



**UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**PROPUESTA DE UN MODELO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PARA LA INDUSTRIA DE ASERRÍO DE TAMAÑO MEDIO EN LA SÉPTIMA
REGIÓN DEL MAULE**

VÍCTOR BOBADILLA VILLALOBOS

**Memoria para optar al Título de:
INGENIERO FORESTAL**

PROFESOR GUÍA: ROBERTO PIZARRO TAPIA

TALCA – CHILE

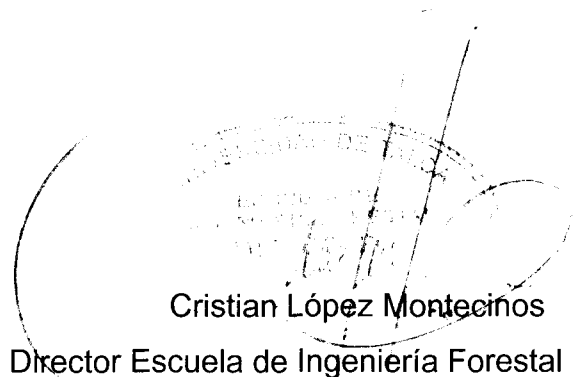
2002



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

El alumno **Sr. VÍCTOR ERNESTO BOBADILLA VILLALOBOS** ha realizado la Memoria de Título: “**PROPUESTA DE UN MODELO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA DE ASERRÍO DE TAMAÑO MEDIO EN LA SÉPTIMA REGIÓN DEL MAULE**”, como uno de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Forestal de la Universidad de Talca, teniendo como profesor guía al Dr. Ing. Roberto Pizarro Tapia.

La comisión de calificación de la memoria, constituida por los profesores, **Sr. Roberto Pizarro Tapia y Sra. Ursula Doll** la han calificado con nota 7,0 (siete coma cero).



Cristian López Montecinos
Director Escuela de Ingeniería Forestal

TALCA – CHILE

2002

*Memoria apoyada por el Programa de Financiamiento de Memorias Gobierno
Regional del Maule – Universidad de Talca.*

DEDICATORIA

Dedico la presente Memoria, además de mi formación como persona y profesional, a la mujer que ha estado en todos los momentos de mi vida, mi Madre, Teresa Estela. Sin ella no hubiese podido salir adelante en los episodios más difíciles de mi vida, apoyándome con todas sus fuerzas y quién ha estado también presente en los buenos momentos, aconsejándome lo mejor y más correcto.

También dedico esta Memoria a María José, mi hija y motor inacabable de motivación en esta nueva etapa empieza, junto a Zaida. Como no nombrar a mi hermano y amigo José Antonio, al que deseo lo mejor en su vida, a mi Padre Juan Carlos y a mis abuelos, lo mismo.

Al mismo tiempo aprovecho de agradecer la disposición, preocupación y atención de mi profesor guía, Don Roberto Pizarro Tapia, de quien aprendí muchas cosas y del cual espero seguir aprendiendo.

Por último, soy un agradecido de la amistad recibida de parte de mis amigos, ya sea de colegio, universidad o vida cotidiana, de los cuales guardo el mejor de los recuerdos: Juan Farfán Z., Manuel Castro M., Luis Rojas R., Alejandro González G., Alejandro O'Kuinghttons C., Luis González S., etc., y en especial al recuerdo, siempre alegre, de Claudio Castro M. (Q.E.P.D).

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. Modelos.....	4
3.2. Medio Ambiente.....	5
3.3. Impacto Ambiental.....	6
3.3.1. Clasificación del Impacto Ambiental.....	8
3.3.1.1. Impactos Primarios y Secundarios.....	8
3.3.1.2. Impactos a Corto y Largo Plazo.....	9
3.3.1.3. Impactos Positivos y Negativos.....	9
3.3.1.4. Impactos Acumulativos.....	10
3.3.1.5. Impactos Reversibles o Irreversibles.....	10
3.4. Evaluación del Impacto Ambiental.....	11
3.5. Métodos de Evaluación del Impacto Ambiental.....	13
3.6. Industria del Aserrío en Chile.....	18
3.6.1. Definición.....	18
3.6.2. Clasificación de Aserraderos.....	19
3.6.2.1. Según nivel de producción anual.....	20
3.6.2.2. Según nivel de tecnología	20
a) Aserraderos Mecanizados.....	21
b) Aserraderos Tradicionales No Mecanizados.....	22
c) Aserraderos Temporales o Móviles.....	22
3.6.3. Descripción del Proceso de Aserrado.....	24
3.6.3.1. Almacenamiento o Acopio.....	24
3.6.3.2. Descortezado.....	25
3.6.3.3. Corte Primario.....	26
3.6.3.4. Reaserrado.....	28
3.6.3.5. Baño Antimancha.....	29
3.6.3.6. Clasificación.....	32
3.6.3.7. Almacenamiento.....	33
3.7. Análisis de la Industria de Aserrío en Chile.....	34
3.7.1. Materias Primas.....	34
3.7.2. Cantidad de Aserraderos.....	35
3.7.3. Producción de Madera Aserrada.....	36
3.7.4. Mercados de la Madera Aserrada.....	38
3.7.5. Ocupación.....	39
3.7.6. Tratamientos Efectuados a la Madera Aserrada.....	39

3.7.7.	Industria de Aserrío en la VII Región.....	40
3.8.	Producción Limpia.....	42
3.8.1.	Definición.....	42
3.8.2.	Implementación de la Producción Limpia en Aserraderos....	44
4.	METODOLOGÍA.....	47
4.1.	Materiales y Equipos.....	47
4.2.	Marco General.....	47
4.3.	Fases Metodológicas.....	48
4.3.1.	Identificación de las Variables.....	48
4.3.2.	Clasificación de las Variables.....	49
4.3.3.	Asignación de Pesos.....	49
4.3.4.	Construcción del Índice de Impacto Ambiental.....	52
4.3.5.	Aplicación del Modelo.....	52
5.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	53
5.1.	Identificación de las Variables.....	53
5.1.1.	Ruido.....	56
5.1.2.	Emisión de Riles.....	57
5.1.3.	Emisión de Residuos Sólidos.....	58
5.1.4.	Impacto Visual.....	59
5.1.5.	Quema de Residuos Sólidos.....	59
5.1.6.	Manejo de Productos Químicos.....	59
5.1.7.	Cantidad de Empleados.....	61
5.1.8.	Seguridad.....	61
5.1.9.	Salario.....	62
5.1.10.	Gestión de Recursos Humanos.....	63
5.1.11.	Vías de Acceso.....	63
5.2.	Clasificación de las Variables.....	63
a)	Ruido.....	64
b)	Emisión de Riles.....	65
c)	Emisión de Residuos Sólidos.....	65
d)	Impacto Visual.....	66
e)	Quema de Residuos Sólidos.....	66
f)	Manejo de Productos Químicos.....	66
g)	Cantidad de Empleados.....	68
h)	Seguridad.....	68
i)	Salario.....	69
j)	Gestión de Recursos Humanos.....	69
k)	Vías de Acceso.....	69
5.3.	Asignación de Pesos.....	70
5.4.	Construcción del Índice de Impacto Ambiental.....	75
5.5.	Aplicación del Índice de Impacto Ambiental.....	75

5.6. Análisis del modelo.....	78
5.6.1. Análisis global del modelo.....	78
5.6.2. Análisis general de las industrias evaluadas.....	80
5.6.3. Análisis particular de las industrias evaluadas.....	82
• Maderas Venturelli.....	82
• Maderas Bravo.....	83
• Comercial R. Becerra.....	83
• Forestal S. Blanca.....	84
• Maderas Flores.....	84
• Maderas Prosperidad.....	85
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	86
6.1. Conclusiones.....	86
6.2. Recomendaciones.....	87
7. BIBLIOGRAFÍA.....	89
8. ANEXOS.....	93
8.1. Anexo 1.....	93
8.2. Anexo 2.....	94
8.3. Anexo 3.....	99
8.4. Anexo 4.....	100

RESUMEN.

La protección del medio ambiente ha comenzado a tener una gran relevancia en el mundo actual, hecho que afecta a distintos sectores productivos, como el forestal.

La presente memoria tuvo por objetivo principal hacer posible la evaluación del impacto ambiental producido por la industria de aserrío de tamaño medio en la VII Región, proponiendo un Modelo de Evaluación de Impacto Ambiental, que pueda ser aplicado a este tipo de industria. Este modelo es una función lineal que incorpora las variables de mayor relevancia ambiental, asignándole a cada una un peso o ponderación. El modelo obtenido fue el siguiente:

$$\text{IIA} = \text{V1} \cdot 0,145 + \text{V2} \cdot 0,089 + \text{V3} \cdot 0,150 + \text{V4} \cdot 0,094 + \text{V5} \cdot 0,179 + \text{V6} \cdot 0,108 + \\ + \text{V7} \cdot 0,017 + \text{V8} \cdot 0,073 + \text{V9} \cdot 0,040 + \text{V10} \cdot 0,026 + \text{V11} \cdot 0,077$$

donde :IIA= Índice de Impacto Ambiental para una Industria de Aserrío de tamaño medio de la Séptima Región, Vi= representa la variable medioambiental en estudio multiplicada por el peso asignado y 1, 2, . . . , n representa la cantidad de variables incorporadas.

El modelo se aplicó en 6 industrias representativas de la región. Se obtuvo como resultado, que el impacto ambiental de las industrias evaluadas es, en general, bueno y una industria alcanzó la categoría de excelente. Así, la gestión ambiental en la industria de aserrío de tamaño medio de la VII Región, pareciera ser la adecuada, con aspectos eso sí, claramente susceptibles de ser mejorados. Por último, modelos como el aquí propuesto, debieran ser ampliados en su aplicación al total de industrias regionales.

SUMMARY

The protection of the environment has become a relevant matter nowadays. This affects different productive areas such as forestry.

This Thesis had as its main objective to make it possible the evaluation of the environmental impact produced by the mid size sawmill in the seventh region, postulating an Evaluation Model of Environmental Impact, that could be applied to this type of industry. This Model is a lineal function which incorporates the variables of major environmental relevance, attributing each one a weight or balance. The Model obtained is the following:

$$EII = V1*0,145 + V2*0,089 + V3*0,150 + V4*0,094 + V5*0,179 + V6*0,108 + \\ + V7*0,017 + V8*0,073 + V9*0,040 + V10*0,026 + V11*0,077$$

where: EII means Environmental Impact Index for a mid size sawmill of the seventh region; V_i represents the environmental variable under study multiplied by the assigned weight; and 1,2,...,n, represent the amount of incorporated variables.

The Model was applied to six (6) representative industries of the region. As a result it was obtained that the environmental impact of the evaluated industries is good in general, and one of them qualified as excellent. In this way, the environmental endeavour in the mid size sawmill of the seventh region seems to be the appropriate with aspects nonetheless clearly feasible of being improved. Finally, models like the one postulated here, should be elaborated in their application to the universe of regional industries.

1. INTRODUCCIÓN.

Durante mucho tiempo, no se tuvo contemplado el impacto que realizaban las distintas actividades productivas en diversos sectores de la economía, tanto nacional como mundial (minería, agricultura, pesca, forestal, etc.). Se contemplaba esta variable, impacto ambiental, como un costo "inevitable" para el desarrollo económico, el cual para ser alcanzado, maximizaba la productividad a toda costa, con el consecuente deterioro ambiental. Ésto se veía agravado aún más por los patrones de consumo promovidos desde los centros de decisión, la organización social del mundo, el crecimiento demográfico a nivel mundial, el desarrollo de las ciudades, el progreso tecnológico, las luchas por la riqueza y el poder político, etc., lo que se traducía en una sobreexplotación de los recursos naturales. Sin embargo, esta forma de llevar a cabo el sistema productivo ha ido cambiando paulatinamente en los últimos años, debido principalmente a la conciencia que se ha tomado con el cuidado del medio ambiente. Este cambio se ha dado, no sólo por una cuestión legal o de presión de grupos ecologistas, sino que también por restricción de mercados y financiamiento. Así, las empresas están cada vez más interesadas en adquirir o invertir en proyectos que incluyan algún tipo de gestión ambiental, lo que ha desembocado en que éstas orienten su esquema productivo a uno más amigable y, por ende, sustentable con el medio ambiente.

La gestión ambiental, se entiende como el conjunto de disposiciones y actuaciones necesarias para lograr el mantenimiento de un capital ambiental suficiente para que la calidad de vida de las personas y el patrimonio natural sean lo más elevado posible, todo ello dentro del complejo sistema de relaciones económicas y sociales que condicionan ese objetivo.

Por otra parte, la gestión ambiental no debe ceñirse a actuar en base a las normas ambientales tradicionales, las que se concentraban en limitar el daño que ya se había producido, sino que mediante una Evaluación del Impacto Ambiental

(EIA). Esta EIA permite, entre otras cosas, predecir impactos en proyectos a ejecutar, sean éstos positivos o negativos, como también analizar la situación actual de un proyecto ya en ejecución. Así, se podrán vislumbrar con mayor facilidad las acciones del proyecto que impacten de una u otra manera, con lo cual se podrán tomar las medidas necesarias para minimizar las negativas y maximizar las positivas.

Como se mencionó al comienzo, el impacto ambiental se presenta en cualquier sector productivo. Dentro de éstos y relacionado directamente con el presente proyecto de memoria, el sector forestal contempla, en conjunto, dos niveles de impacto. El primero, está relacionado con las prácticas efectuadas en el bosque: intervenciones silvícolas mal planificadas y ejecutadas, construcción de caminos, labores de cosecha, habilitación y preparación de terrenos, uso y aplicación de productos químicos, manejo de campamentos, bodegas y residuos, etc. El segundo, está relacionado con los impactos derivados de la elaboración de materias primas obtenidas del bosque: contaminación del aire, del suelo, del agua, requerimientos energéticos, eliminación de desechos, nivel de ruido, olor, etc.

De lo anterior, se desprende que si se toma como referencia sólo al sector forestal, resultan ser innumerables las acciones que impacten el medioambiente. Ante tal situación, esta memoria pretende contribuir a realizar una evaluación lo más objetiva posible del impacto ambiental producido por algunas industrias de aserrío de tamaño medio en la Séptima Región. Esto se logrará mediante la confección de un Índice de Impacto Ambiental (IIA) para lo cual se deberá identificar, valorizar y ponderar las variables medioambientales involucradas mediante consultas a un panel de expertos. A través de este Índice, se podrá analizar la actuación ambiental regional de algunas de estas industrias e identificar la(s) variable(s) que impacten significativamente, para saber así dónde se deberá actuar para ampliar o mitigar los impactos y se pueda así, realizar una adecuada gestión ambiental.

2. OBJETIVOS.

General:

- Contribuir a una evaluación más objetiva del impacto ambiental, producido por la actuación de la industria de aserrío de tamaño medio en la Séptima Región, en el contexto de métodos de actuación multicriterio.

Específicos:

- Proponer un Modelo de Evaluación de Impacto Ambiental, que pueda ser aplicado a alguna industria de aserrío de tamaño medio, en la Séptima Región del Maule.
- Comprobar la aplicabilidad del modelo propuesto, a través de la implementación del mismo en al menos 5 industrias de aserrío en la Séptima Región del Maule.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

3.1. Modelos.

Para comenzar con el desarrollo de la presente memoria relacionada con la Propuesta de un Modelo de Evaluación del Impacto Ambiental, es necesario conocer el concepto de **Modelo**. Según Dykstra D., 1984, un **Modelo** es *una representación o abstracción de un objeto o situación real*. Según este autor, se está habituado a interactuar con modelos en el diario vivir. Por ejemplo, al leer una entrevista en un periódico se está ante un modelo, ya que en el periódico (modelo), se representa o resume lo más interesante de una entrevista y no ésta en su totalidad. Un modelo frecuentemente utilizado en el sector forestal, son los mapas de bosques. En éstos, sólo aparece una pequeña parte de toda la información que está presente en el mismo bosque. Sin embargo, un mapa es un modelo muy útil para planificar y realizar las decisiones preliminares acerca del manejo del bosque.

Agrega este autor, que los modelos pueden clasificarse de muchas maneras, ellos pueden ser caracterizados, por ejemplo, por su función, materia, propósito, dimensionalidad o grado de abstracción. Sin embargo, la clasificación más conveniente es la siguiente:

- i) **Modelos Icónicos:** Éstos son representaciones físicas de objetos o situaciones. Ejemplos de éstos son:
 - a. *Modelos bi-dimensionales:* fotografías, mapas, pinturas, etc.
 - b. *Modelos tri-dimensionales:* globos terráqueos, maquetas, fotografías aéreas vistas en estéreo, esculturas, etc.

- ii) **Modelos análogos:** Estos modelos, son similares a un objeto o situación real, pero no se parecen físicamente a ellos. Ejemplos: cartas de navegación, rutas de vuelo, gráficos, etc.

- iii) **Modelos simbólicos:** Estos son modelos que comienzan como pensamientos abstractos y son recordados por el uso de símbolos. Ejemplos de modelos simbólicos, son: las fórmulas químicas, las ecuaciones matemáticas, los modelos de simulación, etc.

3.2. Medio Ambiente.

Ahora cabe preguntarse ¿qué es el **Medio Ambiente**?. Según Gómez Orea, 1994, **Medio Ambiente** es *el entorno vital o sea el conjunto de elementos físicos, biológicos, económicos, sociales, culturales y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en que vive, determinando su forma, carácter, comportamiento y supervivencia*. En otras palabras, el medio ambiente se ve modificado en distinto grado por el hombre y, en general, por los seres vivos, tanto individual como grupalmente.

Progresivamente se han ido identificando los factores y las variables de interrelación mutua que existen entre el hombre y su ambiente, los que condicionan el grado de deterioro para el bienestar humano. Tal es así la situación, que estos factores y variables influyen de una u otra forma en la salud y bienestar de las personas.

Según un artículo publicado en el “Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente”, 1983, y auspiciado por la Academia Chilena de Ciencias, señala que el nivel de salud de la especie humana está altamente condicionado por la calidad del ambiente, por lo que en la medida que se actúe sobre éste, ya

sea en forma preventiva, protegiéndolo o mejorándolo, se obtendrá racionalmente un mejoramiento en el nivel de salud y bienestar del hombre.

La calidad del ambiente es un concepto que involucra a todas las actividades del hombre. Está íntimamente relacionada con los componentes del bienestar y es por ello que el nivel de salud de la especie humana dependerá indefectiblemente de la calidad de la vivienda, de la alimentación, del ambiente de trabajo, del nivel de educación, etc. Finalmente, se señala que los problemas ambientales, derivados o generados en la multiplicidad de variables o componentes ambientales, requieren necesaria y estratégicamente que sean abordados de un modo integral y multidisciplinario.

3.3. Impacto Ambiental.

Conociendo lo que es medio ambiente, ahora se tiene que entender el significado de **Impacto Ambiental**. Así, se dice que hay **Impacto Ambiental** *cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en algún componente de éste. Esta acción o actividad puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, una ley o una disposición administrativa con implicancias ambientales.* (V. Conesa, 1993). Según este autor, hay que destacar que el término impacto, no implica necesariamente negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo.

Según información obtenida desde Internet (www.erres.org.uy/d1096.htm), la autora Laura Vila, 1996, señala que Impacto Ambiental es cualquier alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del medio ambiente, causada por cualquier forma de materia o energía resultante de actividades humanas que directa o indirectamente afecten:

✓ **Aire:** La calidad del aire se puede ver afectada por los ruidos, los olores y la incorporación de sustancias tóxicas o polvos en suspensión, etc.

✓ **Agua:** La calidad del agua es afectada por descargas de agua servidas domésticas y de desechos industriales, de detergentes y por el lavado de suelos con altas concentraciones de agroquímicos. El uso inadecuado del recurso agua puede provocar la falta del mismo.

✓ **Suelo:** El suelo adecuado para una actividad puede no serlo para otra, lo que provocaría su empobrecimiento para el futuro, por favorecer la erosión y la desertificación. Existen actividades que provocan efectos negativos al medio ambiente y estos efectos pueden estar relacionados con la gran fragilidad de los recursos afectados, la naturaleza de los impactos o su duración. El abuso de agroquímicos, favorece el crecimiento de algunas especies, pero impide el crecimiento de otras también importantes.

✓ **Flora y Fauna:** La remoción de la flora para la instalación de determinados emprendimientos, se puede traducir en la pérdida de especies de gran valor, como es el caso de los montes nativos. Las actividades mismas de un emprendimiento, ya sea en la etapa de implementación o en la fase operativa, ocasionan el desplazamiento de especies animales, además de la remoción de la flora. Por ejemplo, cuando la camada vegetal es retirada, se produce la desaparición total o parcial de especies vegetales, animales terrestres y especies acuáticas, por el dragado de cuerpos de agua para extraer arena.

✓ **Paisaje:** Existe el paisaje contemplativo, en la medida que un espectador humano pueda apreciarlo. El paisaje natural corresponde no sólo al paisaje visible, sino que incluye aspectos geológicos, hidrológicos y biológicos. Así el paisaje se torna una riqueza, por lo tanto un patrimonio natural. Por todo esto, constituyen impactos negativos sobre el paisaje la modificación de los usos del suelo, las

modificaciones en el perfil topográfico del terreno, la acumulación de desperdicios, la alteración estética por mal uso de publicidad estática, etcétera.

✓ **Sociedad:** La implementación de nuevas actividades puede modificar el modo de vida de toda una población, como es la generación de nuevos empleos, los cambios en la actividad comercial, los cambios en la cultura y costumbres por mejora del nivel técnico y la especialización de la mano de obra a ser empleada, la aplicación adecuada de medidas de seguridad en el trabajo, etc.

3.3.1. Clasificación del Impacto Ambiental:

Gómez Orea, 1994, señala que los impactos ambientales dependen de la naturaleza, localización y tamaño del proyecto, por lo cual pueden ser positivos o negativos, reversibles o irreversibles, directos o inducidos, permanentes o temporales, simples o acumulativos, a corto, mediano o largo plazo, etc.

3.3.1.1. Impactos Primarios y Secundarios:

Los impactos primarios ocurren en el mismo lugar donde se desarrolla una acción. Se asocian con la construcción, operación y mantenimiento de una instalación o actividad (Conama, 1993). Según Meza y Blackburn, 1995, ejemplos de este impacto puede ser la remoción de suelos agrícolas en cantidades significativas, la alteración del hábitat, la degradación de aguas superficiales debido a la erosión causada por la construcción o descarga excesiva de contaminante, la variación de temperatura en suelos y aguas, etc.

Los impactos secundarios de una acción son los cambios indirectos o inducidos en el entorno, la población, el crecimiento económico, el uso del territorio y otros efectos ambientales asociados. Cubren todos los efectos

potenciales de los cambios adicionales que pudiesen ocurrir más adelante o en lugares diferentes, como resultado del desarrollo de una acción particular. Pueden incluir una construcción adicional, aumento del tráfico, incremento de la demanda recreativa y otros efectos fuera del área de desarrollo de una actividad, efectos sobre la calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas, generación de desechos, impactos en áreas singulares y únicas como parques, ríos, áreas de valor histórico, etc.

3.3.1.2. Impactos a Corto y Largo Plazo:

Se clasifican de acuerdo a su duración. Su identificación es importante porque el significado de cualquier impacto puede estar relacionado con su duración en el entorno. La pérdida de pasto u otra vegetación herbácea podría considerarse como un impacto a corto plazo, mientras que la pérdida de un bosque maderero puede considerarse un impacto a largo plazo, debido al tiempo que se necesitaría para reforestar el área y que los árboles lleguen a su madurez.

