



Guía de Buenas Prácticas en Impregnación de Madera

Tomo 2: Gestión Ambiental y Producción más Limpia



Proyecto “Competitividad y Medio Ambiente”.
Cooperación Técnica MERCOSUR (SGT6) - Alemania (GTZ)



Im Auftrag des



Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung



Con el Apoyo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo

Contenido

Prólogo	5
1. Introducción	7
2. Alcance y Objetivos	9
2.1 Objetivo general	9
2.2 Objetivos específicos –	9
2.3 Resultados Esperados	9
3. Descripción del Proceso de Impregnación.....	10
3.1 Equipamiento / Infraestructura.....	10
3.2 Preparación de la solución.....	10
3.3 Proceso de impregnación.....	11
3.4 Emisiones y residuos	12
3.5 Resumen de entradas y salidas.....	13
3.6 Principales aspectos ambientales.....	13
4. Diseño de las Plantas de Impregnación	14
5. Buenas Prácticas Operacionales.....	17
5.1 Acondicionamiento de madera previo a la impregnación	17
5.2 Operaciones de impregnación	18
5.3 Manejo de la madera tratada	20
5.4 Control de calidad del producto.	21
5.5 Operaciones de manipulación de soluciones de CCA.....	23
5.6 Operaciones de mantenimiento y limpieza	25
5.7 Planes de contingencia.....	26
5.8 Resumen de buenas prácticas operacionales	27
6. Gestión de residuos sólidos	30
6.1 Aspectos generales en la gestión de residuos sólidos.....	30
6.2 Pautas básicas para la gestión de residuos del emprendimiento.....	31
7. Planes de gestión ambiental	35
7.1 Aspectos generales de un plan de gestión ambiental	35
7.2 Pautas para el desarrollo de planes de control y monitoreo ambiental	36
Bibliografía	39
Anexos	41
Anexo 1 - Especificaciones técnicas para la construcción de estructuras.....	41
Anexo 2 - Método para determinar la presencia de Cromo hexavalente en madera impregnada con CCA.....	45
Anexo 3 - Principales Normativas Nacionales aplicables al sector de Impregnación de Madera.....	47
Anexo 4 - Lista de Chequeo	51
Anexo 5 - Situación de la normativa internacional respecto al uso de CCA.....	57

Autoridades

Ministro de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

Arq. Mariano Arana

Directora Nacional de Medio Ambiente

Ing. Agr. Alicia Torres

Ministro de Salud Pública

Dra. María Julia Muñoz

Director General de Salud

Dr. Jorge Basso

Ministro de Trabajo y Seguridad Social

Sr. Eduardo Bonomi

Inspectora Gral. de Trabajo

Sra. María Narducci

Presidente del LATU

Ing. Miguel Brechner

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

Asesor Principal del Proyecto Competitividad y Medio Ambiente – Fomento de la Gestión Ambiental y la Producción más Limpia

Dr. Detlef Schreiber

Equipo de Trabajo

Por la Dirección Nacional de Medio Ambiente:

Ing. Quím. Marisol Mallo

Lic. Graciela Rossi

Por Ministerio de Salud Pública:

Dra. Carmen Ciganda

Por Ministerio de Trabajo y Seguridad Social:

Dra. Isabel Suárez

Por Laboratorio Tecnológico del Uruguay:

Ing. Quím. Silvia Böthig

Por Centro Coordinador del Convenio de Basilea:

M.Sc. Ing. Javier Martínez

Por Proyecto Competitividad y Medio Ambiente:

Lic. Guillermo Rondini

Consultores Externos

Ing. Agr. Carlos Mantero

Ing. Civ. Santiago Mullin

Ing. Quím. Gabriela Larrañaga

Prólogo

La presente publicación “**Guía de Buenas Prácticas en Impregnación de Madera**” integrada por el Tomo I: Seguridad y Salud Ocupacional y Tomo II: Gestión Ambiental y Producción más Limpia constituye el resultado de un extenso trabajo participativo entre los sectores público y privado realizado en el marco de la implementación del Programa de Mejora Ambiental en el sector de Impregnación de Madera en el Uruguay llevado a cabo por la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA).

Dicho programa constituye la componente nacional del proyecto “Competitividad y Medio Ambiente” (CyMA): Fomento a la Gestión Ambiental y la Producción Más Limpia en PyMEs en el MERCOSUR, ejecutado con la cooperación de la Agencia Alemana de Cooperación Técnica GTZ y que tiene por objetivo el diseño y la implementación de una estrategia para aumentar la competitividad y mejorar el desempeño ambiental en cadenas de valor, de las cuales se definió como prioritario la cadena de valor madera-muebles.

Uruguay seleccionó el sector de Impregnación de Madera para desarrollar una estrategia de abordaje que permitiera fomentar la aplicación de buenas prácticas en pro de minimizar los riesgos

para la salud y el ambiente asociados a dicho proceso. Las guías que integran la publicación se han realizado con el objetivo de que se constituyan en una herramienta fundamental que pauten y facilite la aplicación de mejoras en el sector de impregnación atendiendo al uso de Buenas prácticas y Mejores tecnologías disponibles y a la aplicación de medidas tendientes a prevenir la salud y seguridad del trabajador.

Participaron en su desarrollo el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente a través de la DINAMA, el Ministerio de Salud Pública, el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, el Laboratorio Tecnológico del Uruguay, el Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, el sector industrial de impregnación de madera y consultores del proyecto CYMA.

A través de la ejecución de este proyecto nuestra Dirección reafirma la voluntad de seguir trabajando coordinadamente entre el sector público y privado para el desarrollo de herramientas que permitan atender preventivamente los aspectos ambientales de sectores productivos, a la vez que se implementan mejoras en la competitividad del sector.

Ing. Agr. Alicia Torres
Directora Nacional de Medio Ambiente

1. Introducción

La Producción Más Limpia se basa en la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a los procesos, productos y servicios para mejorar la competitividad de las empresas, mediante el aumento de su eficiencia productiva y la disminución de riesgos a las personas y al medio ambiente.

La prevención radica en la eliminación o minimización de la contaminación ambiental desde el diseño de productos y servicios y durante el proceso de producción y no al final de éste.

Las buenas prácticas de gestión ambiental empresarial comprenden una serie de medidas, aplicable en cualquier tipo de empresa, que lleva a reducir el posible impacto ambiental negativo de la producción mejorando el proceso productivo y la seguridad en el trabajo, redundando en un incremento de la productividad y la competitividad.

Estas prácticas conjugan, en un proceso voluntario de mejora continua, la gestión ambiental con la gestión de costos y los cambios organizativos.

Las medidas se basan en:

- Optimizar el consumo de materia prima, insumos secundarios, agua y energía lo que se traduce en un proceso más eficiente en el uso de los recursos y con menores costos de operación.
- Reducir la generación de residuos sólidos, efluentes líquidos y emisiones a la atmósfera y su grado de peligrosidad.
- Optimizar la reutilización y el reciclaje de los residuos generados.
- Mejorar la organización del proceso productivo, a través de medidas tendientes por ejemplo a lograr un mejor aprovechamiento del espacio productivo, asignación de responsabilidades, implementación de programas de producción, entre otros.
- Mejorar las condiciones de trabajo.

Las pequeñas y medianas empresas (PyMES) son actores clave en el proceso de desarrollo económico, ya que son fuente importante de empleo y de dinamización de activos económicos, determinando sustanciales aportes al PBI de los países en desarrollo. En general los esquemas

de gestión de estas empresas tienden a descuidar el uso eficiente de los recursos naturales, generando potenciales impactos ambientales. Por estas razones las PyMES han sido objeto de cooperación técnica internacional en procura de mejorar su competitividad al tiempo de aliviar la presión sobre el ambiente. En este contexto y en el marco del Proyecto de Competitividad y Medio Ambiente, MERCOSUR-GTZ, se ha optado por trabajar a nivel regional en la cadena de valor madera – mueble. La línea de trabajo elegida por la Mesa Nacional de Producción más Limpia de Uruguay ha sido el fortalecimiento de la gestión del sector de impregnadores de madera.

El uso de la madera tratada en el Uruguay se ha hecho extensivo en los últimos años debido al aumento de la demanda de estos materiales en la industria de la construcción. A excepción de maderas de alta durabilidad natural, la madera que es expuesta a la intemperie puede ser tratada con preservantes a efectos de aumentar su durabilidad. El proceso de impregnación de madera utilizado en nuestro medio consiste en la aplicación de preservantes mediante el sometimiento de la madera a ciclos de vacío – presión en autoclave. En este proceso el preservante se introduce en las células de la madera haciéndolas resistentes al ataque de hongos, insectos y bacterias que provocan su descomposición.

El producto utilizado en nuestro medio para impregnación de madera es conocido con el nombre de CCA, compuesto por una mezcla de cromo, cobre y arsénico. Cada uno de los componentes tiene una función específica (fungicida, bactericida, insecticida y fijador) dando en su conjunto el efecto deseable en el producto final. Todos estos componentes tienen asociados altos niveles de toxicidad, por lo que su uso, de no aplicarse las medidas de seguridad y prevención de riesgo adecuadas, puede implicar potenciales impactos negativos tanto para el ambiente como para la salud y seguridad de los trabajadores. El impacto ambiental de estos emprendimientos dependerá de varios factores entre los que se destacan la localización, la infraestructura de la planta, el proceso que se realiza así como las prácticas operacionales y de control que se implementen.

