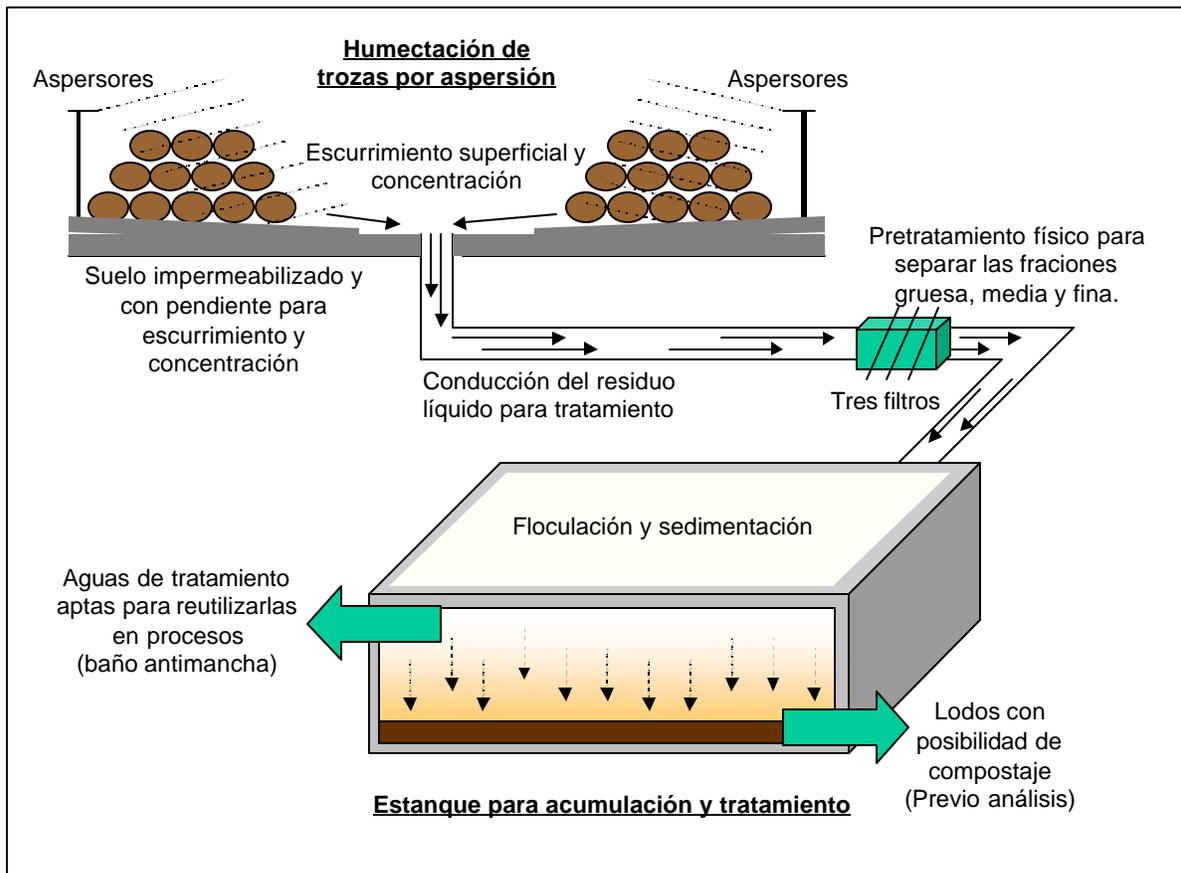
Debido al alto contenido de material sólidos que arrastran las aguas provenientes del patio de trozas, especialmente en aserraderos medianos y grandes producto de los enormes volúmenes de madera almacenada, es recomendable implementar un tratamiento de estos residuos líquidos basados en la dosificación de productos coagulantes o floculantes, con el objetivo de reducir, en lo posible, los parámetros de filtración, decantación o flotación.

---

<sup>26</sup> Sólidos suspendidos y sedimentables orgánicos para el caso de los residuos líquidos provenientes del proceso de humectación de trozas.

Debido a la existencia de material de diferente tamaño en estos residuos líquidos, es importante considerar la incorporación de una fase previa destinada a la separación de la fracción física gruesa (VER FIGURA 6). Este pretratamiento consiste en la retención del material de tamaño grueso, mediano y fino, por medio de la instalación un una etapa de desbaste consistente en la incorporación de una “Canasta de filtros”. Esta canasta posee tres filtros que, desde el punto por donde ingresa el residuo líquido, separan las fracciones grandes, medianas y pequeñas contenidas en él. Esta fase permite preparar el residuo para la próxima etapa de carácter químico (VER FIGURA 7) y es absolutamente necesaria cuando existen altos contenidos de material en suspensión de diversos tamaños (restos de madera y corteza). Si no se realiza esta preselección se genera una menor eficiencia en los floculantes utilizados y, por lo tanto, en los resultados finales del tratamiento.

**FIGURA 6**  
**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS PROVENIENTES DEL PATIO DE TROZAS**



Posteriormente el residuo líquido prefiltrado, de color pardo oscuro producto de la materia orgánica en suspensión compuesta principalmente por elementos propios de la madera, ingresa a una etapa de mezclado uniforme.

Para el caso del rubro aserraderos, los residuos líquidos generados en el patio de trozas cumplen con los dos requisitos principales para el buen funcionamiento de esta planta: Caudal de trabajo constante y composición química regular.

Gran número de fracasos que se producen en las depuradoras de vertidos industriales se debe a una insuficiente homogeneización. Es necesario homogeneizar las fluctuaciones de pH y de componentes, además del caudal. Por esta razón la retención mínima no bajará de las 24 horas y mejor si llega a 48 horas. Los tiempos mayores de 24 horas aumentan los factores de ecuilización de composición de caudal,

no siendo necesario superar las 48 horas ya que no hay mejoras sustanciales. Tiempos menores a las 24 horas no permiten homogeneidad química. Para que la mezcla sea completa se requiere agitar continuamente el líquido, ayudando además a que no se produzcan sedimentaciones.

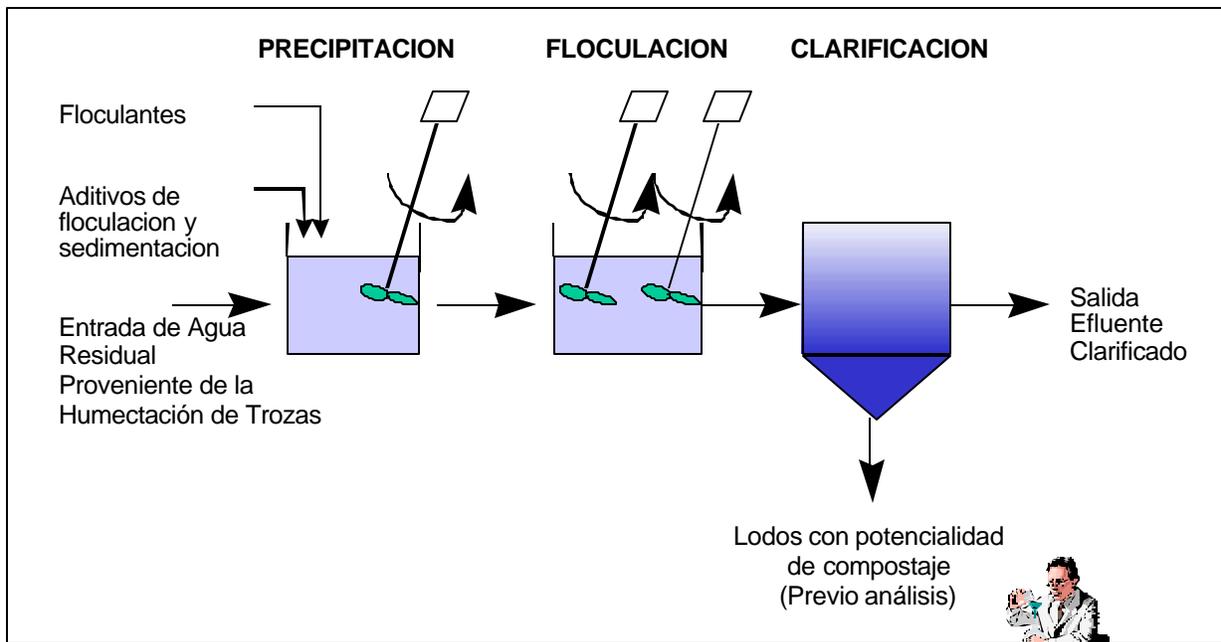
Posteriormente se efectúa una decantación primaria como una forma para separar sólidos de una fase líquida que resulta tanto más compleja, cuanto mayor sea el tiempo de sedimentación. En los decantadores se hace fluir ascensionalmente el líquido a una velocidad inferior a la de sedimentación de las partículas que interesa eliminar, las cuales se depositan en forma de lodos. A través de la decantación primaria es posible rebajar los valores de DBO, DQO y materias en suspensión, sin necesidad de productos químicos y energía.

Antes de la sedimentación se encuentran en el agua las materias finamente divididas y coloidales, además de las sustancias solubles. Las dos primeras mencionadas son difícilmente sedimentables, dado que posee carga electrostática similar, lo que las hace repelerse y mantenerse en constante movimiento, lo que evita la sedimentación.

Para estabilizar estas suspensiones se adicionan coagulantes tales como sulfato de aluminio, sales de hierro y también de cromo. Con esta desestabilización, las materias no disueltas y las coloidales se precipitan y decantan, quedando el líquido clarificado.

Los abundantes lodos formados en la coagulación y floculación han de ser sedimentados en una nueva decantación. Si la dosificación de reactivos ha sido correcta el agua queda bien clarificada. Del fondo del decantador deben ser extraídos los lodos para su posterior espesamiento y secado o bien, como se ha mencionado al principio y dependiendo de sus características químicas podría ser utilizado en procesos de compostación.

**FIGURA 7**  
**TRATAMIENTO QUÍMICO DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS PROVENIENTES DEL PATIO DE TROZAS**



## 5.2 Métodos de control de emisiones a la atmósfera

Las emisiones principales de un aserradero son generadas por las calderas de vapor (aserraderos medianos y grandes) y las emisiones de los hornos de secado de la madera, que contienen vapor de agua y elementos propios de la madera que no son significativamente relevantes.

Mediante la elección oportuna del emplazamiento (distancia, dirección principal de los vientos), es posible minimizar los posibles efectos que estas emisiones podrían generar. Por lo demás, las emisiones gaseosas de los aserraderos desempeñan un papel secundario cuando las plantas procesan volúmenes pequeños de materia prima. Sin embargo, a medida que los niveles de procesamiento de trozas se incrementan, también lo hacen las emisiones, especialmente en los aserraderos donde se procesan más de 50 mil m<sup>3</sup>/año. Abordar el problemas de las emisiones gaseosas o de material particulado en las empresas medianas y grandes implica conocer las alternativas tecnológicas existentes y adecuar las soluciones a las capacidades y necesidades reales de la empresa.

### 5.2.1 Tratamiento de Gases y material particulado de calderas

Las principales emisiones de las calderas de vapor que alimentan de energía los hornos de secado son material particulados y gases de combustión como dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno (este último es poco significativo)

El tema de las emisiones de calderas a vapor, cuyo combustible es principalmente residuos de madera, requiere básicamente los cuidados en efectuar una mantención permanente y oportuna a todos los sistemas que la componen.

Generalmente, las calderas con este tipo de combustible producen emisiones por sobre la norma establecida cuando la combustión es incompleta. Para solucionar este inconveniente se recomienda:

- Mantener una combustión constante, producto de que las mayores emisiones contaminantes provenientes de este tipo de calderas se generan al momento de iniciar la combustión y al finalizarla.
- Enriquecer la combustión por medio del insuflamiento de aire (mezcla de aire enriquecido), lo que permite mejorar la combustión interna.
- Aislar el horno con ladrillos refractarios, de manera de disminuir las pérdidas de calor.

A pesar de cumplir cabalmente estas medidas, es posible detectar emisiones de partículas por lo que aún es posible incorporar tecnología que permita disminuir entre un 90% a un 99% las emisiones de material particulado a la atmósfera. Para esto se utilizan principalmente los Filtros de mangas o filtros de tela, que son los sistemas de mayor uso actualmente en la mediana y gran industria, debido principalmente a la eficiencia de la recolección y a la simplicidad de funcionamiento, cuando las emisiones de material particulado son mayores.

Las partículas de polvo forman una capa porosa en la superficie de la tela, siendo este el principal medio filtrante. La selección de un filtro de mangas, en cuanto a la superficie de medio filtrante, se basa en la velocidad de filtración. Esta velocidad también es conocida como “razón aire-tela (A/C)”

Por otro lado, y como tecnología de punta, están los Precipitadores electrostáticos, consistentes en un equipo de control de material particulado, que utiliza fuerzas eléctricas para mover las partículas fuera del flujo de gases y llevarlas a un colector.

Los precipitadores electrostáticos tienen eficiencias de un 99,9% en remoción de partículas del orden de 1 a 10 µm, sin embargo, para partículas de gran tamaño (20- 30 µm) la eficiencia baja, por lo que se requiere tener de preferencia un equipo de pretratamiento.

En general, los precipitadores electrostáticos son utilizados para tratar altos caudales de gases, con altas concentraciones de material particulado, ya que el costo de mantención es elevado y sólo un alto nivel de funcionamiento supera a otras alternativas más económicas e igual de eficientes.

### **5.2.2 Tratamiento de material particulado al interior de los aserraderos**

Para reducir las emisiones de polvo y material particulado en los puestos de trabajo, deberá dotarse a las máquinas de dispositivos de aspiración. Esta medida se basa tanto en la prevención de la salud para los empleados como en la protección frente a incendios y explosiones.

