

**Universidad Austral de Chile**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería

Escuela de Construcción Civil.



## PRODUCCIÓN LIMPIA EN LA CONSTRUCCIÓN.

Tesis para optar al título de  
**Ingeniero Constructor.**

Profesor Guía:  
**Sr. Osvaldo Rybertt Maldonado.**  
Ingeniero Constructor.

**HUGO ANTONIO IBÁÑEZ MUÑOZ**  
2006

Dedico esta tesis a mis padres y a los que no están conmigo presentes , pero desde algún lado me acompañan y apoyan.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero dedicar esta tesis a todas las personas que durante muchos años me han ayudado en mi formación como persona y profesional, para lograr este tan anhelado sueño .

Gracias a mis padres Rosa Muñoz y Oscar León que me apoyaron para seguir adelante.

## ÍNDICE

Resumen	
Summary	
Introducción	
Objetivos	

### Capítulo I Generalidades

1.1	¿ Que es producción limpia ?.....	1
1.2	¿Por que producción limpia? .....	7
1.2.1	Acuerdos de producción limpia .....	8
1.2.2	Criterios para suscribir un APL.....	9
1.3	Producción limpia en la construcción .....	12
1.3.1	APL sector construcción región metropolitana.....	15
1.3.1.1	emisiones atmosféricas.....	16
1.3.1.2	Residuos sólidos.....	19
1.3.1.3	Ruido.....	22
1.3.1.4	Acciones con diseño de soluciones.....	23
1.3.1.5	Financiamiento.....	25
1.3.1.6	Sanciones.....	27
1.3.1.7	Difusión y promoción.....	27

### Capítulo II

2	Ventajas y Desventajas de la producción limpia.....	29
2.1	Gestión de los residuos.....	30
2.2	¿Qué impactos y beneficios genera la PL?.....	31
2.3	¿Qué motiva la adopción de la PL?.....	32
2.4	Barreras para la implementación.....	34

### Capítulo III

3.1	Como realizar un sistema de PL.....	37
-----	-------------------------------------	----

3.1.1 Técnicas utilizadas en la PL.....	37
3.1.2 Secuencia de tiempo para el establecimiento de PL.....	38
3.1.3 Fase inicial .....	38
3.1.3.1 Reconocimiento de la empresa.....	39
3.1.3.2 Motivar la producción mas limpia.....	39
3.1.3.3 Compromiso de la gerencia .....	41
3.1.3.4 Designación del equipo de PL.....	41
3.1.4 PRE factibilidad.....	41
3.1.4.1 Entrenamiento en PL.....	41
3.1.4.2 Descripción del proceso.....	42
3.1.4.3 Estimación del potencial de PL.....	42
3.1.2.1 Los productos .....	43
3.1.2.2.1 Adhesivos.....	45
3.1.2.2.2 Aglomerantes, morteros y hormigones.....	45
3.1.2.2.3 Aislantes.....	46
3.1.2.2.4 Fibras minerales.....	46
3.1.2.2.5 Espumas plásticas.....	46
3.1.2.2.6 Áridos y granulados .....	47
3.1.2.2.7 Bloques diversos y piezas cerámicas.....	47
3.1.2.2.8 Equipos de obra y medios auxiliares.....	48
3.1.2.2.9 Herramientas de ayuda a la diagnosis.....	48
3.1.2.2.10 Elementos prefabricados para techos.....	49
3.1.2.2.11 Impermeabilizantes y drenajes.....	50
3.1.2.2.12 Instalaciones de calefacción, climatización y ventilación.....	50
3.1.2.2.13 Instalaciones de gases e hidrocarburos.....	51
3.1.2.2.14 Instalaciones y elementos de protección y control.....	52
3.1.2.2.15 Instalación de elevación y transporte.....	53
3.1.2.2.16 Instalación eléctricas.....	53
3.1.2.2.17 Instalaciones hidráulicas.....	53
3.1.2.2.18 Pavimentos.....	54
3.1.2.2.19 Piezas cerámicas.....	55
3.1.2.2.20 Pinturas.....	55
3.1.2.2.21 Placas, planchas y tableros.....	55
3.1.2.2.22 Revestimientos,acabados y protectores.....	56
3.1.2.2.23 Tratamiento para la madera.....	56
3.1.2.2.24 Vidrios.....	57

3.1.2.2 Materiales potencialmente peligrosos.....	57
3.1.2.2.1 El plomo.....	58
3.1.2.2.2 El amianto.....	58
3.1.2.2.3 Compuestos orgánicos volátiles.....	59
3.1.2.2.4 Protectores de la madera.....	59
3.1.2.2.5 Materiales radiactivos.....	59
3.1.2.2.6 Organoclorados.....	59
3.2 Sustentabilidad del proyecto de PL.....	60
3.2.1 ¿Cómo financiar la incorporación de PL?.....	60
3.2.1.1 Fase 1 (FAT PL).....	61
3.2.1.2 Fase 2 (Cofinanciamiento a estudios de preinversión).....	62
3.2.1.3 Fase 3 (Financiamiento de inversiones de protección ambiental).....	62
3.2.1.4 Auditoria ambiental.....	63
3.2.2 Experiencias practicas por sector.....	66
3.2.2.1 Rubro curtiembres.....	67
3.2.2.2 Rubro textil.....	67
3.2.2.3 Rubro fundiciones.....	68
3.2.2.4 Rubro Fundición.....	69

## **Capitulo IV**

4 Normativa vigente.....	70
4.1.1 Normas para APL.....	70
4.1.2 Decretos.....	72
4.1.3 Leyes.....	72
4.1.4 Decretos supremos.....	73
4.1.5 Decretos con fuerza de ley.....	75
4.1.6 Estándares internacionales.....	76
4.1.6.1 ¿Qué es ISO?.....	76
4.1.6.2 ¿Por qué ISO ?.....	77
4.1.6.3 ¿Qué es en si la normativa ISO 14.001?.....	77
4.2 Realidad del proceso en la construcción.....	80
4.2.1 Construcción sustentable.....	80
4.2.2 Los escombros.....	81
4.2.3 Los materiales.....	83
4.2.3.1 El agua.....	84

4.2.3.2 Las emisiones.....	84
4.2.3.3 La energía.....	84
4.2.3.4 Los residuos.....	85
4.3 Rentabilidad del proceso en la construcción.....	86
4.3.1 Ejemplos nacionales e internacionales.....	87
4.3.1.1 Tecsa y Regemac.....	87
4.3.1.2 Constructora Fletcher.....	89
4.3.1.3 Obras viales y de infraestructura.....	92
5 Conclusión .....	96
Bibliografía.....	97

## LISTAS DE SIGLAS UTILIZADAS

- **APL:** Asociación de producción limpia
- **ASEXMA:** Asociación de exportadores de manufacturas
- **ASIMET:** Asociación de industrias metalúrgicas y metalmecánica AG
- **CCHC:** Cámara Chilena de la construcción
- **CNE:** Comisión nacional de energía
- **CONAMA:** Comisión nacional del medio ambiente
- **CONUPIA:** Confederación gremial nacional unida de la mediana , pequeña micro industria , servicios y artesanado de Chile
- **CORFO:** Corporación de fomento productivo
- **CPL:** Consejo nacional de producción limpia
- **CUT:** Central unitaria de trabajadores
- **DFL:** Decreto con fuerza de ley
- **DS:** Decreto supremo
- **FAT:** Fondo de atención técnica
- **FOGAPE:** Fondo de garantía para pequeños empresarios
- **FONTEC:** Fondo de desarrollo tecnológico y productivo
- **ISO:** Organización internacional de normalización
- **MINECOM:** Ministerio de economía
- **NCH:** Norma Chilena
- **PAG :**Programa de Apoyo a la Gestión de Empresas
- **PDP :**Programa de desarrollo de proveedores
- **PL :**Producción limpia
- **PROFO :**Proyectos asociativos de fomento
- **SENCE :**Servicios nacional de capacitación y empleo
- **SESMA :**Servicio metropolitano del ambiente



- **SISS** :Superintendencia de servicios sanitarios
- **SOFOFA** :Sociedad de fomento fabril

## **RESUMEN**

En esta investigación se muestra los beneficios de un sistema saludable de producción denominado “Producción Limpia” abocado principalmente en el rubro de la construcción, donde se muestra lo fácil y desconocido que puede llegar a ser una forma de crecimiento y desarrollo mas amigable con el entorno, además de aumentar la eficiencia en la utilización de los recursos y tecnologías de las empresas, debido que esto hoy en día se torna necesario para la competitividad. Con este sistema se puede conseguir una mejor calidad de vida para el entorno de la empresa, mejoramiento de la imagen de la misma e incluso ganancias. Otro aspecto importante es sacar del pensamiento de la gente y de los empresarios, que realizar un proceso como este es un gasto, siendo realmente una inversión.

## **SUMMARY**

In this investigation shows the benefits of a healthy production system called “Clean Production” , this system is used mainly in the construction field, where it shows how easy but unknown can be a form of development more environmentally friendly, the system increases the efficiency in utilizing resources and enterprise technology, for this reason, its use become necessary to be competitive. With this system, it can be reached a better quality of life for the enterprise environment, improvement of the enterprise image, and even more, to develop benefits. Other important aspect is to take out of the mind of investors and general consumers that to start a process like this one as an expense, since it is in reality an investment.

## INTRODUCCIÓN

Ante nuestra realidad consumista, no nos cuestionamos mayormente los productos que adquirimos ni en su composición ni fabricación, producto de esta situación el daño ecológico y a nosotros mismos es evidente. Para disminuir tal situación se hace necesario un cambio de mentalidad de todos, tanto como del que compra como del que produce, ser capaces de cuestionarnos el origen de lo que utilizamos, ser capaces de discriminar un producto de otro, no tan solo por su precio o por otra situación, si no también por sus características en materiales y fabricación.

Quien mire a su alrededor sin anteojeras podrá observar de forma cada vez más clara cómo los ecosistemas comienzan a derrumbarse como consecuencia del modelo de producción insostenible en que se basan nuestros modelos "civilizados" de vida. Esta degradación está sucediendo en algunos casos a un ritmo más lento y, en otros, a un ritmo más rápido; pero siempre es el resultado de la extracción masiva de recursos naturales, de las cantidades desmesuradas de contaminación que se emiten para las que la naturaleza ya no tiene capacidad de absorción, o del deterioro de las propiedades biosféricas globales que permiten la preservación de la vida y la biodiversidad, como por ejemplo la regulación del clima, la creación de suelo fértil, la regulación de los ciclos hidrológicos, etc.

"Eficacia y rapidez al coste monetario más bajo posible" son las premisas de nuestro sistema económico, aunque para conseguirlo humillemos a personas o sacrifiquemos su salud y la supervivencia de ecosistemas enteros. Esto se ha traducido en un crecimiento vertiginoso de la producción y el consumo a un ritmo demasiado rápido como para permitir que la naturaleza se regenere, porque estamos obsesionados por poseer, además las presiones del mercado, creadas por el aumento de la población con nuevos requerimientos alimentarios y por los patrones y niveles de consumo establecidos, así como por la necesidad de penetrar y mantenerse en los mercados más rentables, han exigido incrementos de la productividad en las empresas sin contemplaciones de índole ambiental.

Debido a esta situación se ha hecho necesario que el mundo tome un poco más de conciencia, se han empezado a desarrollar planes de reciclajes, cumbres mundiales sobre temas ambientales, una normativa ambiental, que aun no es suficiente y más aun en Chile que esta se encuentra en pañales.

Por esto nace la denominada "Producción limpia" una forma amigables de producción con

el entorno, que en sus postulados tiene como premicias evitar la producción de residuos, reciclar, reutilizar los desechos, ahorro de energía, entre otras acciones tendientes a un cuidado ambiental y de las personas q viven en el.

En esta investigación se muestran las innumerables ventajas y beneficios de este proceso, su aplicación en la construcción, como llevar acabo un sistema de producción limpia, las formas de financiamientos etc.

## **OBJETIVO GENERAL**

Mostrar un sistema distinto relativamente nuevo , que ha alcanzado una gran importancia en este ultimo tiempo debido a una serie de cumbres y acuerdos firmados por la mayoría de los países entre ellos Chile, donde se empezó a tomar necesario la aplicación de “Producción limpia” como forma de elevar las empresas a los estándares ambientales exigidos por los países desarrollados , además de aumentar la conciencia social de estas , produciendo de manera sustentable y amigable con el entorno , ya no solo pensando en ganar dinero o vender mas , si no ahora también preocupándose de lo que las rodea . Además de mostrar lo beneficioso que puede llegar a ser la implementación de este sistema para la empresa a nivel económico, lo que transforma este proceso en más que un gasto en una inversión, que tiene como principal eje el cambio de mentalidad de las personas.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Tomar conciencia de lo que esta pasando en nuestro medio ambiente , debido al pensamiento solo consumista de las personas , ser capaces de mirar mas allá de nuestras narices y avanzar de una forma mas sustentable para todos .
- Mostrar las ventajas de un sistema de producción distinto, que hoy en día se torna necesario para el crecimiento de las empresas, debido a los estándares existentes hoy en día en el mercado.
- Dar una guía para la aplicación de un sistema de Producción limpia, mostrando la normativa ambiental vigente, evaluando la serie de beneficios que trae a la empresa.
- Dar a conocer lo precario que es la ley hoy en día en temas ambientales, donde la mayoría de los acuerdos de producción limpia son a nivel voluntarios por esta situación.
- Enumerar distintos y sencillos cambios que se pueden realizar en una obra de construcción, tanto en su proyecto como en la ejecución
- Mostrar las distintas formas de financiamiento existentes hoy en día para la evaluación, e implementación de un sistema de Producción limpia

## CAPITULO I

### 1.1 ¿QUE ES PRODUCCIÓN LIMPIA?

**Producción limpia:** “generación de productos de una manera sustentable, a partir de la utilización de materias primas renovables, no peligrosas y de una manera energéticamente eficiente, conservando a las vez la biodiversidad.

La aplicación continua de una estrategia integrada de prevención ambiental a los procesos y a los productos, con el fin de reducir los riesgos a los seres humanos y al medio ambiente “.

El objetivo de la producción limpia es minimizar emisiones y/o descargas hacia el medio ambiente, reduciendo riesgos para la salud humana y ambiental, y elevando simultáneamente la competitividad de las empresas

El concepto, internaliza la variable ambiental como parte de una estrategia de gestión empresarial preventiva aplicada a los productos, procesos y organizaciones de trabajo

Tradicionalmente, los países eran competitivos si sus empresas tenían acceso a bajos costos de recursos - capital, mano de obra, energía y materias primas - y, dado que la tecnología cambiaba lentamente, una ventaja comparativa en los recursos era suficiente para el éxito.

Hoy, esta noción de ventaja comparativa ha quedado obsoleta. Crecientemente, los países y las empresas que son más competitivos no son aquellos que acceden a los más bajos costos de los recursos, sino aquellos que emplean las tecnologías y los métodos más avanzados para utilizar esos recursos.

Y como la tecnología está constantemente cambiando, el nuevo paradigma de la competitividad global demanda la habilidad de las empresas para innovar rápidamente

Este nuevo paradigma tiene profundas implicancias para el debate en torno al tema ambiental, ya reúne juntos intereses tradicionalmente contrapuestos: el mejoramiento ambiental y la competitividad.

Los residuos y formas de energía descargados al ambiente en forma de contaminación, constituyen un signo de que los recursos han sido usados en forma incompleta o ineficiente. Cuando esto sucede, las empresas están obligadas a realizar actividades que incrementan los costos pero que no agregan valor al producto, tales como: tratamiento y disposición final de los residuos.

El mejoramiento ambiental requiere que las empresas innoven para aumentar la productividad de los recursos, lo que constituye justamente el gran desafío de la competitividad global. Sin embargo, las regulaciones ambientales no llevan, inevitablemente, a aumentar la productividad y la competitividad de todas las empresas; ya que sólo aquellas que innoven exitosamente lograrán el éxito.

En los pasados 30 años, las naciones industrializadas respondieron a la contaminación y a la degradación ambiental por cuatro vías características:

Primero, ignorando el problema. Luego, diluyendo o dispersando la contaminación, de modo que los efectos aparentes eran menos perjudiciales. Después, tratando de controlar la contaminación y los residuos, lo que se ha denominado el enfoque “al final de la línea de proceso” (“end-of-pipe”), y Recientemente, mediante una producción limpia, previniendo la contaminación y la generación de residuos en su origen.

La Producción Limpia puede ser aplicada a diversos sectores productivos: en la extracción de materias primas, la industria manufacturera, la actividad pesquera, la agricultura, el turismo, los hospitales, el sector energía, los sistemas de información, oficinas, la construcción que es el tema que nos interesa en esta investigación etc.

Para los procesos de producción, la Producción Limpia resulta de una o de la combinación de las siguientes medidas: conservación de materias primas, agua o energía; eliminación de materias primas tóxicas o peligrosas; la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos en su origen. Para los productos, la Producción Limpia implica reducir los impactos al ambiente, a la salud y la seguridad del producto durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas, durante la manufactura y uso, hasta su disposición final.

En los últimos años ha existido en Chile y en el mundo una creciente Preocupación por el medio ambiente, debido a lo cual se ha firmado una serie de convenios y acuerdos internacionales para proteger los recursos naturales y disminuir la contaminación. En el ámbito nacional también se ha avanzado considerablemente en el tema, implementando diversas herramientas de gestión ambiental para responder a las expectativas nacionales e internacionales de producción y cuidado del medio ambiente. Una herramienta de gestión ambiental promovida y aplicada en el país a través del gobierno de Chile es la Producción Limpia, la que ha sido impulsada a través de la Política de Fomento a la Producción Limpia 2001-2005, como un componente básico de la Política de Desarrollo Productivo del país. La Producción Limpia da un enfoque integral preventivo a la contaminación, basándose en la unión de fuerzas por parte de organismos públicos, especialmente fiscalizadores y reguladores, y agentes privados. Esta herramienta está orientada a solucionar los problemas de las empresas respecto de la contaminación, como también de las condiciones sanitarias y de seguridad de los trabajadores. El proceso para llegar a producir en forma limpia abarca un conjunto de condiciones ambientales dentro de la empresa, que incluyen la tecnología, los procesos, la organización del trabajo, la disminución de residuos y la capacitación. Esta estrategia es uno de los factores clave para lograr el tipo de calidad, eficiencia y competitividad que hoy los mercados globalizados, y cada vez más el propio mercado nacional, exigen. Es por esta razón que la Producción Limpia es considerada un elemento clave para la competitividad. Está comprobado que a mayor cantidad de emisiones y residuos, mayor será la ineficiencia de los procesos productivos. En este sentido la Producción Limpia procura corregir tales aspectos, generando beneficios económicos para la empresa, más allá del cumplimiento de la normativa vigente

Representando la maduración de esta experiencia y la nueva institucionalidad creada para dar impulso a la Política de Fomento a la Producción Limpia, en enero de 2001 nace el Comité de Fomento a la Producción Limpia, bajo la forma de un comité CORFO. Se define como una instancia de participación público privada, dirigida por un Consejo Directivo, el cual está presidido por el Ministro de Economía e integrado por autoridades de fomento productivo, ambientales y fiscalizadoras del sector público y por representantes del sector privado, tanto de la gran, mediana y pequeña empresa. La Producción Limpia es un instrumento voluntario que busca, a través de soluciones innovadoras, dar respuestas a diversos problemas ambientales, por lo que no necesariamente se refiere a medidas que signifiquen un costo elevado para las empresas.



Uno de los mayores avances en este campo son los Acuerdos de Producción Limpia (APL), los que han sido impulsados por el gobierno a través del Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL), dependiente del Ministerio de Economía, como una herramienta de gestión ambiental para producir en forma eficiente y amigable con el medio ambiente.

Los APL consisten en acuerdos entre entidades públicas y privadas, siendo el sector público el que tiene la potestad para regular. El principal objetivo de estos acuerdos es resolver los problemas de contaminación y seguridad del personal de las empresas y al mismo tiempo aumentar la competitividad, estableciendo para ello prioridades en la gestión productiva.

A pesar de que son trece los APL en Chile suscritos a la fecha, no existen criterios que permitan priorizar los sectores productivos que necesitan implementarlos.

Debido a que esta mirada no ha sido del todo eficaz para resolver el problema de la contaminación, se ha desarrollado lo que se denomina “enfoque integral preventivo”, el que consiste en introducir el concepto de incentivos a las empresas para cumplir con las regulaciones y eliminar la contaminación desde el origen, lo que permite a las industrias mejorar su eficiencia productiva, su gestión ambiental y evitar riesgos laborales.

Este enfoque preventivo incluye opciones para:

- mejorar el diseño de productos
- mejorar la gestión y las prácticas de operación
- mejorar la mantención y la limpieza
- sustituir materiales tóxicos y peligrosos
- modificar los procesos
- rehusar internamente los desechos,

Lo que mejora la planificación y selección de:

nuevos procesos tecnológicos,

Que incrementan la eficiencia y disminuyen las necesidades de:

tecnologías de control al final de la línea o “end of pipe”

Esto no significa que las tecnologías de control al final de la línea no se requieran, pero sí, bajo este concepto de Producción Limpia, son reducidas al mínimo y, en algunos casos, pueden ser eliminadas por completo.

Esto es extremadamente relevante, pues los sistemas de tratamiento y disposición son cada vez más costosos, no generan ningún tipo de ahorro o beneficio para el proceso y, muchas veces, sólo se logra trasladar el problema de un medio a otro, sin resolverlo realmente (por ejemplo, lo que resulta como producto después de tratar los residuos industriales líquidos en las plantas de tratamiento, es un residuo sólido compuesto de toda la carga contaminante del residuo líquido).

Las opciones de Producción Limpia, además de ser eficientes desde el punto de vista ambiental, normalmente son de menor costo y/o tienen reducidos períodos de pago de la inversión. Por tal motivo son denominadas opciones costo-eficientes.

En una jerarquía de las opciones de gestión ambiental que parten desde aquellas más económicas y simples técnicamente, hasta las más costosas y complejas, las opciones de Producción Limpia son aquellas que se ubican precisamente en el tramo superior, como lo muestra el cuadro a continuación.

#### OPCIONES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

REDUCCIÓN EN EL ORIGEN	CAMBIOS EN EL PROCESO	Mejoramiento en la gestión y de prácticas de operación	\$
		Sustitución de materias primas e insumos contaminantes	
		Cambios Tecnológicos / Tecnologías limpias	\$
	CAMBIOS EN LOS PRODUCTOS	Diseño con menor impacto ambiental	\$
		Incremento de la vida del producto	
REUSO Y RECICLAJE		Recuperación y reuso <u>al interior</u> del proceso de producción	\$
		Reciclaje fuera del proceso vía terceros	
PRETRATAMIENTO Y TRATAMIENTO			\$
DISPOSICIÓN - DESTRUCCIÓN - REMEDIACIÓN			

: Opciones de producción limpia

En definitiva, la Producción Limpia genera una serie de beneficios para las empresas, entre ellos:

mejoramiento en procesos y productos y aumento en la eficiencia disminución de costos de producción por mejor aprovechamiento de recursos y energía incrementos en la competitividad, debido al uso de nuevas y mejores tecnologías y como elemento de diferenciación en los mercados acceso a nuevos mercados con restricciones o prohibiciones ambientales reducción de los riesgos del tratamiento, almacenamiento y disposición de residuos tóxicos reducción de costos de los crecientemente caros sistemas de tratamiento y disposición de desechos mejoramiento de las condiciones de seguridad y salud ocupacional mayor credibilidad ante instituciones financieras y mejores relaciones con la comunidad y las autoridades.