En el año 2006, en el marco del proyecto Competitividad y Medio Ambiente, MERCOSUR-GTZ, se realizó un relevamiento y diagnóstico de las empresas del sector de impregnación de madera en el Uruguay identificándose una serie de debilidades para las cuales se proyectó la ejecución de un plan de acción para minimizar los riesgos para el ambiente y la salud de los trabajadores. En el relevamiento se identificaron en Uruguay 15 empresas instaladas en 8 departamentos que utilizan la misma tecnología, siendo el sector suficientemente homogéneo como para abordar el desarrollo de esta guía de buenas prácticas, cuya aplicación permita minimizar los impactos sobre el ambiente, la salud y potenciar mejorar la competitividad de las empresas.

De acuerdo al diagnóstico realizado, los aspectos principales a tener en cuenta para introducir mejoras son:

1. Seguridad e higiene laboral.
2. Mejoras en infraestructura
3. Operación y control de proceso
4. Manejo de productos químicos y gestión de residuos
5. Monitoreo y control ambiental.

Atendiendo estos aspectos, se desarrolló la Guía de Buenas Prácticas en Impregnación de Madera“ integrada por el Tomo I: Seguridad y Salud Ocupacional y Tomo II: Gestión Ambiental y Producción más Limpia.

2. Alcance y Objetivos

La Guía de Buenas Prácticas en Impregnación de madera está dirigida al sector industrial nacional y pretende colaborar con el desarrollo de la gestión empresarial mediante la incorporación de conceptos de producción más limpia de la actividad en particular.

Las recomendaciones presentadas en el presente tomo “Gestión Ambiental y Producción Más Limpia” tienen como principal objetivo prevenir y minimizar la transferencia de contaminantes hacia el medio ambiente derivados del proceso de impregnación de madera con CCA. Alternativas a estas recomendaciones podrán ser aplicadas por el sector siempre y cuando sean iguales o más efectivas que las recomendaciones aquí realizadas.

2.1 Objetivo general

- Contar con una guía de buenas prácticas de gestión ambiental para el proceso de tratamiento de maderas con CCA, adaptada a la realidad nacional que permita asistir en la implementación del proceso de adecuación y mejora ambiental del sector.
- Crear conciencia de los impactos potenciales del proceso de impregnación de madera y su gestión en general, y las posibles medidas de control y mitigación de los efectos.
- Capacitar a empresarios y operadores en la operación segura de sus plantas.

2.2 Objetivos específicos

Identificación y aplicación de medidas que permitan minimizar los impactos y riesgos al ambiente y la salud humana a través de:

- Identificación de las etapas del proceso de impregnación que puedan ser consideradas críticas desde el punto de vista ambiental.
- Desarrollo de recomendaciones que permitan la minimización o eliminación de

residuos, efluentes líquidos y/o emisiones gaseosas del proceso de impregnación de madera.

- Definición de procedimientos ambientalmente adecuados para el tratamiento y disposición final de los residuos del proceso.
- Recomendaciones para el desarrollo de planes de monitoreo ambiental para evaluar el grado de afectación del ambiente del emprendimiento.
- Identificación de medidas que permitan la optimización del uso de preservantes durante el proceso de impregnación.
- Identificación de medidas que minimicen la probabilidad de ocurrencia de accidentes en la planta.
- Identificación de medidas que minimicen la exposición de los trabajadores al producto tóxico utilizado para impregnar madera.
- Identificación de medidas de carácter organizacional en apoyo a las buenas prácticas ambientales, que permitan ahorros económicos y la consecuente mejora de la productividad.

2.3 Resultados Esperados

Como resultado de la aplicación de la Guía de Buenas Prácticas en Impregnación de Madera: Tomo 1 y Tomo 2 se espera lograr:

- La adecuación de los procesos productivos que determinen mejoras no sólo de la gestión ambiental, sino también de las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores, y los aspectos organizacionales de la empresa.
- Adhesión al proceso de mejora continua incorporando procedimientos de toma de decisiones basados en la objetividad del análisis de datos.
- Un sector industrial comprometido con la gestión ambiental y una mejora de la competitividad de las empresas del sector.

3. Descripción del Proceso de Impregnación

El proceso de impregnación más usado en Uruguay es denominado “vacío-presión”, realizado en autoclaves. Es una modificación del proceso originalmente patentado por Bethell, conocido por “tratamiento a célula llena”, en el cual los lúmenes celulares se llenan totalmente con la solución preservante.

El preservante más utilizado en nuestro medio es el CCA (siglas correspondientes a los elementos químicos de los óxidos que la componen: Cromo, Cobre y Arsénico), que ha desplazado a otros productos como el pentaclorofenol y la creosota. Cada componente del CCA tiene una función específica, el cobre tiene una acción fungicida y bactericida, el arsénico actúa como insecticida, mientras que el cromo actúa como fijador del preservante. Para la formulación del CCA se utilizan óxido de cobre (CuO), óxido de cromo hexavalente (CrO_3) y óxido de arsénico (As_2O_5). En Uruguay el producto comercial utilizado es el denominado CCA-C, consistente en una solución acuosa al 60%, formulado con 28.5% de CrO_3 , 11.1% de CuO , 20.4% de As_2O_5 y 40% de agua. Tiene pH fuertemente ácido y una densidad de 1,8 g/cm³.

El proceso completo de impregnación se puede dividir en las siguientes etapas:

1. Preparación de la madera redonda o cuadrada (dimensionamiento, secado, maquinado inicial, colocación de conectores etc.). Puede hacerse en el monte, en la planta de tratamiento o comprarse preparada.
2. Preparación de la solución de impregnación.
3. Impregnación (etapas de vacío y presión).
4. Fijación del producto en la madera o “curado”.
5. Maquinación post-tratamiento (eventual).

A continuación se presenta un listado del equipamiento e infraestructura comúnmente utilizados, así como una descripción de la preparación de la solución y del proceso de impregnación.

3.1 Equipamiento / Infraestructura

Una planta de impregnación que utiliza proceso “vacío-presión” requiere los siguientes componentes básicos:

- Un autoclave diseñado para soportar un vacío de -700 mm Hg y una presión de 12 kg/cm². (Valores de trabajo).
- Un sistema de rieles y vagonetas para la carga y descarga de la madera.
- Una bomba de vacío y una bomba de presión.
- Un tablero de comandos.
- Un tanque para la preparación de la solución de impregnación.
- Un tanque para el depósito de la solución de impregnación.
- Un patio de goteo.
- Un patio de fijación o curado.
- Pileta/s de contención de derrames.

3.2 Preparación de la solución

El CCA es normalmente adquirido por las plantas de preservantes en forma de solución concentrada al 60%, envasado en tambores que pueden ser plásticos o metálicos.

La concentración de la solución de trabajo depende fundamentalmente del tipo de madera a tratar y en general oscila entre 1 y 2 %. La solución de trabajo se prepara trasvasando el concentrado a un tanque y diluyéndolo con agua hasta alcanzar la concentración deseada. La concentración se mide utilizando densímetros.

En la mayoría de las plantas de impregnación se utiliza un tanque de trabajo del cual se bombea la solución para el llenado del autoclave y retorna al tanque una vez completado el proceso. Este tanque está graduado y puede determinarse en cualquier momento la cantidad de preservante que contiene.

3.3 Proceso de impregnación

En la figura 3.1 se presenta en forma esquemática una posibles configuraciones de plantas de impregnación comúnmente utilizadas.

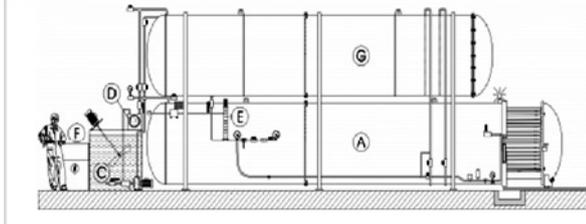


Figura 3.1. Esquema de Plantas de Impregnación. A- autoclave, B- tanque de solución de impregnación, C- tanque de preparación de solución de impregnación, D- bomba de vacío, E- bomba de presión, F- bidón de preservante concentrado, G- alternativa de tanque de solución de impregnación.

A continuación se describen las distintas etapas involucradas en el proceso de impregnación de la madera incluyendo las etapas de fijación y maquinación post-tratamiento.

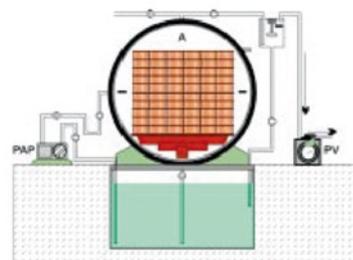
Carga del autoclave.