3.3.1.3. Impactos Positivos y Negativos:

Todos los efectos ambientales significativos, incluyendo los beneficios, deben recibir atención, ya que forman la base técnica para la comparación de opciones, inclusive la de no acción. (Conama, 1993).

Según Meza y Blackburn, 1995, un ejemplo de este tipo de impacto sería el aumento de infiltración y almacenamiento de agua en el suelo junto con la disminución de la escorrentía del agua superficial en los períodos de lluvia (positivo). Por su parte, se considerarían negativos los impactos que interfieran en zonas y períodos de nidificación, cría o desplazamiento de las mismas.

3.3.1.4. *Impactos Acumulativos:*

Son resultantes del incremento de la acción ejercida sobre algún recurso cuando se suman las acciones pasadas, presentes y aquellas razonablemente esperadas en el futuro. (Conama, 1993).

Según Meza y Blackburn, 1995, ejemplos de estos impactos serían:

- los producidos en la calidad del agua debido a residuos que se combinan con otras fuentes de descarga o con desagües de diferentes puntos.
- los producidos sobre la calidad del aire que resultan de la suma de emisiones industriales o comerciales que operen en la misma región geográfica.
- la pérdida y/o fragmentación de hábitats ambientalmente sensibles (bosques, pantanos, tierras agrícolas), resultantes de la construcción de desarrollos residenciales o comerciales independientes.

Su evaluación es muy difícil, debido a la naturaleza especulativa de las acciones futuras posibles y las complejas interacciones que se necesita evaluar cuando se consideran los efectos colectivos.

3.3.1.5. *Impactos Reversibles o Irreversibles:*

La reversibilidad de un impacto se refiere a la posibilidad, dificultad o imposibilidad de retornar a la situación anterior, por acción sólo de mecanismos naturales. Un ejemplo de impacto reversible, podría corresponder a la presencia de partículas sólidas suspendidas en la atmósfera, las cuales al cabo de un tiempo, naturalmente desaparecerán.

Por su parte, la irreversibilidad se verifica si la acción de los procesos naturales es incapaz de recuperar las condiciones anteriores, como lo sería el caso de la pérdida de suelos.

Existe también el concepto de **Mitigación** de los impactos ambientales, que se refiere a la aplicación intencional de decisiones o actividades diseñadas para reducir en el medio ambiente, los impactos indeseables de una acción propuesta. (Conama, 1993). Este es un concepto generalizado que incluye:

- **Evasión:** evitar completamente los impactos al no tomar una acción particular.
- **Disminución:** rebajar la escala de magnitud de una propuesta, al reorientar los planos o emplear tecnología que reduzca los factores generadores del impacto ambiental indeseable.
- **Rectificación:** a través de la restauración de los ambientes afectados por la acción propuesta.
- **Reducción:** reducir los impactos poco a poco al llevar a cabo actividades de mantenimiento durante toda la duración de la acción.
- **Compensación:** a través de la creación de ambientes similares a aquellos afectados por la acción propuesta.

3.4. Evaluación del Impacto Ambiental.

Para realizar la medición de este impacto, se debe realizar una **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**, que cual es *un proceso de análisis, más o menos*

largo y complejo, encaminado a formar un juicio lo más objetivo posible, sobre los efectos ambientales de una determinada acción humana y sobre la posibilidad de evitarlos y reducirlos a niveles aceptables. Técnicamente, la Evaluación del Impacto Ambiental, es un proceso de análisis para identificar (relaciones causa-efecto), predecir (cuantificar), valorar (interpretar) y prevenir (corregir de forma preventiva) el impacto Ambiental de un proyecto, señala Gómez Orea, 1994.

R. Zimmermann, 1992, define a la EIA, como una ayuda para la toma de decisiones, idealmente al mismo nivel del análisis costo-beneficio y de la evaluación técnica de los proyectos de desarrollo. La finalidad de la EIA no es impedir el desarrollo económico, sino servir como el principal medio de preservación de medio ambientes no alterados. La EIA está destinada a alertar al que tiene que tomar decisiones, a los organismos reguladores y al público, sobre las consecuencias ambientales de los proyectos, para poderlos modificar, si es necesario, a fin de evitar el deterioro ambiental, los errores de construcción y las pérdidas económicas ocasionadas por efectos negativos derivados. La EIA debe emplearse también para lograr el máximo de beneficios, sobre todo considerando aquellas alternativas que puedan reducir los costos de construcción, funcionamiento o protección ambiental.

Agrega este autor que la EIA es un procedimiento de “causa abierta” que trata de equilibrar los factores económicos, técnicos, ambientales y los costos correspondientes. Por esta razón, la selección de áreas alternativas para el proyecto, no se hace sólo sobre bases ambientales. Por ejemplo, puede suceder que para la selección de alternativas en la EIA, haya que pesar factores económicos como los ingresos y costos de una operación de maderero, factores técnicos, como la dificultad relativa del maderero y transporte de trozas, y factores ambientales, como el riesgo relativo de erosión del suelo, la densidad relativa de los animales en peligro y la presencia o ausencia de terrenos para enterrar residuos en las diversas áreas del proyecto.

Meza y Blackburn, 1995, señalan que la protección del medio ambiente es uno de los elementos claves para alcanzar el desarrollo sustentable en las actividades que involucran la utilización de recursos naturales. Bajo este punto de vista, el propósito de una EIA, es asegurar que se reconozca la importancia de los recursos ambientales al principio del proceso de planificación y se protejan mediante medidas y decisiones pertinentes. La EIA debe establecer propuestas para optimizar el proyecto, a fin de lograr que los beneficios positivos se maximizen y que los negativos se disminuyan.

La EIA por sí sola, no protege el medio ambiente, sino que es la aplicación de sus recomendaciones y, en algunos casos, los planes de protección y manejo ambiental específicos, los que verdaderamente ejercen ese rol. (Contreras, 1994).

3.5. Métodos de Evaluación del Impacto Ambiental.

Conesa, 1993, señala que “existen múltiples métodos de EIA, algunos generales, con pretensiones de universalidad; otros específicos para situaciones o aspectos concretos; algunos cualitativos; otros operando con amplia base de datos e instrumentos de cálculos sofisticados; de carácter estático unos, dinámicos otros, etc.”. Además agrega que hay que destacar que la mayoría de estos métodos fueron elaborados para proyectos concretos, resultando por ello complicada su generalización, aunque resulten válidos para otros proyectos similares a los que generaron el método en cuestión.

M.T. Esteban Bolea, realizó la siguiente clasificación en 1984:

- ❖ **Sistemas de red y gráficos:** Matrices causa-efecto (Leopold) y Listas de chequeo, Matrices de Grandes Presas, Bereano, CNYRPAB, Sonresen, etc.

- ❖ **Sistemas cartográficos:** Superposición de transparentes, Mc Harg, Tricart, Falque.
- ❖ **Análisis de Sistema:** Simulación.
- ❖ **Métodos basados en indicadores, índices e integración de la evaluación:** Holmes, Universidad de Georgia, Fisher-Davies, etc.
- ❖ **Métodos Cuantitativos:** Batelle-Columbus, E.P. Odum.
- ❖ **Método Conesa:** Paquete informático IMPRO.

La evolución de los métodos para el desarrollo de la EIA se hacen cada vez más exactos y confiables, a medida que se dispone de datos fiables y suficientes, de instrumental, normas y experiencias adecuados para aplicarlos.

Según la Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conama,1994) la importancia de tener un programa de EIA a nivel nacional se traduce en los siguientes beneficios:

- Establecimiento de una Política Ambiental Sustentable.
- Protección de los Recursos Naturales, Calidad Ambiental y Salud Pública.
- Análisis abierto y completo de todas las Consecuencias Ambientales de la Acción Propuesta.
- Establecimiento de una Base Uniforme Cuantitativa/Cualitativa para la Identificación y Caracterización de todos los Impactos Ambientales Relevantes.
- Aplicación de las Mejores Prácticas Administrativas para Disminuir los Impactos Inevitables.

Según Conesa, 1993, cualquiera sea el alcance y extensión de una EIA, ésta ha de pasar necesariamente por una serie de fases además de cumplir las finalidades que se indicaron anteriormente, es decir, identificar, predecir, interpretar, prevenir, valorar y comunicar el impacto que un proyecto acarreará sobre su entorno, entendiendo este último concepto como la parte del ambiente que interacciona con el proyecto, en cuanto a fuente de recursos naturales y materias primas, soporte de los elementos físicos que lo forman y receptor de efluentes, los cuales pueden agruparse en los siguientes subsistemas:

a) Medio Físico: elementos y procesos del medio natural, tal como se encuentra en la actualidad y sus relaciones con la población (aire, agua, suelo, clima, paisaje, etc.).

b) Medio Socio-económico: es un sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico-culturales, demográficas y económicas en general, de la población de un área determinada (empleo, cesantía, aceptabilidad social, renta *per cápita*, cultura, imposiciones, etc.).

c) Subsistema de Núcleos e Infraestructuras: está constituido por los asentamientos humanos, infraestructuras y sus relaciones de intercambio (densidad de la red vial, riesgo de accidentes, accesibilidad, etc.).

A los subsistemas antes mencionados, perfectamente se podría agregar el **Subsistema Biológico o Biótico** que, según Canter, 1998, corresponde a la flora y fauna de un área, incluyendo a las especies existentes y a las que se encuentran en peligro de extinción, es decir, todo lo relacionado con ecosistemas.

A cada uno de estos subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales, susceptibles de recibir impactos, entendidos como los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el accionar del proyecto.

La mayoría de las metodologías existentes, se refieren a impactos ambientales específicos y ninguna de ellas se encuentra completamente desarrollada. Debido precisamente a esa especificidad, se encuentra la imposibilidad de generalizar una determinada metodología, determinando que las existentes son las idóneas para proyectos concretos, en base a los cuales han sido concebidas. Dentro de las razones que Conesa, 1993, menciona para explicar la dificultad de conseguir una metodología estándar, están:

- * el cambio de factores afectados hace que el método cambie
- * sólo se puede llegar a un tipo de método según la actividad
- * hay varios métodos para estudiar el impacto sobre un mismo factor

Teniendo en consideración lo anterior, una metodología deberá analizar, por una parte, los sistemas ecológicos naturales y, por otra, una serie de acciones tecnológicas del hombre, de manera que, viendo las interacciones que se producen entre ambos, entregue una idea real del comportamiento de todo el sistema.

La EIA puede efectuarse en distintos “escalones” temporales, con lo cual ésta puede aplicarse en una etapa previa de planificación (enfoque adaptativo), en una etapa de anteproyecto (enfoque semiadaptativo), en la etapa de ejecución o en la de explotación (enfoque reactivo). Lo que diferencia la aplicación de una EIA entre una etapa y otra, es que a medida que ésta sea aplicada en etapas más prematuras, se facilitará la aplicación de medidas correctoras, como por ejemplo la

localización del proyecto, lo que se traduce en que la reversibilidad es mucho más fácil y económica, que si ésta se efectuara una vez en ejecución el proyecto.

Añade Conesa, 1993, que toda EIA ha de adaptarse al marco legal existente, por lo que en definitiva incorpora las posibles alteraciones ambientales ocasionadas por el proyecto, así como la valoración de las mismas, determinando los límites de los valores de las variables que entran en juego, ya sea en forma cualitativa o cuantitativa.

Con respecto a lo anterior, en Chile se encuentra publicado en el Diario Oficial, desde el 9 de Marzo de 1994, la Ley N°19.300 sobre Bases del Medio Ambiente, que introduce cambios sustanciales en cuanto a la forma y a los procedimientos tendientes a proteger el medio ambiente.

Según publicaciones de Conama, 1997, se señala que en el texto de la Ley 19.300, se entregan los siguientes instrumentos de gestión ambiental:

- Educación e Investigación Ambiental.
- Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Participación de la Comunidad en el Procedimiento de EIA.
- Normas de Calidad Ambiental de la Preservación de la Naturaleza y Conservación del Patrimonio Ambiental.
- Normas de Emisión.
- Planes de Manejo, Prevención o Descontaminación.

De los anteriores instrumentos, resaltan como de mayor importancia para el desarrollo de la presente Memoria, los relacionados con las Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, ya que permitirán evaluar las variables incluídas en el modelo propuesto. Relacionado con lo anterior, las Normas de Calidad Ambiental son aquellas que regulan la concentración de contaminantes en el aire, agua o en

el suelo, para evitar efectos negativos en la salud de las personas y en los ecosistemas. Por su parte, las Normas de Emisión son aquellas que establecen los límites máximos de contaminantes que un establecimiento productivo puede emitir o descargar hacia cuerpos receptores, como atmósfera, ríos, alcantarillado público, etc.

Es necesario agregar que Conama está revisando y simplificando las normativas actuales, así como generando las que faltan, mediante un proceso participativo y transparente.

3.6. Industria de Aserrío en Chile.

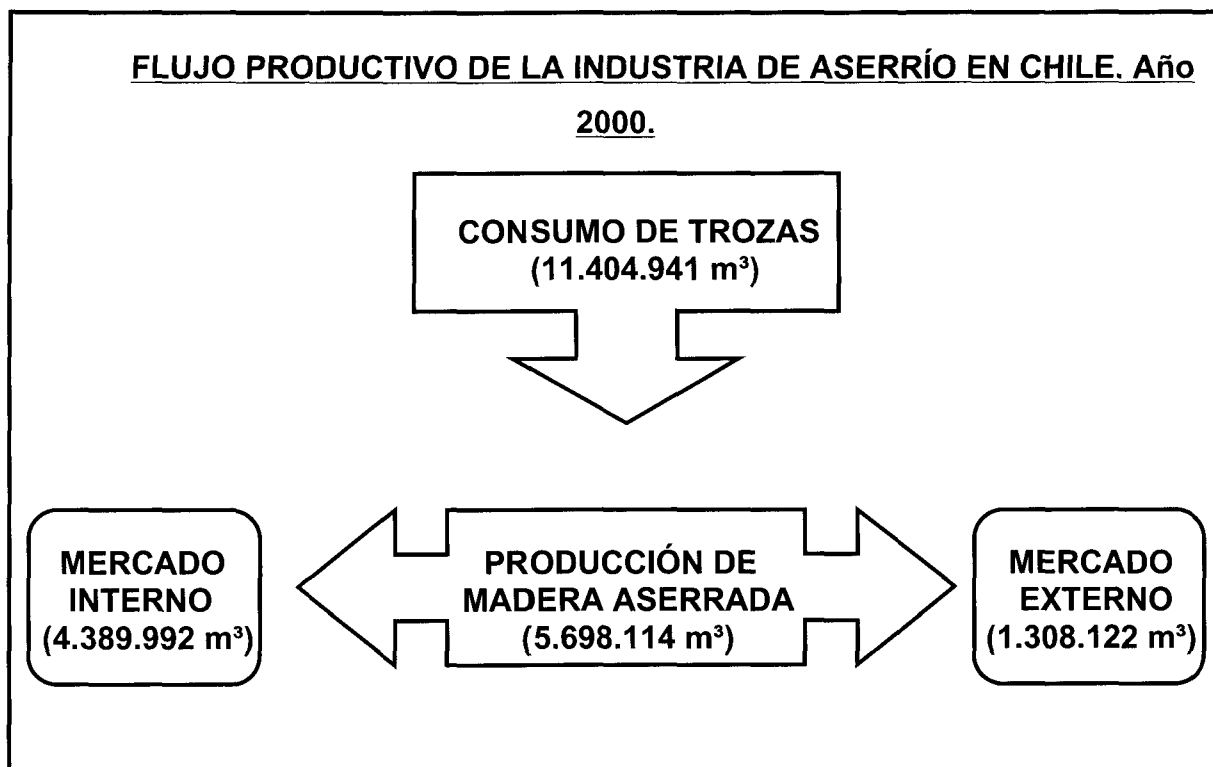
3.6.1. *Definición:*

La industria del aserrío de la madera, pertenece al grupo de industrias de procesamiento primario, es decir, las que utilizan trozas y otros productos directos del bosque. Aquí se incluyen también, la industria de producción de astillas, tableros, pulpa y papel.

La industria de aserrío propiamente tal, incluye el aserrado de la madera y su procesamiento físico, para transformarla en madera dimensionada, la cual es incorporada en forma de partes o piezas en diversos bienes de consumo final (muebles, viviendas, juguetes, etc.).

La importancia de la industria de aserrío está en el hecho de que representa el mejor mercado para el productor silvícola y su producto troza, ya sea en volumen como en precio.

La estructura productiva de la industria de aserrío en Chile, durante el año 2000, se aprecia en el siguiente esquema:



Fuente: Boletín Estadístico N°81, Infor, 2001.

3.6.2. Clasificación de Aserraderos.

La clasificación de aserraderos a nivel nacional es un tanto ambigua, debido a la existencia de distintos tamaños, nivel tecnológico y productivo. Así, al existir una gran cantidad y variedad de aserraderos en Chile, se utilizan 2 criterios de clasificación:

- a) según la producción anual.
- b) según tecnología empleada en el proceso de aserrado.

3.6.2.1. *Según nivel de producción anual:* A grandes rasgos, existen en nuestro país 3 categorías de clasificación y que será la que se empleará en la implementación de la presente memoria:

CUADRO N°1: CLASIFICACIÓN DE ASERRADEROS SEGÚN SU NIVEL DE PRODUCCIÓN ANUAL.

CATEGORÍA	RANGO DE PRODUCCIÓN (m³/año)
Grande	>50.000
Mediano	5.001 a 50.000
Pequeño	< 5.000

Fuente: Boletín Estadístico N°81, Infor, 2001.

No obstante lo anterior, debido a la existencia de una gran cantidad de aserraderos de tamaño mediano con distintos niveles productivos, existe una subdivisión de éstos en 3 estratos:

CUADRO N°2: CLASIFICACIÓN DE ASERRADEROS SEGÚN SU NIVEL DE PRODUCCIÓN ANUAL.

CATEGORÍA	RANGO DE PRODUCCIÓN (m³/año)
Muy Grande	(>50.000)
Grande	(20.001 a 50.000)
Mediano	(10.001 a 20.000)
Pequeño	(5.001 a 10.000)
Muy Pequeño	< 5.000

Fuente: Boletín Estadístico N°81, Infor, 2001.

3.6.2.2. *Según tecnología empleada:* Al existir distintos grados de tecnología empleada en los aserraderos, la capacidad de producción de éstos será distinta, por lo cual para su clasificación se debe tener presente ambas cualidades, tal como se observa en el **Cuadro N°3:**

**CUADRO N°3: CLASIFICACIÓN DE LOS ASERRADEROS SEGÚN TIPO DE
TECNOLOGÍA UTILIZADA EN EL PROCESO DE ASERRADO.**

CATEGORÍA	PRODUCCIÓN (m³/año)
Mecanizado	> 50.000
Tradicional, no mecanizado	10.000 a 50.000
Temporales	< 10.000

Fuente: Infor, 1985

a) Aserraderos Mecanizados: Son los que utilizan maquinarias y equipos modernos, altamente mecanizados y automatizados. Incluyen clasificadores electrónicos de trozas, manejo mecanizado de la madera y equipos de clasificación de madera aserrada. Por lo general cuentan con un clasificado de los troncos, en relación al diámetro, lo que se efectúa mediante la utilización de un sistema scanner o visualmente. Posteriormente, éstos son descortezados, para a continuación pasar a una o dos sierras con chipper-canter y/o alternativas como las principales y, una o dos sierras partidoras de huincha. En seguida, disponen normalmente de dos canteadoras circulares con sierra móvil y guía del tipo láser (para una rápida selección del ancho de la tabla a obtener) y de un despuntador. Finalmente, la madera es sometida a un baño antimancha, generalmente a base de una solución de pentaclorofenato de sodio al 2%, y después es secada al aire hasta el contenido de humedad de equilibrio y, secada artificialmente hasta un contenido de humedad entre 10 y 15%, en caso que ésta requiera de una elaboración posterior. Son intensivos en capital y tienen escalas de producción por sobre los 50.000 m³/año. Permiten una alta eficiencia en la utilización de la materia prima, alcanzando rendimientos que oscilan entre los 50% a 62% (aproximadamente 50% de madera aserrada, 30% de astillas, 10% de corteza, 8% de aserrín y 2% de pérdida por contracción) siendo sus productos competitivos en el mercado internacional, el cual se caracteriza por la exigencia de calidad. (Infor, 1987).

b) Aserraderos Tradicionales No Mecanizados: Son unidades de tamaño mediano, con niveles productivos del orden de 10.000 a 49.999 m³/año. En general, la producción es semi-automática con incorporación de maquinaria nueva en plantas normalmente con más de 20 años. Utilizan en el proceso de aserrío, a la sierra huincha como la máquina principal; la sierra partidora puede ser huincha y a veces circular; la canteadora es por lo general circular móvil y el despuntador del tipo canadiense. En relación al rendimiento obtenido entre el insumo troza y el producto obtenido, varía entre el 45% y el 55%. (45% de madera aserrada, 35% de tapas, cantos y despuntes, 12% de aserrín y 8% de sobremedida).(Infor, 1987).

c) Aserraderos Temporales o Móviles: La característica principal de estos aserraderos, es que utilizan equipo de corte que puede ser transportado al mismo bosque. Generalmente, permiten efectuar cortes básicos, empleando sierras de diferentes tipos. Son aserraderos que utilizan máquinas antiguas, realizándose el movimiento interno de la madera en forma manual (**FOTO N°1**). El proceso de aserrado es muy simple, normalmente llevado a cabo sólo con una sierra principal circular de diente postizo, que a la vez sirve de partidora (generalmente con alta producción de desechos, entre otras cosas, por el mayor ancho del canal de corte, lo cual baja notoriamente su rendimiento de aprovechamiento) y con una canteadora de sierra circular fija, empleándose habitualmente los antiguos locomóviles a vapor como fuerza motriz u otra fuerza motriz transportable (motores diesel, toma fuerza de tractores, etc.).

En relación al rendimiento de estos aserraderos, éste varía entre valores inferiores al 40% hasta un 49%, con un promedio general de un 38,5% de madera aserrada, 31% de cantos y despuntes, 22% de aserrín y 8,5% de sobremedida. Generalmente, los aserraderos pequeños trabajan por debajo de sus reales capacidades, lo cual se debe a que tienen problemas de abastecimiento de materia prima, puesto que cada vez los bosques se están concentrando en manos

de las grandes empresas forestales, las cuales poseen aserraderos de mayor tecnología y niveles productivos. Además, los requerimientos actuales, que exigen mayor calidad, harán que este tipo de aserraderos invierta en maquinaria más precisa o se asocien con otros aserraderos pequeños y juntos formar un aserradero de mayor tamaño y de productos de mejor calidad. De no hacerlo, deberán cerrar, (Infor, 1987), como en el hecho ha venido ocurriendo.

Por otra parte, estos aserraderos son de bajo nivel tecnológico y de baja eficiencia, cuya producción está orientada exclusivamente al consumo interno. La capacidad de producción anual está dentro de un rango que va entre los 500 a 10.000 m³/año de madera aserrada. La gran mayoría de estos aserraderos carece de algún tipo de gestión empresarial y de personal capacitado técnicamente.



FOTO N°1: Operación de reaserrado en un aserradero temporal. Nótese las escasas condiciones de seguridad con que trabajan los operarios y la fragilidad de la sierra huincha reaserradora.

3.6.3. Descripción del Proceso de Aserrado.

Este proceso puede llevarse a cabo con distintas maquinarias e instalaciones. No obstante para la elaboración del presente estudio, las etapas explicadas a continuación serán la base para la implementación del Modelo de Evaluación Ambiental propuesto:

3.6.3.1. Almacenamiento o Acopio:

Esta etapa se realiza en una cancha de almacenamiento y tiene como objetivo principal, asegurar un abastecimiento ininterrumpido de materia prima, evitando detenciones totales o parciales del proceso productivo, especialmente en ocasiones en que el abastecimiento se dificulta (noche, invierno o situaciones especiales).