Deberán dimensionarse los dispositivos de aspiración y de transporte de modo que se consiga una succión suficiente del polvo. Si el equipo de aspiración en el área de trabajo genera una fuerte presión negativa, deberá garantizarse una compensación de la presión sin que por ello se originen corrientes en el puesto de trabajo. Esto rige también para los edificios industriales con construcciones parcialmente abiertas.

Si en el mecanizado se liberan sustancias perjudiciales para la salud, no es adecuado retornar el aire expulsado a las áreas de trabajo. En el caso de un retorno del aire expulsado, no está permitido sobrepasar las concentraciones de polvo admisibles en el puesto de trabajo.

La conducción del polvo aspirado debe realizarse a través de tubos incombustibles, resistentes a las roturas y al desgaste. La construcción de los tubos de aspiración y la medición de las velocidades de succión deben realizarse de tal modo que no se produzcan sedimentaciones en puntos no deseados del sistema.

Antes de evacuar el aire aspirado se debe capturar el material particulado con un equipo de control. Esto se realiza mediante separadores centrífugos o filtros textiles. En la aspiración de polvo de lijado es necesaria la utilización de filtros textiles más eficaces. Con el fin de prevenir incendios, los dispositivos de aspiración deben estar provistos de sistemas de una protección preventiva, como válvulas de descarga de la presión, dispositivos de detección de chispas, detectores de incendios sin llamas y equipos de extinción.

### **5.3 Eliminación y disposición de Residuos Sólidos**

- **Aserrín y Viruta**

La tendencia actual en el rubro aserraderos se orienta a incrementar la utilización interna de los desechos de madera (aserrín y viruta) y así recuperar su potencial energético. La mayor iniciativa al respecto es la que se viene realizando desde 1995 entre los principales aserraderos de la VIII Región y la empresa Energía Verde, filial Gener.

Esta posee dos centrales de cogeneración de 8,7 MW de potencia cada una, ubicadas en Constitución y Laja, y una planta generadora de vapor, emplazada en Nacimiento todas las cuales utilizan desechos forestales como combustible. Las primeras permiten abastecer de energía eléctrica y vapor a los aserraderos Mininco, Forestal Arauco y Forestal Copihue, en el año 1995, así como también a las empresas Fibranova S.A., Andinos S.A. y Fibramold S.A., todas éstas pertenecientes al grupo Terranova. La planta Nacimiento, en tanto, permite suministrar de vapor desde mayo de 1995 a la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones S.A. - Planta Santa Fe (ex Forestal e Industrial Santa Fe S.A.).

Por otra parte, durante 1999, Energía Verde inició la construcción de una nueva planta térmica en San Francisco Mostazal, ubicada a 60 km de Santiago, que contará con una capacidad total de generación de vapor equivalente a 37 MW. Adicionalmente, en noviembre, se suscribió un convenio con la Corporación Nacional Forestal (CONAF) - VIII Región, para comercializar leña proveniente del proyecto de conservación sustentable del bosque nativo que desarrolla dicho organismo<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> Idem

La generación neta de energía eléctrica que alcanzaron las plantas de Energía Verde durante 1999 fue de 107 GWh, suministrándose además un total cercano a 675 mil toneladas de vapor<sup>28</sup>.

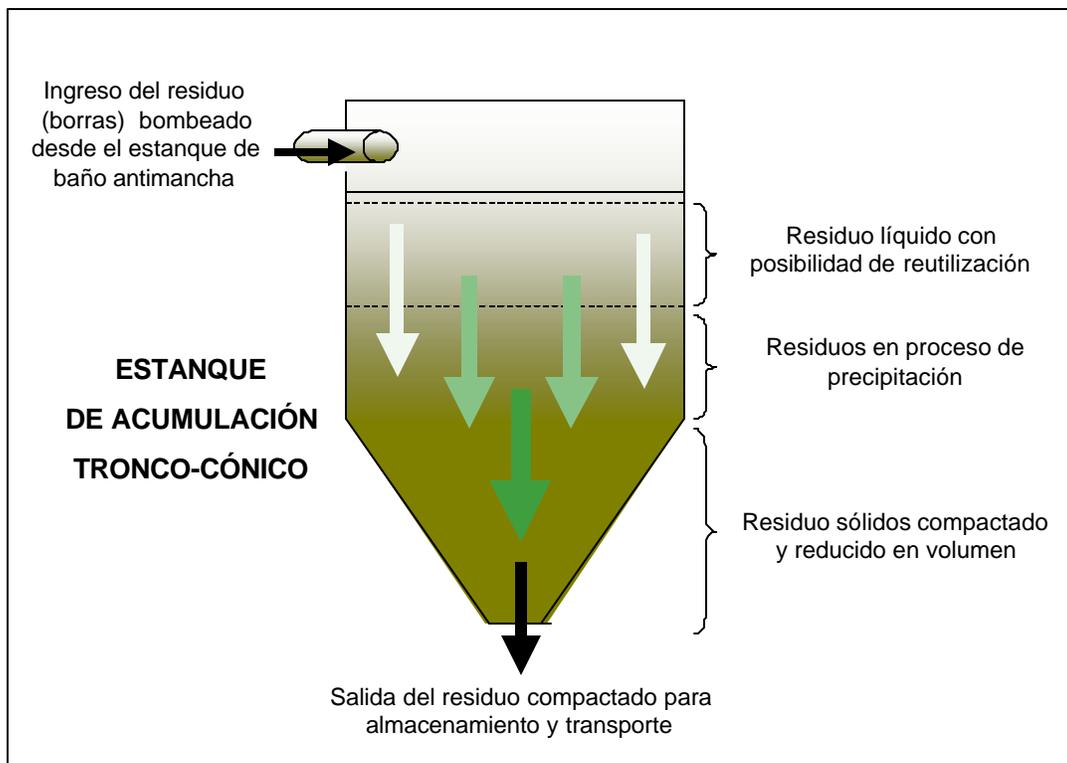
- **Borras con pesticidas**

Las borras generadas en el baño antimancha no poseen como característica principal el ser inflamables y corrosivas. Esto facilita su manejo internamente, por lo que se plantea como alternativa de optimización la concentración de estas borras en estanques de acumulación con salida tronco-cónica (estático).

Sin embargo, previamente y como una forma para eliminar el riesgo a los operarios y la posible contaminación del suelo se propone que, para efectuar la extracción de las borras desde los estanques de baño antimancha se utilicen sistemas de succión mecánico que envíen, a través de un ducto adecuado, directamente este residuo al estanque de acumulación con salida tronco-cónica (VER FIGURA 8).

Ya ingresado el residuo en este estanque, se genera un proceso natural de precipitación diferencial por densidad de las partículas, lo que genera una separación de fases, es decir, los sólidos más pesados se van acumulando al fondo del estanque, haciendo que la misma presión de la columna separe el líquido que quedará en la superficie (Parte alta del estanque), como lo muestra la siguiente figura:

**FIGURA 8**  
**MINIMIZACIÓN DE BORRAS Y REUTILIZACIÓN DE BIOCIDAS**



La descarga del residuo que ha sido compactado por el peso de la columna, es efectuada por la parte inferior del estanque de manera que puede ser vaciado directamente en los tambores para ser almacenado o enviado a su tratamiento y disposición final.

<sup>28</sup> Idem

La gran ventaja de este sistema es que permite reducir hasta en un 30% el volumen de este material peligroso almacenado. Por otra parte posee la gran ventaja de que, producto de la compactación del material, se separa el líquido contenido en el residuo, que dadas sus características es posible extraerlo y enviarlo al baño antimancha para su reutilización en este proceso.

- **Residuos de procesos**

Este tipo de residuo se genera básicamente del funcionamiento y mantención de los equipo y maquinarias presentes en el proceso de la madera al interior de los aserraderos. Estos corresponden básicamente a aceites usados, implementos de limpieza, envases y en menor medida solventes.

Los aceites usados deben ser recolectados y almacenados en contenedores resistentes y debidamente identificados. Dado que son sustancias consideradas peligrosas por su inflamabilidad y por contener sustancias tóxicas, deben ser almacenados de acuerdo a lo indicado en la Propuesta de Reglamento sobre Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos. En el almacenamiento, es de especial importancia considerar las características de peligrosidad sobre todo en el rubro aserraderos, como por ejemplo para el caso de aceites:

- Prohibición del uso de aparatos, instrumentos o equipos con emisión de chispas
- Conexión a tierra de los equipos que puedan producir descargas estáticas
- El área de almacenamiento de estar lejos de fuentes de calor y de acopio de material combustible, especialmente en el caso de aserraderos, debe permanecer lejos de las bodegas de madera seca.
- El área de almacenamiento debe estar adecuada y permanentemente ventilada.

Actualmente no existe un manejo de este tipo de residuos en la mayoría de los aserraderos, especialmente en los pequeños. En relación a esto, en la actualidad existen alternativas de reciclaje y recuperación de aceites usados efectuadas por empresas debidamente autorizados, de acuerdo a los procedimientos establecidos por la autoridad competente.

En el caso de los solventes usados, se deben considerar las mismas medidas de seguridad para recolección y almacenamiento, considerando que es un residuo peligroso inflamable, adecuándose a lo que establece la normativa.

#### **5.4 Planes de manejo de residuos peligrosos**

La implementación de *Planes de Manejo de Residuos Peligrosos (PMRP)* debe incluir una definición de procedimientos y planificación de actividades relacionadas con el manejo de los residuos peligrosos, desde su generación hasta su disposición final o eliminación, de forma tal de resguardar la salud de las personas y minimizar los impactos al ambiente.

Estos planes serán evaluados por las autoridades sanitarias para su aprobación y posterior fiscalización. Por ello es necesario que los PMRP contengan toda la información requerida acerca de los aspectos generales del establecimiento generador de residuos peligrosos, y de aspectos específicos a considerar.

Es recomendable, como base de un PMRP, elaborar un programa integral de manejo de residuos, incluyendo medidas de mediano a largo plazo. El generador debe considerar un plazo de varios meses para el diagnóstico y elaboración de un plan de manejo de residuos, y de hasta un año para su implementación. Este tema es tratado en mayor profundidad en el siguiente capítulo.

## **6. PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS (PMRP)**

### **6.1 Aplicabilidad de Plan de Manejo de Residuos Peligrosos**

La Propuesta de “Reglamento de Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos” , pronto a entrar en vigencia, establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que debe someterse la acumulación, recolección, selección, transporte, comercialización, reutilización, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos. Además establece un sistema de declaración y seguimiento de residuos peligrosos.

Esta Propuesta de PMRP define como residuo a aquellas “sustancias u objetos a cuya eliminación su generador procede, se propone proceder o está obligado a proceder en virtud de la legislación vigente”.

Asimismo, define que *“un residuo o una mezcla de residuos se considerará como peligroso si en función de sus características de peligrosidad: toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad por lixiviación, inflamabilidad, reactividad y/o corrosividad (todas ellas definidas en la Propuesta de Reglamento), puede presentar riesgo para la salud pública, provocando o contribuyendo al aumento de la mortalidad o a la incidencia de enfermedades y/o presentando efectos adversos al medio ambiente cuando es manejado o dispuesto en forma inadecuada”*.

## **6.2 Aplicación al Rubro Aserraderos**

Para saber si es necesario elaborar un PMRP en las industrias del rubro aserraderos, es necesario:

- Conocer cuáles son los residuos que se generan
- Qué cantidad mensual y anual
- Saber si los residuos generados corresponden o no a residuos peligrosos

### **6.2.1 Residuos generados en los aserraderos con posibilidad de ser catalogados como residuos peligrosos:**

Los principales residuos peligrosos generados en los aserraderos son:

- Borrás con biocidas
- Aserrín contaminado con biocidas
- Aceites y grasas
- Envases de biocidas, aceites y solventes

### **6.2.2 Definición de Peligrosidad de los Residuos generados en Aserraderos**

Una vez identificados todos los residuos que se generan en un aserradero (borras con biocidas provenientes del baño animancha, aserrín contaminado, aceites y grasas, envases contaminados), el generador debe determinar si los residuos son o no peligrosos. La propuesta de PRMP define los Residuos Peligrosos como: *“Residuos que contienen cantidades significativas de una sustancia que puede presentar peligro para la vida o la salud de la población cuando se libera al medio ambiente, o para la seguridad de los que trabajan en los centros generadores o en instalaciones de manejo de residuos si éste se manipula inadecuadamente”*.

La propuesta de PMRP además indica que "Un residuo se considerará como peligroso si está incluido en alguna de las listas de categorías de residuos definidas"

De acuerdo a las categorías de residuos que hace mención la propuesta de PMRP, los residuos antes mencionados generados por las industrias del rubro aserraderos ingresan en las tres categorías que define la propuesta de reglamento, según se muestra:

***Categoría I - Residuos consistentes o resultantes de procesos tales como:***

- Residuos resultantes de la producción, preparación y la utilización de productos biocidas y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos (borras de biocidas del baño antimancha)
- Residuos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera (borras de biocidas)
- Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o hidrocarburos y agua (residuos de aceites y grasas)

**Categoría II - Residuos que tengan como constituyentes:**

- Compuestos orgánicos halogenados, metales pesados o solventes (borras con biocidas, aserrín contaminado, aceites y grasas)

**Categoría III - Otros residuos:**

- Envases y recipientes contaminados que hayan contenido uno o más constituyentes enumerados en la Categoría de Residuos Peligrosos II (envases de biocidas y aceites)
- Suelos o materiales contaminados por alguno de los constituyentes contenidos en la Categoría de Residuos Peligrosos II (suelos contaminados con biocidas)

**6.2.3 Características de Peligrosidad de los Residuos según el PMRP.**

Para determinar las características de peligrosidad de un residuo, la propuesta de PMRP define las siguientes categorías:

- Toxicidad crónica
- Toxicidad aguda
- Toxicidad por lixiviación
- Inflamabilidad
- Corrosividad
- Reactividad

Según esta caracterización, las borras con biocidas, el aserrín y los suelos contaminados con estos productos son calificados como TÓXICOS CRÓNICOS, ya que “presentan una o más sustancias listadas en la Categoría II del artículo 8 del reglamento de las que se haya demostrado que poseen efectos tóxicos acumulativos, carcinogénicos, mutagénicos o teratogénicos en humanos o en especies que permitan inferir tales efectos en seres humanos”

Los aceites y grasas generados como producto de la mantención de las maquinarias son caracterizados como de TOXICIDAD POR LIXIVIACIÓN si se determina que el lixiviado de una muestra representativa del residuo sometida al Test de Toxicidad por Lixiviación sobrepasa la concentración máxima permisible de uno o más de los constituyentes tóxicos.