En Chile, los primeros esfuerzos importantes para abordar el tema de la contaminación industrial, se orientaron al desarrollo de estudios que sirvieran de base para generar una política de control de la contaminación de origen industrial y al diagnóstico de la contribución de dicho sector industrial, a la contaminación ambiental en Chile.

Sin embargo, desde fines de 1996, y como resultado de un trabajo activo entre la Unidad de Medio Ambiente del Ministerio de Economía y CORFO, las acciones originalmente impulsadas recibieron una nueva orientación, favoreciendo aquellas acciones orientadas al desarrollo de una Política de Fomento a la Producción Limpia.

## 1.2 ¿POR QUE PRODUCCIÓN LIMPIA?

Ante el problema de la contaminación y exigencias internacionales para proteger el medio ambiente, surgieron como respuestas naturales medidas tendientes a la adopción de políticas y regulaciones específicas para controlar la contaminación, poniendo énfasis en el desarrollo de estándares ambientales y su posterior fiscalización y penalización en caso de incumplimiento. Esto ha incentivado el desarrollo de tecnologías, tales como plantas de tratamiento de aguas, gases, residuos y otros, que se denominan medidas de “fin de tubo”, donde los residuos producidos en los procesos productivos son llevados finalmente a un relleno sin un reciclaje previo, los líquidos tratados y transformados en otros estados y los gases lavados y filtrados .

Cada vez son más los sectores que abordan en forma distinta los problemas ambientales. Anteriormente cualquier regulación era vista como un obstáculo, pero hoy la falta de estas es considerada como un problema e incluso a las empresas exportadoras les preocupa que las puedan acusar de dumping. Esto ha significado para las industrias un espacio en la consolidación de sistemas de certificación y autocontrol. Por casi una década el centro de atención ha estado en la comparación entre instrumentos de comando y control e instrumentos económicos aplicados a la gestión ambiental.

En los últimos años, y partiendo de la experiencia europea, ha entrado con mucha fuerza a la discusión un tercer tipo de instrumentos, los denominados “acuerdos voluntarios”, que operan como mecanismos de apoyo a la implementación de políticas ambientales. Éstos incluyen a la industria no sólo como parte del problema, sino también como parte de la solución, asumiendo que el desarrollo sustentable necesita “acción más que reacción” por parte de los sectores productivos y que la gradualidad y responsabilidad en la implementación de las regulaciones son más efectivas en la medida que éstas se basan en iniciativas. El gran aporte de estos acuerdos es que suponen un cambio de cultura en los actores comprometidos, generando confianzas mutuas y por tanto capacidades de influir en ambos sentidos.

Por una parte, las agencias de regulación y fiscalización abren espacios de diálogo que van más allá de su rol tradicional que “supone cierta distancia y relativa rigidez”,

lo que permite incorporar el principio de responsabilidad del productor sobre sus residuos o emisiones, y así mejorar la relación costo-efectividad de la fiscalización.

Paralelamente, se producen oportunidades de trabajo conjunto entre la fiscalización y el fomento, lo cual supone una mejora en la eficiencia del sector público

### **1.2.1 Acuerdos de Producción Limpia**

Acuerdo de Producción Limpia es aquel instrumento de política ambiental que, sobre la base de un convenio celebrado entre la industria y la autoridad pública competente o sobre la base de una declaración unilateral y voluntaria de la industria, persigue lograr objetivos ambientales concretos.

Los APL involucran a un sector industrial, y están precedidos por un diagnóstico sectorial que da a conocer los problemas ambientales y posibilidades del sector para solucionarlos, a través de un número determinado de acciones que los interesados deben cumplir en un determinado tiempo

También existen los Acuerdos Marco de Producción Limpia, los cuales involucran a más de un sector industrial, ya que abordan un problema transversal. El diagnóstico que se realiza en estos casos es multisectorial y sirve de antecedente para firmar uno o más APL en el futuro con un sector productivo determinado

Para firmar un APL, deben asistir a lo menos las siguientes entidades

- Una asociación industrial o productiva.
- Organismos reguladores y/o fiscalizadores, con competencia en el tema del acuerdo.
- Organismos de fomento con competencia en materias de fomento productivo.
- El Consejo Nacional de Producción Limpia.
- Empresas e industrias involucradas del sector.

Los beneficios para el sector público al suscribir Acuerdos de Producción Limpia son:

- Intensificar la relación entre los actores de los organismos del Estado, potenciando y haciendo eficiente la acción pública.
- Permite alcanzar resultados ambientales concretos en el corto plazo, sin resentir el desarrollo productivo.
- Promueve el autocontrol en la empresa, generando un cambio de prácticas.

- Crea responsabilidad y compromiso en la empresa con la gestión ambiental, facilitando el control por parte de la autoridad.
- Tiende a minimizar los costos y los tiempos de respuesta de la fiscalización.
- Asegura progresos ambientales en el tiempo. Garantiza un ánimo colaborador de la industria.

Los beneficios para el sector privado al suscribir Acuerdos de Producción Limpia son:

- Interacción con organismos públicos.
- La gestión ambiental preventiva contribuye a ganar en rentabilidad de la empresa y en términos de medio ambiente.
- Son una inversión en imagen pública, lo que da legitimidad y abre oportunidades comerciales.
- Favorece las inversiones y el empleo.
- Disminuye los costos de producción, vía ahorros de energía y reciclaje de subproductos, destacándose, por tanto, un enfoque de la problemática ambiental desde criterios económicos y productivos, lo que implica una mejor eficiencia productiva.

### **1.2.2 Criterios de para suscribir un APL**

Un acuerdo de Producción Limpia implica no sólo el análisis, asesoramiento y capacitación técnica y tecnológica, también involucra tomar en cuenta y realizar acciones sobre diversos aspectos normativos, económicos, institucionales y ambientales. Desde el punto de vista económico, el análisis de la temática puede plantearse tanto desde la posición de la empresa, que puede obtener beneficios económicos, así como del rol del Estado, que en sus decisiones para promover la Producción Limpia debe prever las consecuencias económicas de la política aplicada y las condiciones de los mercados

Los principales criterios para la aplicación de acuerdos voluntarios en Alemania son:

- Ejecutarlos preferentemente cuando no existe legislación al respecto.
- Ejecutarlos entre el gobierno y todo el sector industrial.
- Rebajar los costos (ejemplo, uso eficiente de la energía). Estableciendo para ello acciones de Producción Limpia.

- Utilizarlos complementariamente con instrumentos económicos y reguladores.

A pesar de que en Chile no existe rigidez en los criterios, ni un estudio que los seleccione, se consideran preferentemente para la firma de un APL:

- La existencia de una asociación gremial representativa, motivada y con capacidad de convocatoria.

- La cantidad de empresas involucradas. Mientras mayor sea el número, mayor será el impacto positivo del acuerdo.

- Que la contribución al problema que se pretende resolver por parte de las empresas involucradas en el acuerdo sea significativa.

- Que el sector industrial esté próximo a sufrir presión reguladora extranjera derivada de exigencias de mercados externos.

La Producción Limpia cumple un rol fundamental en la exportación y por ende en el desarrollo económico de Chile. Algunos mercados internacionales exigen normas ambientales, las que pueden actuar ya sea como barreras arancelarias para aquellas industrias que no cumplen las normas ambientales del país al que exportan o a favor de las industrias que vayan más allá de la normativa, actuando como instrumentos de promoción para los productos que se exporten.

La aplicación de la Producción Limpia sólo puede ser sostenida si existe la capacidad adecuada para adoptarla. Una verdadera apreciación del significado de Producción Limpia, y por ende su aplicación, puede lograrse sólo si el concepto es promovido por profesionales y expertos que han adaptado este concepto a las condiciones locales.

Las regiones deben tener una lista priorizada de potenciales APL. Para ello se deben generar un inventario y diagnóstico de las diferentes áreas geográficas o temáticas en riesgo ambiental. Según un estudio llevado a cabo por Nicaragua en 1998, para priorizar los sectores en los cuales aplicar APL se debe incluir una evaluación general del impacto ambiental de la industria y su participación en la economía, basados en la recopilación de información suministrada por los diferentes entes gubernamentales y privados correspondientes, entrevistas a personas y otras instituciones que trabajan en temas ambientales.

Los criterios evaluados en la priorización de sectores para la implementación de APL en Nicaragua fueron: Impacto ambiental, apertura a la innovación, tamaño de las

empresas, crecimiento industrial, empleo industrial, exportaciones y las actividades existentes en beneficio del ambiente.

La importancia relativa de cada criterio se definió basándose en los resultados obtenidos con la metodología de la Matriz de Klee. Esta matriz permite asignar pesos relativos mediante el análisis comparativo de los diferentes criterios.

El estudio realizado por Nicaragua para priorizar los sectores productivos que requieren implementar APL, dio como resultado los siguientes rubros: Lácteos, mataderos, pesca, café y azúcar. En Honduras se realizó un estudio para priorizar cinco sectores que requerían mayores acciones encaminadas a una Producción Limpia, con el fin de lograr este cometido se tomaron en cuenta los criterios: Impacto ambiental, impacto económico, impacto social, tasa de crecimiento del sector y potencial de rubro. Para poder llevar a cabo este trabajo se consultó a diferentes especialistas de la materia, además de registros ambientales, económicos y sociales relevantes.

Las razones por la cuales se tomó en cuenta la experiencia de los países mencionados -Alemania, Ecuador, Nicaragua y Honduras- son las siguientes:

Los problemas de la contaminación han sido abordados ampliamente en Alemania, uno de los países con los mayores adelantos en cuanto a instrumentos voluntarios de gestión ambiental. Por otro lado Chile ha recibido un gran apoyo económico y asesoría técnica de este país a través de la corporación GTZ. Por esto, el Consejo Nacional de Producción Limpia ha recogido antecedentes del país europeo para adaptarlos a la realidad nacional. Dentro de los países sudamericanos destaca la labor realizada por Ecuador en su Centro Ecuatoriano de Producción Más Limpia, el cual ha firmado gran cantidad de Acuerdos de Producción Limpia en los distintos sectores productivos con gran éxito.



### 1.3 PRODUCCIÓN LIMPIA EN LA CONSTRUCCIÓN

Como toda actividad la construcción deja consecuencias para el medio ambiente y la sociedad en general, para esto la forma mas recomendada para disminuir este problema es la aplicación de un sistema de producción limpia adecuado para cada sector en la construcción (50 por ciento de escombros de la construcción bajo control en la Región Metropolitana)

Hay casos donde con gran éxitos se aplican sistemas similares, donde la inversión es recuperada rápidamente, un ejemplo de esto es la disminución de escombros en la región metropolitana en un 50%, donde aparte de llevar un beneficio a las personas, ya que se disminuyen el polvo en suspensión, material particulado entre otros, se obtienen beneficios económicos asociados a esta reducción, los cuales son el gasto en remoción de los mismos.

Esto fue producto de un acuerdo firmado en la región metropolitana por 51 empresas del rubro de la construcción asociadas a la Cámara Chilena de la Construcción (CCHC) desarrollaron durante dos años un programa de prevención de la contaminación establecido en un acuerdo de producción limpia, suscrito con el Ministerio de Economía, SESMA, CONAMA, CORFO, Banco estado y la intendencia Metropolitana.

El acuerdo suscrito en enero de 2000, fue concluido satisfactoriamente con un 90 por ciento de cumplimiento de las metas y acciones asumidos en forma voluntaria por las empresas, los que incluyeron aspectos en materia de emisiones atmosféricas, residuos, sólidos, ruidos .

En este caso, a través de este acuerdo se ha potenciado el cumplimiento de las metas contenidas en el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana. También favoreció la generación de la normativa futura en materia de ruidos aplicables alas edificaciones.

El acuerdo con el sector construcción impulsó la puesta en operación de la empresa REGEMAC. Esta empresa opera en el reciclaje y recuperación de residuos de la construcción, valorizando los residuos inertes los que son utilizados como relleno en ex pozos de áridos, con el fin de convertirlos en áreas verdes.

Durante el año 2002, los residuos inertes de la construcción que llegados a este pozo de recuperación ascienden a 230.000 m<sup>3</sup>, lo que representa un control del 35% del total de escombros generados en la Región. Otros pozos controlan un 15% adicional, lo que se traduce en que producto del APL, se ha controlado la generación de escombros en un 50%.

Antes de que se firmara el Acuerdo de Producción Limpia, los residuos sólidos que se generaban en las obras de construcción terminaban en vertederos clandestinos, calles, vías férreas, etc. El avanzar en el control de los residuos de la construcción de un de 0% a 50% en un año demuestra que este acuerdo ha sido más que exitoso, según la Cámara Chilena de la Construcción

Las empresas involucradas que lograron sobre el 75% de lo propuestos, las cuales son:

EMPRESA CONSTRUCTORA TECSA  
CONSTRUCTORA ARQUIN  
CONSTRUCTORA BASCO S.A.  
SOCIEDAD CONSTRUCTORA STEINMAN  
CONSTRUCTORA MELINKA  
CONSTRUCTORA COPEVA S.A.  
CONSTRUCTORA MARINOVIC  
EMPRESA CONSTRUCTORA RAÚL VARELA  
DELTA EDIFICACIONES S.A.  
EMPRESA CONSTRUCTORA DESCO S.A.  
SOCIEDAD CONSTRUCTORA SEPCO  
CONSTRUCTORA CONCRETA  
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN INCOBAL  
SALFA CONSTRUCCIÓN S.A.  
EMPRESA CONSTRUCTORA MOLLER Y PÉREZ COTAPOS  
HUARTE ANDINA S.A.  
BCD CONSTRUCCIONES LTDA.  
CONSTRUCTORA SERGIO FIGUEROA  
EMPRESA CONSTRUCTORA SIGRO  
ICOM LTDA.  
CONSTRUCTORA CARRAN S.A.  
CONSTRUCTORA SANTA MARIA DE TRIANA

CONSTRUCTORA SOCOVESA  
CONSTRUCTORA RAÚL DEL RIO  
EMPRESA CONSTRUCTORA DLW

Hoy en día en la construcción se han firmado diferentes acuerdos principalmente en la región metropolitana. Estos acuerdo tienen por objeto cubrir aspectos ambientales que trascienden al cumplimiento de la normativa ambiental vigente que regula las emisiones de contaminantes al aire, específicamente la generación de polvo, y el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos de la Construcción y la generación de una propuesta de control del ruido .

Programas de minimización de residuos, el reciclaje, adecuación en sistemas de trabajo, mejoras e innovaciones tecnológicas para aprovechar la luz natural o hacer un uso adecuado del agua o de las materias primas, son parte de las más de 300 iniciativas que mil 200 empresas han desarrollado desde 1999 en el país a través de los Acuerdos de Producción Limpia (APL). De esta manera, junto con el cuidado del medio ambiente y la salud de las comunidades y sus trabajadores, la producción limpia se traduce en ahorros y eficiencia para las empresas, asegurándoles una mejor colocación de sus productos en los mercados.

La importancia de un APL radica en que es un instrumento sectorial que busca –a través de la generación de economías de escala– la solución de determinados problemas ambientales, seguridad, higiene laboral y productiva. Además, constituye un paso previo para que las empresas puedan obtener la certificación de Normas tales como ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000, por el cual obtienen un reconocimiento en el exterior, mejoran su imagen frente a los clientes y generan nuevos mercados.

Se ha establecido un creciente consenso acerca de la efectividad de los APL, los que han implicado beneficios de interés tanto para la acción de las empresas, favoreciendo por lo tanto las inversiones y el empleo, como para el sector público, incluyendo a los fiscalizadores. Uno de sus factores de éxito ha sido el efectivo compromiso y participación de las asociaciones industriales y la utilización de los diversos fondos de fomento e intermediación financiera que ofrece CORFO, los que se han adecuado a este fin en los casos que ha sido necesario. (A 2001 se había

cofinanciado más de 50 proyectos empresariales por un monto total en torno al US \$1 millón)

Algunos ejemplos destacables son la recuperación de 1,2 millones de toneladas de escombros por parte del sector construcción (para disponerlos en pozos de áridos), la captación de 12 toneladas mensuales de material particulado que eran emitidas a la atmósfera de la Región Metropolitana por parte de las fundiciones.

Asimismo, en el caso del SESMA se evidencia una disminución de costos de fiscalización. También existe un ahorro en la acción reglamentaria del Estado, al facilitar estos acuerdos el cumplimiento de normas, antes de su entrada en vigencia (caso celulosa) o la determinación de estándares en aspectos no normados (caso del ruido en el sector construcción).

### **1.3.1 Acuerdo producción limpia, sector construcción, región metropolitana**

Unos de los acuerdos firmados con alta importancia y gran resultado es el firmado por el sector de la construcción para la región metropolitana, a continuación un extracto del acuerdo firmado con fecha 3 de noviembre de 1998 suscrito por MINECON, CONAMA, SISS, CNE, SENCE, CORFO, SESMA, CPC, SOFOFA, ASEXMA, Corporación Nacional de Exportadores, Cámara de Comercio de Santiago, CONUPIA, ASIMET A.G. y CUT.

Con las siguientes consideraciones:

El interés del Gobierno por incorporar en el sector productivo nacional, los componentes estratégicos de la producción limpia, que en este caso apuntan a la adopción, por parte de las empresas del rubro construcción, de medidas de producción limpia, especialmente en lo que a contaminación atmosférica, manejo de residuos sólidos y control del ruido se refiere, facilitando y promoviendo el desarrollo de tecnologías limpias que permitan alcanzar estándares superiores ambientales, mejorando los niveles de competitividad

El interés del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, como organismo público fiscalizador, de proteger la salud humana y los elementos del ambiente adoptando, por una parte, las medidas necesarias en orden a facilitar el cumplimiento de las metas señaladas en el Plan de Prevención y Descontaminación Ambiental para la Región Metropolitana, en lo relacionado al control de las emisiones atmosféricas y

control del ruido y por otra, adoptando las medidas tendientes a la minimización y manejo adecuado de los residuos sólidos.

Que la Cámara Chilena de la Construcción está impulsando una Política Ambiental entre sus asociados, guiando su accionar hacia la incorporación de procesos limpios de producción.

El trabajo conjunto desarrollado por las empresas del rubro construcción, agrupadas en la Cámara Chilena de la Construcción, el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente y la Secretaría Ejecutiva de Producción Limpia del Ministerio de Economía, en orden a concurrir a la firma de un Acuerdo de Producción Limpia en el área del control de las emisiones atmosféricas, del manejo de los residuos sólidos industriales y del control del ruido

### **1.3.1.1 Emisiones atmosféricas**

#### 1 ) Metas

- a) A contar de la firma del presente acuerdo, se deberá reducir las emisiones de polvo a través de medidas preventivas y de mitigación de la contaminación
- b) Desde la firma del presente acuerdo y dentro del plazo de 12 meses, se deberá contar con un estudio de mediciones que permitan un diseño de soluciones de prevención y abatimiento para el control de emisiones atmosféricas

#### 1.2 Acciones de meta

Nº 1.1 a) Implementar, a contar de la firma de este acuerdo, las siguientes medidas de reducción de polvo:

##### 1.2.1 Demoliciones

- a) Humectar las zonas de trabajo que generen mayor emisión de polvo, incluyendo los caminos internos y de acceso del lugar.
- b) Mantener cubiertos los acopios de escombros y retirarlos del lugar en el menor tiempo posible.
- c) El sector de trabajo debe ser aislado y señalizado.
- d) Las maquinarias y equipos deben ser manejados con precaución.

### 1.2.2 Excavaciones

- a) Evitar generar emisiones fugitivas de polvo. Por ejemplo, en el caso de edificación en altura, usar mallas protectoras tipo Raschel en el entorno de la excavación.
- b) Propiciar la precipitación del material particulado.
- c) Humectar el terreno con agua y aditivos que impidan su evaporación
- d) Cubrir los acopios de materiales provenientes de la excavación, durante el período previo a su retiro. Usar humectación si es necesario.
- e) Manejar con precaución los equipos y maquinarias usadas en el proceso, con el objeto de minimizar la  
Acuerdo Producción Limpia, Sector Construcción, Región Metropolitana emisión de material particulado, fomentando el uso de maquinarias o tecnologías más limpias que cumplan ciertos estándares internacionales en lo que respecta a emisiones.
- f) Minimizar la distancia de descarga del material.
- g) Limitar, mediante una adecuada programación de actividades, el tiempo de exposición del material removido.

### 1.2.3 Construcción

- a) Todas aquellas fuentes que generan emisión de material particulado deben ser humectadas o cubiertas.
- b) Las faenas de corte y pulido de materiales (ladrillos y otros) deben efectuarse bajo techo o en subterráneo y humedecer.
- c) Las construcciones en altura deben estar protegidas en su entorno con malla tipo Raschel con el objeto de evitar fugas de emisiones de polvo.
- d) Mantener limpias calles y aceras circundantes a la obra, previa humectación.
- e) La eliminación de residuos o escombros desde los pisos de edificios en altura, debe realizarse a través de alguna de las siguientes alternativas:
  - Contenedores ubicados en cada piso del edificio.
  - Un conducto cerrado, el que preferiblemente debe ser plástico, con buzones con tapa.
  - Previamente a su manipulación, los escombros y residuos deben ser humectados y recibidos en contenedores o camiones para su posterior disposición.
- f) Para disminuir el número de cortes y por ende la emisión de polvo y material de desecho, se recomienda estudiar la posibilidad de comprar materiales precortados, ya que las fábricas están en situación de proveerlos.

#### 1.2.4 Transporte

- a) Los vehículos de transporte de áridos, escombros y residuos deben ser cerrados y mantener su carga cubierta manteniendo una distancia mínima de 10 centímetros entre la superficie de la carga y la cubierta.
- b) Incorporar un sistema de lavado de ruedas de los vehículos antes de abandonar la obra, asegurándose de no incorporar polvo o barro a la vía pública.

#### 1.2.5 Accesos y vías interiores de la obra

Para evitar la generación de polvo, deberán adoptarse alguna de las siguientes medidas:

- a) Vías pavimentadas.
  - Barrido manual, previa humectación.
  - Barrido mecánico con humectación.
  - Barrido con aspiración.
- b) Vías no pavimentadas
  - Terminarlas con una capa estabilizadora
  - Mantenerlas húmedas
- c) Vías provisionarias
  - Deben mantenerse húmedas
- d) Para todo tipo de vías:
  - Circular a baja velocidad
  - Evitar fugas y derrames

#### 1.3 Acciones meta N° 1.1

- b) Diseño e implementación de alternativas de abatimiento y prevención de la contaminación atmosférica

Dentro de un plazo de 12 meses, a contar de la firma del presente acuerdo, se deberá contar con un estudio que contemple lo siguiente:

- a) Implementación de una metodología de medición y cuantificación del polvo generado por las faenas de construcción y de sus características.

b) Estimar las emisiones totales actuales del rubro y la potencial rebaja de emisiones, determinando factores de emisión, con y sin la adopción de tecnologías o métodos de abatimiento. Específicamente se deberá determinar:

- Actividades dentro del rubro construcción que generan polvo.
- Determinación del área afectada por las emisiones de estas actividades.
- Factores de emisión por actividad sin la adopción de tecnologías de abatimiento.
- Factores de emisión por actividad con la adopción de tecnologías de abatimiento
- Total de emisiones actuales del rubro construcción
- Caracterización y clasificación del polvo generado por las faenas de construcción
- Total de emisiones futuras con la adopción de tecnologías de abatimiento.