La cancha de almacenamiento debe cumplir con ciertos requisitos, como lo es su tamaño (de acuerdo a las necesidades de la materia prima y el esquema productivo), y además debe estar ordenada y despejada, para el normal tráfico de vehículos de carga en su interior (**FOTOS N°2 Y N°3**). Ésto cobra una gran importancia, debido a que en la cancha no solamente se almacenan trozas, sino



FOTOS N°2 Y N°3: *Cancha de trozas destinadas al abastecimiento de materias primas para el proceso de aserrío.*

Que también se realizan actividades de selección, cubicación y clasificación de trozas de acuerdo a su clasificación diamétrica. Además, es posible realizar el descortezado y trozado.

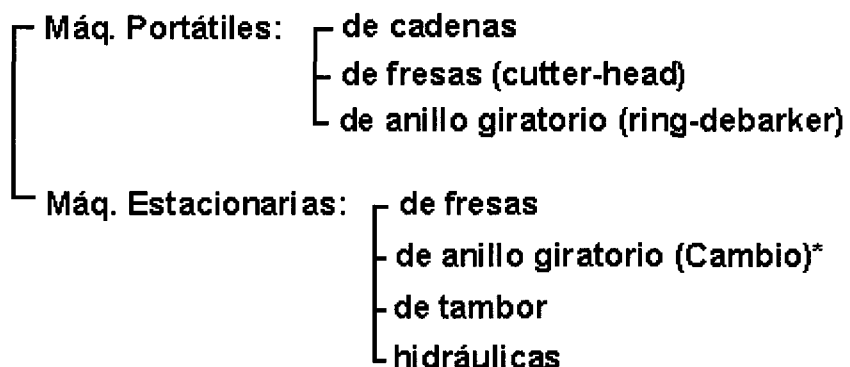
3.6.3.2. Descortezado:

Consiste básicamente en separar la madera de la corteza. Es una operación que en el caso de aserraderos de tamaño medio (o en general) no es imprescindible, pero que indudablemente otorga algunos beneficios a la operación de aserrado: menor desgaste en las herramientas de corte, aceleración del secado natural de la madera, facilidad en la obtención de partículas (chips) a partir de algunos desechos del proceso de aserrió, etc.

Según Tuset *et al*, 1979, existe una serie de sistemas descortezadores:

a) Manual

b) Mecánico



*: más usado en Chile.

Cualquiera sea el tipo de descortezador, éstos requieren de frecuentes periodos de lubricación. Los cuchillos y herramientas de los descortezadores, deben revisarse, afilarse y/o cambiarse frecuentemente.

3.6.3.3. Corte Primario:

Se realiza con la sierra principal y tiene como propósito convertir la troza en piezas con algunos lados planos, para posteriormente convertirlo en madera aserrada dimensionada, mediante el proceso de reaserrado. (Devlieger y Baettig, 1999).

Agrega además, que en aserraderos con instalaciones permanentes, existe una variedad de equipos disponibles, que varían ampliamente en su nivel tecnológico; al contrario, en aserraderos móviles o microaserraderos, la tecnología es en extremo primitiva hasta hoy.

El corte primario puede realizarse con diferentes tipos de máquinas: sierra huincha o circular de gran diámetro (simples o dobles), en combinación con carro lateral portatrozas (**FOTO N°4**), sierras gemelas (circulares o huinchas), chipper-canter (astilladores-canteadores), máquinas perfiladoras o sierras alternativas entre otras. La alternativa implementada por el aserradero dependerá, entre otras razones, de los recursos económicos disponibles para invertir en maquinaria más costosa y del nivel de demanda y calidad a satisfacer.

De acuerdo a las dimensiones que se obtienen en el aserrado, las piezas de madera reciben distintas denominaciones (Manual N°16, Infor, 1989):

- **Basas:** sobre 25 cm (10 pulgadas) de espesor y ancho.
- **Vigas:** de 15 a 25 cm (6 a 10 pulgadas) de espesor y ancho.
- **Cuartones:** de 5 a 15 cm (2 a 6 pulgadas) de espesor y ancho.
- **Tablones:** sobre 4 cm (1,5 pulgadas) de espesor y sobre 15 cm (6 pulgadas) de ancho.
- **Tablas:** de hasta 4 cm (1,5 pulgadas) de espesor y sobre 10 cm (4 pulgadas) de ancho.
- **Listones:** de hasta 4 cm (1,5 pulgadas) de espesor y hasta 10 cm (4 pulgadas) de ancho.

En dicho manual, se señala además que la producción de madera aserrada en las máquinas tradicionales va inevitablemente acompañada por la obtención de 2 tipos de piezas, lampazos y tapas, las que pueden seguir distintos destinos: usados como piezas aserradas, astillas o desechos. Esta decisión dependerá del nivel tecnológico del aserradero.

Los lampazos corresponden a las piezas de la periferia de la troza. Tienen sólo una cara plana, siendo la otra curva; su longitud no siempre corresponde al largo total del rollizo. Las tapas son las piezas que siguen al lampazo, pueden poseer sus dos caras planas, pero tienen cantos muertos; en ocasiones presentan una cara plana y en la otra hay sólo resto de curvatura. Generalmente su largo corresponde al largo del rollizo. (Manual N°16, Infor, 1989).

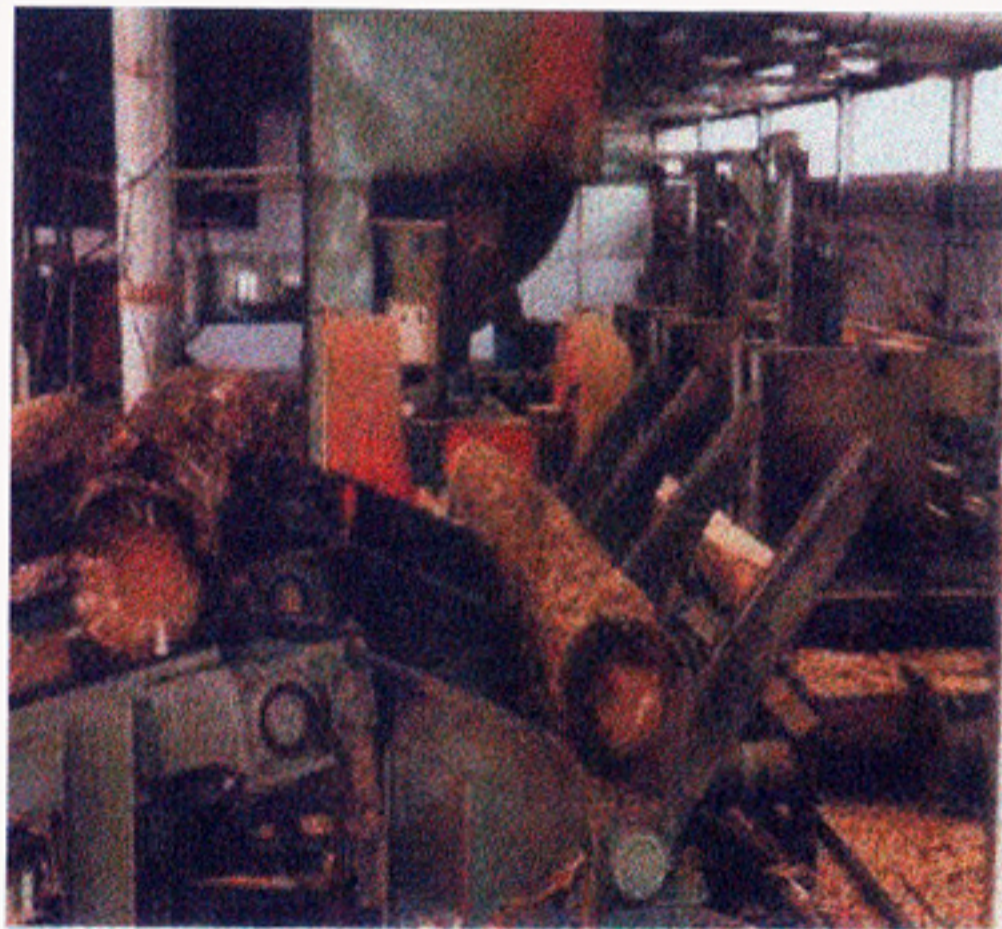


FOTO N°4: Ejemplo de proceso de aserrío con sierra huincha como máquina principal y carro lateral porta troza.

3.6.3.4. *Reaserrado:*

Según Devlieger y Baettig, 1999, el reaserrado engloba los procesos de generación de piezas aserradas con caras planas y paralelas, ya sean éstas con canto vivo o canto muerto (arista faltante). Es por eso que, de acuerdo a la función que hacen en el reaserrado, las máquinas reaserradoras se denominan:

- 1) *Reaserradora – Partidora:* La finalidad de esta máquina es básicamente partir una basa o cuartón obteniendo así dos piezas o más a partir de una. Esta función la cumplen principalmente sierras circulares simples y/o múltiples, o sierras huinchas simples y/o múltiples, dependiendo su utilización de los requerimientos de producción del aserradero y su nivel de tecnología.
- 2) *Canteadora:* Su finalidad es eliminar los cantos muertos en las piezas que lo presenten y que provienen de la etapa de aserrado, aumentando así la calidad por aspecto de las tablas. Esta función la puede realizar una sierra circular con guía lateral, sierra circular doble o múltiple, entre otras.
- 3) *Despuntadora:* Su finalidad es principalmente igualar los largos en la producción y eliminar los defectos en los extremos de las piezas ya que éstas vienen con su corte transversal obtenido en el momento mismo de la cosecha. Se diferencia con las otras máquinas en que su corte es precisamente transversal y en las otras es longitudinal, en relación al eje de la troza.

Por último, existe un reaserrado de aprovechamiento, para lo cual se utiliza principalmente una sierra huincha horizontal, por la cual se hacen pasar los lampazos más gruesos.

El proceso de aserrado finaliza su etapa operativa propiamente tal, en donde la materia prima ha sido transformada y convertida en un producto con forma y propiedades (**FOTO N°5**). Las etapas que a continuación se señalan, son las que van destinadas a proteger la madera aserrada y clasificarla.



FOTO N°5: El proceso de reaserrío permite obtener varias piezas de madera a partir de una mayor.

3.6.3.5. Baño Antimancha:

Esta etapa resulta de vital importancia, ya que le otorgue al producto una mayor durabilidad. Conama, 2000, señala que este baño consiste básicamente en sumergir la madera aserrada en contenedores con fungicidas (pentaclorofenato de sodio, fosfato etilmercúrico, bórax, etc.), disueltos en agua con soluciones que varían entre un 2 a 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.

Según Infor, 1989, la presencia de la mancha en la madera origina una pérdida en el valor de ésta, ya que no se va a lograr una buena presentación final si se va a utilizar en muebles, revestimientos o usos que no empleen pinturas o barnices como recubrimiento. Es precisamente la madera de pino la que experimenta una mayor presencia e intensidad del ataque de esta mancha, que usualmente se denomina como “mancha azul”, aunque puede presentar distintas tonalidades (gris, verde, o café)., por lo que toda madera aserrada susceptible al ataque de hongos cromógenos, causantes de la “mancha azul”, debe pasar en forma inmediata por un baño antimancha, a excepción de la que experimenta un proceso de secado inmediato al aserrío.

Infor, 1970, señala que por la forma en que se produce el ataque de los hongos-mancha, la madera no sufre alteraciones en sus características de resistencia mecánica. Sin embargo hay una ligera reducción de la resistencia al impacto, por lo cual las piezas que están muy manchadas no se utilizan en productos que requieran el máximo de resistencia ante sollicitaciones bruscas. En cambio, para la mayoría de los empleos en construcción, la madera manchada se puede usar con perfecta seguridad y, en cuanto a su resistencia mecánica, no se objeta su uso en techumbres y embalajes.

Dentro de las medidas que se pueden tomar para la prevención de la mancha azul, están:

- Las trozas no deben ser descortezadas hasta el momento del aserrado.
- Las trozas que son extraídas en un breve tiempo desde el bosque y que por algún motivo estarán demasiado tiempo en la cancha de trozas, antes de ser aserradas, deberán permanecer saturadas en agua (sumergidas o rociadas).

Si no es posible utilizar algunos de los métodos de saturación de la madera, las trozas tienen que protegerse con compuestos químicos antimancha. Resulta importante mencionar que los tratamientos antimancha no deben retrasarse, ya que la mancha penetra con gran rapidez en la madera y los químicos sólo protegen la parte externa de la madera. Existen varios tipos de tratamientos antimancha, entre los cuales destacan:

◆ *Baño de Inmersión Manual:* Es un método adecuado para aserraderos pequeños, ya que su rendimiento es de 12 m³ aserrados/día/hombre, con tablas de 25 mm de espesor. Consiste en un depósito de madera largo y de profundidad suficiente para poder tratar las piezas mayores que se produzcan. La pieza se sumerge en la solución durante alrededor de 10 s, retirándola luego y colocándola sobre una mesa de escurrimiento para recuperar luego el líquido sobrante. Infor, 1989.

◆ *Baño de Inmersión Semi-automático:* En algunos casos se utilizan en algunos aserraderos de alta producción. En este tipo de baño, las piezas se deslizan sobre rodillos y caen al baño siendo la inmersión automática. La extracción de las tablas es manual, las que se van colocando en una mesa de escurrimiento. Infor, 1989.

◆ *Baño de Inmersión Mecanizado (Automático):* Es el ideal para aserraderos de producción mediana o grande, es decir, desde aproximadamente 40 m³/día. Existen dos tipos de baños automáticos:

En línea o arrastre de la madera mediante cadenas: Consiste en piscinas de tipo variable, de unos 500 a 1000 litros, por donde la madera pasa arrastrada por cadenas a través de la solución. El tiempo del baño es de 9 a 10 s.

Estacionario: La madera permanece estacionada en la solución fungicida. Consiste en una gran piscina, que almacenen 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 distancia, los paquetes se sumergen en la solución antimancha por unos 10 a 15 s, para que la madera absorba la solución fungicida. Infor, 1989.

◆ *Sistema por Aspersión:* Se utiliza preferentemente en aserraderos de alta producción o cuando se necesita proteger la madera de dimensiones mayores. En este sistema la madera se desplaza a lo largo de una cámara de rociado, en la cual existen pulverizadores que rocían la solución por las 4 caras de la madera aserrada. La concentración de la solución en este sistema debe ser el doble de las anteriores. Infor, 1989.

Por último, es necesario señalar que todos los métodos mencionados deben tener sistemas de recuperación de la solución protectora, por razones tanto económicas como ambientales.

3.6.3.6. *Clasificación:*

El propósito de la clasificación de la madera es apilar las piezas aserradas, principalmente de acuerdo a sus dimensiones (espesor, ancho y largo) y/o de acuerdo a un mismo grado de calidad. Esto puede efectuarse para su comercialización como madera aserrada verde en bruto, para su cepillado y venta como tal o para su secado al horno, previo al cepillado o elaborado. (Infor, 1989). Este clasificado se hace en una mesa de clasificación principalmente, el cual se caracteriza por ser de bajo costo, efectivo e intensivo en mano de obra. En ésta, los operarios van extrayendo estas piezas según sus dimensiones y/o calidad, para posteriormente apilarlas a ambos lados de la mesa y de ahí enviarlas a la operación siguiente.

3.6.3.7. Almacenamiento:

El almacenamiento puede realizarse de dos formas: al aire libre o bajo techo. En la primera opción (**FOTOS N°6 y N°7**), el almacenamiento se realiza para obtener un secado natural de la madera aserrada, para lo cual se forman castillos de madera y se combinan aspectos tales como movilidad del aire, temperatura ambiente, humedad relativa del aire, etc. En el segundo caso, el almacenamiento se realiza bajo techo porque la madera está destinada a cumplir con exigencias muy precisas de contenido de humedad, especialmente aquella destinada para usos estructurales, o que será usada al interior de recintos calefaccionados. La precaución que debe tenerse con esta madera, es que ésta no adquiera humedad al estar almacenada, razón por la cual debe mantenerse bajo techo.



FOTOS N°6 Y N°7: Almacenamiento de madera al aire libre.

Nota: No se incluyen en el desarrollo del presente estudio etapas posteriores de tratamientos, como lo es el secado e impregnación, debido a que ambos forman parte de otras industrias que ameritan un análisis productivo y ambiental independiente.

3.7. Análisis de la Industria de Aserrío en Chile.

3.7.1. *Materias Primas.*

La industria de aserrío se sustenta en el uso creciente del Pino insigne (*Pinus radiata*), siendo perteneciente a esta especie más del 90% de las trozas utilizadas, según datos de Infor, 2001, durante el año 2000. Las especies nativas participan con un 6,8% y las otras exóticas, con el 1,2% restante. En orden de importancia, las especies nativas de mayor consumo, corresponden a: lenga (220.791 m³ ssc), roble (97.526 m³ ssc), tepa (56.899 m³ ssc), coihue (54.171 m³ ssc), y ulmo (38.551 m³ ssc). Entre las especies exóticas de mayor consumo, sin incluir pino radiata, destaca el pino oregón, con 102.056 m³ ssc.

Según Infor, 2001, en el transcurso del 2000, la industria de aserrío demandó alrededor de 11,4 millones de m³ sólidos sin corteza, lo que significa un incremento del 9% con respecto a 1999. Esta cifra es producto de un aumento de la producción en un 8,5%. Cabe consignar que este volumen equivale al 47% del total de la madera en trozas consumido por la industria forestal, lo que convierte a la industria de aserrío en la principal industria demandante de trozas del país.

En relación al abastecimiento, de los 11,4 millones de m³ ssc de trozas requeridos para abastecer la industria de aserrío durante el 2000, el 59% se obtuvo por compras a terceros y el 41% restante correspondió a bosques propios. Sin embargo, esta situación cambia al analizar a los aserraderos Muy Grandes, con producciones anuales superiores a los 50.000 m³, en donde un 40% de la madera utilizada proviene de compras a terceros y un 60% es de bosques propios. Por su parte, en los aserraderos clasificados como Muy Pequeños, con producciones menores a los 5.000 m³, el abastecimiento es mayoritariamente de terceros (80%). En el **Cuadro N°4**, se aprecia más detalladamente lo anterior:

CUADRO N°4: ABASTECIMIENTO DE TROZAS POR MODALIDAD, SEGÚN RANGO DE PRODUCCIÓN ANUAL (Año 2000).

RANGO DE PRODUCCION	COMPRA A TERCEROS	BOSQUES PROPIOS	TOTAL
≥50.000	2.550.471	3.848.891	6.399.362
20.001 – 50.000	1.608.205	116.361	1.724.566
10.001 – 20.000	632.889	212.606	845.495
5.001 – 10.000	689.835	163.415	853.250
< 5.000	1.260.448	321.820	1.582.268
TOTAL	6.741.848	4.663.093	11.404.941

Fuente: Boletín Estadístico N°81, Infor, 2001.

3.7.2. Cantidad de Aserraderos.

Según Infor, 2001, en el año 2000 se registró en nuestro país un total de 1.451 aserraderos, encontrándose un 32% de ellos paralizado. Respecto al año 1999, existen 68 aserraderos menos, ratificando la tendencia a la baja que se observa desde el año 1996. Esta baja obedece a la notoria disminución en el número de aserraderos de tamaño Muy Pequeño, debido a que éstos no han logrado satisfacer en forma competitiva las demandas por carecer de tecnología y ser ineficientes en costos. Todo lo contrario sucede con los aserraderos clasificados como Muy Grandes, en donde se nota un incremento en su número. En relación a la evolución que han experimentado los aserraderos, Infor, 2001, señala que al comparar los años transcurridos entre 1995 y 2000, se advierte que los aserraderos Muy Grandes, han aumentado un 64%, los Grandes un 69% y los Medianos un 22%, mientras que los Pequeños y Muy Pequeños han caído un 14% y 15% respectivamente. Debido a que la mayoría de los aserraderos que se encontraban trabajando al año 2000 (86%), corresponden a la categoría de Muy Pequeño, esta disminución de un 15% en su número, trae consigo un gran impacto social, sobretodo si se sabe que estos aserraderos, por poseer menor tecnología, son más intensivos en mano de obra. (Ver cuadro N°5).

CUADRO N°5: EVOLUCIÓN EN EL NÚMERO DE ASERRADEROS Y SITUACIÓN DE TRABAJO, PERÍODO 1995-2000.

AÑO	TOTAL	Trabaj.	Aserraderos trabajando por rango de Producción				
			Muy Gr.	Grande	Mediano	Pequeño	Muy Peq.
1995	1.564	1.118	14	16	23	65	1000
1996	1.575	1.105	16	19	33	48	989
1997	1.570	1.077	18	24	33	42	960
1998	1.545	1.034	17	22	31	42	922
1999	1.519	982	19	26	38	50	849
2000	1.451	987	23	27	28	56	853

Fuente: Boletín Estadístico N°81, Infor, 2001.

3.7.3. Producción de Madera Aserrada.

La producción de madera aserrada en Chile, es una actividad concentrada, puesto que en el año 2000, cerca del 74% del volumen total se concentró en 37 empresas, lo que representa un 4% del total. Las mayores empresas productoras son Aserraderos Arauco S.A., con el 28% del volumen total, CMPC Maderas con un 12% y Aserraderos Andinos, cercano al 5%. O sea, al considerar sólo estas tres empresas se tiene casi la mitad de la producción nacional.

La producción de madera aserrada durante el año 2000, bordeó los 5,7 millones de m³, lo que representa un alza del 8,5% en relación al año anterior, y un alza de un 25% con respecto al año 1998. Esto significa que el año 2000 ha sido el año de mayor producción de madera aserrada en Chile, lo cual se fundamenta en el hecho de que se han puesto en marcha nuevos aserraderos de tamaño grande en el país. Si se observan los datos de producción de madera aserrada desde el año 1982, se puede concluir que ha existido un constante crecimiento en el volumen de madera aserrada, a razón de un 9% anual, es decir, en 2 décadas prácticamente se duplicó. Sin embargo, al analizar las producciones según tamaño del aserradero, durante los años 1995-2000, se observa que los aserraderos clasificados como Muy Grandes (con producciones mayores a 50.000 m³/año),

representan sólo el 2% del total de aserraderos del país, acumulando cerca del 59% de la producción total, lo que significa que existe una alta producción en un reducido número de aserraderos.

CUADRO N°6: TRAYECTORIA DE LA PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA Y PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE ASERRADEROS. (Años 1995-2000). (Miles de m³/año).

TAMAÑO	1995		1996		1997		1998		1999		2000	
	Prod.	%	Prod.	%	Prod.	%	Prod.	%	Prod.	%	Prod.	%
Muy Gran.	1.594,7	42	1.878,0	45	2.302,9	49	2.383,3	52	2.838,7	54	3.339,7	59
Grande	487,5	13	568,3	14	709,9	15	671,3	15	824,8	16	833,0	15
Mediano	323,4	9	462,8	11	449,1	10	425,6	9	544,8	10	404,6	7
Pequeño	471,6	12	347,0	8	307,4	7	284,4	6	345,0	7	403,6	7
Muy Peq.	924,3	24	883,6	21	891,9	19	785,9	17	682,1	13	716,8	13
TOTAL	3.801,7		4.139,9		4.661,3		4.550,7		5.253,6		5.698,1	

Fuente: Boletín Estadístico N°81, Infor, 2001.

Nota: Los porcentajes de participación están aproximados.