**6.2.4 Pertinencia de PMRP en Aserraderos.**

Si hasta el momento, los residuos generados por los aserraderos han sido definitivamente calificados como Residuos Peligrosos, aún falta por obtener un el último dato que definirá si es pertinente elaborar un PMRP en Aserraderos.

**FIGURA 9  
ESQUEMA PARA SABER LA NECESIDAD DE EFECTUAR UN PMRP**



La Propuesta de PMRP antes mencionada, especifica que todo generador de residuos peligrosos que produzca anualmente sobre 12 Kg de residuos tóxicos agudos o más de 12 toneladas de residuos peligrosos, con las características detalladas según su definición, deberá implementar un PMRP, el cual deberá presentar para su aprobación al respectivo Servicio de Salud (VER FIGURA 9). Por lo tanto, se deben aplicar estos límites a la generación de borras, envases contaminados y aceites y grasas de desecho.

#### **6.2.5 Plan de Manejo de Residuos Peligrosos**

Para lograr que el manejo de los residuos peligrosos sea de un mínimo riesgo, el PMRS debe contemplar todos los aspectos relacionados con la generación, almacenamiento, transporte Interno y eliminación de los mismos

Los procedimientos requeridos para elaborar un PMRP, obligan y a su vez permiten al Generador ordenar los aspectos relacionados con el manejo de sus residuos a través de:

- La necesidad de identificar los residuos peligrosos, con algún riesgo para la salud humana y enfrentar eventuales responsabilidades;
- Mejorar los sistemas de manejo interno, transporte y almacenamiento de los residuos peligrosos; e
- Incorporar el manejo de los residuos peligrosos en los planes de contingencia y capacitación.

Los Generadores, sujetos a la obligación de elaborar un PMRP, tienen como alternativa para enfrentar el manejo de sus residuos peligrosos el cumplir los requisitos mínimos de la legislación, o bien desarrollar acciones adicionales que pueden garantizar la reducción en la generación de RP a futuro y disminuir los costos de eliminación.

En este contexto cabe destacar que el PMRP tiene otras ventajas para el generador, relacionadas con una manejo ambientalmente seguro, inserto dentro de los principios de la producción limpia:

- El cumplimiento de las regulaciones sobre residuos peligrosos conlleva ahorros de dinero y la protección de las inversiones a largo plazo debido a menores gastos de disposición final, menores

costos de inversión en medidas de protección de residuos peligrosos los cuales pueden ser minimizados, menores costos por disminución de accidentes, etc.;

- Otros beneficios adicionales son un mejoramiento de la productividad, una actitud positiva de los empleados, y una mejor imagen pública.

Estas mismas ventajas son válidas para un plan de manejo de los residuos peligrosos generados en cantidades bajo lo establecido en el PMRP y para los residuos no peligrosos.

### **6.2.6 De las Mezclas de Residuos Peligrosos**

Al respecto la propuesta de PMRP señala que “el Generador deberá establecer un manejo diferenciado entre los residuos peligrosos y los residuos que no sean de carácter peligroso, no permitiéndose la mezcla de ellos, así como tampoco se permitirá mezclar residuos peligrosos con sustancias no peligrosas sólo con el objeto de diluirlos o disminuir su concentración.”

En caso de producirse una mezcla o dilución de residuos peligrosos con residuos no peligrosos u otras sustancias (por ejemplo materiales absorbentes utilizados en el caso de un derrame), la mezcla completa se considera como un residuo peligroso, y su manejo como tal.

### **6.3 Componentes del Plan de Manejo.**

La propuesta de PMRP establece que este debe contener un "Plan de minimización de la cantidad y/o peligrosidad de los residuos peligrosos".

Por otro lado, según el mismo PMRP, define por minimización las "Acciones para evitar, reducir o disminuir en su origen la cantidad y/o peligrosidad de los residuos peligrosos generados."

#### **Reducción en el Origen o en la Fuente**

Se entiende por reducción en la fuente o reducción en el origen:

Cualquier acción que cause una reducción neta en la generación del residuo peligroso.

- Cualquier acción tomada antes de la generación del residuo peligroso, que dé como resultado una disminución de las propiedades que lo clasifican como un residuo peligroso.

La reducción en la fuente, incluye pero no se limita, a los siguientes procedimientos:

- Cambio de materias primas;
- Cambios en el procedimiento operacional;
- Cambios en el proceso; y
- Reformulación de productos.

La reducción en el origen no incluye acciones tomadas con posterioridad a la generación del residuo, acciones que sólo concentran los constituyentes del residuo para la reducción de volumen, o acciones para reducir sus características de peligrosidad; ya que estas acciones sólo trasladan a otro medio ambiental el problema, o el tratamiento del residuo.

#### **Reciclaje**

El reciclaje es el uso, reuso o recuperación de los constituyentes de un residuo. El reciclaje se encuentra en segundo lugar en el manejo de los residuos, ya que el residuo ya está generado y requiere de un manejo ambientalmente correcto.

El uso implica utilizar directamente el residuo peligroso en diferentes procesos. No es necesario que el residuo sea procesado antes.

El reuso implica utilizar el residuo peligroso directamente en el mismo proceso. El reuso tampoco requiere que el residuo sea procesado.

La recuperación es la regeneración de un constituyente para su reuso. La recuperación puede ser realizada en el mismo establecimiento, o externamente, a través de empresas recicladoras. Estas empresas recicladoras corresponden a Instalaciones de Manejo de Residuos Peligrosos, por tanto deben contar con autorización de instalación de acuerdo al Reglamento.

El Programa de Minimización de Residuos idealmente debiera incorporar todas las secciones o unidades del establecimiento generador de residuos peligrosos. Es importante destacar que la minimización de los residuos es más efectiva que la reducción de costos de manejo de los residuos y las responsabilidades futuras sobre ellos. Además las iniciativas de minimización, no son necesariamente de alto costo de inversión.

Los pasos mínimos a seguir para elaborar un Plan de Residuos Peligrosos son los siguientes:

Sección	Tema	Detalle
1	Descripción de actividades	Descripción de las actividades que se desarrollan con el proceso productivo, sus flujos de materiales e identificación de los puntos en que se generan residuos peligrosos
2	Cantidad y características de residuos	Estimación de la cantidad anual de cada tipo de residuos peligrosos generados e identificación de las características de peligrosidad
3	Minimización	Plan de minimización de la cantidad y/o peligrosidad de los residuos peligrosos
4	Almacenamiento	Diseño del sitio de almacenamiento de residuos peligrosos
5	Recolección y Transporte	Definición de los procedimientos para recoger, transportar, embalar y etiquetar los residuos
6	Profesional encargado PMRP	Definición del perfil del ingeniero civil, ingeniero de ejecución o del profesional o técnico del encargado de manejo de los residuos peligrosos generados por la instalación, así como del personal encargado de operar el sistema de manejo
7	Manejo y transporte interno	Definición de los equipos, rutas y señalización que deberán emplearse para el manejo y transporte interno de los residuos peligrosos. Debiendo considerar que el equipamiento deberá ser adecuado con el volumen, peso y forma del residuo.
8	Hojas de seguridad	Hojas de seguridad para los diferentes tipos de residuos generados en la instalación
9	Capacitación	Plan de capacitación que deberán seguir las personas que laboren en las instalaciones donde se manejan residuos peligrosos
10	Plan de contingencia	Plan de contingencia
11	Eliminación	Identificación de los procesos de eliminación a los que serán sometidos los residuos generados por la instalación o actividad

Sección	Tema	Detalle
12	Registro PMRP	Definición de un sistema de registro de la generación de los residuos peligrosos, en donde se consigne al menos la cantidad en peso y/o volumen generada diariamente, la identificación de las características de peligrosidad del residuo e identificación del sitio en que se encuentra a la espera de transporte, tratamiento y/o disposición final

Los detalles específicos para abordar cada fase de la elaboración del PMRP se encuentran en las “Guías Metodológicas de Planes de Manejo de Residuos Peligrosos” (Conama 1999).



## **7. ASPECTOS ECONÓMICOS DEL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN**

Si bien el aspecto ambiental tiene una valorización con la cual los industriales no están familiarizados, este costo se puede absorber por mejoras en los procesos de producción, disminuyendo así los costos de mantención, y aumentando la producción.

En el mediano plazo, estos costos ambientales podrían pasar a convertirse en fuente permanente de reducción de costos de operación.

### **7.1 Indicadores de costos y beneficios del uso de tecnologías limpias y medidas de prevención**

La implementación de tecnologías más limpias tiene por lo general un alto costo inicial debido al precio de los equipos involucrados. Sin embargo, el principal beneficio se traduce en un aumento de la productividad.

Las medidas de prevención poseen un costo menor, ya que sólo involucran el uso de sistemas de control en los procesos, mientras que los beneficios son aumentos de eficiencia, que se traducen en disminución de costos y aumento de productividad.

Para el caso particular de la industria del aserrado, existen actualmente en el mercado nacional y extranjero una variedad de equipos y tecnología para todos los procesos que involucra la variable ambiental, principalmente a través del manejo de los residuos generados al interior de las áreas de trabajo, permitiendo extraer, conducir y almacenar los desechos del proceso.

El uso de tecnologías más limpias no significa que no se requiera de equipos de control. La diferencia radica en que el uso de tecnologías limpias permite utilizar equipos de control de emisiones de menor costo, ya que parte del tratamiento se efectúa en el proceso.

El costo de estas tecnologías son dependientes del tamaño de cada aserradero y por lo tanto no se puede dar un valor preciso para cada una. Sin embargo, cualitativamente se tiene la experiencia internacional que inicialmente son tecnologías de alta inversión y de costos de mantención normales.

Sin embargo, es posible mencionar como ejemplo, la utilización de tecnología en baños de inmersión de madera para el tratamiento antimancha, que constituye uno de los principales problemas ambientales que presenta el proceso de la madera desde la perspectiva de la peligrosidad del insumo y del residuo generado. Como una forma de prevenir la contaminación de napas subterráneas por mal manejo y disminuir los riesgos para los trabajadores, se emplea esta tecnología cuyo costo de implementación bordea los 180 millones de pesos, dependiendo de las condiciones requeridas y que contempla el bombeo directo del fungicida desde un estanque de acumulación. Los beneficios se orientan al ahorro en insumos (biocidas), menor tiempo de proceso, mínimo impacto ambiental al suelo y mayores beneficios en la seguridad de los trabajadores.

### **7.2 Indicadores de costos y beneficios de medidas de control de la contaminación**

#### **7.2.1 Residuos Industriales Sólidos**

El manejo de los residuos sólidos no peligrosos, que para el caso de los aserraderos son básicamente aserrín, viruta y polvo de madera no requiere incurrir en grandes costos para su control. Usualmente se requiere habilitar espacios de almacenaje. Sin embargo, si estos residuos tienen por destino la incineración, el manejo de ellos requiere condiciones de almacenamiento que no alteren los requerimientos de humedad necesarios para tal proceso, lo que va a depender en gran medida de los volúmenes producidos y del espacio disponible, así como la infraestructura necesaria para su transporte hacia las calderas, en donde se usan sistemas mecanizados (correas transportadoras) que alimentan continuamente las calderas o maquinaria convencional que transporta el residuo.

Sin embargo, si los residuos sólidos son de carácter peligroso (envases de fungicidas, borras del baño antimancha, aserrín contaminado), requiere de la habilitación de infraestructura que permita almacenarlos temporalmente de manera segura.

Para el caso de los envases, muchos de los productores se hacen cargo de ellos para su reutilización o reciclaje. Sin embargo, las borras y los restos de aserrín contaminado no pueden ser tratados al interior de las empresas, por lo que deben ser retirados por empresas especializadas en el tratamiento de este tipo de residuos. En este aspecto, varias de las empresas del rubro con posibilidades de incineración, utilizan esta alternativa para eliminar este tipo de residuo.

### **Almacenamiento y Disposición de Envases.**

El Reglamento sobre Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos define el almacenamiento como *“la conservación de residuos peligrosos durante un lapso máximo definido, al final del cual éstos deben ser conducidos a una instalación de manejo de residuos peligrosos”*

Esto requiere la participación de un experto en prevención de riesgos, de un ingeniero civil y especialista en manejo de residuos peligrosos (dependiendo de las cantidades y variedad de los Residuos Peligrosos generados).

Se puede solicitar la asistencia de las Mutuales de Seguridad en aspectos de prevención de riesgos, así como el cuerpo de bomberos en aspectos de protección contra incendios. En caso de mezclas de residuos con un comportamiento desconocido, es indispensable efectuar los ensayos respectivos de caracterización

Los objetivos del almacenamiento de residuos peligrosos, de acuerdo a criterios técnicos y sanitarios, incluyen los siguientes:

- Preparar los residuos para el transporte (trasvase a contenedores de mayor capacidad y embalaje)
- Acumular una cantidad suficiente para el transporte;
- Separación de los residuos, según criterios predeterminados;
- Proveer una capacidad de reserva, en caso de fallas, mantención o falta de demanda (en instalaciones de tratamiento o disposición); y
- En algunos casos, el almacenamiento puede ser indefinido, hasta que se disponga de una solución de disposición final. En este caso excepcional para instalaciones de almacenamiento prolongadas, se debe solicitar la debida autorización.