Este trabajo significará realizar mediciones en un número representativo de obras y/o actividades de construcción, de modo que los resultados puedan ser extrapolados al total del sector y puedan proponerse métodos de medición y/o estimación más simples para evaluar las emisiones de casos específicos.

c) En base a un análisis costo efectividad en términos de reducción de emisiones, proponer la adopción de tecnologías de abatimiento y prácticas de buen manejo que incorporen mejoras dentro de un plazo razonable.

Al término del estudio y en un plazo no superior a 6 meses, cada empresa participante realizará una evaluación de sus emisiones actuales, según la metodología establecida en el estudio y presentará un plan de reducción de ellas según las alternativas propuestas y en los plazos determinados en dicho estudio.

### 1.3.1.2 Residuos sólidos

#### 1 ) Metas

Considerando el gran volumen de residuos generados por la construcción se establecen las siguientes metas:

- a) Implementar un sistema de segregación, almacenamiento transitorio al interior de las obras y posterior transporte al lugar de destino final.
- b) A contar de la firma del presente acuerdo, las empresas suscriptoras deberán disponer los residuos peligrosos en rellenos de seguridad y/o entrega a plantas de



tratamiento y/o devolución a los proveedores y los residuos inertes en lugares de disposición autorizados y específicamente para dicho efecto.

c) Las empresas firmantes del acuerdo deberán promover la reducción de la generación de residuos sólidos.

d) Desde la firma del presente acuerdo la CCHC deberá promover la creación de mercados de reciclaje y de recuperación de residuos de la construcción.

## **2 Acciones**

Con el propósito de cumplir con las metas señaladas, las empresas firmantes del acuerdo deberán ejecutar las acciones que a continuación se señalan.

### Acciones meta

2.1 a) Implementar un sistema de segregación y almacenamiento de residuos al interior de las obras

- Las empresas deberán contar con lugares específicos para la acumulación transitoria de los residuos sólidos propios de la construcción, donde éstos queden debidamente confinados, segregados e identificados, ya sea a granel o en contenedores.

- En caso de residuos peligrosos, el almacenamiento deberá considerar exigencias mayores debido a los riesgos involucrados.

En primer lugar los sitios donde se almacenan residuos peligrosos deberán tener una base continua,

Impermeable, que sea resistente estructural y químicamente a esto y que este construida de tal forma de garantizar que se minimizaran la volatilización, arrastre o emanación de contaminantes a la atmósfera y que se controlará cualquier escurrimiento o derrame. Respecto de los contenedores utilizados en almacenamiento, estos deberán ser resistentes al residuo almacenado y a prueba de filtraciones. Los contenedores deberán estar rotulados indicando las características de peligrosidad del residuo, según la NCh 2.190 Of 93.

#### Acciones meta

2.1 b) Disponer los residuos peligrosos en rellenos de seguridad y/o entrega a plantas de tratamiento y/o devolución a los proveedores y los residuos inertes en lugares autorizados específicamente para dicho efecto.

- Destinar los escombros de la construcción en la recuperación de ex pozos de extracción de áridos en la Región Metropolitana, los que deberán contar con la autorización previa de la Municipalidad respectiva.
- Las Empresas constructoras y/o sus contratistas deberán evitar el envío de escombros de la construcción a los rellenos sanitarios para residuos sólidos domésticos.
- Implementación de un sistema de seguimiento para el 100% de los residuos inertes, no peligrosos y peligrosos provenientes de la actividad de la construcción
- El Servicio de Salud del Ambiente y la CCHC mantendrán un listado actualizado de la situación de los respectivos sitios (autorización vigente, capacidad disponible, tipo de residuo que puede recibir).

#### Acciones meta

2.1 c) Promover la reducción en la generación de residuos sólidos, a través de:

- Incorporar nuevas tecnologías
- Privilegiar una mayor utilización de piezas y partes prefabricadas
- Privilegiar la estandarización de materiales de construcción

#### Acciones meta

2.1 d) Promover la creación de mercados de reciclaje y de recuperación de residuos de la construcción.

Dentro de un plazo de 12 meses, a contar de la firma del presente acuerdo, se deberá contar con un diseño de soluciones de reciclaje y de reutilización de residuos sólidos que contemple lo siguiente:

- Situación actual en materia de reciclaje y/o reutilización por parte de las empresas del rubro.
- Recopilación y análisis de medidas o prácticas de reutilización y/o reciclaje de residuos sólidos de construcción.

- Evaluación técnica, legal y económica de las alternativas de reciclaje y/o reutilización y medidas para su implementación.

Las empresas constructoras apoyarán el desarrollo de actividades que permitan el reciclaje, la reutilización y la recuperación de los residuos sólidos de la construcción, mediante la realización del estudio técnico-económico de diseño de soluciones señalado, que coordinará la Cámara Chilena de la Construcción.

### **1.3.1.3 RUIDO**

A contar de la firma del presente acuerdo, se constituirá un grupo técnico coordinado por la Secretaría Ejecutiva de Producción Limpia del Ministerio de Economía, con participación de las autoridades competentes y la Cámara

Chilena de la Construcción, que establecerá en un plazo máximo de seis meses, las metas, acciones y formas de seguimiento que detallen y permitan el desarrollo del acuerdo respecto del control del ruido generado en la construcción. Para efectos del diagnóstico, deberá evaluarse la capacidad de cumplimiento en el sector de la normativa que regula el ruido. Este grupo técnico de común acuerdo, podrá invitar a otras instituciones competentes a participar en la elaboración de la citada propuesta.

- Sistema de seguimiento y control del acuerdo

Las acciones a cumplir por las empresas en el marco del presente Acuerdo de Producción Limpia, se encuentran divididas en dos tipos, por una parte, están aquellas acciones de ejecución inmediata a partir de la firma del acuerdo y aquellas acciones que contemplan un diseño de soluciones y su posterior ejecución.

Las acciones que requieren previamente de un diseño de soluciones, a través de un estudio corresponden a aquellas acciones referidas al diseño e implementación de alternativas de abatimiento y prevención de la contaminación atmosférica y aquellas referidas a la creación de mercados de reciclaje y de recuperación de residuos de la construcción. La primera tiene por objeto determinar la situación ambiental inicial de cada una de las actividades consideradas en el acuerdo, establecer sistemas de medición y cuantificación de emisiones, indicar cuáles son las soluciones tecnológicas más adecuadas que permitan su mejoramiento y generar un plan de reducción de ellas. Las correspondientes a la creación de mercados de reciclaje y de recuperación de residuos de la construcción tienen por objeto realizar un diagnóstico de la situación actual en la materia, analizar las medidas o prácticas de reutilización

y/ o reciclaje de residuos sólidos de la construcción y llevar a cabo una evaluación técnica y económica de las alternativas existentes y las medidas para su implementación.

La elaboración de los estudios será de responsabilidad de la Cámara Chilena de la Construcción y actuarán como contrapartes técnicas las instituciones competentes y promotoras del acuerdo.

El plazo de realización del estudio para el diseño e implementación de alternativas de abatimiento y prevención de la contaminación atmosférica será de 12 meses a contar de la firma del acuerdo. Cumplido este plazo las empresas firmantes del acuerdo dispondrán de un plazo de 6 meses para la presentación del plan de reducción de emisiones y las alternativas tecnológicas que se implementarán de acuerdo a los plazos señalados en el estudio de referencia, indicando con la debida justificación técnica, las acciones que no se aplican ya sea porque no corresponden o bien porque ya se encuentran ejecutadas al momento de la firma. El plazo de realización del estudio para la creación de mercados de reciclaje y de recuperación de residuos de la construcción será de 12 meses a contar de la firma del presente acuerdo al término del cual se deberá contar con un diseño de soluciones de reciclaje y de reutilización de residuos sólidos para su implementación. Aquellas acciones de ejecución inmediata, corresponden a una planificación que no requiere grandes esfuerzos en términos de diagnóstico, dado que las soluciones factibles son simples y acotadas.

Las empresas firmantes, suscribirán todas las acciones contempladas en el presente Acuerdo.

#### **1.3.1.4 Acciones con diseño de soluciones**

a) Al término del plazo establecido para el estudio sobre diseño e implementación de alternativas de abatimiento y prevención de la contaminación atmosférica, la Cámara Chilena de la Construcción deberá entregar a las instituciones competentes y promotoras del acuerdo un documento con la siguiente información:

- Sistema de medición y cuantificación del polvo generado por las faenas de construcción y sus características
  - Estimación de las emisiones totales actuales del rubro y la potencial rebaja de emisiones, determinando factores de emisión, con y sin la adopción de tecnologías o métodos de abatimiento, según lo indicado en el punto 1.2 sobre acciones de meta
- En base a un análisis costo efectividad en términos de reducción de emisiones, una

proposición de adopción de tecnologías de abatimiento y prácticas de buen manejo que incorporen mejoras dentro de un plazo razonable.

En base a dicho documento y en un plazo no superior a 6 meses, cada empresa participante realizará una evaluación de sus emisiones actuales y presentará a la Cámara Chilena de la Construcción un plan de reducción de ellas, según las alternativas propuestas y en los plazos determinados en el estudio. La Cámara Chilena de la Construcción revisará la información proporcionada por las empresas y realizará un informe consolidado, el que deberá entregar al SESMA junto con los planes de implementación, en un plazo de 20 días contados desde el vencimiento de los seis meses señalados.

b) Al término del plazo establecido para el estudio sobre creación de mercados de reciclaje y de recuperación de residuos de la construcción, la Cámara Chilena de la Construcción deberá entregar a las instituciones competentes y promotoras del acuerdo un documento con la siguiente información:

- Situación actual en materia de reciclaje y/o reutilización por parte de las empresas del rubro
- Recopilación y análisis de medidas o prácticas de reutilización y/o reciclaje de residuos sólidos de la construcción
- Evaluación técnica, legal y económica de las alternativas de reciclaje y/o reutilización y medidas para su implementación

### **Acciones con plazo de ejecución inmediata**

a) Las empresas suscriptoras del acuerdo en aquellas acciones de ejecución inmediata, deberán entregar en un plazo no superior a 30 días contados desde la suscripción del acuerdo, la siguiente información a la Cámara Chilena de la Construcción:

- Descripción de la situación ambiental inicial de la empresa, respecto de las materias acordadas.
- Informe sobre las acciones ya ejecutadas del presente acuerdo. Respecto de aquellas acciones no ejecutadas deberá acompañarse un plan de implementación de las acciones a ejecutar, acompañando una Carta Gantt.

b) La Cámara Chilena de la Construcción revisará la información proporcionada por las empresas y realizará un informe consolidado, el que deberá entregar al SESMA junto con los Planes de Implementación, en un plazo de 20 días contados desde la recepción de los mismos.

- c) El SESMA revisará los Planes de Implementación de cada empresa e informará de la toma de conocimiento mediante carta oficial y sugerirá las modificaciones que correspondan para cada caso, comunicando esta información a la Cámara Chilena de la Construcción y a la empresa según corresponda, en un plazo no superior a 20 días. Además el SESMA podrá realizar visitas a terreno para corroborar la información entregada por la empresa.
- d) La Cámara Chilena de la Construcción hará llegar las respuestas del SESMA a cada empresa, en un plazo no superior a 15 días, vía fax, correo electrónico u otro medio de comunicación.
- e) Al término de la etapa de ejecución, el representante legal de cada empresa deberá enviar a la Cámara Chilena de la Construcción una declaración de los resultados del término de la implementación de las acciones correspondientes.
- f) La Cámara Chilena de la Construcción revisará la información proporcionada por las empresas y realizará un informe consolidado, el que deberá entregar al SESMA junto con la declaración enviada por la empresa, en un plazo de 20 días contados desde la recepción de los mismos.
- g) El SESMA revisará la información proporcionada por la Cámara Chilena de la Construcción, así como los antecedentes particulares de cada empresa e informará de la toma de conocimiento, mediante carta oficial, de la finalización del Acuerdo en el caso que corresponda. Además el SESMA podrá realizar visitas a terreno para corroborar la información entregada por la empresa.

#### **1.3.1.5 Financiamiento**

El financiamiento de la ejecución de las medidas emanadas del acuerdo será efectuado por las empresas suscriptoras.

##### **a) Corfo:**

Para efectos de apoyar el cumplimiento de las metas del presente Acuerdo, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) se compromete en los siguientes términos:

- a) Apoyar, en el marco del presupuesto vigente, con los recursos para el cumplimiento de los compromisos emanados del presente acuerdo. Ello considera los instrumentos dirigidos a fomentar la asociatividad, la contratación de asistencia

técnica, la innovación y transferencia tecnológica, así como las líneas de crédito que CORFO intermedia a través de la banca.

b) Otorgar prioridad a la tramitación técnica y administrativa de los instrumentos de fomento, para agilizar la asignación de recursos.

c) Los instrumentos de fomento disponibles son:

- Fondo de Asistencia Técnica (FAT)
- Proyectos Asociativos de Fomento (PROFO)
- Programa de Apoyo a la Gestión de Empresas (PAG)
- Programa de Desarrollo de Proveedores (PDP)
- Fondo de Desarrollo Tecnológico y Productivo (FONTEC)
- Línea de Crédito B11
- Línea de Crédito B12

d) Establecer, en el marco de la operación de Fondo de Asistencia una línea temática destinada a proveer de co-financiamiento para la contratación de consultores dirigidos a resolver problemas ambientales y de producción limpia, la cual considerará un 70% de co-financiamiento y montos mayores a los establecidos en la operación habitual de este Fondo.

e) En casos calificados, para los PROFO, FAT, PAG y PDP, el Comité de Asignación de Fondos de Fomento de CORFO, podrá establecer condiciones de elegibilidad especiales que se adecuen a los requerimientos del sector.

**b) Banco del estado**

Para efectos de apoyar el cumplimiento de las metas del presente Acuerdo, el Banco del Estado de Chile, se compromete en los siguientes términos:

a) Entregar a la Asociación Gremial y sus miembros, información relativa a los productos y servicios de que dispone el Banco.

b) Poner a disposición de las Pequeñas Empresas todos los productos y servicios del Banco.

c) Financiar las inversiones que fomenta este proyecto, a todas las pequeñas empresas que cumplan con los requisitos del proceso de créditos del Banco.

d) Entregar información y poner a disposición de las pequeñas empresas, el Fondo de Garantía para el pequeño empresario (FOGAPE).

- e) Mejorar continuamente los aspectos operativos de los productos orientados a la Pequeña Empresa, de forma de facilitar el acceso a éstos.
- f) Poner a disposición de las Pequeñas Empresas la Red de sucursales a lo largo de todo el país.
- g) Desarrollar actividades que de común acuerdo se establezcan, y que directa o indirectamente contribuyan al logro de los objetivos del acuerdo

#### **1.3.1.6 Sanciones**

Las sanciones por incumplimiento de los contenidos del acuerdo que se procede a detallar son complementarias entre ellas, y consisten en:

- a) Asociación gremial: La Asociación gremial como parte del acuerdo establecerá sanciones a las empresas asociadas, en función de lo que señalen los estatutos de la organización.
- b) En caso que el acuerdo tenga asociado instrumentos de fomento del Estado, el no-cumplimiento de los contenidos del mismo, hará aplicable las sanciones establecidas en el contrato del instrumento de fomento respectivo.
- c) El no – cumplimiento de los acuerdos, por parte de alguna de las empresas firmantes inhibirá el uso del acuerdo como un mecanismo de promoción de sus productos.
- d) En atención a la gravedad del incumplimiento por parte de una o varias empresas firmantes, se podrá dar publicidad a este incumplimiento y eventualmente poner término al acuerdo.

Durante la vigencia del Acuerdo, la Autoridad Sanitaria mantendrá sus facultades fiscalizadoras y sancionadoras.

Al sancionar se tendrá presente la participación y cumplimiento del presente convenio.

#### **1.3.1.7 Difusión y promoción**

- a) Para efectos de difundir los resultados del acuerdo, una vez finalizadas las acciones que lo componen, se publicará a lo menos un documento que de cuenta de los logros alcanzados. Los costos devengados por esta actividad serán compartidos por las instituciones promotoras del Acuerdo. Sin embargo, en caso de existir instrumentos de fomento de uso colectivo, las publicaciones deberán ser incluidas como una de las actividades a financiar por éstos.



b) Las empresas suscriptoras que hayan cumplido con los compromisos establecidos, podrán utilizar el acuerdo como un mecanismo de promoción comercial de sus productos. Para efectos de operativizar dicho uso comercial, las instituciones promotoras del Acuerdo definirán un mecanismo apropiado para ello.

Estas actividades corresponden a las actividades mínimas a realizar dentro del marco del Acuerdo. Las instituciones promotoras del Acuerdo, podrán proponer, consensuar y llevar a cabo otras actividades e iniciativas.

## **CAPITULO II**

### **2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA PRODUCCIÓN LIMPIA**

La filosofía de la PL empezó a mediados de los ochenta y hoy en día forma parte de la política medioambiental de la mayoría de los países desarrollados, y cada vez más de algunos países en desarrollo. Es una estrategia de gestión empresarial preventiva aplicada a productos, procesos y organización del trabajo, cuyo objetivo es minimizar emisiones tóxicas y de residuos, reduciendo así los riesgos para la salud humana y ambiental, y elevando simultáneamente la competitividad. Ello resulta de cinco (5) acciones, sean éstas combinadas o no, consistentes en la minimización y consumo eficiente de insumos, agua y energía, minimización del uso de insumos tóxicos; minimización del volumen y toxicidad de todas las emisiones que genere el proceso productivo, el reciclaje de la máxima proporción de residuos en la planta y si no, fuera de ella; y reducción del impacto ambiental de los productos en su ciclo de vida (desde la planta hasta su disposición para el consumo final).

Desde las primeras etapas de planificación, los seguidores del modelo de PL tienen en cuenta criterios de igualdad y justicia social en todas las comunidades en las que se extraen recursos, se elaboran productos y se prestan servicios. La fuerza laboral y los residentes tienen una voz decisiva en los temas que afectan su economía, salud, medio ambiente y cultura. Es así como en la PL comienza cuestionándose un producto o servicio para determinar si cumple una función o necesidad social importante. Entonces, se diseña un método de producción que tenga en cuenta la viabilidad del ecosistema y la comunidad donde va a desarrollarse cada etapa. Hay que tomar decisiones cuidadosas sobre el tamaño y localización de la empresa; la selección, extracción y procesamiento de las materias primas; la elaboración, montaje o cultivo del producto; el transporte de materiales; la distribución y comercialización; el uso comercial; y el destino final del producto.

La PL tiene como propósito general incentivar y facilitar el aumento de la competitividad y el desempeño ambiental de las empresas, apoyando el desarrollo de la gestión ambiental preventiva para generar procesos de producción más limpios, incluyendo el uso eficiente de la energía y el agua. La política de PL, representa un eslabón que articula la política ambiental con la política de desarrollo productivo, expresando así una importante dimensión de la estrategia de desarrollo sustentable, teniendo en cuenta que las tecnologías

ambientales convencionales trabajan principalmente en el tratamiento de residuos y emisiones generados en un proceso productivo.

## 2.1 Gestión de los residuos

Al comenzar a aparecer los problemas de espacio y tener conocimiento de las características persistentes, bioacumulativas y tóxicas de los componentes de los residuos, se empieza a considerar la necesidad de *controlar los contaminantes* aplicando métodos de "Final de Tubería" (filtros, depuradoras, vertederos) y métodos de tratamiento de residuos (incineradoras, tratamientos físico-químicos). Esta tendencia, que se articula a través de programas de *gestión* de residuos, se basa en el llamado principio de asimilación:

Esta cantidad "aceptable" es fijada según los conocimientos científicos disponibles sobre sus efectos. Por tanto, una determinada sustancia sólo es regulada o prohibida cuando se demuestren plenamente y sin lugar a duda sus efectos negativos. Es decir, se le concede el beneficio de la duda al contaminador en lugar de al medio ambiente.

Pero, a pesar de la aplicación de costosos, complejos y tecnológicamente avanzados programas de gestión, en los últimos años el incremento de la carga de contaminantes ha producido una degradación del entorno sin precedentes. El fracaso de los programas de gestión se debe, fundamentalmente, a las siguientes causas:

- Responden a una visión parcial del problema  
No tienen en cuenta que la generación de residuos va acompañada de emisiones de sustancias tóxicas a todos los medios, exposición de los trabajadores, contaminación de los bienes de consumo...
- No tienen en cuenta la complejidad de la composición de las emisiones de las industrias

Sólo unas decenas de contaminantes están regulados por las normativas. Otros cientos de sustancias son ignoradas. La información sobre persistencia, bioacumulación y toxicidad de los contaminantes en el medio ambiente es muy limitada. Se desconocen por completo los efectos sobre el medio ambiente de mezclas de sustancias.

- **Trasladan los contaminantes de un medio a otro**  
No pueden evitar que más tarde o más temprano lleguen al medio ambiente. Un metal pesado presente en unas aguas residuales quedará en los filtros de la depuradora, convirtiéndose en un contaminante sólido. Si éste filtro se incinera, una parte se emitirá por la chimenea convirtiéndose en un contaminante atmosférico. Algunos métodos de tratamiento, como la incineración, generan *nuevos contaminantes* que son incluso más tóxicos que los residuos que tratan.

Otro aspecto preocupante que se observa en esta manera de enfrentarse al problema de los residuos es el espíritu mercantilista que las impregna. Los residuos, ya sean tóxicos o no, son considerados como mercancías cuya gestión y tratamiento genera grandes beneficios. Las empresas pagan a los gestores para librarse de sus residuos y de la responsabilidad asociada a su generación. Así, el tráfico de residuos pasa a ser una actividad lícita. Ante la inoperancia de los sistemas de gestión para eliminar los contaminantes, los países con legislaciones ambientales más estrictas, como Alemania, se convierten en grandes exportadores de residuos.

## **2.2 ¿Qué Impactos y Beneficios Genera la PL?**

Sin duda alguna, se evidencia un cambio en el pensamiento del ser humano que repercute en su entorno, este cambio se encuentra asociado al fomento de una cultura de la prevención, la cual no formaba parte de la cultura del hombre; cuando hace decenios empezó la protección medioambiental, en ese entonces sólo se contemplaban métodos de control a menudo llamados dispositivos de última etapa para solucionar problemas de aguas contaminadas, atmósfera tóxica, y las demás consecuencias del desarrollo industrial y de la actividad humana. La actual protección del medio ambiente está evolucionando e incorpora una nueva estrategia para evitar los residuos y la contaminación que desde siempre han caracterizado el desarrollo industrial. La PL está asociada a la eficacia, que siempre ha sido un objetivo bandera de las empresas, pero su consecución ha carecido a menudo de consideraciones ecológicas.