Por último, si se analiza la producción por regiones de madera aserrada, se observará que es la VIII Región la que produce el 64% de la madera aserrada de pino radiata. En relación a la producción de madera aserrada de especies nativas, sobresale aquí la Región de Los Lagos, la cual produce el 39%, seguida por la IX y X regiones que, en conjunto, producen el 68% de la madera derivada de otras especies nativas.

CUADRO N°7: PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA POR REGIÓN SEGÚN ESPECIES PRINCIPALES. (Año 2000). (Miles de m³).

Especie	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	RM	Total
P. radiata	-	38,2	154,9	872,2	3.444,1	356,9	484,5	-	-	0,078	5.351,1
Nativas	-	-	-	2,3	10,8	45,1	106,4	35,4	70,6	-	270,8
Otras Exót.	0,560	-	7,8	3,7	11,9	25,1	26,4	0,099	-	0,314	76,1
TOTAL	0,560	38,2	162,7	878,3	3.466,9	427,2	617,4	35,5	70,6	0,392	5.698,1

Fuente: Boletín Estadístico N°81, Infor, 2001.

3.7.4. Mercados de la Madera Aserrada.

El destino de la madera aserrada se relaciona directamente con el tipo y tamaño del aserradero. Ésto se debe a que la capacidad de producción del aserradero, nivel de especialización de los trabajadores, tecnología, maquinaria, tratamientos aplicados a la madera, entre otros, definen la calidad del producto y volúmenes productivos. Así es como, los grandes aserraderos cubren las demandas externas, mientras que los más pequeños, con producciones menores de 5.000 m³/año, realizan sus ventas al interior del país, abasteciendo principalmente a barracas y empresas de la construcción.

Los principales usos de la madera que queda en el mercado nacional, son vivienda y construcción, tanto en estructuras, marcos y revestimientos. El resto de madera aserrada es consumido en la fabricación de cajas, muebles y puertas, entre otros.

CUADRO N°8: DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA SEGÚN RANGO DE PRODUCCIÓN. (Año 2000). (%)

TAMAÑO	MERCADO INTERNO						EXPORTACIÓN
	Barracas	Constr.	Embalaj.	Interm.	Reman.	Otros	
Muy Gran.	5	-	2	9	50	4	30
Grande	19	29	-	-	33	1	18
Mediano	17	16	6	2	30	7	22
Pequeño	41	23	10	2	8	4	12
Muy Peq.	47	28	5	8	4	5	3
TOTAL(%)	17	12	3	6	35	4	23

Fuente: Boletín Estadístico N°81, Infor, 2001.

Los países a los cuales Chile exportó madera aserrada de pino el año 2000, según cifras entregadas por Infor, 2001, fueron: Japón (37,9%), Arabia Saudita (11,3%), Emiratos Árabes (8,7%) y Estados Unidos (7,4%).

3.7.5. Ocupación.

Según Infor, 2001, el sector forestal chileno, dividido en industria, servicios, silvicultura y extracción, generó durante el 2000 un total de 117.542 empleos directos. De éstos, la industria forestal, compuesta por aserraderos, plantas astilladoras y cajoneras; fábricas de pulpa y papel, de tablero y chapas y empresas que elaboran productos tales como muebles, molduras, juguetes, entre otros, concentró el 54%, lo que equivale a 63.895 personas, de las cuales, un 24% fue absorbido por los aserraderos. Es decir, la industria del aserrío acumula el 13% del total de trabajadores del sector forestal, registrando 15.435 personas trabajando durante todo el año 2000 (jornadas equivalentes anuales). Durante el período 1996-2000 acusa una variación negativa, disminuyendo el número de personas empleadas de 17.929 trabajadores en 1996, a 15.435 en el año 2000.

CUADRO N°9: EVOLUCIÓN DE LA OCUPACIÓN EN LA INDUSTRIA DE ASERRÍO, SEGÚN NIVEL DE ESPECIALIZACIÓN. (Años 1996-2000). (Personas).

AÑO	TOTAL	PROFESIONALES Y TÉCNICOS	ADMINISTRATIVOS	OPERARIOS CALIFICADOS	OPERARIOS NO CALIFICADOS
1996	17.929	352	1.351	2.560	13.666
1997	18.456	447	1.362	2.634	14.013
1998	16.114	466	1.101	2.323	12.224
1999	14.948	535	1.130	3.047	10.236
2000	15.435	739	1.006	3.744	9.946

Fuente: Boletín Estadístico N°81, Infor, 2001.

3.7.6. Tratamientos Efectuados a la Madera Aserrada.

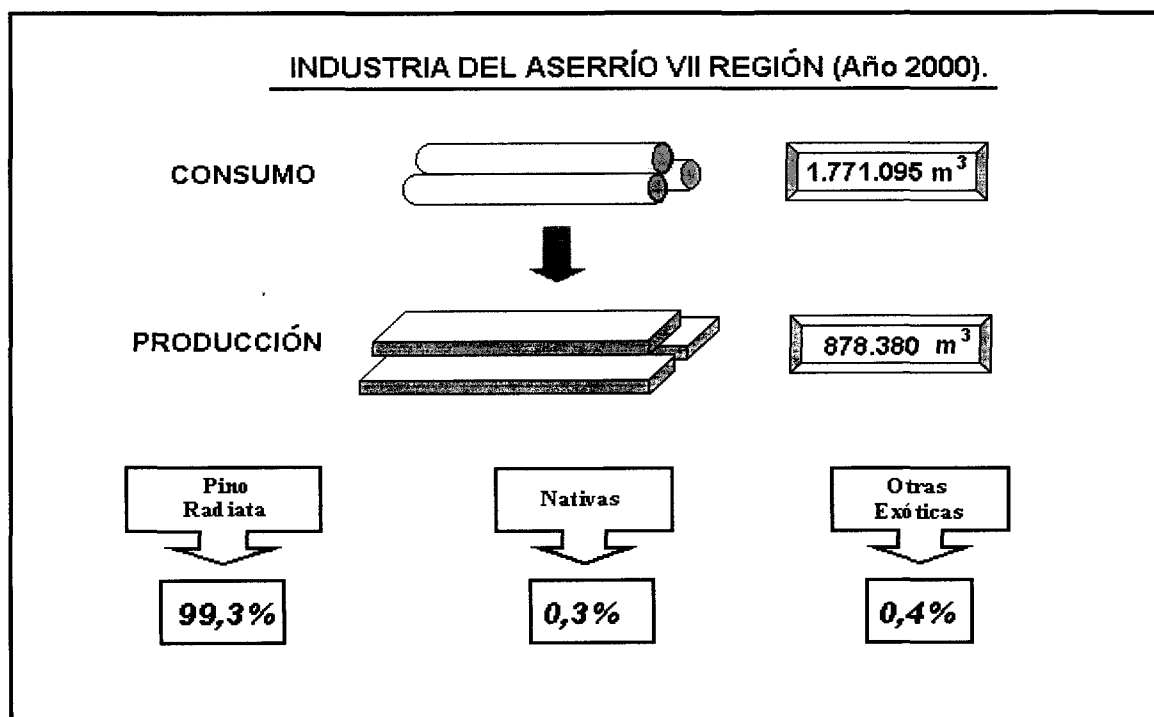
Los tratamientos posteriores a que se puede y/o se debe someter la madera aserrada, son el baño antimancha, el secado artificial y la impregnación. Por ser el baño antimancha un paso más en el esquema productivo de la industria de aserrío propiamente tal, se incorporó dentro del presente modelo de evaluación ambiental,

a diferencia de los otros procesos, secado artificial e impregnación. Éstos, por pertenecer a otro esquema productivo, debe realizárseles un estudio ambiental independiente.

3.7.7. Industria de Aserrío en la VII Región.

Como la Región del Maule es el territorio en donde se aplicó el presente modelo propuesto, es necesario dar a conocer algunas cifras relacionadas con la industria de aserrío en esta región.

Según datos de Infor, 2001, el flujo productivo de la Región del Maule, en cuanto a la producción de madera aserrada durante el año 2000, se desglosa en el siguiente esquema:



Fuente: Boletín Estadístico N°81, Infor, 2001.

De los 878.380 m³ anuales producidos en la región durante el año 2000, los aportes por provincia son los siguientes: Talca, 803.621m³; Cauquenes, 48.771m³; Curicó, 13.023m³ y Linares 12.965m³.

Los datos antes entregados constituyen a la Región del Maule en la segunda región en importancia en cuanto a la producción de madera aserrada nacional, con un aporte del 15%, después de la Región del Bío-Bío (61%). La cantidad de aserraderos existentes en la región, entre los años 1996-2000 es la siguiente:

CUADRO N°10: NÚMERO DE ASERRADEROS POR PROVINCIA, VII REGIÓN. (Años 1996-2000).

AÑO	TOTAL	NÚMERO DE ASERRADEROS POR PROVINCIA			
		Curicó	Talca	Linares	Cauquenes
1996	154	28	85	13	28
1997	154	26	86	14	28
1998	154	24	87	15	28
1999	147	21	82	15	29
2000	136	17	75	14	30

Fuente: Boletín Estadístico N°81, Infor, 2001.

Por último, a continuación se entrega el ranking de las principales empresas de aserrío en la Región del Maule.

CUADRO N°11: RANKING DE LAS PRINCIPALES EMPRESAS DE ASERRÍO, VII REGIÓN. (Año 2000).

RAZÓN SOCIAL	N° DE TURNOS	PRODUC. (m ³ /año)	CAPAC. MÁXIMA PRODUCC. (1 Turno)
Aserraderos Arauco S.A.	2	200.000	135.000
Forestal Copihue S.A.	2	115.714	69.000
Aserraderos Arauco S.A.	2	78.000	60.000
Aserraderos Arauco S.A.	2	53.000	45.000
Aserraderos Santa Blanca Ltda.	2	37.780	24.741
Jaime Venturelli y Cía. Ltda.	1	28.866	34.020
Mestre y Cía. Ltda.	2	24.258	15.465
Improfor Ltda.	1	22.680	30.927
Maderas Laguna Azul S.A.	2	15.000	15.000
S. I. Mad.For. Almas del Maule	1	12.520	19.671
Agroforestal Cauquenes Ltda.	1	10.000	25.800
Mauricio Muñoz y Cía. Ltda.	1	9.897	17.319

Fuente: Boletín Estadístico N°81, Infor, 2001.

3.8. Producción Limpia.

3.8.1. Definición.

Según Conama, 1997, la Producción Limpia es una estrategia de gestión empresarial preventiva, aplicada a productos, procesos y organización del trabajo, es decir, esta estrategia es sinónimo de “prevención de la contaminación” o de “tecnologías de minimización de residuos”.

Su objetivo es minimizar emisiones y/o descargas en la fuente, reduciendo de esta manera el riesgo para la salud humana y el medio ambiente, y todo esto bajo el concepto de prevención, que pone énfasis en una mayor eficiencia en la utilización de los recursos materiales y energéticos, de modo tal de incrementar simultáneamente la productividad y la competitividad.

Conama, 2000, señala que la Producción Limpia, es una alternativa real para hacer coincidir el éxito de la actividad económica con la protección del medio ambiente, ya que liga a estas dos variables de un modo armónico. Dentro de las razones principales para aplicar el concepto de Producción Limpia en la Industria del Aserrío, están:

- Prevenir la contaminación, protegiendo al mismo tiempo el medio ambiente, los consumidores y los trabajadores.
- Mejorar la eficiencia, la rentabilidad y la competitividad del sector productivo.
- Cambiar el concepto de “basura” o “desecho”, por el de “residuos con valor para otras empresas”.
- Conciliar la necesidad humana de mayor cantidad de productos y servicios, y el cuidado del medio ambiente, para asegurar su propia supervivencia.

Dentro de los beneficios de la aplicación de la Producción Limpia, se encuentran:

- Disminución de los costos a través de un mejor manejo de la energía y de los desechos.
- Disminución de inversión en plantas de tratamiento de residuos.
- Mejorar las condiciones de seguridad y salud operacional.
- Mejorar la imagen pública de la empresa.

En cuanto a la aplicación de la Producción Limpia en Chile, se puede señalar que las grandes empresas forestales han implementado sistemas de aseguramiento de calidad (bajo las normas ISO 9000), y también sistemas de gestión ambiental (ISO 14000), lo que les permite enfrentar el control ambiental en base a una mejor gestión de sus recursos materiales, energéticos y humanos, para, de esta manera, insertarse fuertemente en el mercado internacional.

No obstante, este escenario cambia radicalmente al analizar empresas forestales medianas o pequeñas, por lo que el gobierno ha tomado medidas, tales como las llevadas a cabo por la Corporación de Fomento de la Producción, Corfo, la cual ha desarrollado instrumentos de apoyo financiero y de asistencia técnica para concientizar a estas empresas de la importancia que tiene la aplicación de los postulados de la Producción Limpia. Para ésto, se está poniendo énfasis en reforzar la gestión, como al mismo tiempo identificar opciones de reducción de residuos en las pequeñas y medianas empresas, dentro de los que destacan aserraderos, barracas, mueblerías y otras empresas elaboradoras de productos de madera.

3.8.2. Implementación de la Producción Limpia en Aserraderos

Según el acuerdo de Producción Limpia, el control de procesos en la industria de aserrío, está orientado básicamente a dos componentes:

a) Control en el proceso y eficiencia del aserrado: Este punto está directamente relacionado con el nivel de tecnología que posee la maquinaria de aserrado. Se sabe que elementos de corte con un canal de corte muy ancho (hasta 8 mm en sierras circulares de gran diámetro), generará una importante pérdida en el aprovechamiento de las trozas a aserrar, irregularidades en la superficie y dimensiones del producto final, lo que se traduce en una mayor cantidad de residuos sólidos (aserrín y viruta). Es por ésto que se recomienda la utilización de elementos de corte con un canal de corte menor a 4 mm, generalmente obtenido con sierras huincha, tanto en el aserrado como en el reaserrado.

Lo anterior, porque por cada milímetro de madera convertido en aserrín, demandará un mayor consumo energético, disminuirá drásticamente el aprovechamiento porcentual de la madera aserrada y generará una mayor cantidad de residuos sólidos como ya se mencionó. A modo de ejemplo, en el caso de un aserradero que produce 10.000 m³ de madera aserrada y un volumen de aserrín de 360 m³ con un canal de corte de 3,6 mm, pierde 10 m³ por cada 0,1 mm de canal de corte. (Devlieger y Baettig, 1999).

b) Proceso de Baño Antimancha: Este punto se relaciona con determinar cuál sistema de tratamiento antimancha resulta ser más eficiente, fundamentalmente en lo que tiene relación con aspectos tales como tiempo de inmersión, retención, control de solución y recuperación de pérdidas.

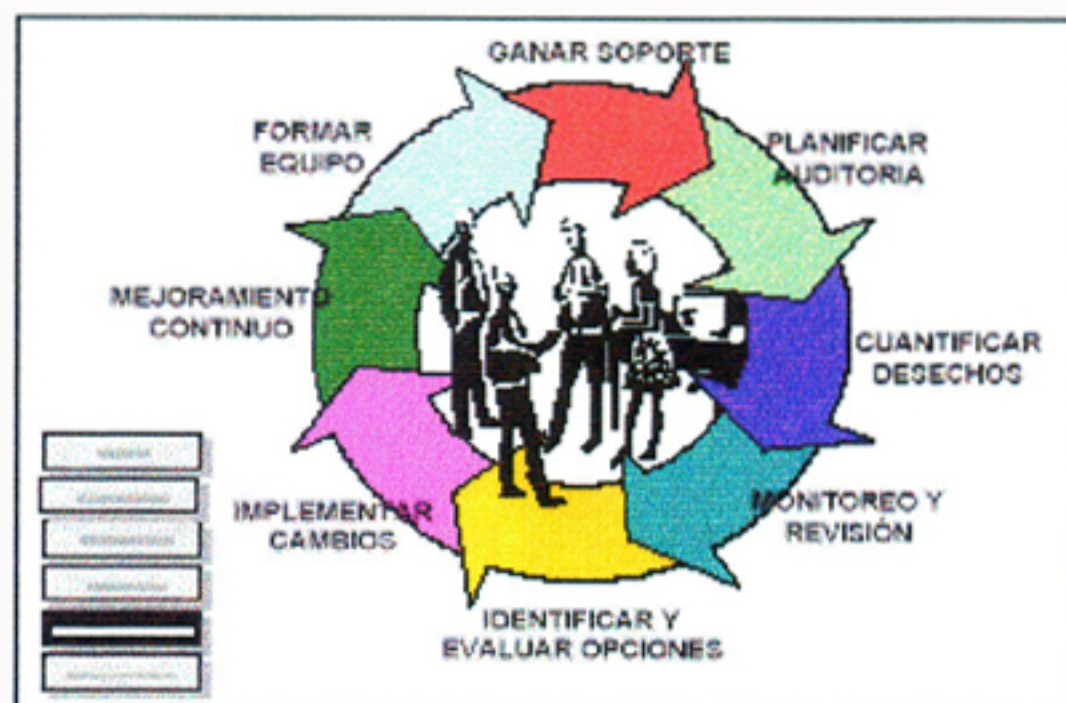
Según estudios efectuados en 1991*, en 3 aserraderos de la VIII Región, con distintos sistemas de aplicación del producto antimancha, se concluyó que el baño mecanizado es significativamente más eficiente que el manual.

Para implementar lo mejor posible el concepto de Producción Limpia en aserraderos y así obtener el máximo de beneficios, se recomienda (Conama, 2000):

ETAPA 1: Caracterizar la empresa a través de una auditoría ambiental, lo cual implica cuantificar los desechos generados e identificar las ineficiencias del proceso productivo.

ETAPA 2: Analizar los problemas detectados en el paso anterior en lo referente a las influencias específicas que éstos posean y generar las opciones para solucionarlos.

ETAPA 3: Evaluar, seleccionar y priorizar las opciones de solución para así implementar las más adecuadas.



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

*: Actas VII Reunión sobre Investigación y desarrollo de Productos Forestales. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Abril de 1991, pág. 303-311.

Según Conama, 2000, la implementación de la Producción Limpia posee algunas trabas pero a su vez, existen soluciones. Estas trabas se producen debido a diversos factores, dentro de los que destacan:

- **FACTORES INTERNOS:** Por ser las ganancias económicas la preocupación primordial en las empresas, el tema medioambiental se deja de lado. Es por eso que ante el planteamiento de producir más limpiamente, se obtiene una actitud de rechazo inicial por considerar que no hay tiempo, recursos ni personal capacitado para implementar los conceptos de la Producción Limpia, así también, se asume que las medidas a implementar involucran un costo mayor que si se efectuara el control posterior de residuos industriales.

- **FACTORES EXTERNOS:** En Chile no se ha masificado el concepto de Producción Limpia, por lo que no existe mucha conciencia en los consumidores acerca de la existencia de “productos más limpios”. No existe mercado para los desechos y la estructura de precios no refleja los costos ambientales y, por último, las normativas ambientales no promueven la Producción Limpia.

- ❖ **POSIBLES SOLUCIONES:** Las posibles soluciones provienen de iniciativas gubernamentales, destinadas principalmente a la creación de políticas y organismos relacionados con el tema. Es así que desde 1997, existe en Chile una Política Nacional de Producción Limpia, dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Además, el Fondo de Desarrollo e Innovación de Corfo (FDI), ha financiado una serie de proyectos que buscan implementar la Producción Limpia al interior de las pequeñas y medianas empresas.

4. METODOLOGÍA.

4.1. Materiales y Equipos:

Para el desarrollo de la presente memoria, fue necesaria la utilización de algunos materiales y equipos, entre los que destacan:

- Computador, impresora, programas e insumos computacionales (hojas, tinta, diskets, etc.).
- Teléfono, fax.
- Movilización.

4.2. Marco General:

El método utilizado en la presente memoria, consistió básicamente en la construcción de un **Índice de Impacto Ambiental (IIA)** para la Industria de Aserrío de tamaño medio de la Séptima Región. Este índice se traduce en una función lineal que contempla los distintos ámbitos de influencia que tiene este tipo de industria. Así es como, en una primera etapa, se identificaron las variables medioambientales más representativas del proyecto, las que luego de ser clasificadas según su magnitud y de asignárseles un peso determinado, dieron el valor de cada una. Estas etapas, identificación y ponderación de las variables, se hicieron mediante consultas a un panel de expertos, usando el método Delphi y técnicas de asignación de peso, etapas que serán explicadas en capítulos posteriores. Lo anterior se resume a continuación:

$$\text{IIA} = V_1 \cdot W_1 + V_2 \cdot W_2 + \dots + V_n \cdot W_n$$

donde :

IIA = Índice de Impacto Ambiental para una Industria de Aserrío de tamaño medio de la Séptima Región.

Vi = representa la variable medioambiental en estudio

Wi = representa el peso de la variable medioambiental respectiva

1, 2, . . . , n representa la cantidad de variables por ámbito

en que : $\sum W_i=1 ; i = 1, 2, \dots, n$

La característica principal de este modelo, es que puede ser aplicado a proyectos ya en ejecución, a diferencia de otros modelos de EIA tradicionales, en que sólo tienen validez en proyectos que se desarrollarán a futuro. De esta manera, se puede determinar qué tan cerca o lejos se está de una situación ideal y precisar a la vez, los “puntos débiles” del proyecto y mejorarlos en forma más rápida y precisa.

4.3. Fases Metodológicas.

Para la confección del Índice de Impacto Ambiental, fue necesario la realización de las siguientes etapas metodológicas:

4.3.1. Identificación de las Variables: Aquí se incorporaron las variables que más incidencia ambiental tienen en la Industria de Aserrío. Estas variables, por abarcar distintos entornos (económico, físico, social), son lo más representativas posible a objeto de no exagerar el número de variables. Ésto, porque una exagerada inclusión de variables hace más compleja su evaluación y dificulta la obtención de información, ya que se pueden incluir variables correspondientes a información privada de la empresa, lo que lógicamente dificultará su obtención.

En relación a la selección del panel de expertos, esta selección debe basarse en que los integrantes sean calificados técnica o científicamente, como buenos conocedores del problema en cuestión, lo que se complementa al hecho de que pertenezcan o vivan en el territorio en que se hará el análisis. Además, los integrantes del panel, deben pertenecer a distintos sectores involucrados en el proyecto a fin de evaluar lo más objetivamente posible el impacto de esta industria, por lo que en el panel deberá haber académicos, profesionales externos, públicos y privados, y empresarios.

4.3.2. Clasificación de las Variables: Cada variable identificada en el paso anterior, fue clasificada (segmentada) según la magnitud o intensidad del impacto ambiental. Esta segmentación comprendió la confección de un rango con niveles que representen la forma cómo enfrenta el aserradero cada una de las variables evaluadas.

4.3.3. Asignación de Pesos: Cada variable se valoriza de acuerdo a su importancia, lo cual se hace mediante asignación de un “peso”. Se debe tener claro que en cada ámbito, hay variable(s) que pesa(n) más que otra(s), por lo tanto, la asignación de pesos resulta fundamental para expresar en términos cuantitativos, las variables que influyen en el Impacto Ambiental. Existen varias técnicas de asignación de pesos, tales como el método de puntuación, escala ordinal o comparación por pares. En todas estas técnicas, se necesita de la opinión de expertos, sin embargo, por ser el método de comparación por pares el más objetivo, se preferirá a los demás. Este método, consiste en saber cuántas veces un elemento es más importante que los demás, para cada experto. Para ésto, fue necesario nuevamente la opinión del panel de expertos, para lo cual se recurrió al método Delphi. Éste, a grandes rasgos contempla la contestación a un cuestionario relativo al tema por parte del panel de expertos, y una posterior retroalimentación para que cada profesional reconsidere su respuesta en caso de que las respuestas al cuestionario sean muy disímiles entre sí. Como la respuesta

al cuestionario consiste en asignar valores en un intervalo o en situar en una escala ordinal, el resultado final puede establecerse recurriendo a alguna de las medidas de tendencia central (media, moda, mediana, etc.), para obtener así la respuesta conjunta del panel.