Los costos, asociados principalmente a la construcción de bodegas para el almacenamiento adecuado estos residuos, deben considerar lo siguiente:

- a) Las bodegas en las que se deposite plaguicida serán empleadas exclusivamente para ello.
- b) Deberán contar con una ventilación adecuada y serán de acceso restringido. Los envases vacíos deberán ser retirados por el propio proveedor.
- c) Los proveedores y empresas usuarias, deberán llevar un registro actualizado de entrega y aplicación de plaguicidas, respectivamente, el cual deberá estar disponible para la fiscalización.

### **7.2.2 Residuos industriales líquidos**

Generalmente, y desde un punto de vista económico, la adopción de medidas para el control de la contaminación end-of-pipe no representan beneficios, al contrario, estas significan un costo para las

empresas. En virtud de lo anterior, nace la necesidad de implementar medidas para prevenir la contaminación antes de tomar una decisión con respecto a los tratamientos disponibles para los residuos finales. Los costos de las medidas para el control de la contaminación, vienen determinados fuertemente por las características individuales de cada empresa, es decir, tamaño, producto, materia prima, tipo de proceso, ubicación y disponibilidad de terreno entre otras.

Para el caso particular de los residuos líquidos provenientes principalmente desde el patio trozas como se sugiere en el capítulo cinco, se debe considerar necesariamente la adquisición de:

- Canasta de filtros (3 filtros para pretratamiento con separación de las fracciones gruesa, media y fina de los componentes físicos del residuo)
- Equipos de homogeneización (Para ser instaladas en el estanque)
- Estanque dimensionado según flujo permanente de residuo líquido (25 m<sup>3</sup> o más)
- Elementos adicionales para la sujeción de equipos (Por ej.: perfiles de acero)
- Infraestructura para el transporte del residuo.

La implementación de este tipo de tratamiento resulta muy conveniente ya que no implica efectuar enormes inversiones sino, más bien constituye una inversión menor debido a las características del residuo líquido.

A modo de referencia, el costo de implementar una pequeña planta de tratamiento de un efluente cuyo volumen no supere los 25 m<sup>3</sup>/día que implique la adquisición de todos los elementos mencionados anteriormente, debería fluctuar en una banda de precio entre los 8 a 10 millones de pesos.

### **Manejo de residuos de biocidas.**

Los costos para manipulación y uso deben considerar:

- a) Casetas o cabinas de dosificación especialmente destinadas al uso de materiales de preparación de las soluciones de plaguicidas, tales como balanzas u otros elementos de pesaje y transvasije, deberán ser mantenidos en.
- b) El área de baño, que comprende la tina, su estructura de acceso, cadenas y zonas de escurrimiento o de recuperación del baño antimancha, deberá permitir la adecuada ventilación y arrastre de los posibles vapores que emanen de dicha área.
- c) El área comprendida alrededor de 3 metros desde la tina será considerada como un área de restricción en la cual, mientras se ejecute el baño antimancha no podrán permanecer operarios sin su equipamiento de seguridad. Esta zona será demarcada y señalizada adecuadamente.
- d) Cabina con extracción de aire forzado y filtro de retención de partículas para la operación de dosificación de cantidades pequeñas de plaguicidas en polvo o granulados (menores a 300 gramos por carga), ubicándose dentro de la misma los envases de trasvasije y balanzas. Los operadores de dosificación deberán permanecer en el exterior de la cabina, introduciendo únicamente sus manos y brazos, cubiertos con guantes de PVC de puño largo.
- e) Estanques de mezcla que contengan previamente el agua de dilución para la dosificación de cantidades superiores de plaguicidas en polvo o granulados (mayores a 300 gramos por carga). Estos estanques estarán dentro de casetas que permitan la agitación mecánica e impulsión posterior (bombas o gravitacional), de la mezcla al estanque de baño antimancha.
- f) Equipos de bombeo para plaguicidas líquidos destinados al baño de inmersión donde se producirá la dilución.
- g) Protección o aislación del suelo donde se encuentra el área de baño antimancha.

### 7.2.3 Emisiones a la atmósfera

En general, las emisiones generadas por el rubro aserraderos no constituyen el principal problema ambiental, se debe considerar que si han existido cambios direccionados a mejorar los índices de emisiones y aún así no ha sido posible ajustarlos a la normativa existente, se hace necesario recurrir a sistemas externos de control, que traen consigo costos extras referentes a la operación del sistema. Como se ha mencionado anteriormente, los principales equipos que pueden ser utilizados en el control del material particulado en la industria del aserrío son los filtros textiles o de tela y los precipitadores electrostáticos utilizados cuando el flujo de gases y partículas es elevado.

El costo de cada uno de estos equipos esta determinado principalmente por el caudal de gases y partículas a tratar y por las condiciones propias a la salida de los gases de escape. Como medio de referencia se muestra el cuadro N°13 resumen con los costos aproximados de inversión y operación.

**CUADRO N°13  
COSTOS DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO**

Equipo	Costos en UF	
	Fluctuación de la Inversión Total	Operación (Anuales)
Filtros de tela bajas emisiones de material particulado	Inferior a 1.000	variable
Filtros de Mangas	1.500 a 2.500	100
Precipitadores electrostáticos	2.800 a 5.000	200

Fuente: The environmental control Industry, Leung & Klein,1998.

Los filtros de tela mencionados en el cuadro son una alternativa relativamente más económica, pero debe considerarse que sólo son utilizados cuando las emisiones de material particulado son bajas.

### 7.4 Instrumentos Financieros de Apoyo a la Gestión Ambiental.

La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) posee varios instrumentos de apoyo financiero para que el sector industrial (PYME) introduzca medidas tendientes a mejorar la Gestión Ambiental. Para gastos de asesorías técnicas se han creado los siguientes mecanismos de financiamiento.

A continuación se listan los principales instrumentos y su aplicación ambiental:

- Fondo de Asistencia Técnica (FAT): Consultoría ambiental, Auditorías Ambientales, Estudios Técnico Económicos para la implementación de soluciones, Estudios de Impacto Ambiental o Declaraciones de Impacto Ambiental, Estudios de Reconversión y Relocalización Industrial, Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental.

Las empresas que pueden acceder a este beneficio son aquellas con ventas anuales no superiores a UF 15.000, pudiendo acogerse a este sistema sólo una vez.

- Programa de Apoyo a la Gestión de Empresas (PAG): Para mejorar la competitividad de las empresas productivas, generando una mayor productividad y calidad a través de la realización de consultorías de procesos. Es un cofinanciamiento de CORFO que cubre parte del costo de la contratación de asesorías especializadas por parte de empresas productivas. Pueden acceder empresas productivas Chilenas, que no hubiesen utilizado el programa anteriormente y que demuestren ventas netas anuales iguales o superiores a US\$3.000.000 y que no excedan de US\$30.000.000 en el último año.

- Proyectos de Fomento (PROFO): Programas Grupales de Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental, Mercado de Residuos (bolsa) Plantas Centralizadas de Tratamiento de Residuos, Programas Colectivos de Mejoramiento de Procesos, Programas Colectivos de Relocalización Industrial.

Los beneficiarios son pequeños o medianos empresarios de giros similares o complementarios con ventas anuales no superiores a las UF 100.000.

- Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (FONTEC): Fondo destinado al financiamiento de proyectos de innovación e infraestructura tecnológica. Puede ser utilizado para la introducción de tecnologías limpias, tecnologías “end of pipe”, misiones tecnológicas (Charlas de Especialistas Internacionales). Permite financiar hasta un 80 % del costo total del proyecto mediante una subvención de proyecto y crédito.

Subvención de hasta un 60% del costo, con un máximo de US\$ 300.000 y crédito en UF, a tasa de interés fija con un período de gracia equivalente a la duración del proyecto.

- Programa SUAF-CORFO: Subvención que CORFO ofrece a las empresas para la contratación de un consultor especialista en materias financieras quién elaborará los antecedentes requeridos por el Banco Comercial o empresa de Leasing para aprobar una operación crediticia.

Las empresas deben poseer ventas netas anuales menores a UF 15.000, comprobado por las declaraciones del IVA, no deben haber cursado operaciones financieras en los últimos 6 meses, no debe tener protestos ni ser moroso de deuda CORFO o SERCOTEC.

#### **7.4.1 Créditos Bancarios**

- Financiamiento de Inversiones de Medianas y Pequeñas Empresas (Línea B.11): Programas de descontaminación, Servicios de Consultoría, Inversiones.
- Financiamiento de Inversiones de Pequeñas Industrias Crédito CORFO-Alemania (Línea B12): Relocalización Industrial.
- Cupones de Bonificación de Primas de Seguro de Crédito y de Comisiones de Fondos de Garantía para Pequeñas Empresas.(CUBOS): Garantías para otorgar financiamiento (hipotecas, prendas) que cubren en un % el riesgo de no pago

Las empresas deben tener ventas netas anuales que se encuentren entre las UF 2.400 y las UF 15.000 (IVA excluido) con un mínimo de 12 meses de antigüedad en el giro y un patrimonio neto de UF 800. El monto mínimo de la operación es de UF 150 con un máximo de UF 3.000.

## **8. SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

El rubro aserraderos presenta, comparativamente, altas tasas de accidentabilidad promedio y de riesgo mensual que en el transcurso del período septiembre 1999-2000 ha tendido a incrementarse según se observa en las estadísticas del siguiente cuadro.

**CUADRO 14  
ACCIDENTABILIDAD EN EL RUBRO ASERRADEROS**

Mes/Año	Accidentes Mes	Días Perdidos del Mes	Tasa Accid. Promedio	Tasa de Riesgo
SEP-00	177	3346	15.347	235
AGO-00	294	4013	15.602	236
JUL-00	258	4024	15.452	236
JUN-00	273	4108	15.490	235
MAY-00	260	3607	15.385	233
ABR-00	212	3885	15.397	236
MAR-00	352	5373	15.598	235
FEB-00	340	4619	15.410	232
ENE-00	321	4637	15.190	230
DIC-99	287	4937	14.873	227
NOV-99	301	4385	14.784	223
OCT-99	250	3948	14.608	221
SEP-99	224	3535	14.714	219

Fuente: Asociación Chilena de Seguridad, Noviembre del 2000.

Este es un factor importante a considerar para adoptar las medidas de seguridad apropiadas, según lo indican las distintas normativas y reglamentos, que permitan reducir estos indicadores.

### 8.1 Productos químicos peligrosos y tóxicos.

#### 8.1.2 Efectos de los contaminantes a la salud humana.

- **Efectos de las sustancias tóxicas y peligrosas en la industria del aserrío**

La mayoría de las sustancias tóxicas y peligrosas a las que están expuestos los operarios que laboran en el proceso de aserrado de la madera (principalmente los productos utilizados para el baño antimancha) pueden ser absorbidas por ingestión, inhalación y por vía cutánea. Esta última vía es la de mayor importancia en la exposición laboral. Estos productos, la ser absorbidos se distribuyen a través del organismo, acumulándose principalmente en el hígado, donde es parcialmente metabolizado.

A continuación se describen las principales alteraciones médicas producidas los biocidas:

- **Intoxicación Aguda**

<u>Acción local:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Irritación de mucosa nasal, faríngea, bronquios y las conjuntivas</li> </ul>	<u>Acción generalizada:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transpiración profusa</li> <li>• Dolor de cabeza</li> <li>• Debilidad general</li> <li>• Náuseas</li> <li>• Sed intensa</li> <li>• Dolor de pecho y abdomen</li> <li>• Pérdida progresiva de la conciencia</li> <li>• Coma</li> </ul>
--	--

- **Intoxicación crónica**

<u>Acción Local:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dermatitis de contacto</li> </ul>	<u>Acción Generalizada</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja de peso</li> </ul>
---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjuntivitis</li> <li>• Bronquitis</li> <li>• Cefalea</li> <li>• Dolores neurológicos y abdominales</li> <li>• Insomnio</li> <li>• Adinamia</li> <li>• Náuseas, Diarrea y vómitos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño hepático</li> </ul>
--	---

### Efectos de las partículas en suspensión en la industria del aserrío

Cuando es inhalado el material particulado, sus efectos están asociados, por una parte, al lugar en que son depositadas las partículas en el aparato respiratorio, que depende del tamaño y forma de ellas (a menor tamaño mayor respirabilidad) y, por otra, a la composición química de ellas.

La deposición de partículas en el sistema respiratorio depende de tres fuerzas físicas :

- i) Fuerzas inerciales. Son las causantes de deposición en la nasofaringe. La inercia es muy importante en los grandes conductos del sistema respiratorio, especialmente cuando se requiere respiración rápida forzada. Su importancia decrece mientras más adentro del sistema respiratorio se encuentren las partículas.
- ii) Sedimentación gravitacional. Es proporcional a la velocidad de deposición de la partícula y al período de tiempo disponible para sedimentar. Como la velocidad decrece en los conductos estrechos del sistema, el efecto gravitacional se ve aumentado.
- iii) En el caso de partículas finas la fuerza más importante es la de difusión la que conduce a una sedimentación o depositación en las paredes de los ductos finos del sistema, tal como el espacio alveolar. Esta fuerza es de una magnitud significativa para partículas de diámetro sobre 0,5 micrones.