### 2.3 ¿Qué Motiva la Adopción de la PL?

Desde la perspectiva de garantizar el desarrollo sostenible y enfrentar los nuevos retos de la competitividad empresarial, la gestión ambiental se considera como una fuente de oportunidades y no como un obstáculo. Dentro de esta gestión, adoptar la PL resulta una alternativa viable para el logro de los objetivos de desarrollo. Adicionalmente, existen otras motivaciones como son la convicción plena de que es una estrategia encaminada al desarrollo sostenible, que mejora la competitividad y garantiza la continuidad de la actividad productiva, gracias al mejoramiento de la eficiencia en los procesos productivos, en los productos y en los servicios; ayuda a cumplir con la normatividad ambiental y garantiza el mejoramiento continuo de su gestión en este sentido; ayuda a mejorar la imagen pública, ya que previene conflictos por la aplicación de instrumentos jurídicos y disminuye las inversiones en sistemas de control al final del proceso.

Gran parte de lo que hoy se piensa sobre los impactos sobre el medio ambiente gira alrededor de lo que debe hacerse con los desperdicios y las emanaciones después de que se han producido. La meta de la producción limpia es, para empezar, evitar la producción de desperdicios, y disminuir el uso de materias primas y energía.

A largo plazo, la producción limpia es la forma más rentable de explotar los procesos y de desarrollar y fabricar productos. El costo de los desperdicios y de las emanaciones, además de los impactos negativos sobre la salud y sobre el medio ambiente, pueden evitarse desde el comienzo mediante la aplicación del concepto de producción limpia.

En general, los beneficios derivados de la PML incluyen, entre otros:

Se refiere a la obtención de beneficios económicos y ambientales en las empresas, como consecuencia de la aplicación de las herramientas en estudio

#### Comerciales

- Diversificación con nuevos productos
- Mejora de imagen
- Acceso a nuevos mercados
- Aumento de las ventas
- Diversificación de productos a partir del uso de materiales de desecho
- Mejoramiento de la imagen de mercado
- Acceso a nuevos mercados

### Financieros

- Reducción de costos a través de mejor manejo energético
- Reducción de costos a través de un mejor manejo de residuos
- Aumento de las ganancias
- Ayuda en evaluación e riesgos
- Minimización de inversión end-of-pipe
- Reducción de costos a través del mejor manejo energético y de uso eficiente de materias primas y del agua
- Reducción de costos a través de un mejor manejo de desechos
- Aumento del margen comercial

Evita o disminuye la inversión en plantas de tratamientos o medidas end-of-pipe

### Operacionales

- Mejora condiciones de seguridad y salud ocupacional
- Mejora relaciones con la comunidad y autoridad
- Reduce costos por disposición de residuos
- Genera nuevos conocimientos al interior de la empresa
- Aumenta eficiencia de los procesos
- Efecto positivo en el personal
- Mejora condiciones de seguridad y salud ocupacional
- Mejora condiciones de infraestructura de la planta productiva
- Reduce costos de traslado y disposición de desechos
- Genera nuevos conocimientos al interior de la empresa
- Aumenta eficiencia de los procesos
- Genera efectos positivos en el personal

La estrategia de la PML, orientada a la prevención, involucra la modificación de los procesos de producción, la tecnología, las prácticas operacionales o de mantenimiento y resultados de acuerdo con las necesidades de los consumidores en cuanto a productos y servicios más compatibles ambientalmente. Es importante anotar que la Producción Más Limpia ***no siempre requiere la aplicación de nuevas tecnologías y equipos.***

Todo esto comienza simplemente con buenas prácticas de operación. Las técnicas comúnmente más utilizadas dentro del marco de producción limpia son:

- . Buenos procedimientos de operación
- Sustitución de materiales
- . Cambios tecnológicos
- . Reciclaje interno
- . Rediseño de producto

## **2.4 Barreras para la implementación de la Producción Más Limpia.**

La literatura general justifica la lentitud de la reconversión empresarial hacia una mejor gestión ambiental en los países en desarrollo, principalmente por la resistencia al cambio como un problema cultural y por la dificultad de acceso a la información y a financiación. Igualmente el enfoque hacia mercados locales reduce las exigencias ambientales que pueden presentarse en las exportaciones hacia mercados globales. Sin embargo, debido a la irrupción del e-commerce en los negocios del mundo, lo que significa cambio profundos en la forma de producir y vender, y aunque los países en desarrollo han sido algo más lentos, no se necesitan grandes esfuerzos de convicción para que las empresas grandes y pequeñas busquen oportunidades de negocios en ese nuevo entorno.

De hecho, aunque la conciencia de la problemática ambiental ha crecido mucho en los últimos años, estudios de las naciones unidas indican que menos del 20% de las empresas norteamericanas y europeas están a la vanguardia de los avances en ecoeficiencia y producción limpia.

En general con las dificultades que presentan la aplicación de un sistema de producción limpia se encuentran:

- Costos de capacitación
- Entrenamiento
- Asistencia técnica
- Asesoría, seguimiento
- Materiales
- Equipos audiovisuales
- Apoyo logístico
- Mediciones y análisis de laboratorio
- Traslados
- Horas del personal invertidas por las empresas
- Transferencia de la metodología, etc.
- Herramientas desarrolladas en forma grupal (consultoras empresas-empresas) resultan mas adecuadas
- Herramientas aplicadas con subsidios representa un impulso importante a la difusión de las mismas
- Poca cultura de pago para invertir en capacitación por parte de las Pymes
- Para las Pymes constituyen elevados costos

- Limitaciones en la disponibilidad de recursos financieros
- Falta de programas de fomento e incentivos económicos para promover aplicación en las Pymes
- Falta de información y efectiva sensibilización a las Pymes en relación a los beneficios a lograr
- La experiencia en la región muestra , hasta el momento que la oferta de estas herramientas no funciona efectivamente en un esquema de autosostenimiento , lo cual es muy notorio considerando los potenciales beneficios a obtenerse
- Como el tema de Producción limpia es relativamente nuevo , es de esperar programas de apoyo de los gobiernos u organismos de cooperación , hasta tanto se consolide una oferta de servicios en una tendencia creciente de auto sustentación
- La aplicación de algunas herramientas no tienen objetivos económicos (beneficios económicos directos ) , sino solamente ambientales (herramientas normas ISO )
- Faltan sistemas de información que registren los beneficios obtenidos como elemento de divulgación



**Tabla 1 Razones por las cuales en general no se adopta Producción Más limpia con los porcentajes para cada motivo**

<b>Porcentaje</b>	<b>Razón</b>	<b>%</b>
PORCENTAJE POLÍTICAS (60%)	RESISTENCIA BUROCRÁTICA	20
	TENDENCIA HUMANA CONSERVADORA	10
	LEGISLACIÓN SIN COORDINAR	10
	SENSACIONALISMO DE LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN	10
	IGNORANCIA DEL PUBLICO / FALTA DE INFORMACIÓN	10
FINANCIERAS (30%)	SUBSIDIOS PARA LA DISPOSICIÓN	10
	ESCASEZ DE FONDOS	10
	ARRAIGO EN LA INDUSTRIA DE LOS DESECHOS	10
TÉCNICAS (10%)	FALTA DE INFORMACIÓN CONFIABLE	5
	CENTRALIZADA	
	FALTA DE APOYO AL APLICAR LA MINIMIZACIÓN DE DESECHOS A LAS NECESIDADES INDIVIDUALES	5

## **CAPITULO III**

### **3.1 Como realizar un sistema de producción limpia**

Este capítulo debe servir como apoyo para poner en práctica las estrategias y para desarrollar respectivamente un proyecto exitoso de Producción Más Limpia en una empresa.

En general, un proyecto de Producción Más Limpia puede resumirse en varias fases, desde que se toma la decisión de implementación hasta que se llega al punto de monitorear y evaluar las implementaciones de mejoras. Las fases típicas se citan a continuación:

#### ***a) Fase I: Fase Inicial:***

En esta primera fase se dan los primeros acercamientos a la PML, es muy importante asegurar el compromiso de la gerencia de tal forma que el programa tenga un soporte a todo nivel al interior de la organización.

#### ***b) Fase II: Estudio de Metodologías y Análisis de Prefactibilidad:***

Es importante crear un equipo para el desarrollo de proyectos de este tipo. El equipo ha obtenido conocimiento suficiente sobre la metodología de PML para de esta forma, realizar una revisión rápida de estimación del potencial de PML de la empresa (análisis cualitativo).

#### ***c) Fase III: Evaluación:***

Se elabora un análisis detallado (cuantitativo) del proceso de producción. En base al resultado obtenido, se identifican las

#### **3.1.1 Técnicas utilizadas en la pl:**

- Buenos procedimientos de operación.
- Sustitución de materiales.

- Cambios tecnológicos.
- Reciclaje interno.
- Rediseño de productos.

Opciones de optimización y se evalúan de acuerdo a factores económicos, ecológicos, técnicos y organizacionales.

#### ***d) Fase IV: Implementación:***

Se implementan las opciones seleccionadas y se calculan los ahorros resultantes (comparación actual vs. Estado objetivo).

El proceso de establecimiento de Producción Más Limpia no es un procedimiento único y/o individual. Una vez que se han llevado a cabo las cuatro fases de establecimiento, y se han monitoreado y evaluado los resultados, debe mantenerse una retroalimentación para mejorar las innovaciones introducidas y sugerir nuevas áreas para aplicación de los conceptos de PML. Obviamente, los detalles deben adaptarse siempre a la situación actual y tamaño de la empresa.

### **3.1.2 Secuencia de tiempo para el establecimiento de PML**

Aunque no es una regla general, el procedimiento, desde la decisión inicial de la empresa de involucrarse en Producción Más Limpia hasta la implementación de buenas prácticas/opciones de bajo costo y la preparación de las primeras propuestas de inversión, corresponden a un periodo de aproximadamente 16 a 18 meses. El tiempo necesario para la implementación de las tecnologías ambientales depende de las soluciones individuales de cada empresa.

### **3.1.3 Fase inicial**

El objetivo de esta etapa es identificar y tener un acercamiento cualitativo a los potenciales de Producción Más Limpia que puede tener la organización y convencer a la gerencia de la utilidad y necesidad de la PML, también en esta etapa debe seleccionarse

Un equipo para encargarse del establecimiento del proyecto de PML.

### **3.1.3.1 Reconocimiento de la empresa**

EL objetivo principal de esta etapa es tener una idea común y muy general del estado actual de la organización. Para esto existen herramientas como listas de chequeo, diagramas de flujo, formatos y formularios que permitirán a la empresa, tener un conocimiento global y además generar documentos que permitan consignar por escrito los hallazgos iniciales. Hecho esto, se obtendrá una primera impresión, habiendo obtenido información cualitativa y algunos datos cuantitativos de las entradas y salidas de la empresa. El objetivo de estos primeros pasos es, por un lado, incrementar el interés de la gerencia (enfocándose particularmente en el incremento de la eficiencia y los beneficios económicos), y, por otro lado, obtener la información necesaria para tomar la decisión de empezar o no un proceso de evaluación de PML.

### **3.1.3.2 Motivar la Producción Más Limpia**

Los siguientes factores ayudan a definir si en una empresa es pertinente en el establecimiento de la PML, además pueden proporcionar más herramientas a la hora de tomar la decisión de emprender un proyecto de Producción Más Limpia.

#### ***Lista de criterios para definir pertinencia de PML.***

- **Presión ambiental de parte de la comunidad y la autoridad encargada.**

Las empresas que se encuentran bajo mucha presión por parte de la comunidad vecina o de la autoridad encargada, normalmente se muestran más interesadas en establecer estrategias de PML e implementar opciones de PML.

- **Empresas con orientación hacia la exportación.**

La experiencia muestra que las empresas que producen principalmente para exportar, generalmente se muestran mucho más interesadas y deseosas de introducir una estrategia de PML. Dichas empresas están hoy en día mucho más expuestas a

Los estándares y regulaciones internacionales. Además, la alta competencia hace que la administración tenga en cuenta todas las oportunidades disponibles para incrementar la competitividad de la empresa.

- **Potencial de PML de la empresa.**

Después de hacer el reconocimiento de la empresa (evaluando el primer cuestionario “contacto inicial”) y utilizando cifras de otras empresas similares (benchmark) puede hacerse una estimación del potencial de PML de una compañía.

- **Propietarios de la empresa.**

Las empresas privadas o asociadas son más flexibles en sus decisiones de inversión si tienen un interés directo de implementar opciones de PML. Sin embargo, las empresas estatales juegan un rol muy importante en la implementación de políticas de PML en el cumplimiento de las leyes y regulaciones ambientales nacionales.

- **Tamaño de la empresa / Número de empleados**

Para promover la PML es conveniente tener unidades demostrativas de diferentes tamaños. Es más fácil convencer a los gerentes con resultados de otras empresas del mismo tamaño y pertenecientes al mismo sector.

- ***Estado financiero***

Si una empresa no está funcionando a toda su capacidad o está produciendo pérdidas financieras será difícil obtener un compromiso completo para establecer estrategias de PML. Una situación como esta limitará también las posibilidades de contar con las capacidades necesarias para implementar algunas opciones de PML.

- **Capacidad técnica al interior de la empresa**

El establecimiento de PML en una empresa solo es posible si la empresa cuenta con sus propios expertos en PML. Para cambiar los procesos productivos, los expertos necesitan ciertos conocimientos técnicos del “know how” y alguna experiencia.

### **3.1.3.3 Compromiso de la Gerencia**

Independientemente de la mayoría de los criterios de motivación mencionados anteriormente, el factor más importante es el compromiso de la gerencia. Sin un compromiso fuerte y claro por parte de la dirección superior de la empresa el éxito del establecimiento de una estrategia de PML es cuestionable desde el principio. Debido a esto, es necesario obtener herramientas como cartas o políticas de compromiso donde la gerencia confirme su intención de asignar personal al equipo de PML, liberar algunas horas del trabajo rutinario diario durante la primera etapa, y proveer toda la información necesaria.

### **3.1.3.4 Designación del equipo de PML**

Antes de entrar en la fase de prefactibilidad es ideal conformar un equipo de PML. Aunque probablemente sea necesario contactar algún tipo de experto, la empresa debe asignar entre 2 y 5 miembros, preferiblemente pertenecientes al área técnica, con competencias suficientes y conocimiento del el proceso que les permitan tomar decisiones con respecto al monitoreo de éste, la consecución de datos y las instalaciones (Vg. jefe de producción, Jefe de mantenimiento, jefe de calidad y medio ambiente, etc.). El número de miembros del equipo de PML dependerá finalmente del tamaño de la empresa.

### **3.1.4 Pre Factibilidad**

El objetivo primordial de esta fase es entrenar al equipo de PML en la metodología de PML, y proveer las bases para el establecimiento completo de la estrategia de PML.

#### **3.1.4.1 Entrenamiento en PML y primer reconocimiento de la empresa**

Para dar inicio a esta actividad, el equipo ambiental debe haberse conformado y el líder del equipo debe haber leído y comprendido el concepto de la Producción Más Limpia a cabalidad. Durante la fase de entrenamiento se explica la metodología de PML al equipo

designado y se le sensibiliza sobre los aspectos más importantes de la producción de la empresa y los potenciales que se tienen con la implementación y desarrollo del proyecto.

Una vez sensibilizado el equipo, el paso siguiente, para poner en práctica los conceptos, es realizar una evaluación rápida de la empresa. En esta evaluación se determinan los principales flujos de materia y energía, las entradas y salidas más importantes de cada proceso (puntos de énfasis) y se identifican las opciones inmediatas (Soluciones sin costo/bajo costo). Las identificaciones y hallazgos hechos en esta fase serán fundamentales para la toma de decisiones a futuro con respecto al desarrollo del proyecto de Producción Más Limpia

#### **3.1.4.2 Descripción de los procesos**

El objetivo principal de la revisión rápida (actividad anterior) es realizar una descripción de los procesos e identificar el potencial de PML de cada uno de ellos. Con esta información se crean las bases para el establecimiento completo de la estrategia de PML y se define el enfoque que va a tener la evaluación. En la revisión rápida el equipo de PML recolecta información cualitativa, cuantitativa (En caso de que esté disponible), datos de entradas y salidas de cada proceso, tecnologías usadas, y observaciones de temas transversales como higiene, seguridad y ecología. Adicionalmente se recolecta información acerca de otros factores tales como la forma en que trabajan los empleados, el manejo y mantenimiento de las maquinas, etc. La información faltante se complementa posteriormente. En esta fase es importante que el equipo lleve a cabo diagramas de flujo sencillos que permitan visualizar cada proceso como una unidad fundamental y relacionarlos con los otros procesos, de ésta forma el equipo estará más preparado y tendrá herramientas de análisis, discusión y difusión de los avances del proyecto.

#### **3.1.4.3 Estimación del potencial de PML**

En este punto, el equipo estará en capacidad de decir en forma muy acertada cuáles son los potenciales beneficios de la Producción Más Limpia en la empresa. Si bien es posible que numéricamente no se sepa aún cuales son los porcentajes de ahorro exactos, es posible afirmar cuales son los procesos más impactantes desde el punto de vista económico y ambiental, ya sea por el uso de recursos, materias primas e insumos, o por la generación de desperdicios. Adicionalmente, al llegar a este nivel el

equipo puede haber detectado mejoras de implementación sencilla que pueden llevarse a cabo inmediatamente. Los procesos identificados con alto potencial en esta etapa deben detallarse aún más durante el desarrollo de las etapas siguientes de implementación de la Producción Más Limpia.

### **3.1.2.1 Los productos**

Para poder valorar el impacto de los productos que colocamos en un edificio, en primer lugar deben clasificarse. La dificultad reside en el hecho de que el nombre genérico "productos de construcción" incluye desde materiales tan básicos como la arena o el cemento hasta soluciones comerciales completas para un detalle constructivo determinado, esta es una forma importante de incidir al momento de poner en marcha un plan de producción limpia para la empresa, la elección adecuada de los materiales, nos va a definir si estamos construyendo o no una obra amigable con el medio ambiente

- Adhesivos
- Aglomerantes, conglomerantes, morteros y hormigones
- Aislantes
- Áridos y granulados
- Bloques diversos
- Cerramientos practicables
- Cera
- Cielos rasos
- Cubierta integral
- Elementos prefabricados para techos
- Equipos de obra medios auxiliares
- Herramientas de ayuda a la diagnosis
- Impermeabilizantes y drenajes



- Instalaciones de calefacción, climatización y ventilación
- Instalaciones de elevación y transporte
- Instalaciones de gases e hidrocarburos
- Instalaciones de iluminación
- Instalaciones eléctricas
- Instalaciones hidráulicas
- Instalaciones y elementos de protección y control
- Láminas impermeables
- Materiales auxiliares para la ejecución de obra
- Materiales para la formación de pendientes
- Materiales para la protección contra incendios
- Mobiliario urbano
- Pavimentos
- Piezas cerámicas
- Pinturas
- Placas, planchas y tableros
- Revestimientos, acabados y protectores
- Tratamientos para la madera
- Tratamientos para el hormigón
- Tratamientos para metales
- Vidrios

### **3.1.2.2.1 Adhesivos**

Algunos materiales adhesivos se obtienen a partir de residuos renovables, aunque sus aplicaciones son limitadas. La mayoría de adhesivos son termoplásticos o compuestos que se obtienen de recursos renovables. En lo que se refiere a sus aplicaciones y usos, nos son de gran ayuda a la hora de rehabilitar y rehacer muchos elementos constructivos, lo cual permite alargar su vida útil. Por el contrario, su reutilización es prácticamente imposible. Entre los adhesivos obtenidos a partir de residuos renovables, encontramos las colas de origen animal, como las derivadas de los colágenos, que se obtienen de restos de mataderos, o la cola de caseína, que se obtiene de las fosfoproteínas presentes en la leche. Las colas de origen vegetal pueden obtenerse del almidón, del caucho o de resinas naturales. Los adhesivos derivados de recursos no renovables pueden ser de dos tipos: los termoplásticos adhesivos, generalmente formados por un polímero en solución o emulsión con un disolvente o agua, o los polímeros de compuestos que requieren calor o una reacción química entre dos o más componentes (p.e: resinas epoxi).

Los problemas medioambientales de los adhesivos aparecen sobre todo en su fase de aplicación, ya que suelen utilizarse encapsulados entre otros materiales. Los riesgos son, entre otros, la inhalación de vapores de disolventes orgánicos y la irritación de la piel o de los ojos por contacto. Para algunos tipos de tableros de partículas de madera, se utilizan como aglomerantes adhesivos que contienen formaldehídos, que pueden introducirse en el ambiente interior de los edificios.

#### **3.1.2.1.2 Aglomerantes, conglomerantes, morteros y hormigones**

El cemento es uno de los productos más utilizados en la construcción. Generalmente, sus materias primas (piedra calcárea y materiales arcillosos) proceden de recursos no renovables y su extracción tiene notable un impacto ambiental, como suele suceder con todas extracciones de minerales. En lo referente al proceso industrial, la obtención del clinker implica un elevado consumo de energía y, posteriormente, emisiones importantes de gases y polvo al molerlo. El polvo del cemento es nocivo para los pulmones e irrita la piel, tanto en estado seco como mezclado con agua.

Hasta el momento, sus innegables ventajas han ocultado sus efectos negativos, pero debemos tender a reducir su utilización. Por otra parte, algunos fabricantes ya han empezado a reducir el impacto de sus instalaciones mediante molinos de baja

emisión de polvo. Asimismo, otra opción consiste en utilizar cementos puzolánicos, que contienen materiales rechazados en otros hornos, lo cual supone la reutilización de residuos.

Para la fabricación del yeso, es preciso extraer piedra de yeso o tiza, lo cual produce un impacto en la cantera. Posteriormente, la piedra debe cocerse en hornos que tienen un alto consumo energético.

En cuanto al hormigón y los morteros, suman las virtudes y defectos de los áridos, los conglomerantes y el agua. La creciente utilización de aditivos nos permite realizar ahorros en algunos de los componentes citados, aunque no debe olvidarse que algunos de éstos tienen también efectos negativos. Las posibilidades de utilizar áridos reciclados reducirá en el futuro el impacto de estos materiales.

#### **3.1.2.1.3 Aislantes**

Un buen aislamiento de los cierres de los edificios es el primer paso para reducir su consumo energético. Los materiales aislantes tienen orígenes y formas de presentación muy diferentes. Por ese motivo, aunque su utilización es beneficiosa en términos medioambientales, no lo es tanto desde otros puntos de vista, como veremos a continuación.

#### **3.1.2.1.4 Las fibras minerales**

Se obtienen a partir de materias primas no renovables no escasas (cristal o roca). Por otra parte, se precisa de una gran cantidad de energía para su transformación. Una vez obtenidas las fibras, se compactan con resinas sintéticas de diversos orígenes. Las fibras son irritantes para la piel, los ojos y las mucosas, y deben tomarse precauciones al colocarlas y al manipularlas. La discusión actual se centra en los riesgos que comporta para la salud que a largo plazo comporta su inhalación, como en el caso del amianto, pese a que, por su ubicación en los edificios, es difícil que se desprendan fibras en el aire durante la fase de utilización, salvo en el caso de los conductos de aire acondicionado que carecen de una cara protegida.