El método de Comparación por Pares, consiste en saber el número de veces que cada variable, perteneciente a las respuestas del cuestionario, es “mejor” o “más importante” en su comparación de a dos con los demás elementos de la misma opinión de un mismo experto, y el número de veces que un elemento es considerado como “mejor que otros”.

Para entender de una forma más explícita lo anterior, se muestra el siguiente ejemplo:

CUADRO A : RESPUESTAS A CUESTIONARIO EFECTUADAS POR 4 EXPERTOS

Variable \ Experto	1	2	3	4
1	2	1	3	3.5
2	1	2.5	1	2
3	5	4	4	3.5
4	3	5	2	1
5	4	2.5	5	5

CUADRO B: MATRIZ DE FRECUENCIA EN QUE CADA EXPERTO CONSIDERA A CADA VARIABLE COMO MEJOR QUE OTRAS:

Variable \ Experto	1	2	3	4
1	1	0	2	2
2	0	1	0	1
3	4	3	3	2
4	2	4	1	0
5	3	1	4	4

Número de juicios = N° expertos * N° variables

A continuación, cada valor de la tabla B se divide por el número de juicios efectuados (**Cuadro C**):

CUADRO C: MATRIZ DE LOS PESOS INDIVIDUALES:

Variable \ Experto	1	2	3	4
1	0.05	0.00	0.10	0.10
2	0.00	0.05	0.00	0.05
3	0.20	0.15	0.15	0.10
4	0.10	0.20	0.05	0.00
5	0.15	0.05	0.20	0.20
Σ Individual	0.5	0.45	0.5	0.45
Σ Total	1.90			

A continuación, a cada variable se le suman todos los pesos individuales y se dividen por la suma total de los pesos, obteniendo así los pesos definitivos:

$$W1 = \frac{0.05 + 0.00 + 0.10 + 0.10}{1.90} = 0.132$$

$$W2 = \frac{0.00 + 0.05 + 0.00 + 0.05}{1.90} = 0.05$$

$$W3 = \frac{0.20 + 0.15 + 0.15 + 0.10}{1.90} = 0.316$$

$$W4 = \frac{0.10 + 0.20 + 0.05 + 0.00}{1.90} = 0.184$$

$$W5 = \frac{0.15 + 0.05 + 0.20 + 0.20}{1.90} = 0.316$$

4.3.4. Construcción del Índice de Impacto Ambiental: En función de los pesos obtenidos en el paso anterior, más la clasificación de las variables realizada a las industrias de aserrío que se someterán a la evaluación, se construirá el Índice de Impacto Ambiental.

4.3.5. Aplicación del Modelo: Aplicar el modelo consiste en evaluar y comparar algunas industrias de aserrío, para así saber que tan cerca o lejos se está de una situación ambiental ideal y saber en qué se está fallando y qué está correcto. Éste podrá ser aplicado en cualquier aserradero de tamaño medio de la Región del Maule y, potencialmente, en otras regiones del país.

5. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Como se dijo en la etapa anterior, la información obtenida se recopiló mediante consultas a un panel de expertos, los cuales debían tener 2 características: los miembros debían estar relacionados con el tema (ambiental o forestal) y que pertenecieran a distintos sectores (empresas particulares, organismos públicos, organismos privados, universidades, etc.).

Teniendo en cuenta lo anterior, el panel de expertos consultado para la presente memoria, es el que se presenta a continuación:

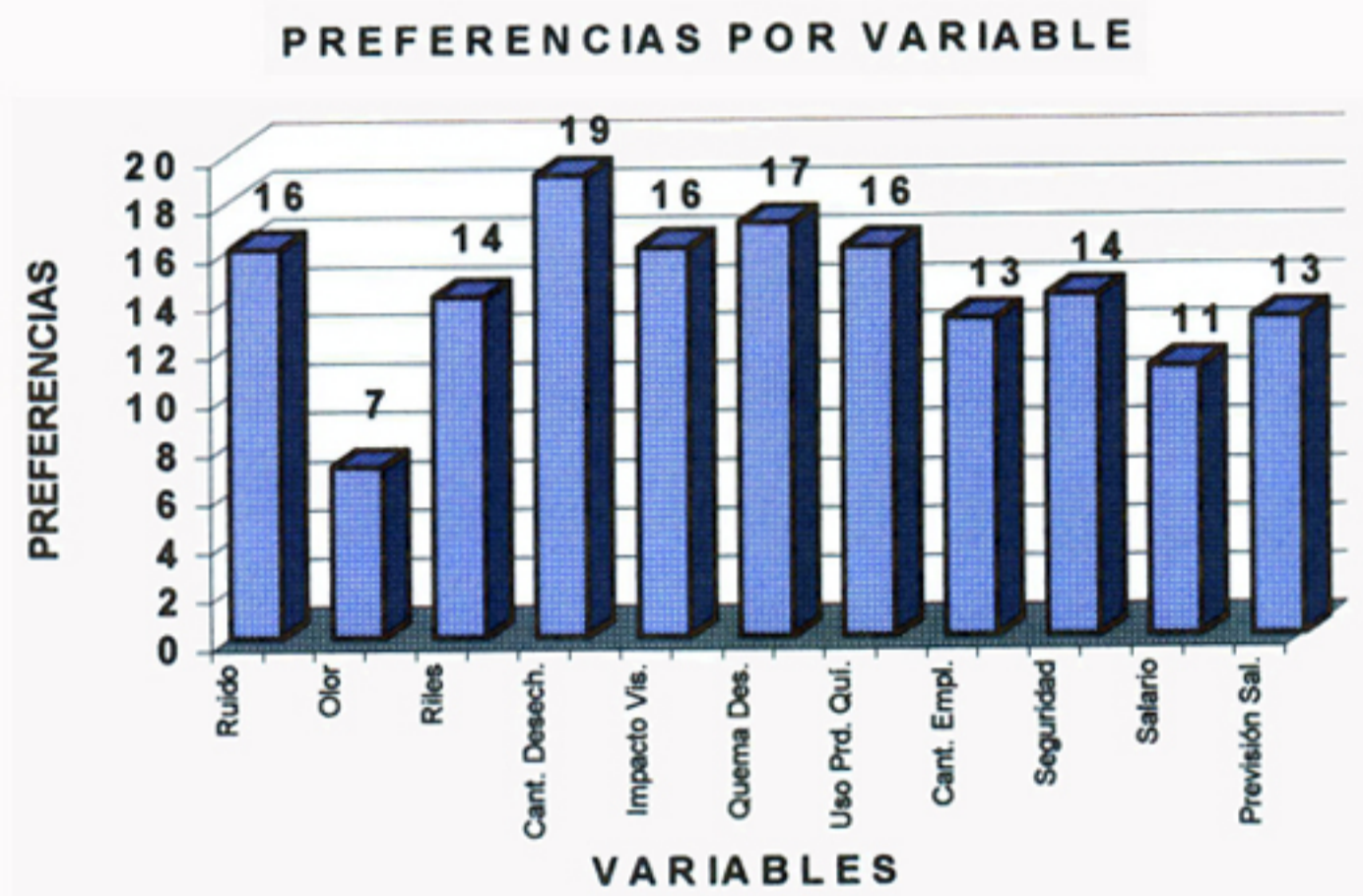
CUADRO N°12: NOMBRE DE LOS INTEGRANTES DEL PANEL DE EXPERTOS ENCUESTADOS Y ORGANISMO AL CUAL PERTENECÍAN.

N°	NOMBRE	ORGANISMO
1	Sr. Patricio Carrasco	Conama
2	Sr. Cristián Valdés	Conama
3	Sr. Miguel Gajardo	Sercotec
4	Sr. Iván Vergara	Corfo
5	Sr. Germán Urra	Conaf
6	Sra. Marcia Vásquez	Universidad de Talca
7	Sr. Francis Devlieger	Universidad de Talca
8	Sr. Emilio Cuevas	Universidad de Talca
9	Sr. Ricardo Baettig	Universidad de Talca
10	Sr. Arcadio Cerda	Universidad de Talca
11	Sr. Jorge Contreras	Universidad Católica del Maule
12	Sr. Roberto Rosales	Asociación Chilena de Seguridad
13	Sr. Arturo Briso	Mutual de Seguridad
14	Sra. María Helena Celis	Servicio de Salud del Maule
15	Sr. Máximo Sanhueza	Comercial Roberto Becerra
16	Sr. Luis Marchant	Barraca 3 Montes Ancoa S.A.
17	Sra. Mariana Simón	El Ceibo Ltda.
18	Sr. Luis Urrejola	Maderas Venturelli
19	Sr. Daniel Oporto	

5.1. Identificación de las Variables: Las respuestas que dicho panel entregó a la encuesta relacionada con determinar las variables a incorporar al

modelo (**Anexo N°1**), se resumen en el siguiente gráfico (**Gráfico N°1**). En éste aparecen las preferencias por variable, que entregó cada integrante del panel:

GRÁFICO N°1: PREFERENCIAS, POR VARIABLE, DEL PANEL DE EXPERTOS, PARA SU INCLUSIÓN EN EL MODELO.



Analizando los datos obtenidos de esta encuesta, se determinó:

❖ Eliminar del modelo la variable **Olor**, debido a que la industria de aserrío propiamente tal no genera olores en su proceso productivo, tal que pueda conllevar algún tipo de impacto. Lo anterior queda de manifiesto por el hecho de que solamente 7 expertos consideraron que debía ser considerada, lo que representa un 37% de los encuestados, por lo tanto su respaldo era muy bajo.

❖ Eliminar del modelo la variable **Previsión en Salud**, debido a que es una variable que, si bien tiene una preferencia considerable 13 (68%), su inclusión no se justifica desde el punto de vista práctico, ya que por ley está obligada a ser

considerada en el contrato de trabajo de cada trabajador, al igual que las imposiciones por jubilación.

❖ Cambiar la denominación de algunas variables, de tal manera que la variable **Riles** se denominará como **Emisión de Riles**; **Cantidad de Desechos**, como **Emisión de Residuos Sólidos**; **Quema de Desechos** como **Quema de Desechos Sólidos** y **Uso de Productos Químicos** como **Manejo de Productos Químicos**.

Este cambio se produce a raíz de sugerencias provenientes de Conama, ya que esa es la terminología empleada por este organismo y que tiene directa ingerencia ambiental.

❖ La variable que más votaciones obtuvo fue **Cantidad de Desechos**, con un 100% de los expertos encuestados; le siguió la variable **Quema de Desechos**, con un 89% de los encuestados y el tercer lugar lo comparten las variables **Uso de Productos Químicos**, **Ruido e Impacto Visual**, con un 84%. Esto refleja justamente los ámbitos de mayor influencia ambiental que posee la industria de aserrío.

❖ A su vez, las variables que menos apoyo obtuvieron, aparte de **Olor**, fueron precisamente las relacionadas con aspectos sociales, como lo son **Salario** y **Cantidad de Empleados** , con 58% y 68% respectivamente. Este menor apoyo se entiende por el hecho de que son variables que se alejan un poco de lo que la gente entiende por ambiente (agua, aire y suelo principalmente), pero que igual deben ser consideradas por ser la sociedad un componente más del ambiente y perfectamente válidas de ser analizadas.

❖ Se decidió incorporar 2 variables no consideradas en una primera etapa: **Gestión de Recursos Humanos y Vías de Acceso**. Ambas variables justifican

plenamente su inclusión por el hecho de que, la primera incluye aspectos que muchas veces no se toman en cuenta, como son las relaciones que se dan al interior de la industria, es decir “el ambiente” generado en el lugar de trabajo, y que, si bien está relacionado con aspectos motivacionales y con la productividad del aserradero, también tiene un componente ambiental por el hecho de que se comprueba el aprecio que tiene la empresa hacia sus trabajadores, como una variable social más.

Por su parte, la variable **Vías de Acceso** se incorpora por ser de especial influencia hacia el tráfico vehicular de la comunidad en donde está inmerso el aserradero. Ésto se debe a que se generan en las afueras de la industria, un movimiento considerable de camiones que entran con materias primas y salen con productos elaborados, lo que puede representar molestias a la comunidad o potenciales causas de accidentes.

A continuación se resumen las variables incorporadas definitivamente al modelo y la justificación para tal inclusión:

5.1.1. Ruido: Las industrias de aserrío (grandes y medianas), suelen estar ubicadas en zonas cercanas a los lugares de procedencia de la materia prima, o sea, alejados de centros poblados. Además, como estos tipos de industrias realizan sus actividades al interior de recintos cerrados, la molestia por el ruido hacia el exterior es manejable y de bajo impacto. Es por ésto que la incorporación de esta variable, está principalmente relacionada con los niveles de ruido a que están sometidos los trabajadores, las características de localización, infraestructura y nivel tecnológico empleado en las maquinarias.

Según un estudio realizado en 2000 por Conama (Guía para el Control y Prevención de la Contaminación industrial. Rubro Aserraderos y Procesos de

Madera), el ruido que normalmente existe al interior de los aserraderos, presenta valores que fluctúan entre los 87 y 100 dB, lo que se ve agravado aún más con otro estudio hecho por la Universidad Austral de Chile en 1996, (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), en que se revela que los operarios de las maquinarias reciben ondas sonoras permanentes, situadas entre los 96 a 99 dB. Analizando estos valores y comparándolos con la normativa vigente (Decreto N°78 del “Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Mínimas en los Lugares de Trabajo”) en que se señala que “ningún trabajador puede estar expuesto a un nivel de presión sonora mayor a 85 dB medidos a la altura del oído con el filtro de ponderación A en posición lenta para una jornada de 8 horas”, se puede analizar esta variable con el criterio de cuánto tiempo los trabajadores están sometidos a distintos niveles de presión sonora; o también por la antigüedad de la maquinaria utilizada, entendiendo que mientras más antigua es, más ruidos emite; o por la distancia existente con respecto a los centros poblados más cercanos.

5.1.2. Emisión de Riles: La Industria de Aserrío genera residuos líquidos principalmente en los procesos de regado por aspersion, en la etapa de almacenamiento de las trozas y en los baños antimancha. El primer caso contempla la generación de residuos prácticamente inofensivos ambientalmente porque solamente poseen impurezas de origen orgánico compuestas por restos de corteza, aserrín, polvo, etc., lo que no justificaría un análisis mayor. En cambio, el segundo caso, el baño antimancha, genera residuos peligrosos producidos principalmente por rebalse en el lugar donde se efectúa el baño o por goteo de la madera ya tratada, por lo que requiere de un tratamiento más complejo (plantas de tratamiento, piletas de recuperación, o almacenamiento y posterior depósito en lugares adecuados). Adicionalmente, existen riles provenientes de actividades como lavado y mantención de máquinas y vehículos participantes del proceso

productivo. Es así, que el análisis de esta variable se hará en base a criterios tales como si la empresa cumple o no con la reglamentación relacionada a descargas de residuos industriales líquidos en aguas superficiales, si descarga los efluentes directamente al alcantarillado, si neutraliza o no los riles antes de su vertido, o si controla regularmente sus efluentes.

5.1.3. Emisión de Residuos Sólidos: La inclusión de esta variable responde a la existencia de una amplia gama de desechos producto de situaciones tales como la naturaleza del proceso productivo, el nivel de tecnología incorporado, las restricciones ambientales, las posibilidades de reciclaje, etc., lo que hace que el manejo de los residuos sólidos no sea siempre el mismo. Así, estos residuos pueden clasificarse en base a la magnitud y características de su impacto ambiental en peligrosos (tóxicos, combustibles, explosivos o radiactivos) y no peligrosos. La contaminación más frecuente se debe a la toxicidad de ciertos desechos, lo cual sumado a las condiciones del medio en que está, puede llegar a contaminar aguas superficiales o napas subterráneas, ya sea por arrastre de partículas o percolación.

En el caso de la Industria de Aserrío, sus principales desechos, por ser de naturaleza orgánica (aserrín, virutas, corteza, lampazos, despuntes, polvo, etc.), no son peligrosos para la salud humana, y su impacto se refleja más que nada en su volumen. Además, si el aserrín (principal desecho) se elimina en cauces fluviales, afectará el DBO5 (índice de demanda biológica de oxígeno) de las aguas y puede influir negativamente en la vida de la correspondiente flora y fauna, aparte que al acumularse en las cercanías del aserradero, constituye una pérdida de área productiva y un foco de pestes y de incendios, especialmente en verano.

5.1.4. Impacto Visual: Esta variable está principalmente relacionada en cómo el aserradero se vincula con el entorno característico del lugar en donde está emplazado, es decir, con la imagen que entrega el aserradero a su alrededor y la percepción que tiene la comunidad del aserradero. Obviamente, si existe un aserradero en que se ven grandes cantidades de trozas esperando ser procesadas y se ve una gran cantidad de Residuos Industriales Sólidos (aserrín, lampazos, despuntes, viruta, corteza, etc.) o un gran movimiento de maquinaria pesada en su interior, el impacto visual y la percepción de la comunidad será negativa. En cambio, si existe un cierre perimetral o cierre natural que impida ver acumulación de materias primas, tráfico de maquinaria, acumulación de desechos, etc., el impacto será menor.

5.1.5. Quema de Residuos Sólidos: A pesar que la industria de aserrado no genera emisiones contaminantes a la atmósfera, en su proceso productivo propiamente tal, la incorporación de esta variable está relacionada con el tratamiento que el aserradero da a sus desechos. Si su destino es la incineración, éstos deben ser incinerados adecuadamente (en calderas u hornos de incineración con sus filtros correspondientes) para así generar emisiones que cumplan con las exigencias de la normas de emisiones a la atmósfera y que tienen relación con niveles de material articulado total, SO₂, As, CO, Hidrocarburos, Óxidos de nitrógeno, etc.

5.1.6. Manejo de Productos Químicos: En la industria de aserrío, el principal producto químico usado como producto antimancha, fue el Pentaclorofenol (PCP). Sin embargo por una resolución del SAG con fecha 03/08/99, se “suspende la importación, fabricación, venta, distribución y aplicación del Pentaclorofenol”. Esta resolución se fundamenta en la alta toxicidad que presenta el PCP, tanto para el personal que lo manipula, como para el ambiente,

ya que presenta una lenta degradación y una eventual generación de dioxinas. Las dioxinas constituyen un compuesto secundario, altamente tóxico y se les atribuye efectos tetratogénicos, carcinógenos, inmunológicos y otros trastornos sobre los seres humanos (CLASING, 1987; IGLESIAS *et al.* 1990). Por otra parte, la utilización de PCP restringe el acceso a mercados extranjeros. Así, se tiene que en países como Canadá, Portugal, España y EE.UU., su empleo presenta restricciones (no puede usarse en madera empleada para embalajes que estén en contacto con alimentos) y en otros en que sencillamente está totalmente prohibido, como es el caso de Alemania, Dinamarca, Holanda y Luxemburgo.

Ante estos antecedentes, la investigación orientada en la búsqueda de químicos alternativos al PCP ha sido esencial para buscar un sustituto que combine criterios tales como bajo costo, baja toxicidad al hombre y al ambiente, y alta especificidad en su ataque hacia los hongos cromógenos, causantes de la mancha azul. Así es como han surgido productos comerciales que, en las concentraciones entregadas, muestran una alta eficacia en el combate a la mancha azul de la madera, tales como ANTI-STAIN (1,5%); ANTIZU (1,0%); BASIMENT 540 (2,0 %); BIOCIDE-40 (2,0%); BUTROL 1109 (2,5%), entre otros.

Por lo antes mencionado, la clasificación de esta variable se realizó en base a que el óptimo es no realizar baño antimancha y procesar la madera inmediatamente para impedir su desarrollo. Ahora, si la industria realiza algún tratamiento antimancha, se analizarán en base a criterios tales como si se sigue utilizando el PCP, la manipulación que hacen los operarios del producto químico utilizado, la información que tienen los operarios del riesgo de manipular el producto utilizado, y el almacenamiento, aplicación y disposición de envases y madera tratada con productos químicos.

5.1.7. Cantidad de Empleados: El sector forestal, por incluir labores de muy distinta naturaleza, como son las de explotación forestal, industria y servicios, genera trabajo a un conglomerado muy heterogéneo, compuesto por profesionales, técnicos y obreros con diferentes grados de preparación y especialización. La relación mano de obra-capital de la producción industrial es muy variable. Por ejemplo, la industria de aserrío es intensiva en mano de obra, en tanto que la de celulosa es muy intensiva en capital. Es así, que la incorporación de esta variable obedece principalmente a evaluar el impacto socio-económico que produce el aserradero en relación a la generación de empleo, ya sea mediante empleo directo (encargado de planta, supervisores, operarios de máquinas, operarios de mantención, etc.) e indirecto (choferes de camiones abastecedores de materia prima, personal de aseo, casino, etc.). El análisis de esta variable se hace en base al criterio que, mientras mayor empleo ofrezca el aserradero, su impacto será más positivo, manejando cifras relacionadas directamente con las que trabajan aserraderos de tamaño medio a fin de no sub o sobre valorar su impacto. Sin embargo, este criterio debe complementarse con el hecho de que si existen muchos trabajadores, la productividad al interior del aserradero bajará considerablemente como producto del efecto de “los rendimientos decrecientes”, por lo que hay que acotar el límite máximo de trabajadores.

5.1.8. Seguridad: La incorporación de esta variable al modelo, se debe principalmente a las altas tasas de accidentabilidad promedio y de riesgo mensual que posee el rubro aserradero, en comparación con otras actividades productivas. Esta alta tasa de accidentabilidad se debe al hecho de que son muchas las situaciones que ponen en peligro la integridad del trabajador, en las diferentes etapas del proceso productivo (cancha de trozas, descortezado, aserrado, reaserrado, baño antimancha y almacenamiento). Ésto, porque estas etapas involucran de alguna u otra manera la movilización de trozas de gran tamaño,

operar continuamente con elementos de corte peligrosísimos para la integridad del trabajador (sierras huinchas o circulares principalmente), las cuales, además, deben periódicamente ser montadas y desmontadas para su mantención (afilado, racalcado, tensionado, etc.), manipular madera aserrada de distintos tamaños para su clasificación o posterior tratamiento, etc. Es así, que el análisis de esta variable se realiza en base a aspectos relacionados con las medidas de prevención y de seguridad que el aserradero implementa hacia sus trabajadores: información de los riesgos a que se enfrentan (acciones y condiciones seguras e inseguras), capacitación, existencia de comités paritarios, señalizaciones, lugares seguros de tránsito al interior del aserradero, entrega de implementos de seguridad como cascos, guantes, botas, protectores auditivos y oculares, etc.).

5.1.9 Salario: La Industria de Aserrío de tamaño medio, por no poseer tecnología de punta y una mayor automatización en sus procesos productivos, es intensiva en los requerimientos de mano de obra, siendo ésta principalmente no capacitada o semi-capacitada. Teniendo ésto presente, se desprende que los niveles de ingreso al interior del aserradero no pueden estar muy elevados en relación al salario mínimo. Así es como la inclusión de esta variable, se relaciona con la distribución que tiene el ingreso de los trabajadores al interior del aserradero, teniendo como punto de referencia el ingreso mínimo. El análisis se hizo usando el criterio de que el impacto socio-económico será más positivo si es que un mayor porcentaje de trabajadores ganan más que el mínimo y si tienen bonos de producción o incentivos cada cierto intervalo de tiempo. Además, si hay un alto porcentaje de trabajadores recibiendo el mínimo, habrá un descontento o un desgano que se traducirá en que los trabajadores no estarán muy motivados para realizar su trabajo, lo que incidirá en la producción del aserradero.