Una vez depositadas las partículas, su importancia está asociada a su acción irritante, la que no es función sólo de la naturaleza de ellas, sino también de la facilidad de absorber o adsorber otras sustancias en su superficie de ellas, lo que en ciertas ocasiones da lugar a un efecto sinérgico.

La siguiente indica el tamaño de las partículas que afectan el sistema respiratorio y a lo ojos.

**CUADRO 15**  
**TAMAÑOS DE PARTICULAS QUE AFECTAN EL SISTEMA RESPIRATORIO Y OJOS**  
**A considerar según las emisiones de polvo al interior de los aserraderos**

TAMAÑO DE PARTICULA	EFECTO
7 a 10 um y superiores	afectan ojos, son filtradas en la nariz
3.3 a 7 um	Son retenida en la traquea y bronquios primarios
2 a 3.3 um	retenidas en bronquios secundarios
1.1 a 2 um	retenidas en bronquios terminales
1.1 a 0.1 y menores	llegan hasta alveolos pulmonares

### 8.2 Niveles de Ruido

En las empresas visitadas se detectó un nivel de ruido normal a toda industria del proceso de aserrado. Normalmente el ruido al interior de un aserradero presenta valores que fluctúan entre los 87 y lo 100 dB. Sin

embargo, un estudio realizado en 1996<sup>29</sup> reveló que los operarios de las maquinarias reciben ondas sonoras permanentes situadas entre las 96 a 99 dB(A).

Estos valores sobrepasan el límite establecido por la normativa nacional (Decreto N°78 “Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales mínimas en los lugares de trabajo”) que establece que “ningún trabajador puede estar expuesto a un nivel de presión sonora mayor a 85 decibeles medidos a la altura del oído del trabajador con el filtro de ponderación A en posición lenta para una jornada de 8 horas”.

Sin embargo, ajustando y vigilando que se establezcan las medidas correctas que cumplan con las normas de seguridad laboral para los trabajadores, este tipo de contaminación al interior de la industria debería ser bien controlado.

### **8.3 Control de Riesgos**

La mayor parte de las empresas poseen un asesor en materia de seguridad laboral (experto en prevención de riesgos) y dan cuenta del funcionamiento de un comité paritario.

En algunas empresas se han detectado algunas falencias en materia de seguridad industrial, como las siguientes :

- El personal a cargo de las operaciones no utiliza los elementos de seguridad (casco, antiparras, zapatos, máscaras, etc.)
- No se aprecia una identificación clara para el acceso y trabajo en las zonas de riesgo
- No están adecuadamente indicados los accesos a extinguidores y zonas de protección de siniestros. Para el rubro aserraderos debe existir un plan de prevención de riesgos de incendio, así como un plan de para actuar en situaciones de emergencia, dado el elevado riesgo de incendio producto del almacenamiento de gran cantidad de material combustible.
- La información acerca de la estadística de accidentes laborales en las fábricas no es de conocimiento general (pizarras de registros o balizas de anuncio de accidentes no visibles)

### **8.4 Protección de los trabajadores**

A continuación se presenta los aspectos generales sobre el "REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES EN LUGARES DE TRABAJO" en base a:

DECRETO 594 (Publicado 29 abril 2000 – Entra en vigencia a partir de Julio del 2001)

DECRETO 745 (8 junio 1993 y modificado el 6 de septiembre de 1995) vigente hasta julio de 2001

#### **Disposiciones Generales**

- Obliga a los empleados mantener las condiciones de trabajo y ambientales para proteger la vida y salud de los trabajadores, sean estos dependientes suyos o de terceros contratistas que realicen actividades para él.

#### **De las condiciones generales de construcción y sanitarias**

- Incluyen la exigencia de tener pisos de material resistente, impermeable y no poroso a aquellos sitios de trabajo donde se almacenen productos tóxicos o corrosivos de cualquier naturaleza.
- "Los espacios entre máquinas por donde circulen personas no deberán ser inferiores a 150 cm".

---

<sup>29</sup> UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, Evaluación de la exposición de ruido industrial en una industria de aserrío en la zona de Valdivia, X Región. José González, tesis de grado, 1996.

- Establece condiciones de los sitios donde los trabajadores deben pernoctar en aquellos casos de faenas que tengan campamentos de la empresa. Establece características de los dormitorios, temperaturas que deben tener, estados de cama, colchones y limpieza de estos y los recintos.

#### **De la provisión de agua potable**

- Establece nuevas condiciones sanitarias para los casos en que el suministro de agua potable a los trabajadores se efectúe en estanques, recambio de agua y características de la salida del agua.

#### **De la disposición de residuos industriales líquidos y sólidos.**

- Sustancias prohibidas de eliminar por las alcantarillas indica "No podrán vaciarse a la red pública de desagües de aguas servidas, sustancias radioactivas, corrosivas, venenosas, infecciosas, explosivas o inflamables o que tengan carácter peligroso en conformidad a la legislación y reglamentación vigente. La descarga de contaminantes al alcantarillado se ceñirá a lo dispuesto en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y las normas de emisión y demás normativa complementaria de ésta.

#### **De los servicios higiénicos y evacuación de aguas servidas.**

- Respecto a la disponibilidad de baños químicos en faenas temporales: "Una vez finalizada la faena, el empleador será responsable de reacondicionar el lugar que ocupaba la letrina o baño químico" Establece condiciones específicas para ello.

#### **De los guardarropías y comedores.**

- Incluye la posibilidad que los vestidores sean habilitados en instalaciones rodantes.
- Establece que en cualquier caso los vestidores deben estar limpios y que los casilleros estén en buenas condiciones.
- En el caso de trabajadores expuestos a sustancias tóxicas, será responsabilidad del empleador hacerse cargo del lavado de la ropa de trabajo y adoptar las medidas necesarias que impidan que el trabajador la saque del lugar de trabajo.
- Establece nuevas condiciones para el comedor. Protecciones contra vectores, disponibilidad de agua para lavados de manos y cara.
- Indica condiciones especiales a cumplir cuando los comedores estén insertos en áreas de trabajo donde exista riesgo de contaminación (presión positiva para prevenir el ingreso de contaminantes).
- Acepta la provisión de comedores móviles (No existía este artículo) cuando por la naturaleza del trabajo no puedan ser fijos. Establece las características de ellos. Indica además que en ningún caso el trabajador deberá consumir sus alimentos al mismo tiempo que trabaja.
- Los comedores destinados a preparar No existía este artículo alimentos para el personal deberán contar con autorización sanitaria.

#### **De las condiciones generales de seguridad.**

- Establece exigencias de poner señalizaciones de seguridad en las zonas de trabajo vías de escape y zonas de seguridad.
- Es un largo artículo que establece una serie de exigencias para el almacenamiento de sustancias peligrosas, condiciones del recinto, características de identificación, planes de acción ante emergencias, mantención de antecedentes de las sustancias, etc.
- Exige que grúas, camiones y maquinarias móvil cuente con alarma de retroceso de tipo sonoro.

#### **De la prevención y protección contra incendios**

- Establece que los extintores deben cumplir con requisitos y características del DS 369 del Ministerio de Economía. Lo que deberá estar certificado por un laboratorio acreditado.

- Establece que en los lugares donde se almacenen o manipulen sustancias peligrosas deberá existir un sistema automático de detección de incendio.
- Cambia las capacidades mínimas de los extintores por el concepto de "Potencial de extinción".
- Se elimina el uso de extintores tipo halón.
- Establece obligación de revisión y certificación anual de extintores.

#### **De los equipos de protección personal**

- Indica normas de calidad y certificación de los equipos de protección persona según decreto N° 118 de 1982 del Ministerio de Salud

#### **De la contaminación ambiental**

##### **Disposiciones generales.**

- Señala al empleador como responsable de evitar que los trabajadores realicen su trabajo en condiciones de riesgo para la salud.
- Para la medición de contaminantes en el ambiente incluye la definición de tres conceptos límite permisible ponderado, límite permisible temporal y límite absoluto.
- Establece valores para el límite permisible ponderado.
- Establece límites específicos para una serie de sustancias.
- Prohíbe el uso de una serie de sustancias y se agregan a la prohibición : Aldrín, DDT, Dieldrin, Endrin y 2-4-5 T
- Establece límites permisibles ponderados (LPP) y límite permisible temporal (LPT) para una serie de sustancias.  
Se han rebajado los límites para:  
Anhídrido sulfuroso: LPT 5 ppm y 23 mg/m<sup>3</sup>.  
Bromuro de metilo: LPP 0.8 ppm y 3.1 mg/m<sup>3</sup>  
Estaño: LPP 1.6 mg/m<sup>3</sup>.  
Manganeso: LPP baja a 0.16 mg/m<sup>3</sup> expresado como MN.  
Polvos no especificados (fracción respirable) 2.4 mg/m<sup>3</sup>.  
Xileno: Se ha agregado como límite permisible absoluto, 150 ppm. t'

#### **Del Ruido**

- Define e indica características para medir ruidos de tres tipos: Estable, fluctuante e impulsivo.

#### **De las Vibraciones**

- Establece formas para medir la exposición a vibraciones.

#### **De la digitación**

- Para esta tarea establece un período de descanso de 5 minutos después de digitación continua.

#### **De la iluminación**

- Agrega requisitos específicos de iluminación para laboratorios etc.

#### **De los límites de tolerancia biológica**

- Para Lindano se ha determinado que el momento de muestreo no es crítico.

### **De los límites de tolerancia biológica**

- "En caso que uno o más trabajadores presenten indicadores biológicos alterados de aquellos agentes que están prohibidos de usar en los lugares de trabajo la autoridad sanitaria obligará de inmediato al empleador a tomar medidas necesarias para evitar el daño a la salud del trabajador, sin perjuicio de las sanciones que corresponda por infracción al artículo 65 del presente reglamento".

### **Recomendaciones para minimizar riesgos laborales en aserraderos**

Con respecto a lo señalado en los puntos anteriores, se considera pertinente sugerir las siguientes medidas de corrección, con el objeto de minimizar los riesgos laborales que involucra el proceso:

- \* Plan de difusión y educación en el uso de implementos de seguridad para el personal de la fábrica.
- \* Revisar y adecuar las señalizaciones de las áreas de mayor riesgo.
- \* Mantener permanentemente informado al personal de la empresa, acerca de las estadísticas de accidentes laborales que en ella se producen.
- \* Revisar la adecuada demarcación e identificación de las vías de evacuación y zonas de seguridad con el fin de resguardar la vida de las personas frente a eventuales siniestros.

## 9. LEGISLACION Y REGULACIONES AMBIENTALES APLICABLES A LA INDUSTRIA

El presente capítulo identifica la totalidad de normativas ambientales aplicables a la industria, distinguiendo entre normas que regulan la localización, emisiones atmosféricas, descargas líquidas, residuos sólidos, ruido y seguridad y salud ocupacional. Asimismo, se identifican las normas chilenas INN referentes al tema.

Es necesario establecer como regulación marco y general a todas las distinciones anteriormente señaladas, las siguientes:

### • Ley N° 19.300/94

Título : Ley de Bases Generales del Medio Ambiente  
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.  
Diario Oficial : 09/03/94

### • D.S. N° 30/97

Título : Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.  
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.  
Diario Oficial : 03/04/97

### 9.1 Normativas que regulan la localización de las industrias

#### • D.S. N° 458/76

Título : Aprueba nueva Ley General de Urbanismo y Construcciones (art. 62 y 160).  
Repartición : Ministerio de Vivienda y Urbanismo.  
Diario Oficial : 13/04/76

#### • D.S. N° 718/77

Título : Crea la comisión mixta de Agricultura, Urbanismo, Turismo y Bienes Nacionales.  
Repartición : Ministerio de Vivienda y Urbanismo.  
Diario Oficial : 05/09/77

#### • D.S. N° 47/92

Título : Ordenanza general de urbanismo y construcciones.  
Repartición : Ministerio de Vivienda y Urbanismo.  
Diario Oficial : 19/05/92

#### • Resolución N° 20/94

Título : Aprueba Plan Regulador Metropolitano de Santiago.  
Repartición : Gobierno Regional Metropolitano.  
Diario Oficial : 04/11/94

### 9.2 Normativas que regulan las emisiones atmosféricas

#### • D.F.L. N° 725/67

Título : Código Sanitario (art. 89 letra a).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 31/01/68.

• **D.S. Nº 144/61**

Título : Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 18/05/61

• **D.S. Nº 32/90**

Título : Reglamento de funcionamiento de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos que indica en situaciones de emergencia de contaminación atmosférica.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 24/05/90

• **D.S. Nº 322/91**

Título : Establece excesos de aire máximos permitidos para diferentes combustibles.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 20/07/91

• **D.S. Nº 185/91**

Título : Reglamenta el funcionamiento de establecimientos emisores de anhídrido sulfuroso, material particulado, y arsénico en todo el territorio nacional.  
Repartición : Ministerio de Minería.  
Diario Oficial : 16/01/92

• **D.S. Nº 4/92**

Título : Establece norma de emisión de material particulado a fuentes estacionarias puntuales y grupales ubicadas en la Región Metropolitana.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 02/03/92

• **D.S. Nº 1.905/93**

Título : Establece norma de emisión de material particulado a calderas de calefacción que indica, ubicadas en la Región Metropolitana.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 18/11/93

• **D.S. Nº 1.583/93**

Título : Establece norma de emisión de material particulado a fuentes estacionarias puntuales que indica, ubicadas en la Región Metropolitana.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 26/04/93

• **D.S. Nº 2.467/93**

Título : Aprueba reglamento de laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes estacionarias.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 18/02/94

• **D.S. Nº 812/95**

Título : Complementa procedimientos de compensación de emisiones para fuentes estacionarias puntuales que indica.

Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 08/05/95

• **D.S. Nº 131/96**

Título : Declaración de zona latente y saturada de la Región Metropolitana.  
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.  
Diario Oficial : 01/08/96

**Nota:** A raíz de la declaración de la Región Metropolitana como zona saturada para PM10, PTS, CO, O<sub>3</sub> y latente por NO<sub>2</sub>, la CONAMA ha iniciado la elaboración del correspondiente Plan de Prevención y Descontaminación. Dicho plan, implicará la adopción de normas de emisión y otras medidas aplicables a las industrias de la R.M. con el objeto de cumplir con las metas de reducción de emisiones para los contaminantes ya mencionados.

• **Resolución Nº 1.215/78: artículos 3, 4 y 5**

Título : Normas sanitarias mínimas destinadas a prevenir y controlar la contaminación atmosférica.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : No publicada.

• **Resolución Nº 15.027/94**

Título : Establece procedimiento de declaración de emisiones para fuentes estacionarias que indica.  
Repartición : Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.  
Diario Oficial : 16/12/94

**Nota:** Actualmente, CONAMA se encuentra elaborando una norma de emisión para el contaminante arsénico (de acuerdo con el procedimiento de dictación de normas de la Ley Nº 19.300).

• **D.S. Nº 16/98**

Título : Establece Plan de Prevención y Descontaminación atmosférica para la Región Metropolitana.  
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.  
Diario Oficial : 06/06/98

### 9.3 Normativas que regulan las descargas líquidas

• **Ley Nº 3.133/16**

Título : Neutralización de residuos provenientes de establecimientos industriales.  
Repartición : Ministerio de Obras Públicas.  
Diario Oficial : 07/09/16

• **D.F.L. Nº 725/67**

Título : Código Sanitario (art. 69 - 76).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 31/01/68

• **D.F.L. Nº 1/90**

Título : Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa (art. 1, Nº 22 y 23).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 21/02/90

• **D.S. Nº 351/93**

Título : Reglamento para la neutralización de residuos líquidos industriales a que se refiere la Ley Nº 3.133.

Repartición : Ministerio de Obras Públicas.  
Diario Oficial : 23/02/93

• **Norma Técnica Provisoria/92**

Título : Norma técnica relativa a descargas de residuos industriales líquidos.  
Repartición : Superintendencia de Servicios Sanitarios.  
Diario Oficial : No publicada.

Nota: Actualmente CONAMA se encuentra elaborando, de acuerdo con el procedimiento de dictación de normas de calidad ambiental y de emisión, determinado por la Ley N° 19.300 y el D.S. N° 93/95 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, una norma de emisión relativa a las descargas de residuos líquidos industriales a aguas superficiales.

• **D.S. N°745/92<sup>30</sup>**

Título : Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 08/06/93

• **D.S. N°609/98**

Título : Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado.  
Repartición : Ministerio de Obras Públicas.  
Diario Oficial : 20/07/98

#### 9.4 Normativas aplicables a los residuos sólidos

• **D.F.L. N° 725/67**

Título : Código Sanitario (art. 78 - 81).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 31/01/68

• **D.F.L. N° 1.122/81**

Título : Código de Aguas (art. 92).  
Repartición : Ministerio de Justicia.  
Diario Oficial : 29/10/81

• **D.F.L. N° 1/89**

Título : Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa (art. N° 1).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 21/02/90

• **D.L. N° 3.557/80**

Título : Establece disposiciones sobre protección agrícola (art. 11).  
Repartición : Ministerio de Agricultura.  
Diario Oficial : 09/02/81

• **D.S. N°745/92<sup>31</sup>**

Título : Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

<sup>30</sup> El D.S.N°745 está actualmente en modificación, la que debería hacerse efectiva el año 2001.

<sup>31</sup> El D.S.N°745 está actualmente en modificación, la que debería hacerse efectiva el año 2001.

Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 08/06/93

• **Resolución N° 7.077/76**

Título : Prohíbe la incineración como método de eliminación de residuos sólidos de origen doméstico e industrial en determinadas comunas de la Región Metropolitana.

Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : No publicada.

• **Resolución N° 5.081/93**

Título : Establece sistema de declaración y seguimiento de desechos sólidos industriales.

Repartición : Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.  
Diario Oficial : 18/03/93

• **D.S. N° 685/92**

Título : Establece condiciones relativas al control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación (convenio de Basilea).

Repartición : Ministerio de Relaciones Exteriores.  
Diario Oficial : 13/10/92

### 9.5 Normativas aplicables a los ruidos

• **D.F.L. N° 725/67**

Título : Código Sanitario (art. 89 letra b).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 31/01/68

• **D.S. N°146/98**

Título : Establece norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas, elaborada a partir de la revisión de la norma de emisión contenida en el Decreto N°286, de 1984, del Ministerio de Salud.

Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia  
Diario Oficial : 17/4/98

• **D.S. N°745/92<sup>32</sup>**

Título : Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 08/06/93

### 9.6 Normativas de seguridad y salud ocupacional

• **D.F.L. N° 725/67**

Título : Código Sanitario (art. 90 - 93).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 31/01/68

• **D.F.L. N° 1/89**

Título : Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa

<sup>32</sup> El D.S.N°745 está actualmente en modificación, la que debería hacerse efectiva el año 2001.

(art. 1 N°44).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 21/02/90

• **Ley N° 16.744/68**

Título : Accidentes y enfermedades profesionales.  
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.  
Diario Oficial : 01/02/68

• **D.F.L. N°1/94**

Título : Código del Trabajo (art. 153-157).  
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.  
Diario Oficial : 24/01/94

• **D.S. N° 40/69**

Título : Aprueba reglamento sobre prevención de riesgos profesionales.  
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.  
Diario Oficial : 07/03/69

• **D.S. N° 54/69**

Título : Aprueba el reglamento para la constitución y funcionamiento de los comités paritarios de higiene y seguridad.  
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.  
Diario Oficial : 11/03/69

• **D.S. N° 20/80**

Título : Modifica D.S. N° 40/69.  
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.  
Diario Oficial : 05/05/80

• **Ley N° 18.164/82**

Título : Internación de ciertos productos químicos.  
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.  
Diario Oficial : 17/09/82

• **D.S. N° 48/84**

Título : Aprueba reglamento de calderas y generadores de vapor.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 14/05/84

• **D.S. N° 133/84**

Título : Reglamento sobre autorizaciones para instalaciones radiactivas y equipos generadores de radiaciones ionizantes, personal que se desempeñe en ellas u opere tales equipos.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 23/08/84

• **D.S. N° 3/85**

Título : Aprueba reglamento de protección radiológica de instalaciones radiactivas.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 25/04/85

• **D.S. Nº 379/85**

Título : Aprueba reglamento sobre requisitos mínimos de seguridad para el almacenamiento y manipulación de combustibles líquidos derivados del petróleo destinados a consumos propios.  
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.  
Diario Oficial : 19/03/86

• **D.S. Nº 29/86**

Título : Almacenamiento de gas licuado.  
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.  
Diario Oficial : 06/12/86

• **D.S. Nº 50/88**

Título : Modifica D.S. Nº 40/69 que aprobó el reglamento sobre prevención de riesgos profesionales.  
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.  
Diario Oficial : 21/07/88

• **D.S. Nº745/92<sup>33</sup>**

Título : Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 08/06/93

• **D.S. Nº 95/95**

Título : Modifica D.S. Nº 40/69 que aprobó el reglamento sobre prevención de riesgos profesionales.  
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.  
Diario Oficial : 16/09/95

• **D.S. Nº 369/96**

Título : Extintores portátiles.  
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.  
Diario Oficial : 06/08/96

• **D.S. Nº 90/96**

Título : Reglamento de seguridad para almacenamiento, refinación, transporte y expendio al público de combustibles líquidos derivados del petróleo.  
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.  
Diario Oficial : 05/08/96

• **D.S. Nº 298/94**

Título : Reglamento sobre el transporte de cargas peligrosas por calles y caminos.  
Repartición : Ministerio de Transportes.  
**Diario Oficial : 11/02/95**

**Nota:** Este reglamento, incorpora las siguientes NCh del INN, haciéndolas obligatorias:

NCh 382/89 : Sustancias peligrosas terminología y clasificación general.  
Diario Oficial : 29/11/89

NCh 2.120/89 : Sustancias peligrosas.

<sup>33</sup> El D.S.Nº745 está actualmente en modificación, la que debería hacerse efectiva el año 2001.

Diario Oficial : 07/11/89

NCh 2.190/93 : Sustancias peligrosas. Marcas, etiquetas y rótulos para información del riesgo asociado a la sustancia

Diario Oficial : 09/06/93

NCh 2.245/93 : Hoja de datos de seguridad.

Diario Oficial : 18/01/94

## 9.7 Normas referenciales del Instituto Nacional de Normalización

En relación con las normas INN, cabe hacer presente que se trata de normas que han sido estudiadas de acuerdo con un procedimiento consensuado y aprobadas por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, persona jurídica de derecho privado, de carácter fundacional.

El cumplimiento de estas normas (norma, norma chilena y norma oficial) es de carácter voluntario y por lo tanto no son susceptibles de fiscalización. Sin embargo, estas normas pueden ser reconocidas por el Ministerio respectivo, como norma oficial de la República de Chile, mediante un Decreto Supremo. Además pueden ser incorporadas a un reglamento técnico adoptado por la autoridad en cuyo caso adquieren el carácter de obligatorias y susceptibles de fiscalización.

### 9.7.1 Normas relativas al agua

#### • Norma NCh 1.333/Of. 87

Título : Requisitos de calidad de agua para diferentes usos.

Repartición : Instituto Nacional de Normalización.

Diario Oficial : 22/05/87

### 9.7.2 Normativas de salud y seguridad ocupacional (2)

#### • Norma NCh 388/Of. 55 / D.S. 1.314

Título : Prevención y extinción de incendios en almacenamiento de inflamables y explosivos.

Repartición : Ministerio de Economía

Diario Oficial : 30/11/55

#### • Norma NCh 385/Of. 55 / D.S. 954

Título : Seguridad en el transporte de materiales inflamables y explosivos.

Repartición : Ministerio de Economía

Diario Oficial : 30/08/55

#### • Norma NCh 387/Of. 55 / D.S. 1.314

Título : Medidas de seguridad en el empleo y manejo de materias primas inflamables.

Repartición : Ministerio de Economía

Diario Oficial : 30/11/55

#### • Norma NCh 758/Of. 71 / Res. 110

Título : Sustancias peligrosas, almacenamiento de líquidos inflamables.

<sup>2</sup> La repartición y fecha corresponden al Decreto Supremo citado en cada norma, y por el cual se oficializó la respectiva Norma Chilena. Para conocer el contenido de cada Norma, dirigirse al INN.

Medidas particulares de seguridad.  
Repartición : Ministerio de Economía  
Diario Oficial : 25/08/71

• **Norma NCh 389/Of. 72 7 D.S. 1.164**

Título : Sustancias peligrosas. Almacenamiento de sólidos, líquidos y gases inflamables. Medidas generales de seguridad.  
Repartición : Ministerio de Obras Públicas  
Diario Oficial : 04/11/74

• **Norma NCh 1.411/4 Of. 78 / D.S. 294**

Título : Prevención de Riesgos. Parte 4: Identificación de riesgos de materiales.  
Repartición : Ministerio de Salud  
Diario Oficial : 10/11/78

• **Norma NCh 2.164/Of. 90 / D.S. 16**

Título : Gases comprimidos, gases para uso en la industria, uso médico y Uso especial. Sistema SI unidades de uso normal.  
Repartición : Ministerio de Salud  
Diario Oficial : 30/01/90

• **Norma NCh 1.377/Of. 90 / D.S. 383**

Título : Gases comprimidos cilindros de gases para uso industrial. Marcas Para la identificación del contenido y de los riesgos inherentes.  
Repartición : Ministerio de Salud  
Diario Oficial : 16/05/91

## 10. PROCEDIMIENTOS DE OBTENCIÓN DE PERMISOS (AUTORIZACIONES), CONTENIDO Y FISCALIZACIÓN

La legislación actual es bastante clara respecto de la instalación de una industria nueva o de la modificación de una ya existente. Según lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases del Medio Ambiente, y en su respectivo reglamento N° 30/97, éstas deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Este sistema, en función de las dimensiones del proyecto y de sus impactos esperados, define si la industria debe presentar un estudio de impacto ambiental o una declaración de impacto ambiental.

La ventaja de este sistema radica en que, habiéndose efectuado la evaluación ambiental, y concluido con una resolución que califica favorablemente el proyecto, ningún organismo del estado podrá negar los permisos sectoriales por razones de tipo ambiental.

Adicionalmente, para la instalación de una industria, en general, ésta debe obtener los siguientes certificados y permisos:

- Calificación técnica de actividades industriales (Servicio de Salud respectivo).
- Permiso municipal de edificación (Municipalidad).
- Informe sanitario (Servicio de Salud respectivo).
- Patente municipal definitiva (Municipalidad).

Para la obtención de cada uno de estos certificados, es necesario previamente obtener una serie de otros permisos, dependiendo del certificado solicitado.

En este contexto y en base a la normativa y regularizaciones ambientales desarrolladas en el punto anterior, a continuación se listan los permisos requeridos y las autoridades competentes, atendiendo a su localización, los impactos ambientales generados; y los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales.

### 10.1 Permisos para la localización de industrias

#### En áreas urbanas con instrumento de ordenamiento territorial

- Permiso de construcción otorgado por la **Dirección de Obras Municipales**.  
*Requisitos:*  
⇒ Calificación técnica del Servicio de Salud respectivo.

#### En áreas urbanas sin instrumento de ordenamiento territorial

- Permiso de construcción otorgado por la **Dirección de Obras Municipales**.  
*Requisitos:*  
⇒ Calificación técnica del Servicio de Salud respectivo.  
⇒ Informe previo de la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo.