#### **3.1.2.1.5 Espumas plásticas**

Su materia prima es el petróleo, cuya problemática medioambiental es por todos conocida, desde su extracción hasta su tratamiento industrial, pasando por los habituales y excesivos derrames que se producen al transportarlo hasta las

refinerías. De cualquier forma, sólo el 4% de la producción se utiliza para fabricar materiales sintéticos. Entre los materiales aislantes, encontramos los poliuretanos, los polisocianatos, los fenoles y los poliestirenos. Su producción conlleva un problema añadido para el medio ambiente, como es el uso de un agente espumante (hasta hace poco era el CFC, que ha sido sustituido por el HCF).

#### **3.1.2.1.6 Áridos y granulados**

Tanto las arenas como las gravas se obtienen de recursos naturales no renovables mediante actividades de extracción que tienen un impacto irreversible en la naturaleza. Asimismo, cabe añadir el consumo de energía que suponen dichas actividades y el transporte del material. Para evitar el impacto negativo de las canteras, es preciso rehabilitarlas una vez terminada su explotación.

En cuanto a los áridos procedentes de excavaciones para la construcción de edificios o urbanizaciones, lo más indicado es reutilizarlos en la misma obra como rellenos para redefinir la topografía del lugar.

Otra posibilidad es utilizar granulados reciclados procedentes de los residuos pétreos de los derribos. En un edificio de estructura de fábrica o de hormigón, el peso de los residuos pétreos varía entre el 95 y 98%. Esos residuos, convenientemente tratados en una central de reciclaje, se convierten en los granulados reciclados que podemos utilizar en sub-bases de viales o para la fabricación de hormigón de bajas resistencias.

#### **3.1.2.1.7 Bloques diversos y piezas cerámicas**

Generalmente, utilizamos estos elementos para construir los cierres y como estructura vertical. En el primer caso, es importante considerar las propiedades aislantes de estanqueidad; en el segundo, las relacionadas la resistencia y estabilidad estructural que ofrecen.

Los bloques de mortero o de hormigón están formados por una mezcla de agua, cemento y áridos. En cuanto al material en sí, presenta los mismos problemas que sus componentes. Los tratamientos a los que se les somete posteriormente con aire, vapor o en autoclave suponen gastos energéticos diferentes. Por ejemplo, los tratamientos que utilizan vapor crean el gasto más elevado.

Algunos bloques incorporan como materia prima residuos procedentes de

## Cerramientos practicables

Un cerramiento practicable debe permitir la ventilación del espacio, debe ser translúcido y debe actuar como aislante térmico y acústico. Todas estas funciones, que pueden parecer incluso contradictorias, deben conseguirse mediante la carpintería, los cristales y las persianas.

El material utilizado tradicionalmente para los cerramientos ha sido la madera. Actualmente, la oferta del mercado es mucho más amplia, así como las posibilidades de composición. La madera obtenida en explotaciones gestionadas de forma sostenible, preferentemente locales, continúa siendo el sistema más recomendado. La segunda opción son los perfiles de aluminio con ruptura de puente térmico, seguidos de los perfiles de acero. Un aspecto que se debe tener en cuenta en estos elementos es su conservación. En este sentido, la madera y el acero requieren tratamientos superficiales, a diferencia del aluminio.

### **3.1.2.1.8 Equipos de obra y medios auxiliares**

La maquinaria utilizada en las obras suele ser ruidosa y molesta para los vecinos. Sin embargo, las labores de investigación de los fabricantes con objeto de construir aparatos más potentes y con mayores prestaciones incluyen a menudo mejoras que, pese a estar pensadas para el usuario, redundan en un menor impacto en el entorno de la obra.

### **3.1.2.1.9 Herramientas de ayuda a la diagnosis**

Los aparatos de diagnóstico nos ayudan a evaluar el impacto de los materiales y los edificios en general. Su uso está especialmente extendido en las rehabilitaciones e inspecciones de edificios existentes, pero también se emplean para controlar la calidad de las obras nuevas. El siguiente cuadro nos muestra una relación básica de estos aparatos.

Aparato	Aplicaciones
Sonómetro	Medición del nivel de intensidad sonora
Medidor Geiger	Detección de radiaciones iónicas
Luxómetro	Medición del nivel de intensidad de la luz
Termohigrómetro	Medición de la temperatura y la humedad relativa
Medidor de campos electromagnéticos	Medición de los campos creados por líneas eléctricas u otros aparatos
Medidor de iones del aire	Para medir uno de los parámetros de la calidad del aire del interior de los edificios
Medidores de HP	Análisis de la acidez o la alcalinidad de los líquidos
Termografía infrarroja	Detección de fugas de calor en las fachadas

### 3.1.2.1.10 elementos prefabricados para techos

El único de material que tradicionalmente se viene utilizando en la construcción para construir estructuras y que se obtiene de recursos renovables es la madera, que, al mismo tiempo, es el que menos energía requiere para su transformación. En cualquier caso, para garantizar su conservación, es preciso protegerla adecuadamente.

Por su parte, el acero requiere una gran cantidad de energía, se obtiene de recursos no renovables y su extracción produce un importante impacto ambiental. Además, las minas en las que se encuentra están alejadas de los centros de producción, hecho que incrementa el gasto energético debido al transporte. Por otra parte, al igual que la madera, debe protegerse cuando se coloca en ambientes agresivos. Presenta la ventaja de ser reutilizable y reciclable mediante procesos con un bajo coste económico.

Las estructuras de hormigón constituyen un buen complemento para la arquitectura solar pasiva, ya que, gracias a su masa importante, tienen una inercia térmica considerable. En cuanto a su diseño, la optimización de las secciones comporta una

menor utilización de material. Por otra parte, en el caso de los elementos de hormigón armado, es importante estudiar bien el ambiente en que se colocan y prever el recubrimiento necesario para asegurar su protección y alargar su vida útil.

#### **3.1.2.1.11 impermeabilizantes y drenajes**

Los productos utilizados para impermeabilizar muros, cierres o cubiertas incluyen una gran variedad de materiales y formas de presentación. Su impacto ambiental también varía en función del proceso industrial empleado. Una posible clasificación sería:

**Láminas plásticas:** este nombre genérico incluye, entre otras, las láminas de polietileno. Las buenas cualidades fisicoquímicas de los diferentes tipos de plástico los hacen recomendables desde el punto de vista de la conservación y de la relación peso/resistencia. En cuanto a los defectos, cabe decir que se trata de productos que se obtienen de una fuente no renovable como el petróleo, que son difíciles de reciclar y que suelen contener muchos aditivos, que les confieren sus propiedades específicas, pero que también provocan problemas en el entorno.

Los impermeabilizantes formados por betunes y asfaltos se presentan como pastas selladoras, componentes de láminas y como pinturas. También se obtienen del petróleo, aunque son más fáciles de reciclar. Si se colocan como láminas, es preferible que no estén adheridas, ya que así se facilita su recuperación selectiva antes de los derribos y su posterior reciclaje.

Los elementos de caucho (para láminas o como selladores) pueden tener un origen natural o sintético. Los naturales se obtienen del látex de árboles tropicales y, tras pasar por diversos procesos, pueden utilizarse principalmente en pavimentos, aunque su poca resistencia a la oxidación, los aceites o los disolventes limita su utilización. Los elementos de caucho de origen sintético se obtienen del petróleo y pueden tener diferentes formas de presentación. Entre ellas, encontramos las láminas de EPDM o de butilo, los selladores como el neopreno y las siliconas

#### **3.1.2.1.12 Instalaciones de calefacción, climatización y ventilación**

El consumo de energía que supone mantener los ambientes interiores en unas condiciones adecuadas (19° C en invierno y 23°C en verano) es el gasto energético más importante de los edificios, y causa uno de los mayores impactos sobre el medio

ambiente, ya que se produce durante todo el período de funcionamiento de los edificios. Por ese motivo, el diseño de esas instalaciones está muy relacionado con el diseño del edificio en cuanto a la ventilación, la circulación interior del aire y los cierres exteriores. Un buen diseño debe permitir un ahorro considerable de energía. Las protecciones pasivas contra el sol y el estudio sobre el impacto del sol y la sombra son dos aspectos que un buen diseño debe tener en cuenta.

En cuanto a los elementos propios de las instalaciones, una buena división por zonas con sistemas de control, termostatos, programadores y otros elementos nos permitirán realizar un buen seguimiento de todo el sistema. El sistema de transmisión del calor y el frío desde los elementos productores hasta los focos emisores puede optimizarse utilizando tuberías y fluidos, siempre bien aislados, en lugar de conductos de aire. Además, los conductos suelen convertirse en focos de contaminación y entrada de elementos nocivos en los ambientes interiores, y requieren una constante supervisión de los filtros. Asimismo, es preciso controlar los humidificadores y las torres de refrigeración para evitar que se produzcan infecciones de legionela y que aparezcan hongos.

En cuanto a las instalaciones únicamente de calefacción, la utilización de la energía solar es una buena opción. En una vivienda unifamiliar, podemos conseguir que el sistema funcione de forma prácticamente autónoma con unos 15 m<sup>2</sup> de paneles para calentar el agua y colocando un suelo radiante. Este tipo de instalaciones trabajan entre los 25 y los 35 °C, y el sistema de paneles garantiza agua por encima de los 45°C. Como sistema de apoyo, conviene disponer de un acumulador de agua caliente y una caldera convencional. Si se opta por el gas natural, las calderas con baja emisión de SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> y de alta eficiencia energética son las más indicadas. Un control adecuado del ambiente permitirá aprovechar al máximo las posibilidades de la instalación.

#### **3.1.2.1.13 Instalaciones de gases e hidrocarburos**

Entre los gases e hidrocarburos utilizados habitualmente en los edificios, encontramos el gas natural, el gas propano, el gas butano y el gasoil. Como combustibles fósiles, como el carbón, cabe decir que su combustión supone una emisión de CO<sub>2</sub>, además de ser fuentes de energía no renovables. Generalmente, el objetivo final de estas instalaciones es obtener energía térmica (ya sea para calefacción, refrigeración, obtención de agua caliente o en aplicaciones de cocción).



Un parámetro que debe considerarse es el rendimiento global, es decir, la relación que existe entre las necesidades térmicas que satisfacen y la energía disponible en el combustible utilizado. Así pues, la eficiencia energética de los equipos es un aspecto importante a la hora de hacer una elección.

Otro aspecto importante es el paso de las instalaciones, que debe permitir realizar los trabajos de mantenimiento necesarios, y, en caso de estar oculto, debe disponer de registros.

En cuanto a las calderas, deben analizarse sus emisiones de combustión y su eficiencia antes de elegir las. Se recomienda que el nivel de emisiones de NOx sea inferior a 100 mg/kWh. En lo referente al rendimiento, véase la clasificación establecida en la Directiva 92/42/CEE.

Los materiales más utilizados en las tuberías de los conductos de gas en el interior de los edificios son el cobre, el acero negro y el polietileno. El cobre es actualmente el más utilizado, aunque el polietileno es preferible desde el punto de vista medioambiental, ya que mejora el sistema de montaje, la seguridad y la conservación de la instalación. El cobre y el acero negro tienen unos procesos de elaboración de alto consumo energético, y su extracción causa un grave impacto ambiental.

#### **3.1.2.1.14 Instalaciones y elementos de protección y control**

La regulación y el control de las instalaciones energéticas de la vivienda son una buena oportunidad para reducir su consumo. La aplicación de la domótica permite controlar a distancia la calefacción, las persianas, la detección de fugas de agua y otros elementos. El sistema se completa con termostatos, sensores de luz ambiental y otros dispositivos.

En cuanto a las instalaciones de protección, los sistemas de alarma pueden formar parte del sistema domótico. Como sistemas de protección contra incendios, en las instalaciones de columnas secas o redes de mangueras o rociadores, pueden aplicarse las mismas indicaciones hechas en el apartado de las instalaciones hidráulicas. Respecto a los extintores, no debe olvidarse que los de halón (gas destructor de la capa de ozono) ya no se fabrican y que deben ir eliminándose gradualmente los que todavía siguen en uso. Lo mismo sucede con las instalaciones fijas de este gas. Entre los detectores de fuego, los termovelocimétricos son preferibles a los iónicos, ya que estos últimos contienen elementos radiactivos (de

muy baja actividad).

#### **3.1.2.1.15 Instalaciones de elevación y transporte**

Cuando hablamos de instalaciones de transporte nos referimos principalmente a los ascensores y los montacargas. Los parámetros que deben considerarse a la hora de elegir estos elementos son aquéllos relacionados con el consumo de energía de la maquinaria, y todo lo relacionado con la emisión de ruidos, tanto de la maquinaria como del resto de los mecanismos

#### **3.1.2.1.16 Instalaciones eléctricas**

Antes de diseñar una instalación eléctrica, es preciso evaluar las posibilidades de aprovechar la luz natural para la iluminación, que dependen en gran medida del diseño global del edificio. La red interior debe diseñarse pensando en los diversos usos que vaya a tener y distribuyendo los circuitos por zonas.

En la elección de las luminarias, debe darse la máxima prioridad a la eficiencia energética. Las de carcasa metálica son preferibles a las de plástico, y las reflectantes son mejores que las difusoras. En cuanto a las lámparas, las de bajo consumo y larga duración son las más recomendables. Como criterio general, las fluorescentes son preferibles a las halógenas y a las de incandescencia (por este orden). Entre las de fluorescencia, son preferibles las de balastos electrónicos de alta frecuencia y recubrimiento trifósforo. En cuanto a los aparatos que conectamos a la red, existen opciones que permiten reducir el consumo global. Deben evaluarse su eficiencia, su consumo anual de energía y otras características, que deberán facilitar los fabricantes.

En los materiales utilizados en cables y otras conducciones, deben evitarse aquéllos que contienen halógenos en su composición, para evitar problemas en caso de incendio, como, por ejemplo, las emisiones de gases nocivos.

#### **3.1.2.1.17 Instalaciones hidráulicas**

Las instalaciones hidráulicas incluyen las instalaciones de suministro de agua y las de saneamiento.

El primer aspecto que se debe considerar cuando se habla de la instalación de agua es el consumo que se hace de este bien escaso. Por tanto, es importante priorizar

los aparatos que permitan reducir el consumo. En el mercado, pueden encontrarse desde grifos hasta mecanismos de descarga para sanitarios, que permiten realizar un ahorro importante. El material que tradicionalmente se ha utilizado para fabricar las tuberías del interior de los edificios ha sido el plomo, aunque hoy en día ha dejado de utilizarse, debido a los problemas que presenta. Entre los materiales que se pueden encontrar en el mercado, el polietileno o el polipropileno son preferibles al acero galvanizado, la fundición y el cobre.

En cuanto a las instalaciones de saneamiento, en primer lugar deben separarse las aguas negras de las fluviales para poder aprovechar las segundas para el riego, las piscinas o cualquier otra aplicación. Debe estudiarse un sistema que permita reciclar las aguas grises, es decir, las procedentes de lavadoras o lavabos, y reutilizarlas, por ejemplo, en las cisternas de los sanitarios. En cuanto a los materiales utilizados, ya sea en bajantes, pequeños desguaces o tuberías de mayor diámetro, el hormigón centrifugado y los materiales de cerámica tienen un impacto ambiental menor que los plásticos, el acero galvanizado y el cobre (por este orden).

#### **3.1.2.1.18 Pavimentos**

Debe darse preferencia a los pavimentos interiores obtenidos a partir de materiales renovables como el linóleo, la madera de bosques sostenibles, el corcho o los tejidos naturales. Uno aspecto que debe controlarse en estos pavimentos es su recubrimiento protector y las colas que a menudo se utilizan para colocarlos. No es recomendable utilizar maderas tropicales, ya que su transporte resulta muy caro y porque, actualmente, es difícil lograr que su producción se realice de forma sostenible.

Entre los materiales de origen pétreo, son preferibles aquéllos procedentes de canteras próximas, de manera a reducir el impacto que causa su transporte. Estos materiales presentan la ventaja de ser duraderos y reciclables como material de relleno o en sub-bases de viales después de triturarlos. Se recomienda utilizar piedras naturales en lugar de la cerámica, ya que la energía consumida en la elaboración de las piezas es menor en el caso de las piedras.

Para pavimentos exteriores, debe darse prioridad a los pavimentos verdes (analizando el impacto que puede suponer su mantenimiento) y a los greses naturales. Aparte de estos materiales, pueden utilizarse también las piedras naturales, la cerámica, los prefabricados de hormigón y los pavimentos continuos de

hormigón. Los derivados del petróleo, como el asfalto y toda la gama de pavimentos sintéticos, son los materiales menos recomendables.

En el mercado, pueden encontrarse también aplicaciones en las que la materia prima son materiales reciclados, como, por ejemplo, plásticos o granulados. Se trata de aplicaciones interesantes en tanto que suponen la reutilización de residuos.

#### **3.1.2.1.19 Piezas cerámicas**

La cerámica es un material tradicional, y sus ventajas medioambientales radican en su durabilidad y en sus bajos costes de mantenimiento. Por otra parte, se obtiene de recursos no renovables y su proceso de cocción supone un gasto energético considerable, ya que requiere temperaturas del orden de los 1000°C.

En función de sus características, pueden combinarse sus funciones de cierre con las de elemento de estructura vertical y, en ese sentido, nos permiten realizar un notable ahorro de recursos. Asimismo, su tamaño y los sistemas de colocación reducen el gasto en mortero.

#### **3.1.2.1.20 Pinturas**

Hay algunas pinturas y barnices preparadas con componentes naturales i de baja toxicidad. Así mismo los hay con etiquetas ecológicas, concretamente la etiqueta ecológica de la UE y el Distintivo de Garantía de Calidad Ambiental. En cuanto a su composición y su origen, las pinturas naturales son preferibles a las acrílicas con base acuosa, y éstas a las sintéticas.

#### **3.1.2.1.21 Placas, planchas y tableros**

Existen placas, planchas y tableros de diversa composición. Los contruidos con materiales orgánicos permiten aprovechar de forma muy eficiente los recursos. Por el contrario, los de origen inorgánico utilizan recursos no renovables. Están empezando a salir al mercado tableros realizados con materiales reciclados. En general, el principal problema desde el punto de vista del medio ambiente son las colas y los adhesivos utilizados como aglomerantes, aunque pueden encontrarse tableros aglomerados con materiales que tienen un impacto muy reducido o nulo. Presentan la ventaja de ser fácilmente reciclables

### **3.1.2.1.22 Revestimientos, acabados y protectores**

Entre las opciones para revestimientos de paramentos verticales y horizontales, las soluciones constructivas que utilizan placas o planchas son mucho más reciclables (véase la composición de las placas, las planchas y los tableros). Por otra parte, los que se aplican en forma de pastas son prácticamente inutilizables con la tecnología actual. Debe darse prioridad a las soluciones que permitan una buena reciclabilidad, como los montajes en piezas y las sujeciones con tornillos, ya que las colas o los adhesivos presentan más dificultades en este sentido.

El material más utilizado en los revestimientos interiores es el yeso. Como todos los materiales pétreos, su extracción provoca un gran impacto ambiental, pero, en este caso, su consumo permite un fuerte ahorro energético. Por otra parte, su higroscopicidad hace que actúen como reguladores de la humedad interior. Los morteros presentan una problemática similar.

En cuanto a los embaldosados, tienen a favor su resistencia y, en contra, una mala reciclabilidad. La problemática de su composición es la misma que la que presentan la piedra natural o la cerámica.

Entre los fungicidas e insecticidas, encontramos las sales hidrosolubles y compuestos químicos que deben aplicarse con disolventes. Entre las sales, las de boro no desprenden ningún tipo de elemento tóxico, aunque necesitan un tratamiento hidrófugo para protegerlas del agua. Entre las aplicadas con disolventes, el dieldrin, el endrin, el DDT o el pentaclorofenol se han prohibido o tienen usos muy restringidos. Sus sustitutos, como la permetrina, presentan una toxicidad muy baja. En general, puede decirse que, si se realiza de la forma adecuada, la protección de la madera permite alargar su vida útil.

### **3.1.2.1.23 Tratamientos para la madera**

La problemática que presentan los protectores de la madera es su toxicidad. Ésta procede tanto de los disolventes utilizados al aplicarlos como del propio principio activo. A la hora de elegir el disolvente, es preferible el agua a los compuestos orgánicos (por ejemplo, el white spirit). A menudo, las condiciones de aplicación nos condicionan en el momento de elegir: los hidrosolubles se aplican en autoclave y los disolventes orgánicos pueden aplicarse con pincel o inyectándolos.

#### **3.1.2.1.24 Vidrios**

La producción de cristal supone un elevado gasto de energía (los hornos de fundición trabajan a 1500 °C) y la explotación de recursos no renovables para obtener las materias primas, pese a no ser escasos (silicio y óxidos metálicos). De todas formas, el cristal es un elemento difícilmente sustituible, y deben buscarse los aspectos positivos que puede conllevar su utilización. Entre éstos, cabe destacar la posibilidad que ofrecen de disponer de luz natural en el interior de los edificios y su fácil reciclabilidad, pese a que no está muy extendida en el sector de la construcción. Cabe decir también que se trata de un material muy resistente a los productos químicos y de gran resistencia.

Si se utilizan en los cierres, debe tenderse a utilizar cristales dobles con cámara, sistema que permite un notable ahorro energético.

#### **3.1.2.2 Materiales potencialmente peligrosos**

La rapidez con que todo evoluciona no siempre permite garantizar que todos los materiales que salen al mercado están suficientemente desarrollados y probados para asegurar que su impacto en el medio ambiente y, especialmente, en la salud de las personas es nulo. La construcción no es ajena a estas limitaciones, principalmente relacionadas con el medio ambiente, la contaminación local y global, la calidad del aire interior de los edificios y, en algunos casos, con la calidad del agua potable. Parece evidente que, hasta ahora, el sector de la construcción no se ha preocupado demasiado por dichos aspectos; la fe ciega en las nuevas tecnologías comporta muchas veces la utilización de materiales poco experimentados, de los que desconocen muchas de sus características. Por otra parte, la constante investigación en el campo de la toxicología impulsa a los países occidentales a establecer disposiciones que limitan o prohíben el uso de sustancias tóxicas para el hombre.

A continuación, se presenta un breve resumen de algunos de los materiales de construcción que actualmente son objeto de críticas a causa de su probable toxicidad:

- El plomo
- El amianto
- Compuestos orgánicos volátiles (COV)

- Protectores de la madera
- Materiales radiactivos
- Organoclorados

#### **3.1.2.2.1 El plomo**

Su ingestión o inhalación puede provocar saturnismo, anemias, parálisis o encefalopatías de pronóstico grave. El plomo se ha venido utilizando en planchas para cubiertas y en determinados tipos de revestimientos, aunque las dos aplicaciones que han hecho que se cuestione la pertinencia de este metal utilizado desde tiempos remotos son: las pinturas de principios de siglo (cerusa o blanco de plomo), que todavía podemos encontrar en algunos edificios y que han provocado intoxicaciones a niños en Francia, y el excesivo contenido de plomo en el agua potable que ha circulado por tubería de este material.

De este modo, la Directiva europea sobre agua potable establece que el contenido de plomo del agua debe ser inferior a los 0,01 mg/l. Para alcanzar este valor, deben cambiarse las tuberías de plomo de las poblaciones donde el agua sea ácida ( $\text{pH} < 7$ ), ya que es un factor que aumenta la concentración de plomo en el agua.