Consiste en la introducción de la carga de madera en el autoclave y cerrado hermético de la puerta. Para la introducción de la carga se utilizan va-

gonetas montadas sobre rieles, especialmente diseñadas de acuerdo al tipo de madera. En forma previa se realiza la estimación del volumen de madera correspondiente a cada carga.

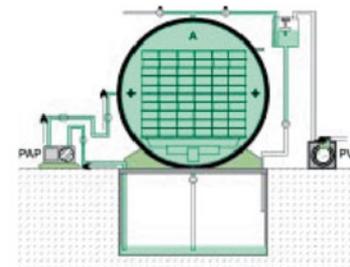
Vacío inicial



Consiste en la aplicación de una depresión de al menos 600 mm Hg utilizando la bomba de vacío, por períodos de tiempo que suelen estar en

el rango de los 20 a 30 minutos. La depresión que se logra al interior de la madera es lo que permite la posterior penetración de la solución preservante.

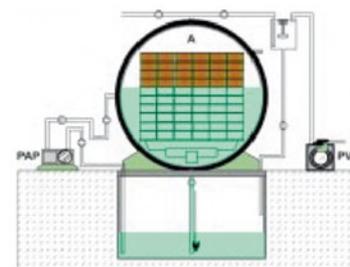
Llenado /presión



Por medio de la propia depresión generada en la etapa anterior, la solución de impregnación es canalizada desde el tanque de depósito al interior

del autoclave. El autoclave debe disponer de controles de nivel a efectos de detectar el llenado. Posteriormente se procede a la aplicación de presión y a la inyección de solución, mediante el bombeo con la correspondiente bomba. Generalmente la bomba de presión funciona en el rango de los 10 a 12 kg/cm², por períodos de 30 a 180 minutos. La presión aplicada permite lograr una mayor eficacia en la difusión de la solución al interior de la madera.

Descarga de la solución

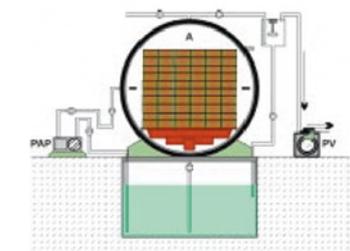


Cuando se considera finalizada la absorción se procede a la descarga de la solución de impregnación hacia el tanque de depósito, haciendo uso de

una válvula de descarga ubicada en el fondo del autoclave. Por diferencia de niveles en el tanque de depósito se calcula el volumen de solución absorbida por la carga de madera. La solución remanente es posteriormente utilizada en un nuevo ciclo. Esta práctica de funcionamiento en ciclo cerrado previene la contaminación ambiental y resulta económicamente rentable.

Vacío final

Una vez descargada la solución se procede a la aplicación de un vacío de 600 mm Hg durante 20-40 minutos, lo que permite eliminar los restos de solución remanentes sobre la superficie de la



madera. Posteriormente se equilibran las presiones, se evacua el resto de solución y se procede a la apertura de la puerta. La

porción de solución que es eliminada en esta etapa es conocida como “rechazo” y su volumen se descuenta del inicialmente absorbido para la estimación cantidad de preservante retenido.

Descarga del autoclave



Una vez finalizado el proceso la vagoneta es retirada del autoclave utilizando medios mecánicos. Si bien la etapa de vacío final reduce significativamente la

presencia de solución remanente sobre la superficie de la madera, siempre existe un goteo proveniente de la propia madera y de la solución retenida en la estructura de las vagonetas. Por esta razón los rieles por donde circulan las vagonetas deben ser colocados sobre superficies diseñadas de forma de captar dichos goteos (patios de goteo).

Curado



Una vez finalizado el goteo, la madera debe ser estivada por un lapso de tiempo tal que asegure la fijación de los productos químicos que aún no

han reaccionado, proceso que se denomina curado de la madera.

Maquinado de la madera



Algunas empresas que se dedican a la impregnación incluyen dentro de su proceso productivo una serie de etapas de maquinado de la madera, que incluye

entre otros la remoción de nudos, recortes, moldurado y cepillado. Generalmente estos procesos se realizan en forma previa a la impregnación, pero existen casos en que las tablas tratadas son posteriormente cepilladas, ya que esta operación mejora su aspecto.

3.4 Emisiones y residuos

3.4.1 Efluentes líquidos

Las plantas deberán ser diseñadas para funcionamiento en circuito cerrado de forma tal que no existan efluentes líquidos del proceso.

Los derrames de productos, el agua de lavado y el agua de lluvia caída sobre el área de impregnación (en caso que no sea cubierta) son canalizados hacia cámaras desde las cuales son bombeados y recuperados en el proceso.

En caso de no existir patios de goteo y se estibe la madera recién impregnada en lugares abiertos, es posible que el agua de lluvia arrastre los productos que aún no se han fijado. El agua de lluvia también puede arrastrar restos de CCA provenientes de derrames fuera del área de impregnación, así como los presentes en residuos no tratados dispuestos sobre el terreno. Por estas razones los pluviales que entren en contacto con las áreas donde se manipula el CCA, donde se procede a impregnar la madera y donde se almacena la madera tratada son líquidos potencialmente contaminados que requieren controles previos a su vertido.

3.4.2 Residuos sólidos

Los residuos generados en el proceso de impregnación son:

- Lodos, generados en la limpieza del autoclave y área de impregnación.
- Envases (tambores) de CCA.
- Residuos varios contaminados con CCA (guantes, trapos, etc).
- Suelo contaminado con CCA.

En caso de realizarse maquinación de la madera tenemos la generación de los siguientes residuos:

- Recortes, virutas y aserrín de madera no tratada.
- Recortes, virutas y aserrín de madera tratada.

Si bien en Uruguay aún no existe una legislación que clasifique a los residuos, en atención a las características tóxicas de los constituyentes del

CCA, en forma preliminar se puede considerar que los residuos que contengan restos de estos elementos son residuos peligrosos, que deberán gestionarse de acuerdo a esa condición.

A modo general se recomienda maximizar el porcentaje de re-manufactura realizada previo al proceso de impregnación.

3.4.3 Emisiones atmosféricas

Si bien los elementos componentes del CCA no son volátiles, los mismos pueden ser emitidos a

la atmósfera en forma de niebla, contaminando el ambiente de trabajo. Los dos puntos donde se puede producir este tipo de emisión son:

- Apertura del autoclave luego del ciclo de impregnación.
- Venteo de la bomba de vacío (durante el vacío final).

En caso de existir maquinación de la madera tratada, adicionalmente se genera polvo contaminado con CCA.

3.5 Resumen de entradas y salidas

Entradas	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> • Madera sin tratar. • Concentrado de CCA. • Agua. • Energía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recortes, virutas y aserrín de madera no tratada. • Madera tratada. • Derrames de solución fuera del área de contención. • Tambores vacíos de CCA. • Lodos de limpieza y residuos varios contaminados con CCA. • Recortes, virutas y aserrín de madera tratada. • Vapores de solución de impregnación. • Vapor de agua. • Ruido

3.6 Principales aspectos ambientales

Los principales aspectos ambientales asociados al proceso de impregnación surgen como resultado del manejo de un producto altamente tóxico como el CCA y en particular se destacan la potencial liberación de cromo y arsénico hacia el suelo, el aire y las aguas superficiales y subterráneas.

La liberación de los contaminantes presentes en el CCA al medio ambiente puede darse por las siguientes vías:

- Por derrames producidos durante el transporte, almacenamiento y manipulación de los tambores del producto concentrado.
- Por derrames producidos durante la preparación y control de la solución de trabajo.
- Por derrames ocurridos durante el proceso de impregnación.
- Por infiltraciones producidas en las áreas de impregnación y depósito de madera tratada.
- Por vertidos de efluentes líquidos contaminados (incluidos los pluviales).
- Por disposición inadecuada de residuos contaminados.
- Por emisiones gaseosas generadas en venteo de la bomba de vacío, en la apertura del autoclave (niebla) y en el polvo generado en la maquinación de madera tratada.

4. Diseño de las Plantas de Impregnación

En este punto se presentan una serie de criterios y recomendaciones específicas a ser tenidas en cuenta en el diseño nuevas plantas de impregnación o adecuación de las existentes.

4.1 Criterios básicos de diseño

En una Planta de Impregnación básicamente se pueden distinguir las siguientes áreas:

1. Playa de madera sin tratar / tratada.
2. Depósito de tambores de CCA concentrado.
3. Área de preparación y almacenado de solución de trabajo (tanque de preparación, tanques de solución de trabajo y tanque de agua).
4. Área del autoclave y bombas.
5. Sala de control.
6. Zona de carga/descarga del autoclave y patio de goteo.
7. Playa de curado.
8. Areas de descanso y vestuario del personal.

A continuación se listan los criterios básicos de diseño, los cuales tienen como objetivo minimizar la liberación de CCA al medio ambiente.

- Recirculación del 100 % de la solución de trabajo.
- Minimización y delimitación de las áreas críticas (aquellas donde se maneja CCA y madera no curada).
- Control de infiltraciones en áreas críticas por medio de impermeabilización del piso y canalización de líquidos contaminados.
- Control del ingreso de pluviales a las áreas críticas mediante techado y canalizaciones.
- Contención y recuperación de derrames.
- Reutilización del 100 % de los líquidos contaminados.
- Recolección y control de pluviales del predio.