5.1.10. Gestión de Recursos Humanos: La inclusión de esta variable se debe a que existe al interior de los aserraderos, como en cualquier otro tipo de industria, un aspecto que tiene que ver con las relaciones humanas o interpersonales. Éstas resultan ser fundamentales a la hora de crear un agradable ambiente de trabajo, que permita una identificación mayor entre el trabajador y la empresa, lo que influirá en un desempeño óptimo de los trabajadores, menos estrés, mejores niveles de productividad, mejor disposición ante medidas o cambios tecnológicos, etc. Teniendo ésto presente, los criterios para analizar esta variable se basan en aspectos tales como si existen actividades extraprogramáticas de esparcimiento (deportes, recreación, convivencias), reconocimientos para el trabajador del mes, ascensos de puestos, incrementos en los sueldos por buen desempeño, cursos de capacitación u otros beneficios para los trabajadores que lo motiven a un mejor desempeño.

5.1.11. Vías de Acceso: Esta variable está relacionada con el impacto que ocasiona el ingreso y salida de camiones abastecedores de materias primas al aserradero, o de algún otro tipo de maquinaria pesada (grúas, tractores, cargadores, etc.) y que tenga una directa influencia al normal tráfico vehicular existente en las afueras del aserradero, lo que puede ocasionar algún tipo de accidente o molestia a los conductores que transitan normalmente por ahí.

5.2. Clasificación de las Variables: Teniendo definidas las variables a incorporar al modelo, se comenzó a trabajar en la siguiente etapa de la confección del Índice de Impacto Ambiental, la cual era realizar la segmentación de las variables. Esta segmentación comprendió la confección de un rango de 4 categorías que responden a cómo enfrenta el aserradero cada una de las variables evaluadas, de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO N°13: CATEGORÍAS DE CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO POR VARIABLE.

Magnitud del Impacto por variable	Categoría
Malo	1
Regular	2
Bueno	3
Excelente	4

Teniendo en cuenta lo anterior, cada variable, en base a los criterios antes descritos y que pudiesen ser respondidos fácilmente por los aserraderos encuestados, fue segmentada de acuerdo al siguiente esquema:

a) Ruido:

a.1. El lugar donde se realiza el proceso de aserrío es:

Descripción de la categoría	Categoría
Abierto.	1
Semicerrado.	2
Cerrado sin aislación.	3
Cerrado con aislación.	4

a.2. La maquinaria utilizada para el proceso de aserrío tiene de antigüedad:

Descripción de la categoría	Categoría
30 años o más.	1
Menos de 30 y más de 10 años.	2
Entre 10 y 5 años.	3
Menos de 5 años.	4

a.3. La ubicación del aserradero en relación a centros poblados es:

Descripción de la categoría	Categoría
50 m o menos.	1
Más de 50 y menos de 100 m.	2
Entre 100 y 500 m.	3
Más de 500 m.	4

b) Emisión de Riles:

b.1. Los Riles producidos en el proceso de aserrío son:

Descripción de la categoría	Categoría
Vertidos directamente al suelo, aguas superficiales o alcantarillado sin ningún tratamiento.	1
Acumulados en algún tipo de recipiente esperando su degradación.	2
Tratados, neutralizados y vertidos en el suelo, aguas superficiales o alcantarillado.	3
No se producen Riles o, si se producen, son recuperados y reintegrados a la zona de aplicación del producto químico.	4

c) Emisión de Residuos Sólidos:

c.1. La zona de acumulación de Residuos Sólidos es:

Descripción de la categoría	Categoría
El 40% de la superficie total del aserradero o más.	1
Menos del 40% y más del 30% de la superficie total del aserradero.	2
Entre el 30% y el 20% de la superficie total del aserradero.	3
Menos del 20% de la superficie total del aserradero.	4

c.2. El período de acumulación de los Residuos Sólidos en el aserradero es:

Descripción de la categoría	Categoría
1 año o más.	1
Menos de 1 año y más de 6 meses.	2
Entre 6 meses y 1 mes.	3
Menos de 1 mes.	4

c.3. El uso final que se le da a los Residuos Sólidos es:

Descripción de la categoría	Categoría
Ninguno, ya que son depositados en el suelo o vertidos en aguas superficiales.	1
Quemados en hornos de incineración o usados por terceros en fines que no contemplan reciclaje.	2
Fuente de energía para calderas o plantas termoeléctricas.	3
Reciclaje (fabricación de briquetas, compost, tableros de partículas, reaserrado, pulpaje, etc.)	4

d) Impacto Visual:

d.1. La visualización del aserradero desde el exterior (proceso productivo, depósito de materias primas, desechos), es obstaculizado por:

Descripción de la categoría	Categoría
Nada.	1
Cerco simple o algunos árboles aislados.	2
Muros o mallas especiales.	3
Entorno natural (árboles perimetrales, cercos vivos, áreas verdes, etc.)	4

e) Quema de Residuos Sólidos:

e.1. La quema de desechos sólidos se realiza en:

Descripción de la categoría	Categoría
En el mismo lugar donde son depositados.	1
En hornos o calderas que no poseen filtros en sus emisiones atmosféricas.	2
En hornos o calderas que sí poseen filtros en sus emisiones atmosféricas.	3
No existe quema de desechos.	4

f) Manejo de Productos Químicos:

f.1. Para evitar el desarrollo de la “mancha azul” en la madera, el aserradero utiliza PCP:

Descripción de la categoría	Categoría
Únicamente.	1
Mayoritariamente.	2
Minoritariamente.	3
Nunca. Se utilizan otros productos o no se realiza baño antimancha.	4

f.2. La bodega destinada para el almacenamiento de productos químicos es:

Descripción de la categoría	Categoría
Inexistente. El almacenamiento se realiza en cualquier parte del aserradero.	1
Precaria (poca luminosidad, mala ventilación, estrecha, sin aislación, ni protección del suelo).	2
Insuficiente. (cumple con todos los requerimientos de aislación, ventilación, protección del suelo, luminosidad, pero no de espacio).	3
Óptima. (cumple con todos los requerimientos de espacio, aislación, ventilación, protección del suelo, luminosidad).	4

f.3. La cantidad de trabajadores que manipulan productos químicos y que están conscientes de los riesgos a los cuales están sometidos es:

Descripción de la categoría	Categoría
Ninguno.	1
Menos de la mitad.	2
Más de la mitad.	3
Todos.	4

f.4. Los envases de productos químicos ya utilizados se:

Descripción de la categoría	Categoría
Depositados al aire libre, sin protección del suelo .	1
En un recinto techado, pero sin protección del suelo.	2
En un recinto techado, con el suelo encementado o asfaltado sin aislación.	3
En un recinto techado, con el suelo encementado o asfaltado con aislación.	4

f.5. La zona en donde se aplica el producto químico para evitar la mancha azul, se realiza sobre un suelo:

Descripción de la categoría	Categoría
Que no tiene ningún tipo de impermeabilización.	1
Sobre aserrín y/o viruta (u otro material absorbente).	2
Con cemento o asfalto sin aislación.	3
Con cemento o asfalto con aislación.	4

f.6. La zona en donde se traslada la madera recién tratada para evitar la mancha azul, se realiza sobre un suelo:

Descripción de la categoría	Categoría
Que no tiene ningún tipo de impermeabilización.	1
Sobre aserrín y/o viruta (u otro material absorbente).	2
Con cemento o asfalto sin aislación.	3
Con cemento o asfalto con aislación.	4

f.7. La zona en donde se deposita la madera recién tratada para evitar la mancha azul, se realiza sobre un suelo:

Descripción de la categoría	Categoría
Que no tiene ningún tipo de impermeabilización.	1
Sobre aserrín y/o viruta (u otro material absorbente).	2
Con cemento o asfalto sin aislación.	3
Con cemento o asfalto con aislación.	4

g) Cantidad de Empleados:

g.1. El aserradero genera empleo directo e indirecto a:

Descripción de la categoría	Categoría
10 personas o menos.	1
Más de 10 y menos de 20 personas.	2
Entre 20 y 30 personas.	3
Más de 30 y menos de 90.	4

h) Seguridad:

h.1. La cantidad de trabajadores que utilizan los elementos de seguridad (guantes, protectores auditivos y oculares, cascos, botas, trajes, etc.) es:

Descripción de la categoría	Categoría
Ninguno.	1
Menos de la mitad.	2
Más de la mitad.	3
Todos.	4

h.2. La cantidad de trabajadores que poseen seguro contra Accidentes y Enfermedades Profesionales es:

Descripción de la categoría	Categoría
Ninguno.	1
Menos de la mitad.	2
Más de la mitad.	3
Todos.	4

h.3. En el aserradero, la información relacionada con seguridad laboral (afiches, adhesivos, riesgo de las acciones inseguras, etc.) es:

Descripción de la categoría	Categoría
Inexistente.	1
Escasa. (Sólo algunos lugares presentan algún afiche y no son muy ilustrativos).	2
Insuficiente. (Clara, pero poca ya que no está presente en cada estación de trabajo).	3
Suficiente. (Perfectamente visible y clara en cada estación de trabajo).	4

i) Salario:

i.1. La cantidad de trabajadores que reciben el sueldo mínimo es:

Descripción de la categoría	Categoría
El 80% o más.	1
Menos del 80 % y más de 50%.	2
Entre el 50% y el 30%.	3
Menos del 30 %.	4

i.2. Los incentivos económicos que el aserradero otorga a sus trabajadores se realizan:

Descripción de la categoría	Categoría
Nunca.	1
1 vez al año.	2
2 veces al año.	3
Al menos 3 veces al año.	4

j) Gestión de Recursos Humanos:

j.1. Las actividades extraprogramáticas (encuentros deportivos, asados, convivencias, paseos) organizadas por el aserradero, se caracterizan por:

Descripción de la categoría	Categoría
No realizarse nunca.	1
Participar menos de la mitad de los trabajadores.	2
Participar la mayoría de los trabajadores.	3
Participar la totalidad de los trabajadores.	4

j.2. Los estímulos por desempeño (premios al trabajador del mes, incremento en los sueldos, ascensos, etc.) que el aserradero otorga a sus trabajadores son:

Descripción de la categoría	Categoría
Inexistentes.	1
Anuales.	2
Semestrales.	3
Mensuales.	4

k) Vías de Acceso:

El tráfico vehicular en las afueras del aserradero es obstruido:

Descripción de la categoría	Categoría
15 o más veces al día.	1
Menos de 15 y más de 6 veces al día.	2
Entre 1 y 6 veces al día.	3
Nunca.	4

5.3. Asignación de Pesos: La asignación de pesos a cada variable, se hizo en base a su relevancia en el impacto ambiental. Para ésto, se realizó otra encuesta (**Anexo N°3**), con el fin de que los expertos calificaran con nota de 1 a 7 (sin decimales), las variables antes mencionadas. Así es como, a cada encuestado, se le solicitó calificar con nota 7 a la(s) variable(s) que, a su juicio, impactaría(n) con mayor relevancia al medio ambiente, con nota 6 a la(s) variable(s) que tuvieran una menor influencia y así sucesivamente, hasta calificar con nota 1 a la(s) variable(s) que no tuviera(n) relevancia alguna. Para realizar su calificación, cada encuestado debía considerar lo siguiente:

- a) Dos o más variables podían tener la misma nota.
- b) Cada variable debía ser calificada en forma independiente al resto.
- c) No necesariamente debían estar las 7 calificaciones.

Las respuestas a la encuesta antes descrita, se resumen en el **Cuadro N°14:**

CUADRO N°14: RESPUESTAS DEL PANEL DE EXPERTOS A ENCUESTA.

VARIABLE	EXPERTO																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ruido	6	5	5	6	7	5	7	7	6	5	5	6	7	7	7	7	7	4	5
Emis. Riles	4	6	4	4	7	5	6	7	2	1	2	7	7	6	7	7	1	6	6
Emis. R. Sól.	7	7	3	7	7	7	5	6	7	4	6	7	5	7	6	6	4	6	6
Impacto Vis.	5	6	1	6	4	6	5	5	5	5	5	5	7	6	5	6	1	5	6
Que. Des.Sól.	6	7	6	7	7	6	7	5	7	7	7	7	7	6	7	7	1	3	7
Man. P. Quím.	4	5	7	4	6	6	7	5	4	2	3	6	7	6	6	6	1	7	6
Cant. Emplea.	4	4	2	3	2	2	3	3	1	3	2	5	4	5	7	7	3	6	6
Seguridad	4	4	2	5	5	1	6	5	1	2	3	4	7	7	7	7	5	7	5
Salario	1	4	2	6	2	2	2	4	1	2	2	4	6	5	7	7	1	7	5
Gest. RR.HH.	1	4	1	6	1	2	6	3	1	1	4	6	7	5	7	6	1	6	5
Vías de Acc.	5	6	1	5	5	3	7	3	6	4	2	5	7	6	6	6	5	7	5
Emis. Riles: Emisión de Riles									Emis. R. Sól.: Emisión de Residuos Sólidos										
Impacto Vis.: Impacto Visual									Que. Des.Sól.: Quema de Desechos Sólidos										
Man. P. Quím.: Manejo de Productos Químicos									Cant. Emplea.: Cantidad de Empleados										
Gest. RR.HH.: Gestión de Recursos Humanos.									Vías de Acc.: Vías de Acceso										

De la anterior tabla, se observan claramente las diferencias en las respuestas entregadas por el panel de expertos, lo que puede explicarse porque algunos entrevistados, como lo eran los relacionados con las empresas, entendían la encuesta como una consulta a sus particulares procesos productivos. Como no era esa la idea, sino saber su opinión de la Industria de Aserrío en general, se recurrió al Método Delphi, el cual sugiere realizar una retroalimentación, es decir, una nueva encuesta destinada a la reconsideración de las respuestas emitidas por los encuestados, en caso de que éstas difieran mucho entre sí, que es lo que justamente estaba pasando. Para ello, a cada miembro del panel se le encuestó nuevamente mediante una tercera encuesta (**Anexo N°4**), a objeto de que cada experto comparara su respuesta individual, con la respuesta promedio del panel y efectuara así la calificación definitiva. Ante esto, el experto tenía dos alternativas: modificar su anterior calificación o simplemente mantenerla. Esta nueva encuesta entregó los siguientes resultados:

CUADRO N°15: RESPUESTAS DEL PANEL DE EXPERTOS A ENCUESTA.

VARIABLE	EXPERTO																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ruido	6	6	5	6	6	6	6	7	6	5	5	6	7	7	7	7	7	5	5
Emis. Riles	4	5	4	5	6	5	6	6	2	1	2	7	7	6	7	6	6	6	6
Emis. R. Sól.	7	7	4	7	6	7	6	6	7	4	6	7	5	7	7	6	4	6	6
Impacto Vis.	5	6	3	6	5	6	5	5	5	5	5	5	7	6	5	5	5	5	6
Que. Des.Sól.	6	7	6	7	6	6	7	6	7	7	7	7	7	6	7	7	7	6	7
Man. P. Quím.	4	6	6	5	6	6	6	5	4	2	3	6	7	6	7	6	6	7	6
Cant. Emplea.	4	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	4	4	5	5	6	5	6	5
Seguridad	4	3	3	5	5	3	6	5	2	2	4	5	7	7	7	7	5	7	5
Salario	2	3	2	5	3	3	2	4	2	2	3	4	6	5	6	7	6	7	5
Gest. RR.HH.	2	3	2	5	3	3	5	3	2	1	4	5	7	5	6	6	5	6	5
Vías de Acc.	5	6	2	5	5	4	6	4	6	4	3	5	7	6	7	5	5	7	5
Emis. Riles: Emisión de Riles									Emis. R. Sól.: Emisión de Residuos Sólidos										
Impacto Vis.: Impacto Visual									Que. Des.Sól.: Quema de Desechos Sólidos										
Man. P. Quím.: Manejo de Productos Químicos									Cant. Emplea.: Cantidad de Empleados										
Gest. RR.HH.: Gestión de Recursos Humanos.									Vías de Acc.: Vías de Acceso										

Obtenidas las respuestas definitivas, se procedió a confeccionar la Matriz de Frecuencias de cada variable, por experto analizado (**Cuadro N°16**). Para esto,

cada nota fue comparada con el resto de las notas del experto, utilizando el criterio de cuántas veces era mayor que las otras.

CUADRO N°16: MATRIZ DE FRECUENCIAS EN QUE CADA EXPERTO CONSIDERA A CADA VARIABLE COMO MEJOR QUE OTRAS:

VARIABLE	EXPERTO																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ruido	8	5	8	7	6	6	4	10	7	8	7	6	3	8	4	7	9	0	0
Emis. Riles	2	4	6	1	6	5	4	7	0	0	0	8	3	3	4	2	6	2	6
Emis. R. Sól.	10	9	6	9	6	10	4	7	9	6	9	8	1	8	4	2	0	2	6
Impacto Vis.	6	5	4	7	3	6	2	4	6	8	7	2	3	3	0	0	1	0	6
Que. Des.Sól.	8	9	9	9	6	6	10	7	9	10	10	8	3	3	4	7	9	2	10
Man. P. Quím.	2	5	9	1	6	6	4	4	5	2	2	6	3	3	4	2	6	7	6
Cant. Emplea.	2	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	2	1	2	0
Seguridad	2	0	4	1	3	0	4	4	0	2	5	2	3	8	4	7	1	7	0
Salario	0	0	0	1	0	0	0	2	0	2	2	0	2	0	2	7	6	7	0
Gest. RR.HH.	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	5	2	3	0	2	2	1	2	0
Vías de Acc.	6	5	0	1	3	4	4	2	7	6	2	2	3	3	4	0	1	7	0
Emis. Riles: Emisión de Riles									Emis. R. Sól.: Emisión de Residuos Sólidos										
Impacto Vis.: Impacto Visual									Que. Des.Sól.: Quema de Desechos Sólidos										
Man. P. Quím.: Manejo de Productos Químicos									Cant. Emplea.: Cantidad de Empleados										
Gest. RR.HH.: Gestión de Recursos Humanos.									Vías de Acc.: Vías de Acceso										

A continuación, cada valor del **Cuadro N°16**, se dividió por el número de juicios efectuados, obteniéndose así, la Matriz de los Pesos Individuales, para cada una de las 11 variables incorporadas en el presente modelo de evaluación ambiental. (**Cuadro N°17**).

$$(N^{\circ} \text{ de Juicios Efectuados} = N^{\circ} \text{ Expertos} * N^{\circ} \text{ Variables} = 19 * 11 = 209)$$

CUADRO N°17: MATRIZ DE LOS PESOS INDIVIDUALES.

VARIABLE	EXPERTO																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ruido	8 209	5 209	8 209	7 209	6 209	6 209	4 209	10 209	7 209	8 209	7 209	6 209	3 209	8 209	4 209	7 209	9 209	0 209	0 209
Emis. Riles	2 209	4 209	6 209	1 209	6 209	5 209	4 209	7 209	0 209	0 209	0 209	8 209	3 209	3 209	4 209	2 209	6 209	2 209	6 209
Emis. R. Sól.	10 209	9 209	6 209	9 209	6 209	10 209	4 209	7 209	9 209	6 209	9 209	8 209	1 209	8 209	4 209	2 209	0 209	2 209	6 209
Impacto Vis.	6 209	5 209	4 209	7 209	3 209	6 209	2 209	4 209	6 209	8 209	7 209	2 209	3 209	3 209	0 209	0 209	1 209	0 209	6 209
Que. Des.Sól.	8 209	9 209	9 209	9 209	6 209	6 209	10 209	7 209	9 209	10 209	10 209	8 209	3 209	3 209	4 209	7 209	9 209	2 209	10 209
Man. P. Quím.	2 209	5 209	9 209	1 209	6 209	6 209	4 209	4 209	5 209	2 209	2 209	6 209	3 209	3 209	4 209	2 209	6 209	7 209	6 209
Cant. Emplea.	2 209	0 209	0 209	0 209	0 209	0 209	1 209	0 209	0 209	5 209	0 209	0 209	0 209	0 209	0 209	2 209	1 209	2 209	0 209
Seguridad	2 209	0 209	4 209	1 209	3 209	0 209	4 209	4 209	0 209	2 209	5 209	2 209	3 209	8 209	4 209	7 209	1 209	7 209	0 209
Salario	0 209	0 209	0 209	1 209	0 209	0 209	0 209	2 209	0 209	2 209	2 209	0 209	2 209	0 209	2 209	7 209	6 209	7 209	0 209
Gest. RR.HH.	0 209	0 209	0 209	1 209	0 209	0 209	2 209	0 209	0 209	0 209	5 209	2 209	3 209	0 209	2 209	2 209	1 209	2 209	0 209
Vías de Acc.	6 209	5 209	0 209	1 209	3 209	4 209	4 209	2 209	7 209	6 209	2 209	2 209	3 209	3 209	4 209	0 209	1 209	7 209	0 209

Emis. Riles: Emisión de Riles
 Impacto Vis.: Impacto Visual
 Man. P. Quím.: Manejo de Productos Químicos
 Gest. RR.HH.: Gestión de Recursos Humanos.

Emis. R. Sól.: Emisión de Residuos Sólidos
 Que. Des.Sól.: Quema de Desechos Sólidos
 Cant. Emplea.: Cantidad de Empleados
 Vías de Acc.: Vías de Acceso

Posteriormente, se sumaron los pesos individuales de cada variable.

CUADRO N°18: SUMA DE LOS PESOS INDIVIDUALES POR VARIABLE Y EN GENERAL.