No debe olvidarse que otros materiales que están en contacto con el agua pueden contener también plomo: algunas soldaduras de tuberías de cobre, las tuberías de acero galvanizado y algunos grifos de bronce o latón

#### **3.1.2.2.2 El amianto**

El amianto es un silicato mineral en forma de fibras, cuya inhalación puede provocar a largo plazo una enfermedad pulmonar llamada asbestosis y cáncer de pulmón o de pleura. En general, sus aplicaciones han estado vinculadas a su excelente comportamiento ante el fuego (protección de estructuras metálicas, aislamiento de focos de calor, calorifugación de tuberías calientes, etc.). Existe un elevado riesgo potencial para los trabajadores que lo manipulen sin tomar las medidas mínimas de seguridad.

En este sentido, otras fibras, como la de vidrio o la de roca, empiezan a ser cuestionadas, aunque parece que su peligrosidad es muy inferior a la del amianto

### **3.1.2.2.3 Compuestos orgánicos volátiles (COV)**

Los compuestos orgánicos volátiles (COV), o disolventes, son una importante fuente de contaminación del aire interior de los edificios. Uno de los COV más cuestionados es el formaldehído, que irrita las vías respiratorias y provoca alergias, y se empieza a pensar que puede dar origen a cánceres. El formaldehído se encuentra en la cola de los tableros de fibras de madera y en las fórmulas de algunos aislantes térmicos y otros plásticos.

### **3.1.2.2.4 Protectores de la madera**

Son tóxicos por definición, en tanto que actúan contra los hongos y los insectos xilófagos. Después de los problemas que se demostró que planteaban productos como el pentaclorofenol, las investigaciones apuntan ahora a productos que queden fijados a la madera y que no desprendan COV ni metales pesados. En la actualidad, los protectores deben estar registrados en los ministerios de sanidad y de agricultura, donde se realiza el control de su toxicidad.

### **3.1.2.2.5 Materiales radiactivos**

Todos los materiales contienen radiactividad, aunque en la mayoría de los casos no supone peligro alguno para las personas. Las radiaciones pueden ser de tipo alfa, beta o gama; las más peligrosas son estas últimas, y las menos, las primeras. Un caso muy conocido fue el de los pararrayos radiactivos, que tuvieron que retirarse a causa de las radiaciones que emitían. Otro ejemplo de este fenómeno son los detectores iónicos, que emiten radiaciones alfa. Algunos modelos antiguos pueden superar todavía los niveles permitidos.

Otra fuente de radiactividad en el interior de los edificios es el gas radón, gas noble que acostumbra a encontrarse en los terrenos graníticos y que penetra en el edificio a través de los cimientos

### **3.1.2.2.6 Organoclorados**

Los materiales organoclorados (PVC, CFC's, PCB's) se han puesto en entredicho repetidas veces por su probable toxicidad y, actualmente, no existe un consenso científico respecto al alcance de su peligrosidad. Los riesgos durante su fabricación, la producción de dioxinas y de ácido clorhídrico en caso de incendio del edificio, y los riesgos de eliminación por incineración y las dificultades de reciclaje ocasionadas, en



parte, por la presencia de metales pesados, aconsejan reducir su uso dentro de las edificaciones.

### **3.2 Sustentabilidad del proyecto de producción limpia**

Los proyectos de Producción Más Limpia en la industria consisten en evaluar las oportunidades de mejora en los procesos industriales y de servicios, a fin de identificar áreas potenciales para aplicar medidas de mejora. Los casos exitosos han sido aquellos en los cuales ha sido posible alcanzar los objetivos de la producción más limpia: las empresas han reducido sus costos, alcanzando un nivel mayor de competitividad; y al mismo tiempo se ha disminuido el impacto ambiental de los procesos.

Para lograr los casos exitosos es necesario estructurar proyectos y programas de Producción Más Limpia o sistemas de gestión ambiental en empresas, entes públicos y organizaciones, desarrollar políticas gubernamentales y empresariales de prevención de la contaminación, buscar mecanismos de financiamiento para la implementación de tecnología más eficiente.

#### **3.2.1 ¿Como financiar la incorporación de producción limpia?**

En la actualidad el gobierno de Chile ha instaurado una Política de Fomento a la Producción Limpia (D.S. N° 401 de 2001), respondiendo a las recomendaciones surgidas en la Agenda 21 acordada en Río de Janeiro, así como a los lineamientos de la política ambiental y acuerdos del Tercer Foro de Desarrollo Productivo realizado en 1997, ha decidido impulsar una Política de Desarrollo Productivo.

Con el objetivo de incentivar y facilitar el aumento de la competitividad y el desempeño ambiental de las pequeñas y medianas empresas, apoyando el desarrollo de la gestión ambiental preventiva para generar procesos de producción limpia, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) ha creado tres instrumentos de financiamiento.

Estos tres instrumentos forman la línea de acción medioambiental de CORFO, organizada en tres fases.

### 3.2.1.1 FASE 1

#### Fondo de asistencia técnica en producción limpia (fat pl)

Es un instrumento que financia parte del costo una consultoría especializada, para que pequeñas y medianas empresas, incorporen, prácticas de producción limpia de baja inversión, que les permitan optimizar sus procesos y productos, tanto en términos productivos como medioambientales.

#### Modalidades

##### Modalidad individual

Cada módulo es cofinanciado por CORFO en un 70% con un tope de 125 UF

##### Modalidad Colectiva

Cada módulo es cofinanciado por CORFO en un 70% con un tope de 100 UF por empresa.

#### Acceso al instrumento

##### Modalidad Individual o Colectiva

#### Ingreso directo

- 4 Empresas que han suscrito un Acuerdo de Producción Limpia.
- 5 Empresas integrantes de un PROFO.
- 6 Empresas integrantes de un PDP

#### Recomendación del diagnostico

- Otros casos

Empresas beneficiarias son aquellas que tengan ventas por debajo de 100.000 UF.

### **3.2.1.2 FASE 2**

#### **Co-financiamiento a estudios de preinversión**

Es un co-financiamiento de CORFO que cubre parte del costo de una consultoría especializada que contrate la empresa, para la realización de estudios de evaluación técnica, económica y financiera de proyectos preventivos y/o de control , en áreas como emisiones atmosféricas, residuos líquidos y sólidos, soluciones acústicas, eficiencia energética, calificación de riesgo.

#### **Cofinancia estudios de evaluación técnicos, económicos y financieros de proyectos**

- Emisiones Atmosféricas
- Residuos Líquidos
- Residuos Sólidos
- Soluciones Acústicas
- Eficiencia Energética
- Calificación de Riesgos

CORFO otorga un cofinanciamiento de 50% con un tope de 200 UF

Las empresas beneficiarias son aquellas con ventas inferiores a 1.000.000

### **3.2.1.3 FASE 3**

#### **Financiamiento de inversiones de protección ambiental**

Es un instrumento CORFO destinado a financiar a largo plazo, mediante créditos bancarios y operaciones de leasing, las inversiones que realicen medianas y pequeñas empresas, destinadas a producir mas limpio y a cumplir la normativa medioambiental.

- Aplicación de tecnologías ambientales preventivas.
- Reducción contaminante ambiental (gases - líquidos - sólidos).
- Reducción de contaminación acústica.
- Racionalización del consumo de energía.
- Adquisición de Instrumental de medición y análisis.
- Relocalización por razones ambientales o de ordenamiento urbano.
- Cumplimiento de Acuerdos de Producción Limpia

## MONTO MÁXIMO DE LOS PRÉSTAMO

El equivalente a US\$ 1 Millón

### **Financia**

- Equipos - maquinarias - construcciones - servicios de ingeniería
- Hasta 30% para capital de trabajo u otras inversiones paralelas
- Opción de Caución Solidaria hasta por 60% del préstamo
- Plazo de pago entre 3 y 12 años, con período de gracia de hasta 30 meses.

### **Empresas beneficiarias**

Empresas privadas productoras de bienes o servicios con ventas anuales no superiores a US\$ 30 Millones

#### **3.2.1.4 Auditoria ambiental**

La auditoria Ambiental es una herramienta de análisis que permite identificar las fortalezas y debilidades de una empresa, evaluar el desempeño de su gestión productiva y formular opciones de mejoramiento, muchas de las cuales corresponden a soluciones de Producción Limpia.

## Posibles aplicaciones de los instrumentos de fomento a la producción limpia.

Instrumento	Objetivos	Aplicabilidad ambiental
Fondo de asistencia técnica (FAT)	Apoyar la modernización empresarial , mediante el desarrollo de consultaría especializada, con el propósito de optimizar su gestión empresarial y su productividad	<p>Diagnostico y auditorias ambientales</p> <p>Estudio técnico-económicos para el diseño de soluciones a problemas ambientales</p> <p>Declaración de impacto ambiental</p> <p>Estudio de calificación técnica</p> <p>Definición de programas de producción limpia</p>
Proyectos de fomento (PROFO)	Fomentar la asociación entre empresarios de manera que , en conjunto, se realice la búsqueda de soluciones a problemas comunes que , dada su magnitud o naturaleza, no puedan ser resueltos en forma individual. Con esto se busca potenciar en los diferentes mercados	<p>Programa grupales de implementación de sistemas de gestión ambiental y certificación de normas ISO 14.000 y ISO 9000</p> <p>Programa grupales de minimización de residuos</p> <p>Plantas colectivos de tratamiento de residuos</p> <p>Programa colectivos de reconversión industrial</p> <p>Programa grupales para prospectar nuevas tecnologías ambientales</p>
Programa desarrollo de proveedores (PDP)	Aumentar la competitividad de las cadenas productivas nacionales, a través de creación y consolidación de relaciones de subcontratación estables entre grandes y pequeñas empresas generando vínculos de confianza que posibilitan procesos de especialización y complementaciones productiva, en beneficio de ambas.	<p>Programas grupales de implementación de sistemas de gestión ambiental y certificación de normas ISO 14000 y ISO 9000</p> <p>programas grupales de entrenamiento colectivo</p> <p>Programas grupales de minimización de residuos entre proveedores</p> <p>Plantas colectivas de tratamiento de residuos</p> <p>Programa grupales para prospectar nuevas tecnologías ambientales</p>
Programa de apoyo a la gestión de empresas (PAG)	Apoyar los esfuerzos para mejorar la competitividad de las empresas productivas , mediante el diseño e introducción de cambios en su gestión , que les permitan alcanzar una mayor productividad y calidad	<p>Desarrollo del análisis del ciclo de vida del producto</p> <p>Aplicaciones a la problemática relacionada con el reciclaje de envases y embalajes</p>

Fondo innovación tecnológica (FONTEC) financiamiento para proyectos de innovación Tecnológica (línea 1) Financiamiento para proyectos de infraestructura tecnológica(línea 2) Financiamiento para proyectos de transferencia tecnológica asociativa (línea 3) Financiamiento para entidades de gestión y centros de transferencia tecnológica (línea 4) Estudios de prevención para escalamiento Productivo en proyectos de innovación	Desarrollo de innovaciones tecnológicas , transferencia, tecnológicas, infraestructura y escalamiento	
---	---	--

Posibles aplicaciones de los Instrumentos de Fomento en Producción Limpia.

Acuerdos de Producción Limpia en ejecución

- ⇒ Aserraderos
- ⇒ Celulosa
- ⇒ Ind. Química (2)
- ⇒ Fundiciones
- ⇒ Construcción
- ⇒ Productores de Cerdos
- ⇒ Acuerdo marco Agroindustrial
- ⇒ Acuerdo marco Gran Minería

APL	METAS	PLAZOS
FUNDIDORES 46 empresas	Emisiones de aire Residuos sólidos	18 meses
CONSTRUCCIÓN 51 empresas	Emisiones atmosféricas Residuos sólidos Ruido	18 meses
PRODUC. CERDOS	Minimización de desechos Olores y vectores	18 meses

34 empresas		
ASERRADEROS 11 empresas	Gestión de residuos Manejo de plaguicidas Monitoreo calderas, equipos críticos e ionizantes	12 meses
CELULOSA 6 plantas	Adelanta cumplimiento normativa RILES Monitoreo efluentes	48 meses
QUÍMICO 28 empresas	Avanza en uso de TL para minimización de RILES Anticipa norma cursos de aguas superficiales	24 meses
QUÍMICO (ENVASES) 40 empresas	Eliminación cadmio, cromo y mercurio en pinturas Reutilización, recuperación y minimización de envases Sist. retorno manejo de envases usados	16 meses

### 3.2.2 Experiencias Prácticas (Resumen por sector)

	Costo promedio total de la aplicación (US\$)	Ahorro promedio Anual (US\$)	Promedio de retorno de la inversión (meses)
sector alimentos	621,012	833,481	5
sector curtiembre y textil	6,825	5,639	9
sector imprentas	787	2,255	5
sector metalmeccanico	107,906	12,608	18
sector químico	62,38	30,212	7
totales	4,619,138	5,551,073	9

### 3.2.2.1 Caso 1. Rubro Curtiembres - Empresa Jordec

#### *“Reducción de agua en los procesos”*

##### **Diagnóstico:**

Pérdidas o derrames de agua debido a que alimentación de agua era controlada en forma manual.

##### **Inversiones realizadas:**

Instalación de sistema experto de dosificación y control (sistema automático para control de cantidades de agua a utilizar en distintos procesos)

Sistema de recirculación de parte del agua utilizada en baños de lavado

INDICADOR	VALOR ESTIMADO
Costo total de la aplicación	US\$30,000
Ahorro anual	US\$10,500
Tiempo de retorno de la inversión	34 meses
Reducción de contaminantes	Disminución de descargas de aguas residuales con tóxicos y sólidos

### 3.2.2.2 Caso2. Rubro Textil - Empresa Hilados y Tejidos Garib S.A.

#### *“Reducción del uso de agua”*

##### **Diagnóstico:**

Utilización de tiempos excesivos en procesos de lavado, regeneración y enjuague de resinas.



**Inversión realizada:**

Aplicación de sistema digital que determina en forma más precisa punto final de lavado, obteniendo máxima capacidad de equipos.

INDICADOR	VALOR ESTIMADO
Costo total de la aplicación	US\$3,500
Ahorro anual	US\$1,700
Reducción de contaminantes	Reducción en el uso de agua

**3.2.2.3 Caso 3. Rubro Fundiciones – FUNGRISA*****“Reciclaje de arenas de moldeo”*****Diagnóstico:**

Sistema de reciclaje no automatizado de alimentación manual ==> constante necesidad de arenas nuevas y alto costo de disposición de arenas de descarte (se reutilizaban sólo en un 25%).

**Inversión realizada:**

Adquisición de maquina recicladora usada, habilitada por la misma empresa, que automatiza el proceso permitiendo reutilizar la arena en forma mecánica y encapsulada (recicla la arena en un 95%).

INDICADOR	VALOR ESTIMADO
Costo total de la aplicación	US\$16,000
Ahorro anual	US\$15,000
Tiempo de retorno de la inversión	13 meses
Reducción de contaminantes	Disminución de emisiones de material particulado y generación de residuos sólidos

### 3.2.2.4 Caso 4. Rubro Fundición - Gerdau-Aza

***“Cambio de combustible del horno de recalentamiento por un combustible menos contaminante”***

**Diagnóstico:**

Emisiones atmosféricas de gases y material particulado provenientes del horno

**Inversión realizada:**

Instalación de quemadores duales y cambio de combustible de petróleo diesel a gas natural

INDICADOR	VALOR ESTIMADO
Costo total de la aplicación	US\$500,000
Ahorro anual	US\$150,000
Tiempo de retorno de la inversión	40 meses
Reducción de contaminantes	Disminución de emisiones de material particulado a valores entre 15 y 20 mg/Nm <sup>3</sup>

## **CAPITULO IV**

### **4 Normativa vigente**

#### **4.1.1 normas para Acuerdos de Producción Limpia (APL)**

La normativa en general para tratar este tema es ambigua y poco específica , a cada rubro que la necesite , la mayoría de los acuerdos y normativas son voluntarios , por eso la importancia de los APL , ya que en ellos cae todo el peso del sistema , aunque esto esta tratando de cambiar .

Con su publicación en el Diario Oficial de las normas sobre Vocabulario y Requisitos para los auditores y procedimiento de la auditoria de evaluación de cumplimiento, quedó oficializado el conjunto de normas que constituyen el sistema de certificación de cumplimiento de los Acuerdos de Producción Limpia.

Quedó oficializado el conjunto de normas que constituyen el sistema de certificación de cumplimiento de los Acuerdos de Producción Limpia al publicarse en el Diario Oficial del sábado 15 de noviembre de 2003 las normas chilenas "Nch2796.Of2003 Acuerdos de Producción Limpia (Vocabulario)" y "Nch2825.Of2003, Acuerdos de Producción Limpia (APL) - Requisitos para los auditores y procedimiento de la auditoria de evaluación de cumplimiento".

Estas complementan las normas NCh 2797.Of2003 "Acuerdos de Producción Limpia (APL)- Especificaciones" y NCh 2807.Of2003 "Acuerdos de Producción Limpia (APL)- Diagnostico, Seguimiento y Control, Evaluación final y Certificación de cumplimiento", las que entraron en vigencia el 18 de octubre de 2003.

La elaboración de las normas técnicas, que contó con la participación de cerca de 30 representantes de organismos públicos y privados, busca masificar y ampliar la cobertura de los Acuerdos de Producción Limpia (APL), los que a la fecha suman 12 y alcanzan a 1300 empresas de diversos sectores productivos y regiones del país.

En este sentido, estos estándares configuran un "sistema de certificación" de los APL por el cual se distinguen estos convenios de otras iniciativas voluntarias. También se busca otorgar credibilidad a la evaluación de cumplimiento de los acuerdos, así

como, ampliar y fortalecer el mercado asociado a los APL y alcanzar una mayor eficiencia en la Gestión Pública.

**La norma Nch2796.Of2003 Acuerdos de Producción Limpia (Vocabulario)**

Contiene los conceptos y sus definiciones que se usan en la serie de normas relativas a los Acuerdos de Producción Limpia, los que define como "convenio celebrado entre un sector empresarial, empresa(s) y el (los) organismo(s) público(s) con competencia en las materias del Acuerdo, cuyo objetivo es aplicar la Producción Limpia a través de metas y acciones específicas".

**La norma NCh 2825.Of2003 "Acuerdos de Producción Limpia (APL)- requisitos para los auditores y procedimiento de la auditoria de evaluación de cumplimiento",**

Hace referencia al hecho de que los APL establecen compromisos específicos para las empresas que los suscriben, y cuyo nivel de cumplimiento debe ser evaluado una vez transcurridos los plazos de implementación de las acciones y cumplimiento de las metas que se hubieran definido.

En ella, se establecen procedimientos para las auditorias de seguimiento y control desarrollados por las propias empresas; auditorios de evaluación final mediante auditores registrados, y la entrega de un certificado de cumplimiento a las empresas que logran un 100% de cumplimiento. Las empresas que obtengan sobre un 75% podrán optar a un certificado de cumplimiento si corrigen las no conformidades.

El texto íntegro de las normas, declaradas oficiales de la República según resolución N° 464 exenta del Ministerio de Economía, será publicado en documentos oficiales del Instituto Nacional de Normalización (INN).

La contaminación de los cauces superficiales tiene su principal origen en las descargas directas de residuos industriales líquidos (riles) y de aguas servidas domésticas sin previo tratamiento. También influyen las descargas difusas derivadas de actividades agrícolas o forestales, que llegan a las masas o corrientes de agua superficiales y/o subterráneas.

Sin embargo, estas normas se apoyan en las leyes, normas, decretos con fuerza de ley, resoluciones vinculadas a los residuos industriales, como se aprecia a continuación.

Las Normas de Emisión establecen límites a la cantidad de contaminantes emitidos al aire o al agua que pueden producir las instalaciones industriales o fuentes emisoras en general. Su objetivo es la prevención de la contaminación o de sus efectos, y/o un medio para reestablecer los niveles de calidad del aire o del agua cuando estos han sido sobrepasados. Su aplicación puede ser a nivel nacional o a nivel local dependiendo del objetivo de protección que tenga la norma. Estas normas se establecen mediante Decreto Supremo, el que debe señalar su ámbito territorial de aplicación. Si se trata de materias que no corresponden a un ministerio determinado, son mediante Decreto del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. El respectivo Decreto se publica en el Diario Oficial.

Los residuos industriales sólidos (RIS) son desechos o residuos sólidos o semisólidos resultantes de cualquier proceso industrial que no son reutilizados, recuperados o reciclados en el mismo establecimiento industrial. En el caso de la Región Metropolitana (R.M.), en una primera instancia, los RIS fueron dispuestos en los vertederos para desechos domiciliarios, abandonados en vertederos clandestinos, vertidos al alcantarillado y/o cauces superficiales, lo que dejó de manifiesto la falta de alternativas para la correcta disposición de estos desechos. En 1994 sólo 8 empresas de la R.M. solicitaban al Sesma autorización para disponer RIS. En el 2001 la cifra aumentó a 2565 empresas.

#### **4.1.2 Decretos**

**Decreto 594 °:** El presente reglamento establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas que deberá cumplir todo lugar de trabajo, sin perjuicio de la reglamentación específica que se haya dictado o se dicte para aquellas faenas que requieren condiciones especiales

#### **4.1.3 Leyes**

Ley sobre neutralización de residuos provenientes de establecimientos industriales. 1916.

#### **Ley 16.744 Sobre Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales**

Esta ley es un seguro social obligatorio contra riesgos del trabajo, que establece los siguientes objetivos:

A. Prevenir: Con el propósito de evitar que ocurra el accidente o se contraiga la

Enfermedad Profesional.

B. Otorgar la Atención Médica: para restituir al trabajador en lo posible, TODA su capacidad de trabajo.

C. Otorgar las Prestaciones Económicas: para repara la pérdida de la capacidad de GANANCIA del trabajador y sus derecho-habitantes.

D. Rehabilitar: al trabajador para devolver en todo o en parte su capacidad de ganancia.

E. Reeducar: al afectado para darle posibilidades de desempeñar un nuevo oficio o profesión, considerando su capacidad residual de trabajo

**Ley de Bases Generales para el Medio Ambiente (Ley 19. 300):** ofrece un marco regulador para asegurar las garantías constitucionales relacionadas con el medio ambiente. Establece instrumentos de gestión ambiental; normas de calidad ambiental y de preservación de las naturaleza y conservación del patrimonio ambiental; normas de emisión, planes de manejo, prevención y descontaminación. Asimismo, norma la responsabilidad por daño ambiental; regula cuáles proyectos o actividades son susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, por lo que requieren someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental. Dentro de estas actividades están las plantas de disposición de residuos y estériles, la producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas y aquellos proyectos de saneamiento ambiental como las plantas de tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos.

**Ley 19.821: deroga la Ley 3.133 y Modifica a Ley 18.902,** en materia de Residuos Industriales Líquidos (Diario Oficial, 24 de Agosto de 2002)

#### **4.1.4 Decretos supremos (D.S.)**

**D.S. N° 146** del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República establece norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas, elaborada a partir de la revisión de la norma de emisión contenida en el decreto n° 286 de 1984 del ministerio de salud.