4.2 Recomendaciones del diseño

Las recomendaciones que se presentan deben

ser consideradas como guías, ya que pueden existir otras opciones que cumplan con el objetivo planteado, las cuales deberán ser debidamente evaluadas. Las especificaciones técnicas para el diseño y construcción de estructuras se presentan en el anexo 1.

Depósito de CCA concentrado

Objetivo: garantizar el almacenaje seguro y la contención de derrames para la peor condición posible.

Localización: fácil acceso con el vehículo de transporte y adyacente al área de preparación de solución.

Dimensionamiento: en función del stock máximo previsto de tambores.

Características de diseño:

- Estanco, con elementos de contención perimetrales.
- Techado.
- Piso pavimentado, impermeabilizado, con juntas selladas.
- Pendiente hacia la cámara ciega la cual debe tener capacidad para contener el peor derrame (igual al máximo volumen de CCA almacenado).
- Acceso restringido.

Área de preparación y almacenado de solución de trabajo

Objetivo: evitar fugas por escurrimiento o infiltración de líquidos contaminados con CCA provenientes de derrames. Recolección de líquidos contaminados y reutilización de los mismos.

Localización: adyacente al área de autoclave.

Dimensionamiento: pileta de contención con capacidad para albergar el contenido de un tanque de mezcla, uno o dos tanques de solución de trabajo y un tanque de agua de dilución (agua de proceso).

Características de diseño:

- Estanca, con elementos de contención perimetrales.

- Techada.
- Pileta de contención impermeabilizada y sellada, con capacidad para almacenar el 110 % de la capacidad de los tanques.
- Piso pavimentado, impermeabilizado, con juntas selladas y pendiente hacia pileta de contención.
- Plataforma de lavado de tambores con sumidero impermeabilizado y sellado para la recolección y bombeo de agua de lavado hacia tanque de agua de proceso.

Área del autoclave y bombas

Objetivo: evitar fugas por escurrimiento o infiltración de líquidos contaminados con CCA provenientes de la operación normal o cualquier escenario de fallas del sistema. Recolección de líquidos contaminados y reutilización de los mismos.

Localización: adyacente al área de preparación de solución de trabajo y al patio de goteo.

Dimensionamiento: determinado básicamente por el tamaño del autoclave.

Características de diseño:

- Estanca, con elementos de contención perimetrales.
- Fosa de contención impermeabilizada y sellada bajo el autoclave, con capacidad para contener el 110 % del volumen de carga del autoclave, con pendiente hacia sumidero.
- Sumidero impermeabilizado y sellado dentro de la fosa para bombeo de líquido hacia tanque de agua de proceso.
- Techada.
- Piso pavimentado, impermeabilizado, con juntas selladas y pendiente hacia fosa de contención.

Tuberías y bombas

Objetivo: evitar pérdidas de solución de CCA en condiciones normales de operación o cualquier escenario de fallas.

Localización: todas las tuberías y bombas deben estar dentro de las áreas críticas, que cuenten con pisos impermeabilizados y sellados.

Las cañerías de conducción de soluciones de CCA debén estar visibles y adecuadamente identificadas a efectos de detectar posibles pérdidas.

Zona de carga/descarga del autoclave y patio de goteo

Objetivo: evitar el goteo de la solución remanente en zonas que no cuentan con protección, así como la contaminación de los pluviales.

Localización: a la salida del autoclave.

Dimensionamiento: capaz de estacionar una carga de madera tratada al menos por el tiempo que dura un ciclo de tratamiento.

Características de diseño:

- Sistema de rieles dobles que permitan ubicar las vagonetas de madera tratada al costado del autoclave y habilitar el ingreso de una nueva carga.
- Techado.
- Piso pavimentado, impermeabilizado, con juntas selladas.
- Control perimetral de ingreso de pluviales.
- Escurrido hacia cámara que permita recolectar el agua de lavado de piso para ser utilizada en el proceso.

Playa de curado

Objetivo: evitar el arrastre de restos de CCA por acción del agua de lluvia.

Dimensionamiento: capacidad para almacenar como mínimo la producción equivalente a 72 horas en período de zafra (o de producción máxima).

Características de diseño:

- Techado.
- Piso nivelado equipado con apoyos para evitar el contacto de la madera con el piso.
- Control perimetral de ingreso de pluviales.

Para el techado del área de fijación o curado es posible utilizar techos livianos, como los que se usan en el secado de madera al aire. En general se construyen con estructuras de madera y cubiertas de materiales de bajo costo como chapas de fibra y asfalto (“chapasfalt”), que se adecuan al tamaño habitual de las estibas en cada lugar. Al construirlas debe recordarse las recomendaciones de dimensionado del alero respecto a la altura.

Canalización de Pluviales

Objetivo: evitar el ingreso del agua de lluvia a las áreas críticas y canalizarlas hacia un punto de control dentro del predio.

Dimensionamiento: dimensionar en base a la superficie de captación y un evento de lluvia de 100 mm en tres horas.

Características de diseño:

- Canaletas en hormigón o excavadas en tierra con protección de erosión.
- Tajamar de recolección de pluviales, ubicado en la zona geográfica con menor cota del predio, con capacidad para contener un volumen equivalente a una precipitación de 100 mm.

5. Buenas Prácticas Operacionales

Adicionalmente a la aplicación de los criterios de diseño, existen un conjunto de recomendaciones operacionales para minimizar el contacto directo del personal con los productos y residuos y minimizar la liberación de contaminantes al medio.

De acuerdo a los principales aspectos ambientales del proceso de impregnación de madera y teniendo en cuenta el relevamiento realizado al sector se han identificado un conjunto de acciones vinculadas a la aplicación de buenas prácticas operacionales que se desarrollan en el presente capítulo. Los aspectos vinculados a la seguridad del trabajador en cada una de las operaciones asociadas al proceso se establecen en el tomo I de estas guías.

5.1 Acondicionamiento de madera previo a la impregnación

La preparación de la madera previo a la impregnación involucra el secado, el maquinado y la limpieza.

Secado

Al apearse el árbol el contenido de humedad de la madera es elevado y variable entre especies, entre árboles, dentro de un mismo árbol, dependiendo incluso de la época del año de la cosecha.

La madera a impregnar puede ser aserrada o simplemente madera redonda. En este último caso generalmente las trozas luego de apeadas son descortezadas en el monte y luego pueden ser dejadas secar in-situ o transportadas directamente a la planta de procesamiento.

Para una adecuada impregnación, es importante que el contenido de humedad se haya reducido por debajo del Punto de Saturación de las Fibras (PSF), se define como el contenido de humedad (expresado como porcentaje en base seca), alcanzado en el proceso de secado de la madera, en el que los lúmenes celulares de la madera per-

dieron el contenido acuoso. Por encima de este contenido de humedad, las células contienen agua, diluyendo la solución de impregnación al penetrar en la cavidad celular, bajando la calidad del producto y diluyendo la solución de trabajo.

El valor del Punto de Saturación de las Fibras depende de la especie de madera, la edad del árbol, presentándose en la Tabla 5.1 rangos de variación de valores del PSF (determinados en el Laboratorio Tecnológico del Uruguay) para madera de tres especies forestales provenientes de dos plantaciones de diferentes edades y sitios del país.

Tabla 5.1

Especie	PSF (%)
Eucalyptus grandis	22 a 35
Pinus taeda	21 a 32
Pinus elliottii	22 a 31

Se recomienda que el contenido de humedad de la madera a impregnar esté por debajo de los valores mínimos de los rangos observados para la especie.

El proceso de secado de la madera se realiza generalmente al aire o en horno convencional, para el caso de la madera aserrada. En el caso de la madera redonda en nuestro país, se estaciona al aire.

El secado al aire tiene menos control sobre las variables del proceso, tanto el tiempo de secado como el contenido de humedad alcanzado van a depender del clima, la localización de la playa de estacionamiento y de la distribución de las estibas.

El período involucrado es generalmente mayor en este caso, pudiendo favorecer el ataque de algunos organismos destructores de la madera previamente al tratamiento, en especial por mohos, hongos productores de manchas y por insectos. El ataque por estos hongos se da predominantemente en manera de coníferas (el caso de los

pinos en nuestro país) y no produce daños mecánicos significativos, sino más bien estéticos.

El crecimiento de mohos es superficial y puede entorpecer el proceso de impregnación de la madera, así como ensuciar la solución. La propagación de los hongos de mancha en la madera aumentan la permeabilidad de la madera a tratar, provocando el posterior sobretratamiento de la madera por aumento de la cantidad de preservante que puede ingresar. Las maderas de pino son muy susceptibles al ataque fúngico, pudiendo comenzar el proceso de colonización en el mismo día de aserrada. Dos prácticas son posibles para evitarlo: el secado artificial inmediato, que no siempre es posible, y la aplicación de productos profilácticos, conocidos como "antimancha". Estos productos se pueden aplicar por inmersión de las piezas en una solución del producto ("baño"), o por atomización sobre cada una de las piezas al final de la línea de remanufactura.