VARIABLE		Σ PESOS INDIVIDUALES
1	Ruido	0,538
2	Emisión de Riles	0,331
3	Emisión de Residuos Sólidos	0,556
4	Impacto Visual	0,349
5	Quema Desechos Sólidos	0,664
6	Manejo Productos Químicos	0,339
7	Cantidad Empleados	0,064
8	Seguridad	0,272
9	Salario	0,150
10	Gestión de Recursos Humanos	0,098
11	Vías de Acceso	0,287
ΣTOTAL DE PESOS INDIVIDUALES		3,708

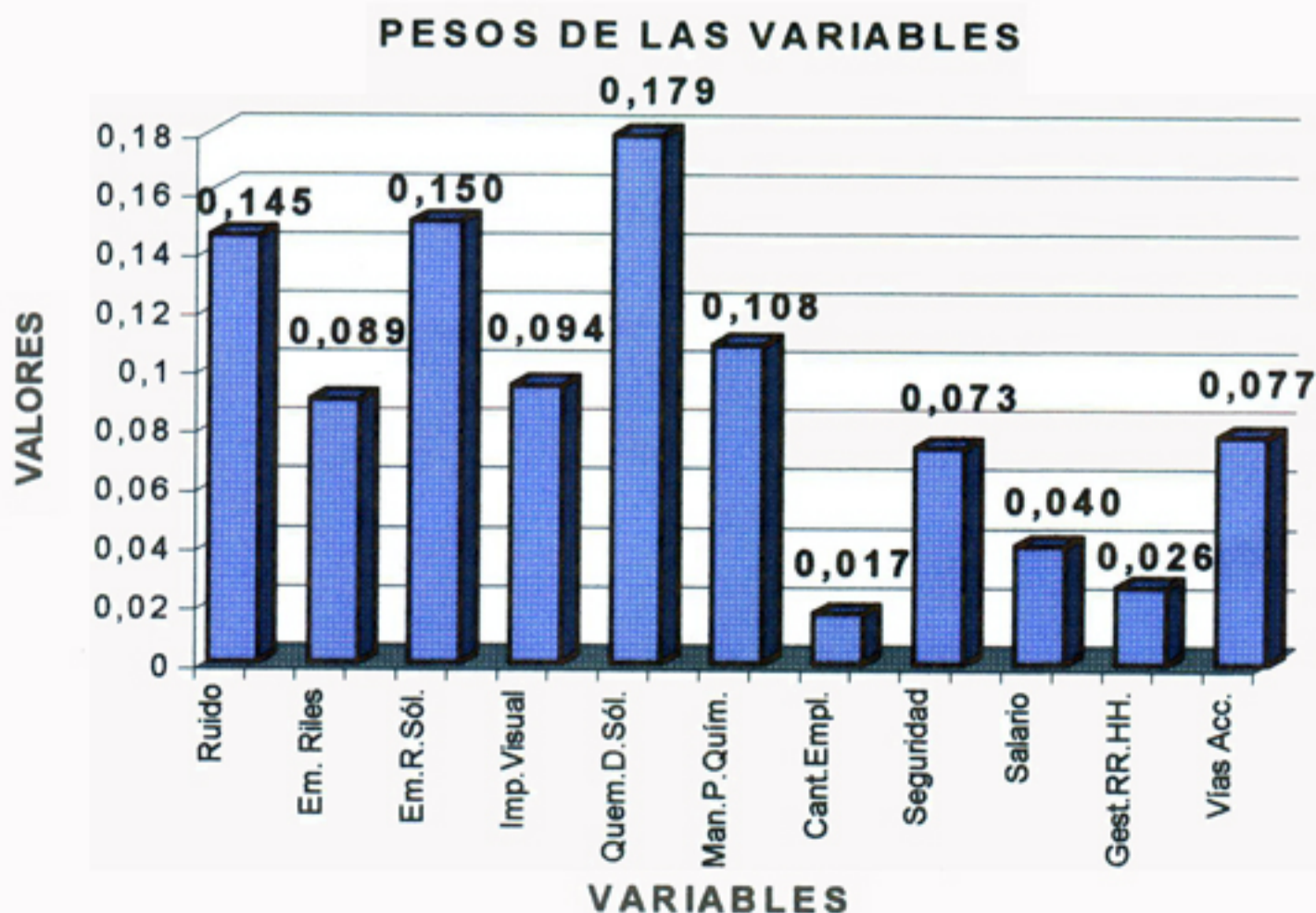
Por último, para obtener el peso definitivo de cada variable se procedió a dividir cada peso individual por la suma del total de los pesos individuales:

CUADRO N°19: PESOS DEFINITIVOS POR VARIABLE.

PESO POR VARIABLE	OPERACIÓN	VALOR
W 1	(0,538/3,708)	0,145
W 2	(0,331/3,708)	0,089
W 3	(0,556/3,708)	0,150
W 4	(0,349/3,708)	0,094
W 5	(0,664/3,708)	0,179
W 6	(0,399/3,708)	0,108
W 7	(0,064/3,708)	0,017
W 8	(0,272/3,708)	0,073
W 9	(0,150/3,708)	0,040
W 10	(0,098/3,708)	0,026
W 11	(0,287/3,708)	0,077
Σ TOTAL DE PESOS		0,998 ≈ 1

Gráficamente, los pesos de las variables fueron los siguientes:

GRÁFICO N°2: REPRESENTACIÓN DE LOS PESOS DEFINITIVOS.



Mediante este gráfico, se puede analizar que el mayor peso o influencia ambiental, lo posee la variable **Quema de Desechos Sólidos (0,179)**, seguidos por la **Emisión de Residuos Sólidos (0,150)**, y por la variable **Ruido (0,145)**. Esto se traduce en que cualquier industria de aserrío, que se someta este modelo y que presente falencias o deficiencias precisamente en estas variables, tendrá una evaluación deficitaria y no obtendrá una buena clasificación. Por su parte, las variables con menor influencia ambiental fueron la **Cantidad de Empleados (0,017)**, la **Gestión de Recursos Humanos (0,026)** y al **Salario (0,040)**, que estaba dentro de lo esperado, por ser estas variables las que corresponden a un ámbito social.

5.4. Construcción del Índice de Impacto Ambiental. Teniendo los pesos definitivos de las variables incorporadas al modelo, el **Índice de Impacto Ambiental (IIA)** queda prácticamente listo, faltando solamente los valores que asumen las variables, de acuerdo a la clasificación propuesta en el capítulo 5.2. Estos últimos valores, que se obtienen de la evaluación efectuada a cada industria de aserrío en particular, mediante la encuesta respectiva, van representados por 1, 2, 3 o 4 y ello se define para cada una de las 11 variables que componen el índice.

$$\text{IIA} = V1*0,145 + V2*0,089 + V3*0,150 + V4*0,094 + V5*0,179 + V6*0,108 + \\ + V7*0,017 + V8*0,073 + V9*0,040 + V10*0,026 + V11*0,077$$

5.5. Aplicación del Índice de Impacto Ambiental. Para aplicar el Índice de Impacto Ambiental fue necesario, en una primera parte, seleccionar las industrias de aserrío que se someterán a la presente evaluación ambiental. De esta selección se escogieron las siguientes industrias:

- Maderas Venturelli
- Maderas Bravo
- Comercial Roberto Becerra
- Forestal Santa Blanca
- Maderas Flores
- Maderas Prosperidad

Posteriormente, se deben obtener los valores de clasificación para las variables incorporadas, correspondientes a las industrias sometidas al presente modelo propuesto. Para ésto, se envió una nueva encuesta (**Anexo N°2**). Para obtener las clasificaciones por variable, en aquellas que se descomponen en más de un criterio, por ejemplo el Ruido, la Emisión de Residuos Sólidos, el Manejo de Productos Químicos, la Seguridad, etc., se promediaron las respuestas para esos criterios y se aproximaron al entero más próximo (Ejemplo: 2,66 se aproxima a 3; 2,33 se aproxima a 2). Así, las clasificaciones de las variables por industria fueron las que se muestran a continuación:

CUADRO N°20: CLASIFICACIÓN DE VARIABLES POR INDUSTRIA DE ASERRÍO EVALUADAS.

VARIABLES EVALUADAS	INDUSTRIA DE ASERRÍO EVALUADA					
	Maderas Venturelli	Maderas Bravo	Comercial R. Becerra	Forestal S. Blanca	Maderas Flores	Maderas Prosperidad
Ruido	3	3	4	3	3	3
Emisión de Riles	2	2	4	1	4	4
Emisión R. Sól.	3	4	4	3	3	4
Impacto Visual	3	2	3	4	3	4
Quema Des. Sól.	3	2	4	2	4	3
Man. P. Quím.	3	3	4	3	4	4
Cant. Empl.	4	2	4	4	4	3
Seguridad	3	4	4	4	3	4
Salario	4	4	4	N.R.	3	4
Gest. RR.HH.	1	4	2	2	2	2
Vías Acceso	4	4	4	4	4	4

N.R.: No respondió.

Posteriormente, se confeccionó un rango de categorías de acuerdo a la magnitud del impacto ambiental. Para realizar éste, se rediseñó el rango utilizado anteriormente para clasificar las variables (Cuadro N°13), de tal manera que la amplitud de cada categoría fuera similar. Además, se incorporó una nueva categoría, la cual surge de la subdivisión de la variable Excelente en Muy Bueno y Excelente. Este cambio se hizo para entregar la cualidad de Excelente, sólo a aquella(s) industria(s) que obtuviese(n) valores en su IIA muy cercano al máximo. Lo anterior se resume en el siguiente cuadro:

CUADRO N°21: CATEGORÍAS DE CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

Magnitud del Impacto	Amplitud de la Categoría
Malo	1 - 1,7
Regular	1,71 - 2,41
Bueno	2,42 - 3,12
Muy Bueno	3,13 - 3,83
Excelente	3,84 - 4

Al someter las industrias al presente modelo de Evaluación del Impacto Ambiental, se obtienen los siguientes resultados:

- Maderas Venturelli:

$$\text{IIA} = 3*0,145 + 2*0,089 + 3*0,150 + 3*0,094 + 3*0,179 + 3*0,108 + 4*0,017 + 3*0,073 + 4*0,040 + 1*0,026 + 4*0,077$$

$$\text{IIA} = 2,963 \text{ (Bueno)}$$

- Maderas Bravo:

$$\text{IIA} = 3*0,145 + 2*0,089 + 4*0,150 + 2*0,094 + 2*0,179 + 3*0,108 + 2*0,017 + 4*0,073 + 4*0,040 + 4*0,026 + 4*0,077$$

$$\text{IIA} = 2,957 \text{ (Bueno)}$$

- Comercial Roberto Becerra

$$\text{IIA} = 4*0,145 + 4*0,089 + 4*0,150 + 3*0,094 + 4*0,179 + 4*0,108 + \\ + 4*0,017 + 4*0,073 + 4*0,040 + 2*0,026 + 4*0,077$$

$$\text{IIA} = 3,846 \text{ (Excelente)}$$

- Forestal Santa Blanca

$$\text{IIA} = 3*0,145 + 1*0,089 + 3*0,150 + 4*0,094 + 2*0,179 + 3*0,108 + \\ + 4*0,017 + 4*0,073 + 2*0,026 + 4*0,077$$

$$\text{IIA} = 2,752 \text{ (Bueno)}$$

- Maderas Flores:

$$\text{IIA} = 3*0,145 + 4*0,089 + 3*0,150 + 3*0,094 + 4*0,179 + 4*0,108 + \\ + 4*0,017 + 3*0,073 + 3*0,040 + 2*0,026 + 4*0,077$$

$$\text{IIA} = 3,438 \text{ (Muy Bueno)}$$

- Maderas Prosperidad:

$$\text{IIA} = 3*0,145 + 4*0,089 + 4*0,150 + 4*0,094 + 3*0,179 + 4*0,108 + \\ + 3*0,017 + 4*0,073 + 4*0,040 + 2*0,026 + 4*0,077$$

$$\text{IIA} = 3,599 \text{ (Muy Bueno)}$$

5.6. Análisis del Modelo:

5.6.1. Análisis Global del Modelo:

El modelo resultante, parece tener buena lógica y ser autosuficiente, aunque al mismo se pueden agregar otros aspectos que pueden ser incorporados a la evaluación, como capacitación profesional de los empleados, destino de

aguas servidas y desechos domésticos (cocinas y baños), destino de elementos de mantención de las maquinarias (envases de lubricantes, elementos de corte que cumplen su vida útil), etc. Por otra parte, el modelo adquiere características de universalidad, es decir, puede ser implementado en cualquier tipo de industria, perteneciente a cualquier sector productivo, teniendo la precaución de saber identificar correctamente las variables a evaluar y ponderarlas correctamente en base a su relevancia ambiental.

A grandes rasgos, se puede señalar que en las empresas no hubo demasiada resistencia a la aplicación del modelo, lo que habla bien de ellas, ya que es conocido que el tema medioambiental no es bien mirado por el sector industrial, provocando en general, rechazo y poca disposición a ser abordado. No obstante lo anterior, hubo demora en la obtención de las respuestas, no sólo en la etapa de implementación del modelo, sino que también en las anteriores, lo que influyó notablemente en el tiempo invertido en la confección de éste, por lo que se debe mejorar la rapidez en la obtención de la información necesaria para la elaboración de las distintas etapas que contempla la confección del presente Modelo de Evaluación Ambiental.

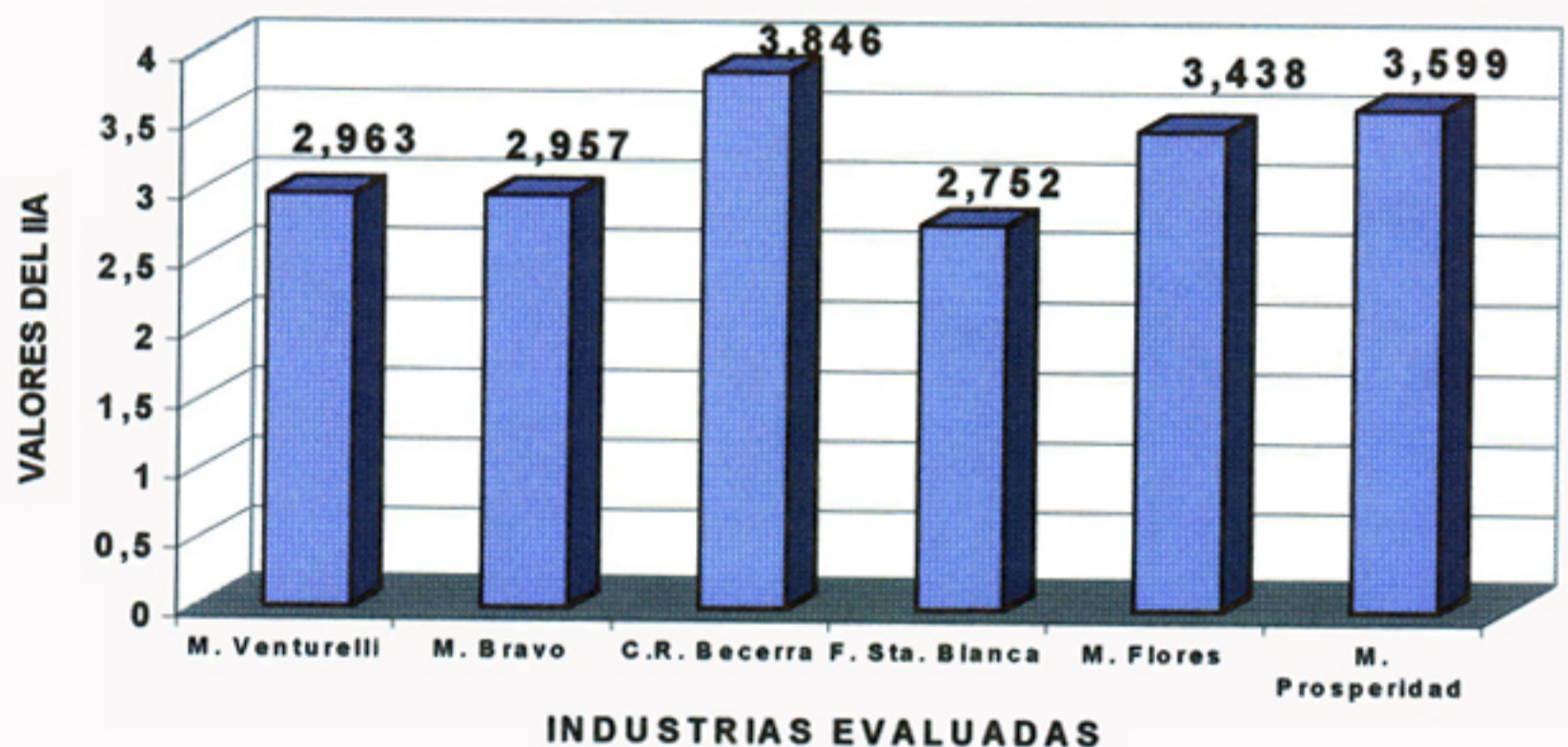
Durante la confección del modelo, particularmente en la etapa de clasificación de las variables, se decidió que en las variables con más de un criterio de clasificación (Ruido, Emisión de Residuos Sólidos, Manejo de Productos Químicos, Seguridad, Salario y Gestión de Recursos Humanos), simplemente se promediaran las respuestas, asumiendo que cada criterio de clasificación posee la misma relevancia que el resto. Esto se hizo así, ya que de lo contrario, habría que haber asignado nuevamente pesos al interior de cada variable, lo que hubiese complicado más la confección del índice y, por otra parte, no habría afectado mayormente, debido a que no existe ninguna variable con peso muy elevado, lo que queda de manifiesto por el hecho de que la variable con mayor relevancia,

Quema de Residuos Sólidos presentó un peso del 17,9% y tuvo un solo criterio de clasificación.

5.6.2. *Análisis General de las Industrias Evaluadas.*

Para analizar de una forma más visual los IIA de las industrias sometidas al presente modelo propuesto, es necesario observar el gráfico N°3:

GRÁFICO N°3: ÍNDICES DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS INDUSTRIAS EVALUADAS.



La aplicación del modelo, se hizo en empresas que son representativas del sector medio de la Industria de Aserrío regional, cuyas producciones anuales variaban entre los 5.000 y 28.000 m³/año aproximadamente.

De la aplicación del presente modelo efectuada en las 6 industrias, se desprende que medioambientalmente se está bien, lo que se refleja principalmente en aspectos tales como que en ninguna empresa se baña con PCP

(Pentaclororofenol), mayoritariamente se trabaja con maquinaria moderna (menos de 10 años), la acumulación de residuos sólidos es temporal (menor a 1 mes), la quema de residuos es generalmente en calderas que sí poseen filtros en sus emisiones, los trabajadores utilizan sus elementos de seguridad correctamente, los salarios de los trabajadores alcanzan valores que sobrepasan el mínimo legal, las vías de acceso no son nunca obstruidas, etc. Además, en sólo 2 industrias existe 1 variable con nota mínima, las cuales fueron Maderas Venturelli con Gestión de Recursos Humanos y Forestal Santa Blanca, con Emisión de Riles. Es esta última la que presenta el peor IIA, por lo que debería realizar algún tratamiento a sus Riles y no eliminarlos sin tratamiento alguno.

Dentro de los aspectos deficitarios, y que por ende son susceptibles de mejorar, están claramente las variables Emisión de Riles y Gestión de Recursos Humanos. En la primera se recomienda el tratamiento de Riles, ya sea mediante una planta de tratamiento, disminuir su emanación o vertirlos con algún tipo de neutralización. Por su parte, los Recursos Humanos pueden ser mejorados mediante el diseño de estímulos a los trabajadores, para que éstos se identifiquen más con la industria y mejoren su productividad y “ambiente de trabajo”. Otro aspecto a mejorar es el destino que tienen los residuos sólidos. Éstos, por el hecho de ser quemados, contaminan, por lo que lo ideal sería que su destino final fuese alguno que contemplase algún proceso de reciclaje (fabricación de briquetas, compost, pulpaje, tableros aglomerados, etc.).

De la comparación de los IIA evaluados, Comercial Roberto Becerra sobresale con un 3,846, que si bien no es el máximo, está catalogado igualmente como Excelente. Por su parte, la industria que presenta un peor IIA es Forestal Santa Blanca, con un 2,752, que igual le alcanza para ser catalogado como Bueno.

Las variables peor evaluadas (nota 1 o 2), fueron: Emisión de Riles (3 industrias) y Gestión de Recursos Humanos (5 industrias). Por tener la última un bajo peso (0,026), no es tan influyente, a diferencia de la variable Emisión de Riles, que por tener un peso mayor (0,089) es más relevante, es decir, una mejoría en ésta incidirá mucho más en el IIA que en la Gestión de Recursos Humanos.

Por último, las variables mejor evaluadas (con nota 3 y 4), obtenidas en todas las industrias evaluadas fueron, el Ruido, la Emisión de Residuos Sólidos, el Manejo de Productos Químicos, la Seguridad y las Vías de Acceso. Es precisamente esta última, la única que presenta nota máxima en todas las industrias evaluadas.

5.6.3. Análisis Particular de las Industrias Evaluadas.

- **Maderas Venturelli:**

Posee un IIA con un valor de 2,963, es decir, es Bueno. Las variables mejor evaluadas fueron la Cantidad de Empleados, el Salario y las Vías de Acceso, todas calificadas con nota 4. En contrapartida, las variables peor evaluadas fueron Gestión de Recursos Humanos y Emisión de Riles, con notas 1 y 2 respectivamente. Estas notas deficientes se deben a que, en el tema de la Gestión de Recursos Humanos, no se realizan actividades extraprogramáticas y los estímulos por desempeño a sus trabajadores son inexistentes. A su vez, la variable Emisión de Riles presenta una nota deficiente por el hecho de acumularlos esperando su degradación. Sin embargo, al tener estas variables un peso no muy alto, no inciden tan fuertemente en el impacto ambiental global, pero que sin duda se deben tener presentes para mejorar la evaluación del impacto ambiental.

- **Maderas Bravo:**

Posee un IIA con un valor de 2,957, luego cae en la categoría, Bueno. Las variables que presentan un comportamiento deficiente son: la Emisión de Riles, el Impacto Visual, la Quema de Residuos Sólidos y la Cantidad de Empleados, todas ellas evaluadas con nota 2, es decir, regular. Es en estos temas donde esta industria debiera mejorar su proceso productivo, específicamente en lo concerniente al tratamiento que hace de sus riles, ya que éstos son acumulados esperando su degradación; el tema del Impacto Visual posee una malla o cerco simple, lo que no impide visualizar el interior de la industria; la Quema de Residuos Sólidos se realiza en calderas que no poseen filtros en sus emisiones atmosféricas y por último, la Cantidad de Empleados es muy baja, ya que da trabajo a no más de 20 personas. Por su parte, las variables que presentan una excelente calificación, fueron Emisión de Residuos Sólidos, Seguridad, Salario, Gestión de RR.HH. y Vías de Acceso, todas ellas evaluadas con nota 4.

- **Comercial Roberto Becerra**

Posee un excelente IIA con nota 3,846, es decir, Excelente, siendo la única industria evaluada que alcanza esta categoría. Esta calificación se debe fundamentalmente al hecho de que no posee baño antimancha, ya que la madera sigue un procesamiento continuo post-aserrado, que no permite el desarrollo de la mancha azul. Además, la mayoría de las variables presentan calificaciones con valor 4, salvo Impacto Visual y Gestión de RR.HH., con un 3 y un 2 respectivamente. Ésto se debe fundamentalmente a que la industria presenta muros de concreto a su alrededor, siendo lo ideal un cierre natural (cercos vivos y áreas verdes); por su parte, la Gestión de Recursos Humanos, presenta deficiencias ya que en las actividades extraprogramáticas

organizadas por la industria, participa menos de la mitad de los trabajadores. Además, los estímulos por desempeño a sus trabajadores son anuales, por ende se recomienda mejorar estos aspectos.

- **Forestal Santa Blanca:**

Posee un IIA de 2,752, o sea, es Bueno. La variable peor evaluada fue Emisión de Riles con un 1, ya que está vertiendo los riles sin ningún tratamiento. Le siguen a la anterior las variables Quema de Residuos Sólidos y Gestión de Recursos Humanos, ambas con nota 2. Esta nota se debe a que en el tema de la Quema de Residuos Sólidos no se utilizan filtros que disminuyan sus emisiones atmosféricas; en la Gestión de Recursos Humanos, su falencia está en que no existen estímulos por desempeño a sus trabajadores. En contrapartida, las variables mejor evaluadas fueron Impacto Visual, Cantidad de Empleados, Seguridad y Vías de Acceso, todas con nota 4. Es necesario señalar que a esta industria no se le pudo evaluar la variable Salario, ya que la persona encuestada se negó rotundamente a entregar dicha información, por no considerarla una variable perteneciente al tema medioambiental.

- **Maderas Flores:**

Posee un IIA de 3,438, o sea es Muy Bueno. La variable peor evaluada fue Gestión de Recursos Humanos, con nota 2. Esto se debe a que esta industria no otorga ningún tipo de estímulo por desempeño hacia sus trabajadores. Si mejora esta variable, el IIA quizás alcanzaría a llegar a ser Excelente. Por su parte, las variables que fueron mejor evaluadas son Emisión de Riles, Quema

de Residuos Sólidos, Manejo de Productos Químicos, Cantidad de Empleados y Vías de Acceso, todas éstas con nota máxima.