**D.S. Nº 185/1991** del Ministerio de Minería: Declara Zona Saturada por Anhídrido Sulfuroso y Material Particulado respirable al campamento de la División Chuquicamata de Codelco Chile

**D.S. Nº 609/98** del Ministerio de Obras Públicas: Norma de Emisión para la Regulación de contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado

**D.S. Nº594/99** del Ministerio de Salud: define los residuos industriales: son aquellos residuos sólidos o líquidos, o combinaciones de éstos, provenientes de los procesos industriales y que por sus características físicas, químicas o microbiológicas no puedan asimilarse a los residuos domésticos. En esta definición también se incluyen los residuos o productos de descarte, sean éstos líquidos o gaseosos. El carácter de desecho sólido de estos residuos lo aporta el contenedor o recipiente que los contiene.

Este D.S. aprueba el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo y deroga al D.S. Nº745/ 93. Establece que no podrán vaciarse a la red pública de desagües de aguas servidas sustancias radiactivas, corrosivas, venenosas, infecciosas, explosivas o inflamables o que tengan carácter peligroso en conformidad a la legislación y reglamentación vigente. La descarga de contaminantes al sistema de alcantarillado se ciñe a lo dispuesto en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y las normas de emisión y demás normativa complementaria de ésta. (Artículo 16). En ningún caso podrán incorporarse a las napas de agua subterránea de los subsuelos o arrojarse en los canales de regadío, acueductos, ríos, esteros, quebradas, lagos, lagunas, embalses o en masas o en cursos de agua en general, los relaves industriales o mineros o las aguas contaminadas con productos tóxicos de cualquier naturaleza, sin ser previamente sometidos a los tratamientos de neutralización o depuración que prescriba en cada caso la autoridad sanitaria (Artículo 7). Además, se preocupa de regular la acumulación, tratamiento y disposición final de residuos industriales dentro del predio industrial, local o lugar de trabajo.

**D.S. Nº 90/2000** del Ministerio Secretaría General de la Presidencia: Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales

**D. S. N° 206/2001** del Ministerio Secretaría General de la Presidencia: Establece Plan de Descontaminación para la zona circundante a la Fundición Chuquicamata

**D.S. N° 46/2002** del Ministerio Secretaría General de la Presidencia: Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas.

#### **4.1.5 Decretos con fuerza de ley (DFL)**

**D.F.L. N° 725/67** del Ministerio de Salud del Código Sanitario, corresponde al antiguo Decreto con Fuerza de Ley N° 725/ 67, debidamente actualizado. Le corresponde aprobar los proyectos relativos a la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros. Asimismo, señala que para proceder a la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase, será necesaria la aprobación previa del proyecto por el Servicio de Salud correspondiente. También establece que a la autoridad sanitaria le corresponde autorizar la instalación y vigilar el funcionamiento de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios y al hacerlo deberá determinar las condiciones sanitarias y de seguridad que deben cumplirse para evitar molestia o peligro para la salud de la comunidad o del personal que trabaje en estas faenas.

**D.F.L. N°1 (1989)**, determina las materias que, conforme a lo dispuesto en el Artículo 7° del Código Sanitario, requieren Autorización Sanitaria Expresa. Uno de estos temas es el funcionamiento de obras destinadas a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales. También se considera la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase, como la instalación y funcionamiento de incineradores de desechos biológicos. Este decreto regula la acumulación y disposición final de residuos dentro del predio industrial, local o lugar de trabajo cuando los residuos sean inflamables, explosivos o contengan algunos de los elementos o compuestos que indique el D.S. 594 del Ministerio de Salud cuando se trate de residuos industriales considerados peligrosos.

(<http://www.induambiental.cl/1615/multipropertyvalues-37247-37263.html>)



#### **4.1.6 Estándares internacionales**

Además de las leyes y decretos que se relacionan con la regulación en alguna forma de la producción limpia , también existen parámetro “ voluntarios” , pero que hoy en día se hacen indispensables para una competitividad aceptable , los cuales son la certificación de la empresa , con parámetros internacionales , para obtener con esto una ventaja a la hora de querer ampliar fronteras de producción , mejorar la imagen de la empresa , además con los avances y la globalización estos se hacen obligatorios para la realización de ciertas actividades .

Dentro de estos estándares, uno de los más importantes es la norma internacional ISO, y en especial para esta investigación se encuentra la serie ISO 14000 y en especial la 14001

**4.1.6.1 ¿Qué es ISO?** ISO es derivada de la palabra Griega igualdad que también representan las siglas de la Organización Internacional para la Normalización.

**¿Qué es ISO 14000 o “ISO Verde”?** Las empresas, que habitualmente enfrentaban el problema de la contaminación a través de acciones aisladas y con la responsabilidad dispersa e inconexa, requieren hoy en día contar con un sistema de gestión integrado que les permita controlar los riesgos ambientales de manera más efectiva. La certificación del Sistema de Gestión Ambiental garantiza que la empresa lleva adelante sus operaciones dentro de un marco que contempla el control del impacto ambiental de las mismas, el cumplimiento de la legislación, y que tiene objetivos de mejoras acordes a los estándares internacionales. Es así como la ISO 14000 constituye una normativa que provee a la gerencia con la estructura para administrar un Sistema de Gerencia Ambiental. La serie incluye disciplinas en eco-gerencia, auditoria, evaluación en la gestión de protección al medio ambiente, eco-estampado/etiquetas/sellos y normalización de productos entre sus

guías. Más aún ISO 14001 se puede integrar con seguridad, salud ocupacional e ISO 9001 para lograr un Sistema de Gerencia Integral.

**4.1.6.2 ¿Por Qué ISO "Verde" 14000 (Eco-Gerencia)?** La necesidad de proteger el medio ambiente se tiene que convertir en hechos y no sólo palabras, más aún los principios de desarrollo sustentable lo requieren. ISO "VERDE" requiere la participación de "todo" el ciclo operativo de la organización y va mucho más allá del concepto de control y otro establecido por la Normativa en la Gestión de la Calidad ISO 9000. Es en la integración de ISO 9000 e ISO 14000 donde calidad y ambiente es responsabilidad integral de "todos" dentro de una organización. La Normativa Internacional aplica a todo tipo de organización y empresa ya sea servicio, manufactura (como fabricantes de productos), bancos, hospitales, aerolíneas, gobierno, departamentos de defensa nacional, etc. ISO 14000 requiere que se demuestre la responsabilidad mediante los requerimientos establecidos en la Normativa Internacional ISO 14001 contemplando la reglamentación y estatutos aplicables al alcance de la gestión operativa y comercial de la organización.

#### **4.1.6.3 ¿Qué es en sí la Normativa ISO 14001?**

La Norma ISO 14.001 es parte de la serie de normas voluntarias ISO 14.000, las cuales se orientan a una estandarización y unificación de criterios a nivel mundial para crear Sistemas de Gestión Ambiental y para la realización de Auditorías ambientales en una empresa o institución. La gestión ambiental abarca una gama completa de materias que incluyen la protección del entorno y de los recursos, la producción limpia, y aspectos relacionados a implicancias estratégicas y competitivas de mercados cada vez más exigentes.

En cuanto a funcionamiento y aplicabilidad de lo que establece para empresas o instituciones, la normativa ofrece un sistema claro y ordenado para evaluar el desempeño ambiental de las actividades, de la producción y del impacto que todo ello genera en el entorno. Efectivamente, el marco normativo ISO 14.000 establece parámetros de cumplimiento de la legislación que son muy exigentes para la institución, empresa o

industria productiva.

Un sistema como el exigido por la normativa ISO 14000 hace posible que la organización establezca y evalúe la eficacia de los procedimientos para establecer políticas y objetivos ambientales, obtener la conformidad con ellos y demostrar esta conformidad a otros, con la ventaja que muchos de los requisitos se pueden tratar o ejecutar simultáneamente o revisar en cualquier momento. El objetivo general de esta norma es respaldar la protección ambiental y prevenir la contaminación de forma armónica con las necesidades socio-económicas.

Como instrumento, el sistema definido por el conjunto de Normas ISO 14.000 es una herramienta eficaz de mejoramiento en la gestión total de la empresa, ya que exige el compromiso de la gerencia y de todos los departamentos que pertenecen a la empresa, por lo tanto, el sistema en general se va mejorando y perfeccionado a medida de los cambios y exigencias legales. Cabe señalar que tanto estas normas, como otros estándares, no han sido concebidas para ser usadas para crear barreras no arancelarias al comercio o para aumentar o cambiar las obligaciones legales de una organización. El conjunto normativo ha sido diseñado para ser aplicable a todos los tipos y tamaños de empresas, y para adecuarse a diversas condiciones geográficas, culturales y sociales.

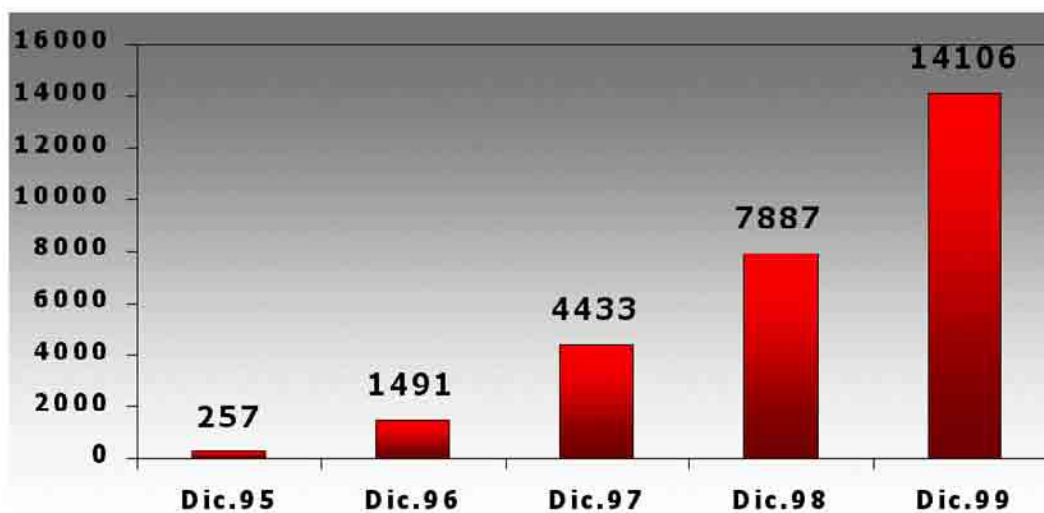
Es conveniente tener en cuenta, que la normativa ISO 14.000 no establece requisitos absolutos para el desempeño ambiental fuera del compromiso, en la política, de cumplir con la legislación y reglamentación aplicables y con el mejoramiento continuo. De este modo, dos organizaciones que efectúan actividades similares pero que tienen un desempeño diferente, pueden, ambas, cumplir con los requisitos ISO 14.000.

La norma ISO 14.000 no trata ni incluye requisitos relativos a los aspectos de gestión de salud ocupacional y seguridad. No obstante, ello no desincentiva a la organización para desarrollar la integración de esos componentes al sistema de gestión. Sin embargo, el proceso de certificación y registro según lo define la normativa ISO 14.000 será aplicable solamente a aspectos del sistema de gestión ambiental.

La ISO 14.0000 comparte principios comunes de sistemas de gestión con las normas de la serie NCh-ISO 9000 sobre sistemas de calidad vigentes en Chile. Las organizaciones pueden elegir el uso de un sistema de gestión existente compatible con las normas de la serie NCh-ISO 9000 como base para su sistema de gestión ambiental. No obstante, debería entenderse, que la aplicación de diversos elementos del sistema de gestión puede diferir debido a que existen propósitos diferentes y partes interesadas diferentes. Mientras que los sistemas de gestión de calidad tratan las necesidades del cliente, los sistemas de gestión ambiental definidos en la ISO 14.001 se orientan a las necesidades de una amplia gama de partes interesadas y a las necesidades en desarrollo de la sociedad para la protección ambiental.

### **Certificación y registro**

La certificación y registro constituyen un amplio proceso de examen y evaluación que comprende de una serie de auditorias por parte de profesionales acreditados a nivel nacional y/o internacional en lo que concierne al manejo de la temática ambiental; su finalidad: verificar las condiciones ambientales de una empresa (impacto), la cual una vez aprobada por las auditorias se recomienda como apta para la certificación y a su vez queda registrada al esquema de los elementos núcleo ISO 14001 o equivalente nacional (Ej., en Irlanda IS 310).



## **Gráfico 1. Certificaciones ISO 14001 en el Mundo**

### **4.2 Realidad del proceso en la construcción hoy en día**

El ambiente construido es uno de los principales apoyos para el desarrollo económico y el bienestar social. La provisión de infraestructura, edificios y servicios públicos son importantes recursos usados por los países, comunidades y empresas, generando importantes relaciones con el medio ambiente, con la calidad de vida, las condiciones de la vivienda y aspectos de gestión. El crecimiento urbano y el manejo de desechos son dos aspectos transversales, de gran relevancia en la medida que una continúa urbanización refuerza la importancia de crear un ambiente construido que sea sustentable para las futuras generaciones.

Aunque el impacto de estas edificaciones en el ambiente no siempre es visible de inmediato, sus efectos acumulados en nuestro planeta no se pueden negar. A modo de ejemplo, la construcción de edificaciones usa más del 10% del agua fresca del planeta, el 25% de la madera y el 40% del flujo de materiales y energía.

#### **4.2.1 Construcción Sustentable**

En 1999 la Cámara Chilena de la Construcción se integró al Green Building Challenge (Desafío de la Construcción Verde, GBC), y desde entonces ha hecho avances significativos respecto a la construcción sustentable.

El GBC es un consorcio con integrantes de 23 países, que desarrolló un método de evaluación del comportamiento ambiental de los edificios (GBTTool, herramienta de la construcción verde) gracias a un software que facilita la caracterización de las construcciones y su comportamiento. Este método tiene como objetivo disponer de un lenguaje común para poder comparar la evaluación de un edificio en Estados Unidos, Japón, Noruega, Francia o Chile. Para este efecto, en primer lugar todos los países utilizan exactamente el mismo método y la calificación se basa en lo que se determina como valores de referencia, estándar de industria o la forma típica de construir localmente (benchmarking). La calificación se realiza sobre la base de valores que van de -2 a +5; el cero corresponde a la edificación típica, -1 o -2 a los que tienen valores peores a los de referencia y +1 a +5 a los de mejor comportamiento. A su vez, cada parámetro analizado, tiene un factor de ponderación y el conjunto de ellos otra ponderación, pudiendo llegar a un valor final para el

edificio. Estas ponderaciones están establecidas en el método común, pero pueden ser ajustadas según las condiciones locales. En esta forma, es posible comparar edificios insertos en distintas situaciones, climas y contextos nacionales. Se inicia con una agrupación de seis conjuntos de parámetros:

- Consumo de Recursos
- Impactos o Cargas Ambientales
- Calidad del Ambiente Interior
- Calidad del Servicio (Quality of Service)
- Aspectos Económicos
- Gestión Pre-Operacional

Aunque es un método específicamente de evaluación, se puede usar como una guía para el diseño de edificios con un buen comportamiento ambiental.

#### **4.2.2 Los Escombros**

Los escombros son los residuos producidos en obras de demolición, remodelación y construcción. Habitualmente son clasificados como *residuos urbanos*, aunque están más relacionados con una actividad industrial que doméstica.

Volumétricamente significan la mayor fuente de residuos industriales generada por un país desarrollado, evaluándose entorno a *450 kg* por habitante y año. Nuestro país produce anualmente entorno 3.507 toneladas al año de residuos de construcción, de los cuales no se recicla ni un uno por ciento, y se vierte incontroladamente casi todo el resto (la diferencia fundamental de un vertedero de escombros controlado y otro incontrolado es el volumen de escombros).

El estudio de este tipo de residuos es bastante precario. La diversidad de materiales y sistemas constructivos existentes en los países industrializados hace imposible cualquier simplificación metodológica.

Ningún residuo se recicla si no genera provecho económico inmediato (papel, chatarra o neumático), crea una situación repugnante (algunos vertidos industriales) o contraviene una estricta legislación al respecto.

La solución para controlar estos vertidos es la misma que para cualquier otro, no producirlos y gravarlos.

Contaminación es un acto vandálico motivado por beneficio particular y no debe admitirlo sin agotar todos los mecanismos de amortización, reutilización,

regeneración y sanción. Para quien no este familiarizado con la cartilla ecologista, estos conceptos significan aproximadamente:

- Amortizar  
Compensar lo invertido en producir algo.  
Rehabilitar todo y no demoler nada más que la ruina.
- Recuperar  
Reutilizar sin transformación estructural.  
Desmontar en lugar de demoler, y utilizar de nuevo las tejas, sillares y puertas.
- Reciclar  
Regenerar mediante proceso físico-químico de transformación previo al nuevo uso.  
Los materiales pétreos no desmontables sirven para hacer áridos.
- Sancionar  
Autorizar expresamente un acto o castigar una falta.  
Permitir que se acumule controladamente el residuo que ha pasado por los procesos anteriores y gravar considerablemente aquellos que los eviten.
- Contaminar  
Anticipar: convertir en residuo aquello que tiene utilidad, cuya inutilidad no está demostrada.  
Poluir la parte del universo a su alcance con sustancias que le han procurado beneficio.  
Verter escombros o producir PVC.

### **Tipo de residuos**

#### **Inertes:**

- restos de hormigón
- restos de ladrillos
- restos de enchape de ladrillos
- resto de planchas de Yeso cartón
- restos de plancha de fibra-cemento
- restos de cerámicas
- restos de pastelones

**Reciclables**

- Restos de tuberías PVC,PP,Acrilico
- Restos de madera
- Restos de fierron en general
- Cartón
- Restos de madera aglomerada
- Metales en general
- Vidrio

**Orgánicos o domiciliarios**

- Guantes
- Todo lo que es ropa
- toallas de papel
- Resto de comida
- Cualquier envoltorio de jugo, bebida o comida

**Tóxicos o peligrosos**

- Envases de plásticos
- Tarros de pintura
- Aceites y Lubricantes
- Diluyentes, pegamentos , barnices , etc.

**4.2.3 Los materiales****Parámetros de sostenibilidad**

El impacto de la construcción de un edificio en el medio ambiente se produce desde la fabricación de los materiales hasta la gestión de los residuos generados por su demolición, pasando por la fase de construcción y de utilización del edificio.

El proceso de selección de los materiales es una de las fases en que más sencillo resulta incidir, económica y técnicamente, en la reducción del impacto medioambiental. A grandes rasgos, los tipos de impacto en los que podemos incidir al elegir los materiales pueden agruparse en cinco bloques:



- **El agua**
- **Las emisiones**
- **La energía**
- **Los recursos**
- **Los residuos**

#### **4.2.3.1 El agua**

Los impactos relacionados con el agua incluyen todo los ámbitos relacionados con su ahorro y su posible contaminación al realizar vertidos de residuos. De este modo, debemos priorizar aquéllos materiales que no transmiten elementos tóxicos o contaminantes al agua, los mecanismos que permiten ahorrar agua en los puntos de consumo, las instalaciones de saneamiento para la gestión de las aguas residuales de diferentes orígenes y los sistemas que permiten reutilizar el agua de la lluvia o la depuración de las aguas residuales para su uso posterior.

#### **4.2.3.2 Las emisiones**

Las emisiones generadas por los edificios pueden afectar a la atmósfera, lo que se traduce en un impacto local o global. Desde este punto de vista, deben priorizarse todas las soluciones que ayudan a reducir la emisión de los gases causantes del efecto invernadero, o las que hayan eliminado el uso de CFCs o HCFCs. Las emisiones también pueden deteriorar el ambiente interior de los edificios y perjudicar la salud de sus ocupantes. Deben evitarse los materiales que emiten compuestos orgánicos volátiles, formaldehídos, radiaciones electromagnéticas o gases tóxicos o de difícil combustión. En cuanto al ruido, se recomienda utilizar aparatos con niveles bajos de emisión de ruidos.

#### **4.2.3.3 La energía**

Cualquier actuación que conlleve un ahorro energético supone a su vez una reducción de los impactos, ya sea por el ahorro de recursos no renovables (petróleo, carbón, etc.) o por la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. El uso de energías renovables es una solución completa, ya que éstas actúan sobre ambos parámetros, evitando así el consumo de energías convencionales y eliminando las emisiones. Existen otras opciones para reducir el consumo de energía (ya sea convencional o renovable), como los aparatos de bajo consumo energético, el uso de aislantes térmicos, los procesos de fabricación de bajo consumo energético o la cogeneración

#### 4.2.3.4 Los residuos

El hecho de que un material se pueda reciclar al término de su vida útil, o que contenga otros materiales reciclables, es un aspecto que debe tenerse en cuenta. Los residuos del reciclaje directo son aquéllos que no requieren ninguna transformación para volver a ser utilizados (por ejemplo, los sanitarios procedentes de una des-construcción). Los residuos del reciclaje secundario son aquéllos que, tras algún tipo de transformación, se convierten en otros productos (por ejemplo, los áridos de hormigones reciclados). Deben rechazarse los materiales que se convierten en residuos tóxicos o peligrosos al final de su vida útil. Un ejemplo de estos materiales son los elementos organocloratos y los materiales pesados como el cadmio, el plomo, el mercurio o el arsénico.

	<b>Proceso fabricación materiales</b>	<b>Fase de construcción</b>	<b>Fase de utilización</b>	<b>Fase de derribo del edificio</b>
<b>Emisiones a la atmósfera</b>	HCFC, CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>	Polvo, ruido, amianto, CO <sub>2</sub>	Halones, CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>	Polvo, ruido, amianto, CO <sub>2</sub>
<b>Vertidos líquidos al agua</b>	Productos químicos, en función del proceso  Lechadas de cemento	Lechadas de cemento	Aguas residuales	Vaciado de depósitos
<b>Residuos sólidos</b>	Restos del proceso  Subproductos del proceso	Embalajes  Restos del proceso  Mermas  Encofrados	Residuos domésticos  Residuos de construcción de remodelaciones	Obra de fábrica  Hormigón  Madera  Acero...

### 4.3 RENTABILIDAD DEL PROCESO EN LA CONSTRUCCIÓN

Uno de los cambios tecnológicos más grandes de nuestro tiempo es limitar y utilizar la gran cantidad de residuos de la construcción e industriales, que son el resultado del desarrollo de la sociedad moderna. Dentro de esta estructura están los siguientes aspectos:

- Limitación de los residuos en concordancia con las demandas de protección ambiental y la creciente falta de lugares de depósito apropiados.
- Utilización de los residuos para un reciclaje adecuado y reutilización, donde la energía y las fuentes puedan ahorrarse.

La limitación y reciclaje de los residuos está considerada como la tecnología más limpia y amiga de los recursos naturales.

Una gran parte de los residuos deriva de los desechos de la construcción, entre los que se encuentran normalmente los provenientes de:

- Demolición de viejos edificios y estructuras.
- Rehabilitación y restauración de edificios y estructuras existentes.
- Construcción de nuevos edificios y estructuras.

Los residuos de construcción también provienen de la producción de materiales de construcción por ejemplo una máquina de hacer hormigón, componentes del hormigón, artículos de madera.