La humedad de la madera debe ser medida al ingreso de la planta de impregnación, pudiéndose realizarse en forma rápida con un xilohigrómetro. Existen diferentes tipos de xilohigrómetro disponibles; actúan por diferentes principios (conducción eléctrica, capacitancia), tienen diferentes sensores que se utilizan de forma diferente (se clavan o se apoyan en la madera) y tienen diferencias en los requisitos para su aplicación (por ejemplo la superficie de la pieza). Es importante seleccionar el instrumento adecuado y utilizarlo correctamente (lugar de medida, orientación de sensores, profundidad de pinchos). El correcto funcionamiento de los xilohigrómetros debe ser verificado y también deben ser calibrados. Su utilización debe ser cuidadosa, ya que un daño en los pinchos, por ejemplo puede causar medidas incorrectas.

Debe recordarse que las medidas obtenidas con este método son estimativas, así como que por encima del punto de saturación de las fibras los valores leídos son poco confiables (xilohigrómetro de pinchos) ya que el agua del lumen celular distorsiona la conductividad.

Se recomienda hacer varias medidas del lote, siendo restrictivo el mayor contenido de humedad para su ingreso al tratamiento.

Maquinado

Para minimizar la generación de residuos contaminados con CCA es necesario prever que el maquinado debe ser realizado en forma previa a la impregnación. Siempre que sea posible, el corte de piezas de madera hasta su longitud de uso, su taladrado, cepillado y otros procesos mecánicos necesarios para su uso final, debe hacerse antes de la impregnación. La prefabricación aumenta la durabilidad de la estructura tratada ya que se disminuye el riesgo de exponer madera sin tratamiento, minimiza los riesgos de liberar preservante al ambiente y ahorra preservante. De esta forma se previene la liberación al ambiente de aserrín, virutas y otros desperdicios que contienen preservante y se evita tratar un volumen de madera que no será utilizado en la obra final.

En el caso que se realice maquinación de la madera tratada los residuos generados en esta operación deben ser gestionados como residuos especiales por su contaminación con CCA. Los operarios expuestos deberán utilizar los elementos de seguridad adecuados. El maquinado previo simplifica la gestión de residuos y también reduce los riesgos para el personal.

Limpieza

La madera a ingresar al autoclave debe estar limpia de restos de viruta, polvo o barro.

La limpieza del material afecta la calidad alcanzada, pero también incide directamente en la cantidad de barros que se generarán en el proceso de impregnación.

Es necesario implementar un sistema de control visual previo al ingreso del autoclave, estandarizar la operación de limpieza y acondicionar un área para estas tareas.

5.2 Operaciones de impregnación

A los efectos de la guía se considera proceso de impregnación desde el momento en que se carga al autoclave con la madera a ser impregnada hasta el momento de la descarga del mismo.

Previo al tratamiento la madera se cúbica. De acuerdo a la retención objetivo y la concentración y densidad de la solución, se calcula el volumen que deberá absorber la carga durante el proceso.

El tiempo y las presiones específicas del tratamiento dependen de las especies de la madera (de la permeabilidad celular), el tipo de producto y también pueden ser ajustados según la sección de las piezas de madera. Tener predeterminados los valores de los parámetros del proceso asegu-

ra la calidad de producto y un manejo controlado del proceso.

En la Tabla 5.2. se presentan algunos de los parámetros de control que deben ser determinados y controlados durante la operación.

Tabla 5.2

Etapas del proceso	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	Parámetros de control		
		Presión	Tiempo	Otros a destacar
Vacío Inicial	Se extrae el aire de los lúmenes celulares	0,6 a 0,8 bar	15-60 minutos	Estanqueidad
Llenado del autoclave	Manteniendo el vacío, llenar el cilindro con la solución preservante	-----	Tiempo necesario	Medida del nivel de llenado
Presión positiva	Aplicación de presión para lograr máxima penetración	10-12 bar	30 a 180 minutos	Control de nivel del tanque de solución determina tiempo de finalización del proceso
Retorno de la solución sobrante	Eliminación de la presión y vaciado del autoclave	-----	Tiempo necesario	
Vacío final	Extracción del excedente de líquido preservante.	0,6 a 0,8 bar	30 minutos	Medida del nivel de llenado

Nota; Los tiempos de cada etapa se refieren al tiempo contado desde que se alcanza la condición de presión o vacío estipulada.

Si bien el área del autoclave debe contar con estructuras de contención para recuperar solución de preservante remanente, es necesario tomar todas las precauciones para minimizar la cantidad de preservante en las estructuras de contención. Las piletas o fosas de contención no deben utilizarse como depósito por dos razones;

- Aumenta probabilidad de fugas al suelo y en caso de suceder no se detectan rápidamente.
- La solución queda expuesta, se ensucia fácilmente con la consiguiente mayor producción de lodos y menor calidad de producto para las sucesivas impregnaciones.

Por lo tanto es clave:

- Verificar que el vaciado de la solución de preservante remanente en el autoclave sea

completa. De no ser así en la apertura del autoclave una vez terminado, el ciclo se producirá un escurrido de solución preservante.

- Asegurar que el vacío final previo a la apertura del autoclave se realice en forma adecuada. Es importante asegurarse que se alcanza la presión adecuada (0,6 a 0,8 bar) y que se mantiene por un tiempo no inferior a 30 minutos.

Toda la solución de preservante remanente que pudiera derivarse hacia las estructuras de contención, deber ser reincorporada al proceso a través de su recirculación al tanque de almacenamiento.

El venteo de las bombas de vacío durante el vacío final genera nieblas de solución de CCA. Esta emisión tiene más importancia a nivel del área de

trabajo, más que como emisión a la atmósfera, dado que se presenta en pequeñas cantidades, bajas concentraciones y no es permanente. Para minimizar esta emisión se recomienda elevar suficientemente la salida de la niebla e introducir una trampa de agua previa a la salida.

En la apertura del autoclave también se producen estas nieblas y una práctica adecuada para minimizarlas es que luego del vacío final se entreabra la autoclave y se vuelve a encender unos minutos la bomba de vacío para aspirar los vapores. El manejo automático de las puertas minimiza la exposición del personal a tales emisiones, por lo cual es recomendable su automatización.

La madera que egresa del autoclave, debe inspeccionarse visualmente, segregando las piezas que presenten residuos superficiales. Las piezas que presenten este defecto no se venderán hasta que hayan sido lavadas con agua a presión.

El agua de lavado se volcará al proceso.

5.3 Manejo de la madera tratada

Estacionamiento de la Madera en el Patio de Goteo

La madera recientemente impregnada debe permanecer en la zona de salida del autoclave, llamada generalmente Patio de Goteo, la cual estará techada de acuerdo a las recomendaciones de diseño, hasta que la próxima carga en proceso de impregnación se encuentre en condiciones de salir del autoclave.

La solución remanente que gotea en este espacio será canalizado hacia las unidades de contención y recirculada hacia el tanque de almacenamiento de solución de impregnación.

El lote impregnado será sustituido a las pocas horas de haber sido extraído del autoclave por el lote siguiente, debiendo ser desplazado hacia la zona de fijación.

Fijación

Los ingredientes activos del CCA-C son inicialmente solubles en agua pero se hacen resistentes a la lixiviación como resultado de complejas reacciones químicas entre el producto y la madera. Si la madera tratada se pone en servicio

antes de que estas reacciones se completen, la liberación inicial de preservante al ambiente puede ser varias veces superior que la de maderas adecuadamente acondicionadas.

El principio de la fijación del CCA-C, es la reducción del Cromo de su estado hexavalente al estado trivalente y la consiguiente adsorción de complejos de Cromo, Cobre y Arsénico en la madera. Algunas de estas reacciones, como la adsorción de Cromo y Cobre por los componentes de la madera se dan en minutos u horas, mientras otras se completan en los días o semanas siguientes.

El tiempo necesario para la fijación depende en gran medida de la temperatura y las reacciones pueden avanzar lentamente cuando la madera se almacena al aire libre con tiempo frío. A medida que el proceso avanza, las velocidades de reacción disminuyen y se necesitan cada vez mayores intervalos de tiempo para lograr grados superiores de fijación.

Dado que la fijación a temperatura ambiente puede llevar a tiempos de proceso muy largos se han desarrollado métodos para elevar la temperatura de la madera y acelerar la fijación, estos incluyen varias formas de secado en hornos, baños de agua caliente o vaporizado. Estos métodos aparecen como muy efectivos en acelerar la fijación, pero debe tenerse en cuenta que temperaturas demasiado elevadas dañan las propiedades mecánicas de la madera, disminuyendo su capacidad estructural, pudiendo también agrietar la madera.

Para la aplicación de estas estrategias, debe prevverse la recuperación total de los condensados y agua de lavado.