#### En áreas rurales

- Permiso de construcción otorgado por la **Dirección de Obras Municipales**.  
*Requisitos:*  
⇒ Informe del Servicio Agrícola y Ganadero.  
⇒ Informe de la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo.  
⇒ Informe de la Comisión Mixta de Agricultura, Vivienda y Urbanismo, Bienes Nacionales y Turismo.

## 10.2 Permisos para la obtención de la calificación técnica

Para la solicitud de esta calificación técnica, las industrias deben llenar el formulario correspondiente en la oficina de partes del *Servicio de Salud* respectivo, acompañándolo de los siguientes antecedentes:

- Plano de planta del local, con distribución de maquinarias y equipos.
- Características básicas de la edificación.
- Memoria técnica de los procesos.
- Diagramas de flujos.
- Anteproyectos de medidas de control de contaminación del aire, manejo de residuos industriales líquidos, manejo de residuos industriales sólidos y control de ruidos.
- Anteproyectos de medidas de control de riesgos y molestias a la comunidad.

Este certificado se debe solicitar cuando la industria aún no se construye, y sólo se cuenta con el proyecto de ingeniería básica y algunos componentes con ingeniería de detalles.

## 10.3 Permiso municipal de edificación

Para solicitar permiso de edificación o modificación física de la planta, la Municipalidad respectiva solicita un listado de documentos que se deben adjuntar, y que deben solicitarse en las diferentes reparticiones de los servicios:

- Patente profesional al día.
- Informe de calificación técnica del Servicio de Salud respectivo.
- Factibilidad de agua potable (en el prestador de servicio al cual se le deberá presentar un Proyecto).
- Certificado sobre la calidad de los residuos industriales líquidos de la SuperIntendencia de Servicios Sanitarios (SISS).
- Certificado de densidad de carga de combustible (si procede), para verificación de estructuras metálicas, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
- Planos y memoria de cálculo.
- Adjuntar el número de trabajadores separados por sexo.
- Plano señalando sistema de prevención de riesgos, salidas de emergencia y extintores.
- Plano general de la planta, señalando estacionamientos y áreas verdes.
- Planos de arquitectura con verificación e indicación de los sistema de ventilación.

## 10.4 Informe sanitario

Para la obtención de una evaluación de informe sanitario, se deben retirar las solicitudes y formularios pertinentes, en los Servicios de Salud respectivos, llenarlos y devolverlos exclusivamente al Servicio. Para obtener el informe sanitario, el industrial debe cumplir los siguientes requisitos:

- Solicitud de informe sanitario de la industria (Servicio de Salud Respectivo).
- Declaración simple de capital propio inicial.
- Instructivos sobre exigencias generales y específicas para el rubro respectivo.

Una vez llenada la solicitud, ésta se presenta con los siguientes antecedentes:

- Clasificación de zona, informada por la Municipalidad de la comuna donde se encuentra el establecimiento (Dirección de Obras Municipales).
- Informe de cambio de uso de suelos (Servicio Agrícola Ganadero).
- Pago.
- Inspección del local, para verificación del cumplimiento de los requisitos.

Se deben cumplir una serie de requisitos y exigencias generales que dicen relación con los requerimientos sanitarios y ambientales básicos de los lugares de trabajo, y es así que al momento de presentar el certificado de informe sanitario, se debe acreditar los siguientes antecedentes, conforme se trate:

#### **10.4.1 Actividad, proceso y establecimiento**

- Certificado de calificación técnica, previo a la edificación.
- Flujograma de procesos de actividades.
- Plano local, con distribución de máquinas y propiedades colindantes.
- Plano de distribución de maquinarias.
- Certificado de recepción del local.

#### **10.4.2 Instalaciones sanitarias**

- Plano de agua potable pública.
- Plano de alcantarillado público.
- Comprobante de pago de agua potable y alcantarillado red pública (Empresa Sanitaria).
- Autorización sanitaria (Resolución de recepción), de instalación y funcionamiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado particular, cuando no exista red pública (Servicio de Salud).
- Aprobación de proyecto y recepción de obras de sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos. La autoridad competente son los Servicios de Salud, si son particulares, y la SuperIntendencia de Servicios Sanitarios, si son públicos.
- Autorización de aprobación de declaración, transporte/tratamiento y disposición de residuos industriales sólidos (SESMA-PROCEFF).
- Resolución de autorización sanitaria para la instalación y funcionamiento del casino y comedores, para empresas sobre 25 empleados (Servicios de Salud).

#### **10.4.3 Instalaciones de energía**

- Certificados de instaladores registrados en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, de las instalaciones eléctricas y de gas (Superintendencia de Electricidad y Combustibles).
- Certificados de estanques de combustibles líquidos (Superintendencia de Electricidad y Combustibles).
- Certificados de estanques de gas licuado (Superintendencia de Electricidad y Combustibles).

#### **10.4.4 Equipos de vapor, agua caliente y radiación ionizante**

- Certificados de revisiones y pruebas de generadores de vapor (Servicios de Salud - PROCEFF).
- Certificados y pruebas de autoclaves (Servicios de Salud - PROCEFF).
- Informe de muestreos isocinéticos de material particulado de fuentes fijas (calderas, hornos, etc.), cuando corresponda (Empresa Registrada).
- Certificados de operadores de radiaciones ionizantes (Servicios de Salud).

#### **10.4.5 Operadores calificados**

- Certificados de operadores de calderas industriales y calefacción (Servicios de Salud respectivos).
- Licencias de operación generadores de radiaciones ionizantes (Servicios de Salud respectivos).
- Licencia de conducción equipos de transporte (Departamento Tránsito Público Municipalidad Respectiva).

#### **10.4.6 Organización de prevención de riesgos para los trabajadores**

- Informe de detección, evaluación y control de riesgos (Mutual de Seguridad y Servicio de Salud).
- Oficio de aprobación del Reglamento Interno de Higiene y Seguridad (Servicio de Salud).

- Acta de Constitución Comité Paritario de Higiene y Seguridad, sobre 25 trabajadores (Inspección del Trabajo de la Dirección del Trabajo).
- Contrato de experto en Prevención de Riesgos cuando corresponda (sobre 100 trabajadores).
- Comprobante de pago de cotizaciones de seguro, según Ley N° 16.744 (Mutual de Seguridad e Instituto de Normalización Previsional).

El Informe Sanitario tiene carácter de obligatorio para todas las empresas, y se debe solicitar una vez iniciada las actividades de producción de la industria, es decir, cuando la industria *ya se encuentra operativa*. En el caso de tener Informe Sanitario desfavorable, es preciso regularizar la situación (arreglar las falencias) lo más rápido posible y solicitarlo nuevamente, ya que de lo contrario el Servicio de Salud respectivo tiene la facultad de dar permiso de no funcionamiento, en forma indefinida, hasta que se apruebe el Informe Sanitario.

### **10.5 Patente municipal**

La patente municipal definitiva la otorga la Municipalidad respectiva, con la resolución favorable del informe o autorización sanitaria, emitida por el Servicio de Salud respectivo, de acuerdo al artículo 83 del Código Sanitario.

### **10.6 Antecedentes generales de cumplimiento**

Los aspectos más relevantes que se deben considerar en la industria de aserraderos, para el cumplimiento de las normativas vigentes, y su fiscalización, son las siguientes:

#### **10.6.1 Residuos industriales líquidos**

Se debe dar cumplimiento al Reglamento N 351/92 para neutralización y depuración de los residuos líquidos industriales. El *decreto* que autoriza el sistema de neutralización y/o depuración de los residuos industriales líquidos, fija el caudal de los efluentes tratados, los parámetros, sus valores máximos y rangos de tolerancia para la descarga de dichos efluentes, además de la forma y frecuencia de los informes del organismo fiscalizador.

Una vez promulgado el decreto de aprobación de la planta de tratamiento de residuos industriales líquidos, existe un período de prueba de 18 meses, en el cual se monitorea la calidad del efluente trimestralmente. Transcurrido ese período, la autorización es definitiva siempre que se cumpla con la normativa vigente. No está definido un seguimiento posterior (monitoreo) a esta fecha, de la calidad del efluente de salida de la planta de tratamiento.

#### **10.6.2 Residuos industriales sólidos**

Las exigencias particulares que deben cumplir estos residuos son:

- Información al Servicio de Salud acerca de la cantidad y calidad de los residuos que se generarán.
- Autorización sanitaria para el almacenamiento de residuos sólidos industriales en el propio predio industrial.
- Autorización sanitaria respecto de los sitios de disposición final de residuos sólidos.
- Autorización sanitaria respecto de los sistemas de transportes de residuos sólidos industriales.
- Autorización sanitaria respecto de cualquier lugar destinado a la transformación de residuos sólidos industriales.

#### **10.6.3 Proliferación de vectores**

Los establecimientos deben contar con programas de control de los vectores sanitarios.

#### **10.6.4 Emisiones atmosféricas**

Las calderas deben contar con los informes de muestreos isocinéticos de material particulado realizado por una empresa registrada en PROCEFF.

#### **10.6.5 Organización de prevención de riesgos para los trabajadores**

Se debe contar con las medidas recomendadas para la salud ocupacional y las de seguridad ocupacional.

## 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De la recopilación bibliográfica efectuada, así como de los contactos efectuados a las empresas, se concluye lo siguiente:

- La industria del aserrío, a nivel de medianas y grandes empresas, esta dando los pasos para incorporar el tema ambiental como un aspecto relevante en su proceso productivo. Esto se vislumbra principalmente por la preocupación demostrada en efectuar una gestión eficiente de sus residuos.
- El tema principal que deben abordar el rubro, es el manejo de residuos tóxicos (biocidas) provenientes del proceso de baño antimancha de la madera, así como los envases y aserrín contaminado por estos residuos. En este contexto, se recomienda orientar los esfuerzos hacia la minimización de residuos a través de la disminución en la fuente, incorporando buenas prácticas o producción limpia, reciclaje o adecuada disposición final de los residuos peligrosos, lo que implica realizar esfuerzos de inversión en este ámbito.
- Se recomienda además, basado en investigaciones efectuadas en sistemas de baño antimancha, que los productores de madera aserrada deben orientar sus esfuerzos a introducir sistemas mecanizados para efectuar este proceso, en orden a obtener una mayor eficiencia. Esto permitiría minimizar la contaminación del medio y disminuir los elevados riesgos que asumen las personas que permanentemente se encuentran en contacto con estos elementos.
- Los residuos sólidos son, en un gran número de casos, una fuente energética para los procesos productivos al interior de las mismas plantas, de manera que existe un eficiente aprovechamiento de una fracción importante de ellos a través de este sistema o de la reutilización para la elaboración de madera aglomerada. Sin embargo, se debe considerar que esta es una realidad que no permite ser generalizada para todos los aserraderos. Para el caso particular de estos residuos, se han mencionado en este documento una serie de alternativas de reutilización o aprovechamiento en función de su potencial de utilización, por lo que se recomienda al sector contactar a las empresas que utilizan como insumo los residuos de los aserraderos (por ejemplo, tableros aglomerados o plantas de energía), así como estudiar la posibilidad de generar un nuevo producto a partir del aserrín que permita abastecer la demanda de leña que poseen algunas de las regiones donde se localizan, y que cumpla con las exigencias ambientales correspondientes.
- Los residuos líquidos, generados principalmente en el patio de trozas aún no reciben un adecuado manejo, permitiendo que estos escurran libremente hacia las napas subterráneas o hacia cursos superficiales. Son pocas las empresas que cuentan con sistemas de tratamiento básico.
- En lo referente a los riesgos para los trabajadores, estos están definidos principalmente por las deficientes medidas de seguridad en las labores de corte y zonas de aplicación de biocidas. Esta realidad esta presente principalmente en las medianas, pequeñas y muy pequeñas empresas del rubro. La realidad de los grandes aserraderos está muy por encima al resto del rubro en relación a las medidas de seguridad para los trabajadores, por lo que se recomienda incrementar los esfuerzos de capacitación y difusión de información hacia las pequeñas y medianas empresas del rubro.
- Sin lugar a dudas que uno de los principales esfuerzos del sector deben orientarse al cumplimiento del Acuerdo de Producción Limpia, donde se definen claramente los lineamientos a seguir en función de un trabajo conjunto con la autoridad. Sin embargo, se debe hacer notar que ya ha transcurrido más de un año desde su firma, y según la percepción obtenida en terreno, aún no son muy significativos los avances que se han obtenido en el rubro

## 12. BIBLIOGRAFIA

### Fuentes Bibliográficas

ASOCIACIÓN CHILENA DE SEGURIDAD. Prevención de Riesgos en el uso de Pentaclorofenol y Pentaclorofenato de Sodio, (s/f)

ASOCIACIÓN CHILENA DE SEGURIDAD. Riesgos en el uso de Plaguicidas, 1983.

ASOCIACIÓN CHILENA DE SEGURIDAD. Procedimiento de trabajo seguro (PS) para el uso de productos químicos como agentes antimancha de maderas de aserrado, 1999.

BANCO CENTRAL DE CHILE, estadísticas 1999.

CIPMA. Acción Ambiental: ¿Obstáculo o impulso del desarrollo?”. Seminario Forestal, 6 y 7 de julio de 1990.

CONAMA/BID-FOMIN, Manejo de Emergencias y accidentes químicos en la industria. Marzo de 1998.

CONAMA-MINECON. Manual de manejo de residuos sólidos industriales. Fernando Allende Correa, mayo de 1995.

CONAMA VIII REGIÓN, Residuos sólidos industriales en la VIII Región. Situación actual y opciones para una gestión adecuada, mayo del 2000.