Las cantidades y categorías de los residuos de la construcción dependen de un número de factores, entre los que la política financiera de gestión de la compañía de construcción tiene una influencia decisiva. Al darse cuenta de que una gran cantidad de residuos podían ser reutilizados, algunos países han procurado en los últimos diez años producir menos cantidades. Al mismo tiempo, se han comenzado un gran número de estudios y proyectos para investigar las actuales posibilidades de reciclaje.

Para esto se han creado en el país diversas formas de financiamiento para proyectos de producción limpia, una de ella es la denominada "Línea de acción medioambiental" Esta línea tiene por objeto apoyar a la empresa privada a hacer más eficiente su gestión, minimizando su impacto ambiental y mejorando su

productividad.

Compuesta por dos tipos de instrumento:

1. Asistencia Técnica:

1.1 FAT Especialidad Producción Limpia

1.2 PAG

2. Cofinanciamiento a la Preinversión:

2.1 Preinversión en Medioambiente

### **4.3.1 Ejemplos nacionales e internacionales**

#### **4.3.1.1 Tecsa**

##### **TECSA y REGEMAC, construcción limpia y sustentable**

Fundada en 1947, TECSA es una de las principales empresas del rubro, llegando a ampliar sus operaciones a Uruguay y Perú, y se ha distinguido por su preocupación y cuidado del medio ambiente en cada una de sus obras. Otto Kuntz, uno de los miembros de su directorio, tuvo un papel relevante en la gestación y primeros años de la Comisión de Medio Ambiente de la Cámara Chilena de la Construcción. Su actividad principal es la construcción de edificios en altura, viviendas sociales, centros comerciales, hoteles, clínicas, colegios, supermercados, obras viales de infraestructura, industriales y mineras. Es una empresa grande, con 400 empleados de planta y una masa variable de 2000 a 4000 personas, con ventas anuales (2001) de 2,1 millones de UF.

Tras la firma del Acuerdo de Producción Limpia, TECSA estableció un contrato con la empresa REGEMAC para que ésta dispusiera de todos sus escombros. REGEMAC nació como respuesta de las empresas constructoras para cumplir con lo dispuesto en el Acuerdo de Producción Limpia y su creación se enmarca dentro de los logros alcanzados por el sector. Hoy, esta empresa recoge y administra los escombros que generan las firmas constructoras en sus diferentes obras. En la eventualidad de que REGEMAC no pueda acudir a recoger los escombros de TECSA, ésta utiliza los servicios de contratistas a quienes se exige un comprobante de que dispuso los residuos en un lugar habilitado y autorizado y que demuestre una autorización de

parte del propietario del terreno para depositar los residuos. Además de cumplir en un cien por ciento con los compromisos en cuanto a manejo de residuos y mitigación de polvo y ruidos, TECSA también ha implementado otras políticas adicionales, consistentes con el enfoque de responsabilidad en materia de construcción limpia y sustentable.

Los condominios La Casona y Los Andes, son dos obras recientes edificadas por TECSA que se destacan por incorporar tecnologías y procesos amistosos con el medio ambiente. En su construcción se utilizaron, principalmente, estructuras de acero prefabricadas, lo que permitió erradicar la generación de residuos en la faena. También se eliminó la emisión de ruidos y se lograron importantes ahorros en energía.

Antes de la firma del Acuerdo de Producción Limpia, los residuos sólidos eran el principal problema ambiental. De ahí que el Acuerdo de Producción Limpia del Sector Construcción, Región Metropolitana, firmado por TECSA apunta a:

- Participar en la realización de un estudio para el diseño e implementación de alternativas de abatimiento y prevención de la contaminación atmosférica.
- Participar en la reformulación de una ley de ruido en que se incluya las actividades de la construcción.
- Promover la creación de mercados de reciclaje y recuperación de residuos de la construcción.

Y compromete promover la reducción en la generación de residuos sólidos, emisión de material particulado y polvo en suspensión, y ruido.

Asimismo, la empresa ha adoptado otras medidas, tales como:

- Sistema de construcción basado en el montaje de elementos prefabricados, que disminuye la emisión de ruidos, material particulado y la generación de residuos.
- Modificación en los horarios de trabajo (7:30 - 18:00) para un mejor aprovechamiento de la luz natural y por tanto un ahorro de energía.
- Aumento en la pre-ingeniería y pre-arquitectura.
- Utilización de mallas, mangueras y agua suficiente para humectación.
- Modificaciones en las zonas de ingreso para evitar la contaminación fuera de la obra.
- Cañerías dobles de agua, para su reemplazo individual, lo que implica que en el momento de una falla no es necesario demoler para reparar sino simplemente

cambiar la tubería, lo que implica una reducción de tiempo, energía y residuos en el servicio post-venta.

- **Beneficios ambientales**

Reducción en los niveles de ruido en obra.

Reducción en los niveles de emisión de polvo

Mejor aprovechamiento de agua y luz.

Disposición de escombros en lugares autorizados (REGEMAC)

El ahorro en el consumo de insumos no es posible de medir puesto que las obras presentan diferentes características entre sí, en cuanto a dimensiones, duración y tipo de materiales especificados por los clientes.

- **Beneficios Sociales y para la empresa**

Mejoramiento de las condiciones de seguridad en la obra, con una reducción considerable de riesgos de accidentes.

Mejores relaciones con la comunidad que rodea la obra (sector residencial).

Prevención en la pérdida de materiales

Buena imagen pública

Evitar multas.

#### **4.3.1.2 Constructora fletcher, victoria, Australia**

Descripción de la actividad

La constructora Fletcher está ubicada en el Estado de Victoria, Australia y hasta 1992 trabajó con los métodos tradicionales de manejo de residuos.

Residuos generados por la industria

Los procesos asociados a la industria constructora, representan el 44% de los escombros de todo el Estado, según cálculos hechos por el Consejo de Reciclaje y Recuperación de Recursos de Australia. (RRRC)

Soluciones adoptadas por la constructora Fletcher en materia de PL

Como una forma de solucionar los problemas ambientales, por la cantidad de desechos generados, la constructora participó en el Programa de Ensayo de Minimización de Desechos, llevado a cabo por RRRC, siendo la primera empresa de su rubro en participar en una iniciativa semejante.

El Consejo de Reciclaje y Recuperación de Recursos, le entregó a la compañía 40 mil dólares, cuyo destino fue asegurar el costo de las mediciones de desechos desde el principio al fin del proyecto, hacer una auditoria detallada y escribir el informe final, pero Fletcher tenía que preparar una propuesta de Producción Limpia.

El principio de PL que se adoptó en este caso fue el de las buenas prácticas y tras seis meses de preparación de una detallada propuesta, el resultado fue el siguiente: En enero de 1993 Fletcher seleccionó dos sitios baldíos de condiciones similares en la ciudad de Melbourne, en ellos se ensayó el programa haciendo una comparación; uno de ellos introduciría medidas de reciclaje y minimización de desechos y el otro adoptaría el método tradicional de manejo de residuos en terreno.

El proceso de la aplicación de los principios de Producción Limpia

Las construcciones comparadas fueron dos complejos de juzgados suburbanos de Melbourne, uno ubicado en el sector de Dandenong y el otro en Frankston, ambos muy similares en su diseño.

El equipo de Fletcher en Dandenong testeó las medidas de PL implementadas basándose en dos principios: cómo evitar la generación de residuos y cómo manejar eficientemente los desechos.

El encargado de la implementación del proyecto, recolección y registro de la información fue el capataz de la obra, quien, además habló a los obreros de las metas de minimización de desechos y cómo serían alcanzadas.

Algunas de las iniciativas de PL incluidas fueron:

- Los trabajadores comenzaron a utilizar tazones y cucharas metálicas en vez de desechables, se instaló repartidores de café, té, azúcar y sopa. Todas medidas que no sólo significaron ahorros, sino también que el personal disfrutara de estas

comodidades

- Al realizar el encargo de materiales, el equipo de Fletcher en Dandenong, hizo un esfuerzo por estimar las cantidades exactas de material que se necesitaba, dado que tradicionalmente se solicita material extra, produciendo más desechos
- La separación de materiales de desecho en terreno, dentro de cubos, para maximizar su reutilización y reciclaje y su posterior medición por volumen, dado que los vertederos y recolectores de desechos cargan por volumen. El porcentaje más destacado de residuos derramados reciclados y su tratamiento es el siguiente:
  - Cartón: El cartón de los embalajes y de artículos de oficina fue reciclado, obteniéndose 20 centavos de dólar por kilo de material. El porcentaje de desechos de cartón vertido fue 17% del total y el porcentaje reciclado 78,8%
  - Metales: Los metales son fácilmente reciclables y ofrecen un retorno monetario, desde 75 centavos de dólar por kilo de metales con fierro, tales como el mismo fierro, aceros y latas en general y hasta 3 dólares por otros metales como el aluminio o el cobre. El porcentaje de desechos metálicos vertido fue 9,5% el que fue reciclado en su totalidad.
  - Concreto: El 75% del material fue salvado, enviándolo a trituradoras para su reutilización como base de camino. El porcentaje de desechos de concreto vertido fue 6,7% y el porcentaje reciclado 80,6%
  - Aislamiento: Grandes trozos de material de aislamiento fueron tomados por los trabajadores de la obra para su propio uso. El porcentaje de desechos vertidos fue 3% del total de desechos de la construcción y el porcentaje reciclado 30%
  - Papel: El papel de alta calidad ya utilizado fue tomado de las oficinas, incluyendo el papel de las computadoras y de la impresión de planos. El porcentaje de desechos de papel vertido fue 1,2% el que fue reciclado en su totalidad.
  - Vidrio: Todas las botellas recolectadas de las instalaciones fueron recicladas. El porcentaje de desechos de vidrio vertido fue 0,4% el que fue reciclado en su totalidad.

Beneficios medioambientales y económicos derivados de la PL

Con las medidas de PL, la constructora Fletcher logró disminuir sus desechos en un 15% y sobre un tercio del volumen restante fue reciclado.



Se logró ahorrar un 55% de los costos de remoción de desechos a través del reciclaje y reducción de ingreso de material, por tanto el volumen de residuos enviados disminuyó en un 43%

Todas las iniciativas tomadas por la constructora Fletcher no involucraron costo, pero sí produjeron importantes ganancias para la compañía y el medio ambiente, tanto así que la industria tiene ahora incorporadas "medidas limpias" dentro de su política, apuntando a reducir desechos en cada emplazamiento de un 25%. La primera en seguirle los pasos fue su compañía hermana en Seattle, Washington, que ya ha implementado medidas similares.

#### **4.3.1.3 Obras viales y de infraestructura**

##### **Reciclado en frío con asfalto espumado en Chile**

La tecnología de reciclado en frío in-situ de pavimentos con asfalto espumado presenta importantes ventajas desde el punto de vista energético, ambiental y económico. Por estos motivos, el Ministerio de Obras Públicas de Chile (MOP), con el apoyo de la Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DICTUC), decidió construir el primer proyecto aplicando esta tecnología en Chile en 28 kilómetros de la carretera Panamericana Norte, al sur de la ciudad de Copiapó, III Región de Chile. La zona es árida, con escaso régimen de lluvias. El camino presentaba un tráfico relativamente bajo, con un Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) inferior a los 2000 vehículos por día, pero con una presencia de vehículos pesados (camiones de más de 2 ejes) superior al 50%.

Esta técnica se utiliza para la rehabilitación de pavimentos flexibles, mediante el procesamiento y tratamiento con maquinaria especializada de un pavimento existente, para producir una capa de pavimento restaurada y estabilizada. El reciclado en frío in-situ de pavimentos flexibles con asfalto espumado se define como el proceso y tratamiento, con material bituminoso en forma de espuma, de un pavimento existente sin aplicación de calor, para producir una capa de pavimento restaurada. Su principal objetivo es rehabilitar un pavimento asfáltico deteriorado, restituyendo o mejorando sus propiedades funcionales y estructurales. Aunque es una técnica simple, para maximizar los beneficios es necesario conocer: propiedades

y necesidades de la maquinaria utilizada, proceso constructivo con detalle y rendimientos asociados.

El asfalto espumado se logra mediante un proceso físico, en el cual se inyecta una pequeña cantidad de agua fría (1,0 a 2,0% del peso del asfalto) y aire comprimido a una masa de cemento asfáltico caliente (160° C - 180° C), dentro de una cámara de expansión generando espuma espontáneamente. El reciclado se logra utilizando una máquina recicladora autopropulsada, utilizada para el procesamiento del pavimento existente e incorporación del asfalto espumado. Durante el proceso de pulverizado se agrega asfalto espumado mediante un sistema de válvulas, más el agua necesaria para la compactación. El material reciclado queda detrás de la recicladora a medida que ésta avanza, para su posterior compactación y perfilado con maquinaria tradicional.

### **Aplicación de la técnica en Chile**

Principales características del camino antes de la rehabilitación

- Construido con técnicas antiguas (más de 30 años).
- Pavimento construido con agregados naturales de la zona, compuesto por una carpeta asfáltica de 70 mm, más una capa granular de 350 mm. Además, presenta intervenciones del tipo lechada asfáltica aplicada en todo el tramo.
- Subrasante con material bien graduado y no cohesivo con buena capacidad de soporte ( $M_r$  de diseño = 100 - 170 MPa) según estudio de deflectometría de impacto.
- Pavimento con avanzado estado de envejecimiento y deterioro superficial (grietas transversales, longitudinales, fallas en bloque y sectores con fallas tipo piel de cocodrilo).
- Pendiente transversal de 1,0% en la mayoría de los sectores.
- El estado y características del pavimento, hicieron que se eligiera este proyecto para aplicar la técnica del reciclado con asfalto espumado in-situ como solución de rehabilitación estructural.

### **Soluciones**

- Fueron diseñadas para resistir entre 10 a 12 millones de Ejes Equivalentes de 80 KN. Para la rehabilitación de pavimentos, que se adoptó en el 85% del proyecto, la solución consistió en la capa reciclada y estabilizada con asfalto

espumado, más una capa delgada de concreto asfáltico en caliente. Para el 15% restante del proyecto, se contempló la construcción de dos tipos de pistas de adelantamiento:

- Carpeta de rodado / Base asfáltica tradicional / Base estabilizada con asfalto espumado
- Carpeta de rodado / Base asfáltica tradicional / Base granular
- Para el diseño de mezclas, se utilizó una máquina de asfalto espumado de laboratorio, capaz de reproducir las condiciones de producción de la espuma en terreno.

## **Resultados**

Las conclusiones apuntan a que el éxito en las futuras aplicaciones de esta tecnología depende básicamente de tres aspectos: planificación, logística y conocimiento de la técnica del reciclado en frío in-situ con asfalto espumado. Considerando los diversos procesos, se aprecian importantes resultados:

- Desde el punto de vista constructivo, se demostró que es posible aplicar en Chile con éxito una nueva tecnología de rehabilitación de pavimentos asfálticos deteriorados.
- La solución estructural propuesta con esta técnica está diseñada para resistir entre 10 y 12 millones de Ejes Equivalentes.
- La mezcla reciclada presenta un bajo contenido óptimo de asfalto (2,2%) y un bajo contenido de cemento (1,0%).
- De acuerdo a los rendimientos presentados, el proceso constructivo es de rápida ejecución, logrando fácilmente un rendimiento de 1.000 metros de avance diario a calzada completa de 7,0 metros de ancho.
- Se reciclaron casi 6 kilómetros en pistas de adelantamiento (3,5 metros de ancho), con el tránsito vehicular a un costado de la máquina (de forma muy similar al trabajo en media calzada). En futuros proyectos, será posible aplicar el proceso en media calzada, sin construir desvíos que producen impacto al usuario que transita por la carretera.
- La base reciclada terminada puede ser abierta al tránsito sin protección superficial, pero por un tiempo limitado y con una serie de restricciones.
- El proceso constructivo se mejoró a medida que el equipo de trabajo fue adquiriendo experiencia en el manejo del material reciclado.
- En general no existieron problemas de compactación.

- Si algunos sectores reciclados no logran los valores exigidos en el control, deberían reciclarse nuevamente.

## 5 CONCLUSIÓN

Chile es un país que crece a un gran ritmo, en vías de desarrollo, nos hacemos llamar los jaguares de Sudamérica, y en detalles tan importantes como lo es el ambiental estamos a un nivel casi tercer mundista .Debido a este crecimiento se hace necesario la aplicación de métodos de producción mas adecuados.

Producción limpia, hace algunos años se empezó a aplicar este sistema, como respuesta al daño y sobre-explotación que se estaba realizando.

Hoy en día es de vital importancia para toda empresa que pretenda elevar su imagen e incluso exportar, es una forma de competitividad, debido a lo rápido del retorno de la inversión, por lo cual también es denominada “inversión inteligente”, se ha tornado una solución para marcar diferencias con los competidores, ya que vivimos en mundo globalizado, el acceso a insumos y tecnologías es similar para todos lo que queda como necesidad la opción de innovar rápidamente.

Algunos países desarrollados ponen barreras arancelarias e incluso acusan de dumping a las empresas, debido a que en sus países de origen la legislación ambiental es limitada.

Por lo tanto como principal conclusión se puede obtener lo necesario de una cambio de mentalidad de todos los actores de nuestra sociedad, empezar a querer mas lo que nos rodea y tener un pensamiento en el futuro, no solo pensar en cumplir nuestras necesidades del momento, querer a nuestro país, todas las riquezas que nos entrega, entender que nada es para siempre si no lo cuidamos.

La construcción como toda actividad económica tiene sus pro y sus contra, grandes cambios se han estado iniciando en este rubro pero recién se esta comenzando.

## BIBLIOGRAFÍA

Agenda de la construcción sostenible. [ on line ] . Los materiales . Disponible en : <http://www.apabcn.es/sostenible/castellano/default.htm>  
Consultado el : 12 de marzo de 2005 .

Agenda de la construcción sostenible. [ on line ] . Los residuos . Disponible en : <http://www.apabcn.es/sostenible/castellano/default.htm>  
Consultado el : 12 de marzo de 2005

Agenda de la construcción sostenible. [ on line ] . La energía . Disponible en : <http://www.apabcn.es/sostenible/castellano/default.htm>  
Consultado el : 13 de marzo de 2005

Agenda de la construcción sostenible. [ on line ] . El agua . Disponible en : <http://www.apabcn.es/sostenible/castellano/default.htm>  
Consultado el : 14 de marzo de 2005

Agenda de la construcción sostenible. [ on line ] . Conceptos . Disponible en : <http://www.apabcn.es/sostenible/castellano/conceptos.htm>  
Consultado el : 14 de marzo de 2005

Ciudades para un futuro mas sostenible . 1997 . [ on line ] . Especial sobre residuos . Madrid . Disponible en : <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/lista.html>  
Consultado el : 16 de marzo de 2005

Ciudades para un futuro mas sostenible . 1997 . Alfonso de Val . [ on line ] . Tratamiento de los residuos urbanos . Madrid . Disponible en : <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/lista.html>  
Consultado el : 16 de marzo de 2005

Ciudades para un futuro mas sostenible . 1997 . Niels Jorn Hahn.. [ on line ] . producción de residuos de construcción y reciclaje . Madrid . Disponible en : <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/aconst2.html>  
Consultado el : 16 de marzo de 2005

Ciudades para un futuro mas sostenible . 1997 . Alfonso Aguilar. [ on line ] . Reciclado de materiales de construcción . Madrid . Disponible en : <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/aconst1.html>  
Consultado el : 16 de marzo de 2005

Ciudades para un futuro mas sostenible . 1997 . José María Molina Terrén. [ on line ] . Recuperación de materiales de construcción . Madrid . Disponible en : <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/a1molina.html>

Consultado el : 16 de marzo de 2005

Producción limpia . 1992 . Joaquín Araujo. [ on line ] . contaminación industrial. Disponible en : <http://www.pangea.org/~vmitjans/residus/Lintro.html>  
Consultado el : 16 de marzo de 2005

Cumbre de Johannesburgo . 2002. [on line] . Cumbre mundial sobre el desarrollo sostenible.  
Disponible en: :  
<http://www.cinu.org.mx/eventos/conferencias/johannesburgo/documentos/Agenda21/Programacap30.htm>  
Consultada el : 20 de marzo de 2005-08-26

Instrumentos de apoyo . [on line] . Instrumentos financieros y de apoyo . Disponible en : [http://www.pl.cl/familia.asp?cod\\_fam=1](http://www.pl.cl/familia.asp?cod_fam=1)  
Consultada el :21 de marzo

Instrumentos de apoyo . [on line] . Fondo de Asistencia Técnica de Producción Limpia. Disponible en : [http://www.pl.cl/fichas.asp?cod\\_ficha=77](http://www.pl.cl/fichas.asp?cod_ficha=77)  
Consultada el :23 de marzo

Producción limpia . [on line] . Leyes y normas . Disponible en : <http://www.induambiental.cl/1615/multipropertyvalues-37247-37263.html>  
Consultada el :27 de marzo

Fichas de actualidad . [on line] . Sector construcción . Disponible en : <http://www.induambiental.cl/1615/article-90956.html>  
Consultada el :30 de marzo

Su vivienda. [on line] . La pesada cargas de los escombros . Disponible en : <http://www.elmundo.es/suvivienda/2002/234/1010072734.html>  
Consultada el :4 de abril 2005

Legislación ambiental . [on line] . Leyes Ambientales, Regulaciones, y Normas, Chile. Disponible en : <http://lauca.usach.cl/ima/legislacion.htm>  
Consultada el :8 de abril 2005

Unidad de tecnología , industria y encomia . [on line] . Producción limpia, México. Disponible.en :  
[http://www.rolac.unep.mx/industria/esp/prodlimp/body\\_prodlimp.htm](http://www.rolac.unep.mx/industria/esp/prodlimp/body_prodlimp.htm)  
Consultada el :25 de marzo 2005

Noticias . [online] . Oficializadas normas técnicas para certificación de Acuerdos de Producción Limpia, Chile Disponible.en: [http://www.pl.cl/noticias.asp?cod\\_not=74](http://www.pl.cl/noticias.asp?cod_not=74)

Consultada el :2 de Mayo 2005

Política nacional de producción más limpia. [online] . implementación de producción más limpia en Colombia, Colombia Disponible.en: <http://www.dama.gov.co/cyber/pml/pml1/pml3.htm>  
Consultada el :28 de marzo 2005

Federación gremial de la industria . [online] .Legislación ambiental , Chile Disponible.en: [http://www.sofofa.cl/ambiente/leg\\_amb.htm](http://www.sofofa.cl/ambiente/leg_amb.htm)  
Consultada el :25 mayo 2005

Federación gremial de la industria . [online] . Guías técnicas para el control y prevención de la contaminación industrial Chile Disponible.en: [http://www.sofofa.cl/ambiente/leg\\_amb.htm](http://www.sofofa.cl/ambiente/leg_amb.htm)  
Consultada el :6 junio 2005

Reportajes y entrevistas .2001.[online] . Mayoría de vertederos en Chile son ilegales. Disponible.en: <http://www.sustentable.cl/portada/Reportajes/865.asp>  
Consultada el :20 junio 2005

Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable .[online] . Unidad de Producción Limpia y Consumo Sustentable. Disponible.en: <http://www.medioambiente.gov.ar/uplcs/default.htm>  
Consultada el :1 julio 2005