En caso de que el proceso de fijación se realice en condiciones ambientales, como lo es en la mayoría de las plantas instaladas en el Uruguay, se deberá prever que la playa de curado pueda almacenar bajo techo la madera impregnada al menos durante las 72 horas posteriores a su impregnación, tiempo en el que se estima se haya producido entre el 70 y el 80% del proceso de fijación. Mantener durante este tiempo la madera tratada bajo techo tiene por objetivo disminuir significativamente las pérdidas de los elementos peligrosos al ambiente producidos por el contacto del agua de lluvia con la madera.

Se debe tener en cuenta que la lixiviación se produce cuando la madera impregnada que no ha terminado su proceso de fijación entra en contacto con agua, aumentando el potencial de lixiviación por los sucesivos procesos de secado y humedecimiento de la madera expuesta a la lluvia y a la exposición de rayos UV.

Por otra parte la exposición inmediata de la madera tratada al la radiación solar produce rápido secado superficial, impidiendo que las reacciones de fijación tengan lugar.

Techar el área donde se realiza el curado de la madera tiene además otros beneficios:

- Muchos de los productos de madera impregnada se venden para usos en los que es necesario un bajo contenido de humedad, mantenerlos bajo techo asegura que el contenido de humedad estará cercano al contenido de humedad de equilibrio de la madera con el ambiente de la localidad, asegurando un buen grado de estabilidad dimensional.
- El techado asegura la posibilidad de trabajar con la madera en actividades de clasificación, control, embalaje y expedición independientemente de las condiciones climáticas.

Todas las áreas donde se almacena la madera impregnada deberá ser considerada área potencialmente contaminada, por lo cual deberá incluirse en los sistema de monitoreo de suelos.

Expedición

Entre las buenas prácticas se debe asegurar que todas las cargas de madera que salgan de las plantas de tratamiento lo hagan cuando se haya completado el proceso de fijación. El control de que el proceso de fijación se haya completado se realiza mediante la prueba de ácido cromotrópico, el que se detalla en el Anexo II. Para realizarlo, se extrae un tarugo de la madera tratada a probar y se le aplica una solución indicadora. Si hay cromo hexavalente presente en la madera, el tarugo toma una coloración rosada, que significa que la madera no pasa la prueba porque el proceso de fijación no se ha completado.

Maquinación de la madera tratada.

Si bien es recomendable evitar la maquinación de la madera una vez que esta ha sido tratada,

algunos usos finales necesitan una maquinación posterior a la impregnación, en especial cuando el dimensionado de las piezas debe ser muy preciso o cuando se requiere una mejor terminación de la superficie (por ejemplo molduras). En esos casos, se cepilla, corta o taladra la madera tratada y seca para llevarla a la forma y dimensión final adecuada. También se maquina la madera al ponerla en obra en construcciones, para lograr el ajuste entre piezas.

Por haber sido tratada con CCA, el aserrín y virutas generadas en este proceso estarán contaminadas con el preservante a la vez que al aumentar la relación superficie /volumen, la lixiviación del estar partículas más pequeñas es mayor que en el caso de la madera sólida.

En caso de ser necesario su maquinación deberán tomarse las siguientes precauciones:

- Los operarios expuestos a esta operación deben utilizar los elementos de seguridad necesarios para minimizar su exposición a polvo de madera contaminada con CCA.
- Aspiración localizada del polvo generado, en caso de que la maquinación se realice en el interior.
- Los residuos consistentes en aserrín y virutas de madera tratada deberán ser gestionados de manera especial por su contenido en cromo, cobre y arsénico y su alto potencial de lixiviación.

5.4 Control de calidad del producto.

La penetración y retención son variables importantes en la determinación de la calidad del tratamiento preservante, pero también inciden en el impacto ambiental del proceso y el producto.

Los **niveles de penetración** tienen una variabilidad muy amplia. En la mayoría de las especies, el duramen es más difícil de penetrar que la albura. Adicionalmente, el grado en que puede penetrarse el duramen varía mucho entre especies. Las técnicas de incisión, tienden a mejorar la penetración en algunas especies refractarias, pero aquellas altamente resistentes a la penetración no tendrán una penetración profunda o uniforme aún usando esas técnicas. Las técnicas de incisión causan una disminución de las propiedades

mecánicas que puede ser de un 5 a un 10 % en el módulo de elasticidad y de un 15 a un 30% en otras propiedades de resistencia.

Bajo las condiciones operativas de impregnación habituales en Uruguay el duramen de *Eucalyptus grandis* no se logra impregnar.

Una pieza aserrada que tenga expuesto duramen sin tratar, será susceptible al biodeterioro dependiendo de la durabilidad del duramen. Su vida útil estará determinada entonces por las partes que no pudieron ser penetradas por el preservante.

Niveles de penetración inadecuada fallan prematuramente en obra, produciendo más residuos de madera tratada, la pieza se pudre primero por esa cara y luego se quiebra dejando la estructura incompleta y el residuo de madera en el ambiente.

Al impregnarse y utilizarse la pieza redonda, sin aserrar toda la superficie es albura preservada que protege el cerno sin tratar.

Debe asegurarse una penetración mínima en todas las caras de piezas de madera escuadrada. En el caso de CCA muchas veces se puede comprobar visualmente por su color verde característico. En todos los casos, la profundidad de penetración de compuestos que contienen cobre puede determinarse a través de una prueba sencilla, pulverizando la madera con una solución de cromo azurol S. Con este reactivo se detecta la presencia del cobre, por la coloración intensamente azulada que adquieren las zonas de madera realmente impregnadas.

El **nivel de retención** de preservante, debe ser el adecuado al producto teniendo en cuenta el uso del mismo. Altas retenciones de preservante se justifican en productos a ser instalados bajo severas condiciones climáticas o de exposición.

Por ejemplo las columnas de transmisión eléctrica y miembros estructurales o cimientos de casas, con alto costo de reemplazo, normalmente requieren niveles de retención mayores. Por la misma razón son necesarias también penetraciones más profundas o limitaciones de duramen en esas piezas.

Entre las buenas prácticas, se debe considerar la retención necesaria para cada tipo de exposición. Al trabajar con retenciones específicas se elimina la idea de que “más es mejor”, logrando una utilización menor de preservante y por lo tanto una reducción de su liberación al ambiente. En el control de calidad del producto preservado se debe considerar la variabilidad en el lote, para la aceptación o rechazo del mismo.

La forma de determinar el nivel de retención obtenido con el proceso de impregnación, debe basarse en métodos analíticos, dado que la determinación a través de la medida por método del volumen absorbido, es poco precisa y no ofrece garantías para el consumidor ni para la empresa.

Existen diferentes métodos analíticos normalizados para su cuantificación. Normalmente se utilizan métodos instrumentales que pueden ser: Espectrometría de Absorción Atómica, Espectrometría de Emisión (ICP), Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X. Todos estos métodos requieren equipamiento especializado y su operación debe ser realizada por personal capacitado.

La práctica de repetir el tratamiento en aquellas cargas en las que no se logró la retención o penetración requeridas, puede conducir a un aumento de lixiviación del preservante.

Algunos proveedores de CCA-C ofrecen formulaciones que incorporan un hidrorrepelente a la formulación de tratamiento. Esto permite la aplicación a presión del hidrorrepelente logrando penetraciones mayores dentro de la madera que las que se logran con su aplicación por pincelado o aspersión. Al disminuir la absorción de agua por la madera las condiciones se hacen menos favorables para el desarrollo fúngico. Asimismo se reducen los cambios dimensionales que podrían provocar fisura de film de un pintura o penetración de agua en juntas entre piezas. Es esperable que reduzca la lixiviación del preservante ya que reduce la velocidad del movimiento del agua al entrar y salir de la madera. Hay evidencia de que al menos uno de estos productos tiene la capacidad de reducir la lixiviación de As a partir de madera de decks tratada con CCA.

5.5 Operaciones de manipulación de soluciones de CCA

La preparación de la solución es uno de los procesos paralelos que tiene mayores riesgos de derrames y pérdidas o de potenciales contactos de los operarios con la solución concentrada. El CCA es normalmente adquirido con una concentración del 60%, envasado en recipientes plásticos o metálicos. Por ser la solución de CCA un producto altamente tóxico es necesario tomar todas las precauciones necesarias para garantizar un manejo seguro de dicha solución.

Las precauciones en el manejo de la solución de CCA deben iniciarse desde la operación del transporte desde el proveedor a la planta de impregnación.

Transporte del producto concentrado hacia la planta de impregnación

Por ser el CCA una sustancia peligrosa debe tomarse la precaución de que el transporte sea el adecuado para manejar este tipo de productos y que cuente con las habilitaciones del Ministerio de Transporte para el transporte de Mercaderías Peligrosas.

El conductor del vehículo deberá estar capacitado para actuar frente a una contingencia o accidente, conociendo claramente las propiedades del producto transportado. Deberá disponer de un procedimiento documentado de como actuar ante eventuales contingencias y disponer de los elementos básicos para atender un derrame de producto.

Es recomendable que el transporte se realice por vehículos especializados en esta actividad. Se sugiere solicitar la entrega del producto en planta por parte del proveedor del mismo.

Transporte interno en planta

Para minimizar los riesgos de derrame del producto concentrado en planta, el transporte interno de los tambores de concentrado, debe cumplir al menos con los siguientes requisitos:

- Reducir al mínimo las distancias de traslado.
- El traslado se hará siempre con ayuda de un elevador automotriz.