- **Maderas Prosperidad:**

Posee un IIA de 3,599, es decir Muy Bueno. Si bien tiene algunos aspectos a mejorar, está muy cerca de alcanzar el máximo. La variable peor evaluada fue Gestión de Recursos Humanos con un 2, debido principalmente a que en las actividades extraprogramáticas que organiza el aserradero, participa menos de la mitad de los trabajadores y también a que los estímulos por desempeño de sus trabajadores son anuales, es decir, muy alejados en el tiempo. Otro aspecto que destaca a esta industria, es la modernidad de sus equipos e instalaciones, los que poseen menos de un año de antigüedad. Lo anterior se traduce en mayor productividad, menor generación de residuos y menos emisión de ruido.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. Conclusiones:

- El modelo contribuye a una evaluación lo más objetiva posible de la situación ambiental de la Industria de Aserrío de tamaño medio de la VII Región, lo que se demuestra con la aplicación del mismo, la que permite, entre otras cosas, comparar ambientalmente algunas industrias que se sometieron al estudio.
- Al modelo se le pueden adicionar otros aspectos de clasificación y es más, puede ser aplicado a otro tipo de industria por su carácter universal, sabiendo eso sí, identificar y ponderar correctamente las variables a incorporar. Esto es posible debido a las características de ductilidad que posee el modelo.
- La confección del presente Modelo de Evaluación del Impacto Ambiental no debe ser visto como una amenaza a la actividad industrial forestal, muy por el contrario, debe ser considerado como una oportunidad que, de saberla aprovechar, se traducirá en un mejor posicionamiento de la industria que lo aplique. Esto implicará una mayor aceptación de la industria sometida a evaluación, tanto por la sociedad, como de potenciales nuevos clientes, en mercados ambientalmente más exigentes.
- Las industrias de tamaño medio presentan, en general, una buena gestión ambiental, lo que se manifiesta por el hecho de que el promedio de los índices de impacto ambiental alcanzados por las empresas estudiadas es de 3,259.
- Las variables peor evaluadas fueron Emisión de Riles y Gestión de Recursos Humanos. La primera presenta problemas que deberán ser solucionados a la brevedad y que son regulados por la ley ambiental; la segunda debe mejorarse

en función de los imperativos de equidad que debe ir alcanzando la sociedad chilena.

- Las variables mejor evaluadas fueron Ruido, Emisión de Residuos Sólidos, Manejo de Productos Químicos, Seguridad y Vías de Acceso. Estas variables deben seguir siendo manejadas adecuadamente y, de ser posible, mejorarlas aún más.
- Finalmente, el modelo se considera válido para su aplicación en la industria de aserrío de tamaño medio en la VII Región, por todo lo antes expuesto y su expresión es la siguiente:

$$\text{IIA} = \text{V1} * 0,145 + \text{V2} * 0,089 + \text{V3} * 0,150 + \text{V4} * 0,094 + \text{V5} * 0,179 + \text{V6} * 0,108 + \\ + \text{V7} * 0,017 + \text{V8} * 0,073 + \text{V9} * 0,040 + \text{V10} * 0,026 + \text{V11} * 0,077$$

donde: **IIA**= Índice de Impacto Ambiental para una Industria de Aserrío de tamaño medio de la Séptima Región, **Vi**= representa la variable medioambiental en estudio multiplicada por el peso asignado y **1, 2, . . . , n**, representa la cantidad de variables incorporadas.

6.2. Recomendaciones:

- Es recomendable que la industria de aserrío en general, implemente el presente modelo de evaluación ambiental propuesto. Esto cobra mayor importancia si se tienen en cuenta las nuevas condiciones imperantes en los mercados, principalmente externos, los cuales están cada vez más interesados en adquirir productos que incluyan algún tipo de gestión ambiental en sus distintos procesos productivos.

- Al modelo se le puede agregar un elemento no considerado en el actual por razones de tiempo y complejidad, el cual es la participación ciudadana, es decir, saber la opinión de la comunidad, ojalá aledaña al lugar donde está ubicado el aserradero. Esto permitirá, entre otras cosas, recopilar antecedentes ambientales no evaluados directamente por el aserradero y comparar información con la proporcionada por la industria.
- El modelo se puede sistematizar, es decir, hacer que la aplicación de éste implique respuestas en el tiempo y conocimiento de la variación o no de la gestión ambiental de estas industrias.
- Estos modelos presentan la dificultad de que deben obtener información de terceros, los cuales no siempre responden en un tiempo razonable, como fue el caso de este estudio, y ello es válido para el panel de expertos y las industrias evaluadas.
- Finalmente, un modelo de este tipo está abierto a ser mejorado, actualizado y corregido en base a las potenciales falencias que pueda tener, para que cada vez su aplicación entregue antecedentes ambientales más fiables y factibles de abordar, de tal manera que favorezcan la generación de procesos industriales sustentables y productivos.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- AGUILO, M. *et al.* 1984. "Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico : Contenido y Metodología". Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Centro de Estudios de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. 2° Edición. Madrid, España. 572 p.
- ANGULO, M. y TORRES, M. 1997. "Guía Empresarial del Medio Ambiente". Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 88 p.
- ARANEDA, D. 1999. "Producción limpia, Producción rentable". Revista Tiempo Seguro. Asociación Chilena de Seguridad. Santiago, Chile. N°64, pág :14-16.
- BOURKE, I. 1997. "Tema complejo". Revista Chile Forestal N° 248. Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. Pág : 52-55.
- CANTER, L. 1998. "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental". Mc. Graw Hill. 2ª Edición. Madrid, España. 841 p.
- CASTILLO, H. Y MICHELI, H. 1970. "Prevención y Control de la Mancha Azul en la Madera". Informe Técnico N°34. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 29 p.
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 1995. "Perfil Ambiental de Chile". 2ª Edición. Santiago, Chile. 569 p.
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 1994. "Principios de Evaluación de Impacto Ambiental". 2° Edición. Santiago, Chile. 182 p.

- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 2000. "Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial, Rubro Aserraderos y Procesos de Madera". Santiago, Chile. 83 p.
- CONESA, V. 1993. "Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental". Ediciones Mundi-Prensa. Coedición: Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Levante. Madrid, España. 276 p.
- CORFO e INFOR. 1984. "Ocupación Forestal". Santiago, Chile. 63 p.
- CORPORACIÓN CHILENA DE LA MADERA, 1991. "Industria del Aserrío y Medio Ambiente". Revista Corma N°19, Marzo-Abril, 1991. Santiago, Chile. Pág.: 25-34.
- CURRIECO, F. 2001. "Seguridad Laboral y Accidentes del Trabajo". Editorial Jurídica Cono Sur Ltda. Santiago, Chile. 302 p.
- DEVLIEGER, F. y BAETTIG, R. 1999. "Ingeniería en Aserraderos Serie Técnica N°1. Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Talca. ". Talca, Chile. 144 p.
- DYKSTRA, D. 1984. "Mathematical Programming for Natural Resource Management". Editorial McGraw-Hill. United States of America. 318 p.
- GEO AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. 2000. "Perspectivas del Medio Ambiente". Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. San José, Costa Rica. 144 pág.

- GÓMEZ, D. 1994. "Evaluación de Impacto Ambiental". Editorial Agrícola Española, S.A.. 2° Edición. Madrid, España. 260 p.
- INFOR y CORFO. 1987. "Visión Tecnológica de la Industria Forestal Chilena". Informe Técnico N°105. Santiago, Chile. 57 p.
- INFOR. 2001. "La Industria del Aserrió". Boletín Estadístico N°81. Santiago, Chile. 145 p.
- MEZA, A. y BLACKBURN, R. 1995. "Evaluaciones de Impacto Ambiental. Conceptos Generales". Documento Técnico N°87, Revista Chile Forestal. Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. 8 p.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA CHILE. 1998. "Manual de Auditoría en Producción Limpia". Santiago, Chile. 175 pág.
- MORALES, A. 1988. "Antecedentes y Métodos para la Evaluación del Impacto Ambiental". Universidad de Concepción. 2° Edición. Concepción, Chile. 312 p.
- PEREDO, P. 1993. "Preservantes Antimancha Alternativos al Pentaclorofenato de Sodio". Documento Técnico N°68, Revista Chile Forestal. Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. 8 p.
- UNIVERSIDAD DE CHILE e INTERNATIONAL SOCIETY FOR ECOLOGICAL ECONOMICS, 1998. "Programa Final. Más allá del Crecimiento: Políticas e Instituciones para la Sustentabilidad. Programa Final y Resúmenes". Programa de Desarrollo Sustentable, Centro de Análisis de Políticas Públicas. Santiago, Chile. 192 pág.

- TUSET, R. & DURÁN, F. "Manual de Maderas Comerciales, Equipos y Procesos de Utilización". Editorial Agropecuaria, Hemisferio Sur S.R.L.. Montevideo, Uruguay. 695 p.
- VALDÉS, C. 2000. "Análisis de la Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en los Municipios de la VII Región del Maule, Chile, y Propuesta de Acción". Memoria de Título, Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad de Talca. Talca, Chile. 125 p.
- ZIMMERMANN, R. 1992. "Impactos Ambientales de las Actividades Forestales". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 80 p.

8. ANEXOS.

8.1. ANEXO 1

La presente encuesta pretende recopilar información necesaria para la elaboración de un estudio, el que tiene por objetivo proponer un Modelo de Evaluación de Impacto Ambiental, relacionado con la Industria de Aserrió de tamaño medio de la VII Región.

Para la elaboración de este Modelo es necesario, en una primera etapa, identificar las variables (físicas, sociales y económicas) que más se ven influenciadas por esta industria, por lo cual saber su opinión será muy valioso. Es así, que para conocer su opinión, se ha confeccionado la siguiente encuesta, en la que se le solicita marcar con una **X** la opción que considere válida, en relación a si está o no de acuerdo con la inclusión de esta variable en el modelo. En caso de no considerar de importancia alguna variable, porfavor justificar brevemente:

VARIABLE	SI	NO	¿POR QUÉ?
RUIDO			
EMISIÓN DE RILES			
EMISIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS			
IMPACTO VISUAL			
QUEMA DE DESECHOS SÓLIDOS			
MANEJO DE PROD. QUÍMICOS			
CANTIDAD EMPLEADOS			
SEGURIDAD			
SALARIO			
GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS			
VÍAS DE ACCESO			

Considera necesaria la inclusión de otra(s) variable(s) que no haya sido mencionada anteriormente, ¿cuál? y ¿por qué?

.....
.....

8.2. ANEXO 2

Nombre del aserradero:.....

Producción: Anual:.....

Dirección:.....

Nombre del encuestado:.....

La presente encuesta tiene por objetivo evaluar ambientalmente algunos aserraderos de la Región del Maule. Para esta evaluación se consideran 11 aspectos, que obedecen a los ámbitos en que la industria de aserrío tiene una mayor influencia ambiental. Teniendo en consideración lo anterior, se le solicita, en base a la realidad del aserradero encuestado, escoger alguna de las 4 alternativas propuestas en cada uno de los aspectos, que refleje más fielmente la situación del aserradero.

1. RUIDO:	
A)	El lugar donde se realiza el proceso de aserrío es:
<input type="checkbox"/>	1. Abierto.
<input type="checkbox"/>	2. Semicerrado.
<input type="checkbox"/>	3. Cerrado sin aislación.
<input type="checkbox"/>	4. Cerrado con aislación.
B)	La maquinaria utilizada para el proceso de aserrío tiene de antigüedad:
<input type="checkbox"/>	1. 30 años o más.
<input type="checkbox"/>	2. Menos de 30 y más de 10 años.
<input type="checkbox"/>	3. Entre 10 y 5 años.
<input type="checkbox"/>	4. Menos de 5 años.
C)	La ubicación del aserradero en relación a centros poblados es:
<input type="checkbox"/>	1. 50 m o menos.
<input type="checkbox"/>	2. Más de 50 y menos de 100 m.
<input type="checkbox"/>	3. Entre 100 y 500 m.
<input type="checkbox"/>	4. Más de 500 m.

2. EMISIÓN DE RILES:	
A)	Los Riles producidos en el proceso de aserrío son:
<input type="checkbox"/>	1. Vertidos directamente al suelo, aguas superficiales o alcantarillado sin ningún tratamiento.
<input type="checkbox"/>	2. Acumulados en algún tipo de recipiente esperando su degradación.
<input type="checkbox"/>	3. Tratados, neutralizados y vertidos en el suelo, aguas superficiales o alcantarillado.
<input type="checkbox"/>	4. No se producen Riles ya que existen piletas de recuperación del producto químico utilizado y reintegrado a la zona de aplicación.

3. EMISIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS:	
A)	La zona de acumulación de Residuos Sólidos es:
<input type="checkbox"/>	1. El 40% de la superficie total del aserradero o más.
<input type="checkbox"/>	2. Menos del 40% y más del 30% de la superficie total del aserradero.
<input type="checkbox"/>	3. Entre el 30% y el 20% de la superficie total del aserradero.
<input type="checkbox"/>	4. Menos del 20% de la superficie total del aserradero.
B)	El período de acumulación de los Residuos Sólidos en el aserradero es:
<input type="checkbox"/>	1. 1 año o más.
<input type="checkbox"/>	2. Menos de 1 año y más de 6 meses.
<input type="checkbox"/>	3. Entre 6 meses y 1 mes.
<input type="checkbox"/>	4. Menos de 1 mes.
C)	El uso final que se le da a los Residuos Sólidos es:
<input type="checkbox"/>	1. Ninguno, ya que son depositados en el suelo o vertidos en aguas superficiales.
<input type="checkbox"/>	2. Quemados en hornos de incineración o usados por terceros en fines que no contemplan reciclaje.
<input type="checkbox"/>	3. Fuente de energía para calderas o plantas termoeléctricas.
<input type="checkbox"/>	4. Reciclaje (fabricación de briquetas, compost, tableros de partículas, reaserrado, pulpaje, etc.)

4. IMPACTO VISUAL:	
A)	La visualización del aserradero desde el exterior (proceso productivo, depósito de materias primas, desechos), es obstaculizado por:
<input type="checkbox"/>	1. Nada.
<input type="checkbox"/>	2. Algunos árboles aislados.
<input type="checkbox"/>	3. Muros o mallas especiales.
<input type="checkbox"/>	4. Entorno natural (árboles perimetrales, cercos vivos, áreas verdes, etc.).

5. QUEMA DE RESIDUOS SÓLIDOS:	
A)	La quema de desechos sólidos se realiza en:
<input type="checkbox"/>	1. En el mismo lugar donde son depositados.
<input type="checkbox"/>	2. En hornos o calderas que no poseen filtros en sus emisiones atmosféricas.
<input type="checkbox"/>	3. En hornos o calderas que sí poseen filtros en sus emisiones atmosféricas.
<input type="checkbox"/>	4. No existe quema de desechos.

6. MANEJO DE PRODUCTOS QUÍMICOS:	
A)	Para evitar el desarrollo de la “mancha azul” en la madera, el aserradero utiliza PCP:
<input type="checkbox"/>	1. Únicamente.
<input type="checkbox"/>	2. Mayoritariamente.
<input type="checkbox"/>	3. Minoritariamente.
<input type="checkbox"/>	4. Nunca. Se utilizan otros productos o no se realiza baño antimancha.
B)	La bodega destinada para el almacenamiento de los productos químicos es:
<input type="checkbox"/>	1. Inexistente. El almacenamiento se realiza en cualquier parte del aserradero.
<input type="checkbox"/>	2. Precaria (poca luminosidad, mala ventilación, estrecha, sin aislación, ni protección del suelo).
<input type="checkbox"/>	3. Insuficiente. (cumple con todos los requerimientos de aislación, ventilación, protección del suelo, luminosidad, pero no de espacio).
<input type="checkbox"/>	4. Óptima. (cumple con todos los requerimientos de espacio, aislación, ventilación, protección del suelo, luminosidad).
C)	La cantidad de trabajadores que manipulan productos químicos y que están conscientes de los riesgos a los cuales están sometidos es:
<input type="checkbox"/>	1. Ninguno.
<input type="checkbox"/>	2. Menos de la mitad.
<input type="checkbox"/>	3. Más de la mitad.
<input type="checkbox"/>	4. Todos.
D)	Los envases de productos químicos ya utilizados se:
<input type="checkbox"/>	1. Depositán al aire libre, sin protección del suelo .
<input type="checkbox"/>	2. En un recinto techado, pero sin protección del suelo.
<input type="checkbox"/>	3. En un recinto techado, con el suelo encementado o asfaltado sin aislación.
<input type="checkbox"/>	4. En un recinto techado, con el suelo encementado o asfaltado con aislación.
E)	La zona en donde se aplica el producto químico para evitar la mancha azul, se realiza sobre un suelo:
<input type="checkbox"/>	1. que no tiene ningún tipo de impermeabilización.
<input type="checkbox"/>	2. sobre aserrín y/o viruta (u otro material absorbente).
<input type="checkbox"/>	3. con cemento o asfalto sin aislación.
<input type="checkbox"/>	4. con cemento o asfalto con aislación.

F)	La zona en donde se traslada la madera recién tratada para evitar la mancha azul, se realiza sobre un suelo:
<input type="checkbox"/>	1. que no tiene ningún tipo de impermeabilización.
<input type="checkbox"/>	2. sobre aserrín y/o viruta (u otro material absorbente).
<input type="checkbox"/>	3. con cemento o asfalto sin aislación.
<input type="checkbox"/>	4. con cemento o asfalto con aislación.
G)	La zona en donde se deposita la madera recién tratada para evitar la mancha azul, se realiza sobre un suelo:
<input type="checkbox"/>	1. que no tiene ningún tipo de impermeabilización.
<input type="checkbox"/>	2. sobre aserrín y/o viruta (u otro material absorbente).
<input type="checkbox"/>	3. con cemento o asfalto sin aislación.
<input type="checkbox"/>	4. con cemento o asfalto con aislación.

7. CANTIDAD DE EMPLEADOS:

A)	El aserradero genera empleo directo e indirecto a:
<input type="checkbox"/>	1. 10 personas o menos.
<input type="checkbox"/>	2. Más de 10 y menos de 20 personas.
<input type="checkbox"/>	3. Entre 20 y 30 personas.
<input type="checkbox"/>	4. Más de 30 y menos de 50.

8. SEGURIDAD:

A)	La cantidad de trabajadores que utilizan elementos de seguridad (guantes, protectores auditivos y oculares, cascos, botas, trajes, etc.) es:
<input type="checkbox"/>	1. Ninguno.
<input type="checkbox"/>	2. Menos de la mitad.
<input type="checkbox"/>	3. Más de la mitad.
<input type="checkbox"/>	4. Todos.
B)	La cantidad de trabajadores que poseen seguro contra Accidentes y Enfermedades Profesionales es:
<input type="checkbox"/>	1. Ninguno.
<input type="checkbox"/>	2. Menos de la mitad.
<input type="checkbox"/>	3. Más de la mitad.
<input type="checkbox"/>	4. Todos.
C)	En el aserradero la información relacionada con seguridad laboral (afiches, adhesivos, riesgo de las acciones inseguras, etc.) es:
<input type="checkbox"/>	1. Inexistente.
<input type="checkbox"/>	2. Escasa. (Sólo algunos lugares presentan algún afiche y no son muy ilustrativos).
<input type="checkbox"/>	3. Insuficiente. (Clara, pero poca ya que no está presente en cada estación de trabajo).
<input type="checkbox"/>	4. Suficiente. (Perfectamente visible y clara en cada estación de trabajo).

9. SALARIO:

A)	La cantidad de trabajadores que reciben el sueldo mínimo es:
<input type="checkbox"/>	1. El 80% o más.
<input type="checkbox"/>	2. Menos del 80 % y más de 50%.
<input type="checkbox"/>	3. Entre el 50% y el 30%.
<input type="checkbox"/>	4. Menos del 30 %.
B)	Los incentivos económicos que el aserradero otorga a sus trabajadores se realizan:
<input type="checkbox"/>	1. Nunca.
<input type="checkbox"/>	2. 1 vez al año.
<input type="checkbox"/>	3. 2 veces al año.
<input type="checkbox"/>	4. Al menos 3 veces al año.

10. GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS:

A)	Las actividades extraprogramáticas (encuentros deportivos, asados, convivencias, paseos) organizadas por el aserradero, se caracterizan por:
<input type="checkbox"/>	1. No realizarse nunca.
<input type="checkbox"/>	2. Participar menos de la mitad de los trabajadores.
<input type="checkbox"/>	3. Participar la mayoría de los trabajadores.
<input type="checkbox"/>	4. Participar la totalidad de los trabajadores.
B)	Los estímulos por desempeño (premios al trabajador del mes, incremento en los sueldos, ascensos, etc.) que el aserradero otorga a sus trabajadores son:
<input type="checkbox"/>	1. Inexistentes.
<input type="checkbox"/>	2. Anuales.
<input type="checkbox"/>	3. Semestrales.
<input type="checkbox"/>	4. Mensuales.

11. VÍAS DE ACCESO:

A)	El tráfico vehicular en las afueras del aserradero es obstruido:
<input type="checkbox"/>	1. 15 o más veces al día.
<input type="checkbox"/>	2. Menos de 15 y más de 6 veces al día.
<input type="checkbox"/>	3. Entre 1 y 6 veces al día.
<input type="checkbox"/>	4. Nunca.

8.3. ANEXO 3

La presente encuesta tiene por objetivo recopilar información necesaria para la elaboración de un Modelo de Evaluación de Impacto Ambiental, relacionado con la Industria de Aserrío de tamaño medio de la VII Región.

En esta etapa de la elaboración del Modelo, es necesario calificar con notas de 1 a 7 (sin decimales), las distintas variables que inciden en el Impacto Ambiental de la Industria de Aserrío. Es así, que se le solicita calificar con nota 7 a la(s) variable(s) que, a su criterio, impacte(n) con mayor relevancia al medio ambiente, con nota 6 a la(s) variable(s) que tenga(n) menor influencia que la anterior y así sucesivamente, hasta calificar con nota 1 a la(s) variable(s) que no tenga(n) relevancia alguna. Para esta calificación se debe considerar lo siguiente:

- a) Dos o más variables pueden tener la misma nota.
- b) Cada variable debe ser calificada en forma independiente de las calificaciones de las otras.
- c) No necesariamente deben estar las 7 calificaciones.

VARIABLE	NOTA
RUIDO	
EMISIÓN DE RILES	
EMISIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	
IMPACTO VISUAL	
QUEMA DE DESECHOS SÓLIDOS	
MANEJO DE PROD. QUÍMICOS	
CANTIDAD EMPLEADOS	
SEGURIDAD	
SALARIO	
GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS	
VÍAS DE ACCESO	

8.4. ANEXO 4

La presente encuesta tiene por objetivo elaborar un Modelo de Evaluación de Impacto Ambiental, relacionado con la Industria de Aserrío de tamaño medio de la VII Región.

En la etapa anterior, se le solicitó calificar con nota de 1 a 7 (sin decimales), las distintas variables que inciden en el Impacto Ambiental de esta industria, donde 7 señalaba la variable de mayor influencia y 1 la de menor. Sin embargo, las respuestas del panel de expertos encuestados entregó respuestas muy distintas, por lo que la encuesta fue replanteada. Es así, que en esta nueva encuesta se le solicita que en cada variable compare su respuesta anterior con la del promedio del panel, para así entregar su respuesta definitiva, ante lo cual existen 2 alternativas: **MANTENER** o **MODIFICAR** su anterior calificación:

VARIABLE	SU NOTA ANTERIOR FUE	LA NOTA PROMEDIO DEL PANEL FUE	SU NOTA DEFINITIVA ES
RUIDO	X	6	
EMISIÓN DE RILES	X	5	
EMISIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	X	5,95	
IMPACTO VISUAL	X	4,95	
QUEMA DE DESECHOS SÓLIDOS	X	6,16	
MANEJO DE PROD. QUÍMICOS	X	5,16	
CANTIDAD EMPLEADOS	X	3,79	
SEGURIDAD	X	4,58	
SALARIO	X	3,68	
GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS	X	3,84	
VÍAS DE ACCESO	X	4,95	