DIARIO OFICIAL DE LA REPUBLICA DE CHILE. Vol. 3, agosto de 1999. “Resolución 2.226 exenta. Suspende la importación, fabricación, venta y distribución y aplicación de pentaclorofenol. (SAG)

INFOR - Boletín Estadístico N°70 “La Industria del Aserrío, 1999” diciembre de 1999.

INFOR, Análisis y diagnóstico de procesos industriales de transformación mecánica de la madera. Parte II: Estudio de aprovechamiento de madera aserrada y variabilidad de corte en aserraderos de pino radiata. Roberto Melo H. y Martín Pavón, Concepción, 1989

INFOR, Informativo Sanitario Forestal. Normativas Sanitarias en los mercados de destino de los productos forestales, 1999.

INFOR, Manual N°16, Principios de Organización y Operación de un Aserradero”, 1989.

INFOR, Proyecto: Investigación y Transformación Mecánica de la Madera en la Pequeña y Mediana Industria del Aserrío. Fase II. Octubre del 2000.

INFOR, Proyecto: Secado de Madera de Baja Permeabilidad. 1997

INFOR, Revista Virtual LEMU CHILE, vol.3 N°3, octubre del 2000. Normativa de embalaje en Chile. Una década de historia.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN), Norma Chilena Oficial n.Nch0786.of95.Madera. Preservación. Clasificación de los preservantes.

INTEC-CHILE. Metodología para la impremeditación de gestión ambiental. Cecilia Parra y Lorena Carrandi, profesionales de la División de Tecnologías Ambientales de INTEC-CHILE.

MINECOM, Acuerdos de Producción Limpia 1999. Secretaria Nacional de Producción Limpia. Centro Nacional de Producción Limpia (CNPL), 2000 (INTEC-CHILE)

MINECOM, Secretaria Nacional de Producción Limpia. Centro Nacional de Producción Limpia (CNPL), 2000 (INTEC-CHILE)

MINISTERIO FEDERAL DE COOPERACIÓN ECONÓMICA Y DESARROLLO (BMZ). Guía de Protección Ambiental: Material auxiliar para la identificación y evaluación de Impactos Ambientales”, tomo II 1995.

Peredo L., M. Nuevos preservantes antimanchas para madera, 1992.

SAG, Minuta relativa al Pentaclorofenol (PCP). Departamento de protección de los recursos renovables, 1999.

SAG. Autorizaciones vigentes de fungicidas antimancha para madera (s/f)

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, Evaluación de la exposición de ruido industrial en una industria de aserrío en la zona de Valdivia, X Región. José González, tesis de grado, 1996.

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, Evaluación de la exposición de ruido industrial en una industria de aserrío en la zona de Valdivia, X Región. José González, tesis de grado, 1996.

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN. Accidentabilidad en el rubro aserraderos. Paula Avaria, Memoria de título, 1998.

UNIVERSIDAD DE TALCA. “Ingeniería de Aserraderos. Fundamentos de Planificación y Gestión”. Devlieger S., Francis ; Baettig P., Ricardo 1999.

CONAF. Revista Chile Forestal, Documento Técnico N°060, 1993.

CONAF. Revista Chile Forestal, N°192 febrero-marzo de 1992.

CONAF. Revista Chile Forestal, N°195 junio de 1992.

CONAF. Revista Chile Forestal N°275 de septiembre de 1999.

CONAF. Revista Chile Forestal N°276, 1999.

CONAF. Revista Chile Forestal N°277, 2000.

Revista CORMA 1995, N° 245 (pp 19)

Revista CORMA 1995, N° 207 (pp 16 –20)

Revista CORMA, 1992, N° 227 (pp 39 – 42)

Revista CORMA 1991, N° 219 (pp 25 – 34)

Revista CORMA 1988, N° 202 (pp 25 – 29)

Revista Induambiente, año 1 – N°3-Julio-agosto de 1993

Revista Induambiente, año 4 – N°19-Marzo-Abril de 1996

Revista Induambiente, año 4 – N°20-Mayo-junio de 1996

Revista Induambiente, año 5 – N°27-Julio-Agosto de 1997

Revista Induambiente, año 6 – N°30-Enero-Febrero de 1998

Revista Induambiente, año 6 – N°35- Noviembre-Diciembre de 1998

Revista Induambiente, año 7 – N°41-Noviembre-Diciembre de 1999

Revista Induambiente, año 7 – N°36-Enero-Febrero de 1999

Revista Lignum, N°43, 1999.

**Contactos a empresas.**

- CENTEC (ASERRADERO) PLANTA TEMUCO
- MININCO (ASERRADEROS) PLANTA NACIMIENTO
- MININCO (ASERRADEROS) BUCALEMU
- MININCO (TABLEROS) PLANTA LOS ÁNGELES
- PRESERVA (IMPREGNACIÓN) PLANTA LOS ANGELES

## ANEXO 1

### DIARIO OFICIAL DE LA REPUBLICA DE CHILE

Martes 3 de Agosto de 1999

Ministerio de Agricultura

Servicio Agrícola y Ganadero

Departamento de protección Agrícola

#### Dirección nacional

#### **SUSPENDE LA IMPORTACIÓN, FABRICACIÓN, VENTA, DISTRIBUCIÓN Y APLICACIÓN DEL PENTACLOROFENOL**

#### Resolución

Santiago, 27 de julio de 1999.- Hoy se resolvió lo que sigue:

Núm. 2.226 exenta.- Vistos: El decreto ley N° 3.557 de 1980 sobre Protección Agrícola, la ley N° 18.755 Orgánica del Servicio Agrícola y Ganadero, el decreto N° 470 de Agricultura del 9 de diciembre de 1996, y lo informado por el Programa Conjunto FAO/PNUMA para la aplicación del Procedimiento de Consentimiento Informado Previo-PICP en Documentos de Orientación para la aplicación de Decisiones, Roma-Ginebra 1992 y 1996, y las facultades que invisto como Director Nacional de la Institución,

#### Considerando:

- 1.- Que el Pentaclorofenol es un plaguicida clorado, de alta toxicidad para los seres humanos, los animales y organismos acuáticos, de uso como antimancha en maderas.
- 2.- Que el producto se encuentra incluido entre los productos fitosanitarios restringidos y/o prohibidos en el comercio internacional.
- 3.- Que para el objetivo, existen productos fitosanitarios alternativos, que no presentan los inconvenientes señalados.
- 4.- Que, todos los preparados en base a pentaclorofenol fueron incluidos en el Procedimiento de Información y Consentimiento Previo(PIC) por su clasificación como gravemente peligroso y por la preocupación que suscitan sus efectos sobre la salud humana en las condiciones de empleo en los países en desarrollo,

#### Resuelvo:

- 1.- Suspéndese, a contar de esta fecha, la fabricación, importación, distribución, venta y aplicación de plaguicidas de uso agrícola de todas las formulaciones que contengan Pentaclorofenol.
- 2.- Las cantidades y localización de plaguicidas de uso agrícola de formulaciones que contengan Pentaclorofenol, que actualmente se encuentran en posesión de importadores, formuladores, distribuidores y aplicadores, deberán ser declaradas al Servicio Agrícola y Ganadero en un plazo no superior a los 30 días contados a partir de la publicación de la presente resolución.
- 4.- Las infracciones a esta resolución se sancionarán en la forma prevista en el decreto ley N° 3.557 de 1980.

## ANEXO 2

### TIPOS DE REQUERIMIENTOS, TRATAMIENTOS Y PROHIBICIONES DE LOS PRINCIPALES PAÍSES IMPORTADORES DE PRODUCTOS FORESTALES PRIMARIOS<sup>34</sup>.

#### REQUERIMIENTOS

##### Madera Aserrada

1. Madera libre de corteza
2. No presentar orificios causados por gusanos del género *Monochamus*. Para estos efectos se entenderán orificios cuyo diámetro es superior a 3 mm.
3. Indicar en certificado fitosanitario el tratamiento aplicado
4. Sujeto a inspección al momento del arribo
5. Transportado en bodegas y contenedores sellados, separados de otros productos.
6. Material consignado de antemano en un medio de transporte.
7. Transporte en cubierta debe ser en contenedores sellados.
8. Aplicación de calor con reducción del contenido de humedad, antes cualquier corte o aserrío y hasta 30 días desde el momento de descarga en puerto.
9. Declara en certificado fotosanitario que el producto está libre de pestes y enfermedades peligrosas y que no han pasado más de 15 días entre la inspección y el despacho.
10. Incluir en el certificado fitosanitario el N° del lote identificatorio para el producto.
11. Incluir en la madera o embalaje la marca KD(kiln-dried) o su equivalente
12. Incluir en certificado fitosanitario visto bueno del embajador del país importador, si se dispone que el envío está libre de infección y ha sido tratado con un desinfectante apropiado.
13. El transporte terrestre deberá realizarse en camiones encarpados para evitar la contaminación de las maderas durante el transporte.
14. Certificado fitosanitario declarando que el producto se encuentra libre de plagas.
15. Almacenamiento bajo supervisión oficial por, al menos, 6 meses después del descortezamiento.

#### TRATAMIENTOS

##### MADERA ASERRADA

1. Secado en horno hasta lograr un contenido de humedad inferior al 20% (expresado en % de materia seca).
2. Tratamiento con calor, elevando la temperatura del centro de la madera a un mínimo de 71,1 °C por no menos de 75 minutos.
3. En madera aserrada de áreas templadas, aplicar bromuro de metilo con dosis de 120 gr/m<sup>3</sup> a 5°C, asegurando una concentración de 1.920 gr/hr.
4. Tratamiento según normativa EPPO país de destino, en caso de verificarse alta infestación.
5. Tratamiento antimancha.
6. Tratamiento fumigatorio preventivo.

<sup>34</sup> Fuente: CONAF, Revista Chile Forestal N°277

**PRINCIPALES ORGANIZACIONES REGIONALES DE PROTECCIÓN FITOSANITARIA<sup>35</sup>.**

Gran número de naciones alrededor del mundo especialmente las pioneras en el cuidado de los recursos naturales, se han agrupado en bloques sanitarios regionales, disminuyendo de esta forma el riesgo de ingreso de nuevas plagas y enfermedades a sus países. Es así como han surgido los siguientes organismos.

<b>ORGANISMOS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>PAÍSES INTEGRANTES</b>	<b>RESTRICCIONES</b>
COSAVE (Comité de Sanidad Vegetal del Cono Sur)	Integrar fitosanitariamente la región y desarrollar acciones tendientes a resolver los problemas fitosanitarios de interés común para los países miembros	Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay	Listado de especies cuarentenarias clasificadas como A1, que son las que no se encuentran en la región, pero cuya distribución está controlada y restringida a ciertas zonas.
EPPO (Organización Europea y Mediterránea de Protección de Plantas)	Responsable por la cooperación Internacional en la protección de plantas en la región europea y mediterránea, que actúa bajo la Convención Internacional de Protección de Plantas. Entre sus principales objetivos figura desarrollar una estrategia contra la introducción y diseminación de pestes que pueden dañar los cultivos y los bosques, fortalecer la armonización de las regulaciones fitosanitarias y todas las otras áreas de acción oficial de protección de plantas, promover el uso de métodos de control de pestes modernos, seguros y efectivos, y proveer los servicios de documentación de protección de plantas.	Albania, Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Croacia, Checoslovaquia, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Guernsey, Hungría, Irlanda, Israel, Italia, Jersey, Jordania, Latvia, (Letonia), Lituania, Luxemburgo, Macedonia, Malta, Marruecos, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, Rumania, Rusia, Suecia, Suiza, Túnez, Turquía y Ucrania.	Restricciones para la madera aserrada y redondeada, con o sin corteza, de coníferas y latifolladas, como también para astillas de eucalipto, ante lo cual exige que estén tratados según sus estándares. Al igual que el COSAVE, tiene un listado de especies cuarentenarias, tanto para las que no están presentes en la región como para las que sí lo están.
NAPPO (Organización Norteamericana de Protección de Plantas)	Coordinar los esfuerzos entre Canadá, Estados Unidos y México para proteger sus recursos vegetales contra la introducción, establecimiento y dispersión de plagas de las plantas reglamentadas, a la vez que facilitar el comercio entre los países miembros de la NAPPO	Canadá, Estados Unidos y México	Restricciones a materiales de empaque o para estiba de madera, tales como cajas, jaulas, carretes para cable, tarimas unidas, barriles y separadores, importados con la carga.

<sup>35</sup> Fuente: CONAF, Revista Chile Forestal N°277

	con otras regiones.		
UE(Unión Europea)	El propósito esencial de los fundadores de la Unión Europea fue conseguir una integración más amplia del continente. Para iniciar la integración, los fundadores acordaron crear un mercado común, único y de gran extensión, con el objetivo de sustituir a las economías individuales de los estados miembros. Este mercado cuenta con libertad de comercio, libre circulación de personas y políticas comunes. Aunque la UE no es una organización de protección fitosanitaria, cuenta con sus propias normas, que regulan el comercio de productos de origen vegetal, de manera de impedir el ingreso de nuevas plagas y la dispersión de las ya existentes.	Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Portugal, Reino Unido y Suecia.	Restricciones a productos derivados de madera de coníferas, vegetales de Pinus sp.(prohibido importar), madera en forma de virutas, partículas, desperdicios o desechos de coníferas. Además, Irlanda y el Reino Unido tienen requerimientos específicos para la madera de coníferas. También la Unión cuenta con listados de organismos nocivos, cuya introducción y propagación debe prohibirse en algunas zonas protegidas si se presentan en determinados vegetales o productos vegetales.

Los listados A1 y A2 de cada país y organización regional se pueden encontrar en "Plant Quarantine Retrieval System(PQR), Versión 3.7, European and Mediterranean Plant Protection (EPPO). 1998.