- No se debe tomar el tambor con uñas del montacargas, que pueden dañar al mismo.
- El tambor estará apoyado sobre un Pallet
- Se asegurará la verticalidad del tambor durante el traslado con sujeciones a la estructura del elevador.
- Es recomendable que el transporte interno sea sobre zonas pavimentadas y techadas.

La empresa deberá disponer de los materiales necesarios para atender en forma inmediata un eventual derrame del producto concentrado. Los materiales absorbentes utilizados deberán ser gestionados como residuos peligrosos.

Almacenamiento de la solución concentrada

Adicionalmente a las condiciones establecidas en el capítulo 4 en torno a las características del diseño del depósito se deben tener en cuenta los siguientes aspectos que se detallan a continuación:

- Mantener en stock la mínima cantidad necesaria de solución concentrada a efectos de disminuir el riesgo de derrames de solución dentro de planta. Para ello es necesario planificar la producción y la adquisición del producto para cumplir con los planificado.
- Control riguroso del stock.
- Asegurar que el ingreso al depósito de solución concentrada se realice por el personal autorizado, personal que deberá estar adecuadamente capacitado para manejar dicha solución.
- Disponer de la cartelería necesaria dentro del depósito y fuera del mismo indicando claramente los riesgos asociados ante un derrame de producto y los procedimientos básicos de actuación frente a su ocurrencia.
- Se deberá disponer en el depósito de materiales básicos para atender un derrame de solución concentrada.
- Mantener todos los tambores de solución concentrada debidamente etiquetados y establecer en lugares visibles la ficha de seguridad del producto.
- Evitar exposición de tambores al sol

Preparación de la solución de impregnación y manejo de la misma

El área de preparación de la solución de trabajo deberá contar con los elementos de contención de derrames previstos en el capítulo 4. La zona de preparación de la solución debe estar claramente identificada con las señales aconsejadas para el producto en la ficha de seguridad.

En la mayoría de las instalaciones de preservación de maderas del país, la carga de la solución concentrada al tanque de mezcla se realiza con un dispositivo que consta de dos tubos concéntricos que aseguran que el caudal de líquido que ingresa por el central es menor que el que sale por el tubo exterior. El agua o solución de baja concentración (recirculada) es bombeada hacia el tambor de la solución concentrada a través del tubo central ocasionando la salida de ésta hacia el tanque de mezcla por el tubo exterior.

Debe asegurarse el correcto funcionamiento de éste dispositivo, así como su perfecta conexión con la boca del tambor. Cambios ocasionados en los caudales de ambos tubos pueden causar que el tambor se infle y hasta pueda explotar, por lo cual no debe haber ni reducciones ni codos a la salida o entrada del dispositivo.

En la mayoría de las plantas de impregnación se utiliza un tanque de trabajo del cual se bombea la solución para el llenado del autoclave y retorna al tanque una vez completado el proceso. Este tanque debe tener dispositivos de control de nivel a efectos de determinar en cualquier momento la cantidad de preservante que contiene.

Para las bombas se recomienda implementar un sistema de contención primario tipo bandejas que permita la recuperación de la solución en el caso de potenciales pérdidas.

Como resultado de la preparación de la solución de trabajo a partir de la solución concentrada, se generan los envases vacíos de CCA. Estos envases deben ser considerados residuos peligrosos. Se estima que en el envase queda el 1.5% de la solución de CCA contenida originalmente.

Una vez que se culminó la operación de trasvase de la solución concentrada al tanque de mezcla

se debe proceder al lavado del envase, a través de la implementación de un procedimiento de lavado que permita recuperar al máximo el producto de CCA residual contenido en el envase. Para esto el envase deberá ser derivado al área de lavado de tambores, área que deberá contar con las características de diseño establecidas en el punto 4.2. El procedimiento de lavado deberá asegurar el lavado interno de la totalidad de la superficie interior del tambor. Se recomienda repetir el procedimiento al menos 3 veces (triple lavado). El agua de cada operación de lavado deberá ser conducida en su totalidad hacia el tanque de almacenamiento de la solución de trabajo o en su defecto al del tanque de agua de dilución (agua de proceso). El triple lavado es una práctica que no solo reduce la peligrosidad en la gestión posterior de los envases vacíos sino que además permite un adecuado aprovechamiento del producto, en el circuito cerrado de solución. La gestión de los envases vacíos se desarrolla en el capítulo 6.

Control de calidad de la solución.

Luego de preparada, o ajustada su concentración y luego de cada impregnación debe ser medida la concentración de la solución de trabajo.

Se realiza una estimación de la misma a través de la medida de la densidad y temperatura.

Estas determinaciones de rutina deben ser realizadas por personal entrenado y de acuerdo a procedimientos preestablecidos.

Se necesita termómetro y densímetro que cubran los rangos de trabajo.

Es muy importante tener los instrumentos calibrados, manejarlos con cuidado y mantenerlos limpios.

La manipulación de la solución y la protección del operador deberán realizarse de acuerdo al Tomo I de estas guías. La solución medida debe volverse al tanque.

Periódicamente deben medirse analíticamente la concentración de la solución, y la composición porcentual relativa de sus óxidos componentes. El pH de la solución de trabajo es una variable que también debe mantenerse bajo control, para asegurar la una correcta operación.

5.6 Operaciones de mantenimiento y limpieza

Como en todo proceso industrial es necesario establecer una rutina de mantenimiento preventivo y limpieza que permita asegurar el buen funcionamiento del equipamiento y de las instalaciones para llevar a cabo el proceso de impregnación de madera.

El plan de mantenimiento y limpieza, deberá ser formulado de acuerdo a la realidad de cada emprendimiento y contendrá información específica sobre como llevar a cabo el procedimiento de limpieza de cada sector, el control de rutina a realizar y el mantenimiento previsto para cada unidad del proceso.

Es necesario que en el plan se asignen las frecuencias con que deberá ser realizada cada operación y qué persona o sector será responsable por su ejecución, así como se establezcan los recursos materiales necesarios y las pautas de seguridad del trabajador asignado a la tarea. Un adecuado plan de limpieza y mantenimiento permite mejorar el desempeño ambiental del emprendimiento, la calidad del producto y a la vez maximiza la vida útil de los equipamientos.

Todas las operaciones de mantenimiento y limpieza deberán ser registradas en una planilla, que permita el seguimiento y control de estas actividades.

Especial atención deberá tener el sistema de conducción y recuperación de la solución a efectos de evitar pérdidas de solución durante su circulación. Se debe poner énfasis en el control de

los sellos de bomba y accesorios, apertura del autoclave.

Los manómetros y vacuómetros (medidores de presión/vacío) al estar en contacto directo con la solución, sufren intenso deterioro. Su funcionamiento correcto debe ser chequeado regularmente, recomendándose disponer de instrumentos de reposición.

El plan de limpieza deberá considerar en particular una alta frecuencia de operaciones de limpieza en la zona de impregnación a efectos de evitar la acumulación de hojas, tierra u alguna otra suciedad que contribuyen a que la solución recuperada de CCA contenga impurezas indeseables que pasan a ser residuos contaminados de CCA al ser filtrados en las bombas. El patio de goteo deberá mantenerse limpio, lavándose semanalmente el residuo de CCA de los goteos, permitiéndose así el control del goteo y el retorno del producto al proceso.

La limpieza de lodos deberá ser realizada con regularidad y planificada cuidadosamente de forma que se respeten todas las medidas de protección personal del operador.

Se debe tener en cuenta que es necesario establecer una rutina de chequeo periódico para asegurar la integridad de los tanques de almacenamiento de solución de CCA ya sean los tambores de solución concentrada o el tanque de almacenamiento de la solución de proceso.

A continuación se establecen algunos aspectos que deberán ser incluidos en el planteo de chequeo periódico:

Chequeos de rutina

Solución de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Chequear periódicamente y llevar un registro de las cantidades de solución de trabajo almacenadas. Llevar el registro de los controles de calidad de la misma en función de la frecuencia de testeo preestablecida. • Establecer una rutina de chequeo visual en forma regular para todos los elementos que potencialmente pueden presentar pérdidas (tanques, bombas, cañerías, etc).
En todos los elementos que componen el circuito de almacenamiento y bombeo de solución de CCA	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar con una frecuencia al menos mensual las válvulas de venteo, asegurando que las mismas no estén obstruidas. • Chequear los filtros regularmente, y limpiarlos o reemplazarlos cuando sea necesario. • Chequear que los elementos de contención de derrames estén limpios y libres de solución (bandejas bajo bombas, cámaras de contención, etc.).
Autoclave	<ul style="list-style-type: none"> • Chequear regularmente el estado de las puertas y de los sellos de las mismas asegurando que funcionen adecuadamente. • Chequear regularmente el nivel de lodos en el autoclave y proceder a su limpieza de acuerdo a plan preestablecido por el establecimiento. • Mantener los equipos de control del autoclave asegurando su adecuado funcionamiento.

El registro y análisis diarios de los parámetros de proceso (presiones, estabilidad de las mismas, caudales, niveles, concentraciones, pH, etc), permite detectar anomalías en el funcionamiento de equipamiento, fugas en los elementos de contención o bien mala praxis en el proceso.

5.7 Planes de contingencia

La planificación de contingencia es un requisito indispensable para que una respuesta de emergencia sea rápida y efectiva. En las plantas de impregnación de maderas hay que determinar los contingencias y definir para ellas las medidas a adoptar para prevenirlas o mitigar sus impactos.

Se entiende por contingencia todas aquellas situaciones excepcionales con baja probabilidad de ocurrencia que pueden producir graves consecuencias sobre el medio receptor, la salud humana o pérdidas de materiales.

Para cada situación de emergencia se debe establecer un procedimiento para lo cual se considerarán los impactos asociados, los recursos necesarios para combatir la situación y los comportamientos esperados.

Este procedimiento de actuación deberá definir las responsabilidades, la forma de comunicación ante la emergencia y las acciones de control y gestión.

Para este tipo de emprendimientos las principales contingencias a considerar son las siguientes:

- Derrames de CCA
- Incendios

Derrames de CCA

El diseño estructural, y las adecuadas prácticas operacionales son esenciales para el manejo de eventuales derrames de CCA. En la presente guía se han establecido recomendaciones que permiten manejar adecuadamente derrames de solución concentrada o de solución de trabajo, derrames que quedarán contenidos en las estructuras de contención, permitiendo así su recuperación en el circuito cerrado.

Sin perjuicio de ello es necesario prever la posibilidad de existencias de derrames fuera de estas áreas para lo cual deberá considerarse tener a disposición elementos que permitan atenuar el impacto. Para esto la planta deberá contar con materiales absorbentes adecuados para la solu-

ción de CCA. Se recomienda viruta de madera de pino como material. Se debe disponer de bolsas con la cantidad suficiente como para absorber un derrame fuera de las áreas especiales.

El aserrín se desaconseja por ser más fácilmente arrastrado por el viento.

Asimismo se debe prever disponer de una bomba para succionar el concentrado en caso de derrame en depósito hacia cámara ciega.

El personal debe estar capacitado para actuar ante derrames, contar con el material de protección adecuado para este manejo y tener como premisa el desvío del derrame hacia la zona del circuito cerrado.

Se debe tomar la precaución que la totalidad de los elementos utilizados para la atención del derrame que estén contaminados con la solución deberá ser manejados como residuos peligrosos.

En caso de que el derrame se produjera en un área que no este pavimentada se deberá proceder a retirar la capa superficial, y almacenar el material retirado como residuos contaminados con CCA.

Incendio

La relevancia de los incendios se asocia al riesgo asociado por la propagación del fuego a través de la madera y por la gravedad de la quema de madera tratada.

Para evitar la propagación del fuego se deberán implementar las siguientes medidas:

- Definición de un sistema de combate de incendios que contemple el cumplimiento de la legislación nacional.
- Contar con los elementos de atención primaria de incendios.
- Capacitar los operarios para prevenir y combatir incendios.
- Instrucción y concientización permanente del personal con el objetivo de disminuir la aparición de condiciones inseguras.
- Prohibir el encendido de madera con o sin tratamiento con CCA.
- Manejo reglamentado de sustancias combustibles y/o inflamables en lugares preparados para ello.
- Coordinación con el cuerpo de bomberos
- Prohibir el fuego en el área de la planta.
- Revisión periódica de la condición y vigencia de los elementos de lucha contra incendios (mangueras, extinguidores, etc).

5.8 Resumen de buenas prácticas operacionales

En la tabla 5.3. se presentan un resumen de las acciones recomendadas a implementar.

Tabla 5.3

Operación		Acción	Resultado
Acondicionamiento de madera previo a la impregnación	Limpieza	Control visual.	<ul style="list-style-type: none"> • Minimiza la generación de barro en el autoclave. • Mejora la calidad del producto final. • Reduce el consumo de CCA.
		Acondicionar un área para operaciones de limpieza y proceder a la limpieza de las unidades que así lo necesiten.	
	Secado	Secar la madera por debajo del punto de saturación de las fibras.	
		Control de humedad.	
Maquinado	Evitar el maquinado de las piezas en forma posterior a su tratamiento, dimensionando la madera y maquinándola en forma previa al proceso de impregnación.	<ul style="list-style-type: none"> • Minimiza la generación de residuos contaminados con CCA. • Reduce la exposición al CCA de los operarios. • Reduce el consumo de CCA. • Aumenta la durabilidad de las piezas. 	

Impregnación	Impregnación	Asegurar que las variables del proceso se encuentren en los valores adecuados.	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la calidad del producto final. • Asegura el uso eficiente del preservante. • Minimiza la presencia de solución remanente de preservante en las estructuras de contención. • Minimiza la generación de nieblas. • Minimiza el consumo de preservante.
		Verificar que el vaciado de la solución preservante presente en el autoclave sea completa.	
		Asegurar que el vacío final previo a la apertura del autoclave se realiza en forma adecuada.	
		Reincorporar toda la solución preservante remanente que sea derivada a las estructuras de contención.	
		Fijar rango de retención para cada tipo de exposición de madera.	
		Instalar trampa de agua en el venteo de la bombas de vacío.	
		Automatizar la apertura de la puerta del autoclave.	
Manejo de madera tratada	Salida de autoclave	Estacionar la madera impregnada en el patio de goteo como mínimo por el tiempo que dura un ciclo.	<ul style="list-style-type: none"> • Maximiza la recuperación de solución remanente. • Minimiza la contaminación de suelo con CCA producto de la lixiviación. • Mejora la calidad del producto final. • Mejora las condiciones de trabajo. • Disminuye el riesgo de lixiviación de CCA post-venta.
	Fijación	Estacionar la madera tratada en el zona de fijación acondicionada con techo por un periodo mínimo 72 horas.	
	Expedición	Controlar que el proceso de fijación se haya finalizado previo a realizar la expedición.	
	Maquinación	Evitar la maquinación cuando sea posible.	
		En caso de proceder a maquinar la madera tratar tomar las precauciones necesarias para el personal, gestionando los residuos de maquinado como residuos especiales.	
Control de calidad	Controlar el nivel de penetración y retención.		

Manejo de solución de CCA	Transporte desde el proveedor a la planta.	Utilizar vehículos habilitados para el transporte de mercaderías peligrosas.	<ul style="list-style-type: none"> • Minimiza los riesgos de derrame de solución concentrada fuera de planta. • Minimiza los riesgos de derrame de solución concentrada dentro de la planta. • Minimiza las pérdidas de producto preservante. • Minimiza la generación emisiones líquidas o sólidas contaminadas con CCA. • Permite un adecuada gestión de los envases vacíos. • Minimiza el riesgo de exposición de los operarios a la solución de CCA.
	Transporte interno en planta.	Reducir las distancias de traslado.	
		Utilizar elevador para el transporte del tambor.	
		Evitar el transporte de solución concentrada fuera de zonas pavimentadas.	
	Almacenamiento de solución concentrada.	Minimizar el stock de producto en planta.	
		Implementar depósito apto para el almacenamiento de CCA y restringir el acceso al mismo.	
Disponer de cartelera adecuada.			
Preparación y manejo de solución de trabajo.	Realizar la preparación en las áreas previstas para ello que contendrán los elementos de contención necesarios.		
	Asegurar el correcto funcionamiento de los dispositivos de carga de solución concentrada al tanque de mezcla.		
	Incorporar dispositivos de control de nivel en los tanques de solución.		
	Realizar el triple lavado de los tambores de solución concentrada y reincorporar el agua de lavado al proceso.		
Control de calidad	Determinación de Concentración total de CCA y relativa de Óxidos y medir ph.	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso bajo control • Determina calidad del producto. • Correcto pH minimiza lixiviación. 	
Mantenimiento y limpieza	Mantenimiento	Diseñar una rutina de chequeo y mantenimiento preventivo asignando responsables y frecuencias.	<ul style="list-style-type: none"> • Minimiza los riesgos de pérdidas de solución preservante. • Mejora la vida útil del equipamiento. • Disminuye la cantidad de residuos sólidos generados. • Mejora la limpieza y el orden en el establecimiento y por ende la calidad de trabajo. • Disminuye el riesgo de exposición de los operarios.
		Diseñar plan y procedimientos de limpieza.	
		Llevar registro de las operaciones de limpieza y mantenimiento	

6. Gestión de residuos sólidos

6.1 Aspectos generales en la gestión de residuos sólidos

Una gestión adecuada de los residuos generados por una actividad permite minimizar y controlar los potenciales impactos a la salud y el ambiente que estos pueden generar tanto en las operaciones dentro de planta como una vez que salen de la misma. La responsabilidad de la gestión de

los residuos es del generador y será este actor el responsable de asegurar que se implementen la totalidad de las medidas necesarias para que los residuos generados por su actividad se gestionen de manera ambientalmente adecuada.

En la figura 6.1. se presentan los principales impactos ambientales asociados a una inadecuada gestión de residuos.

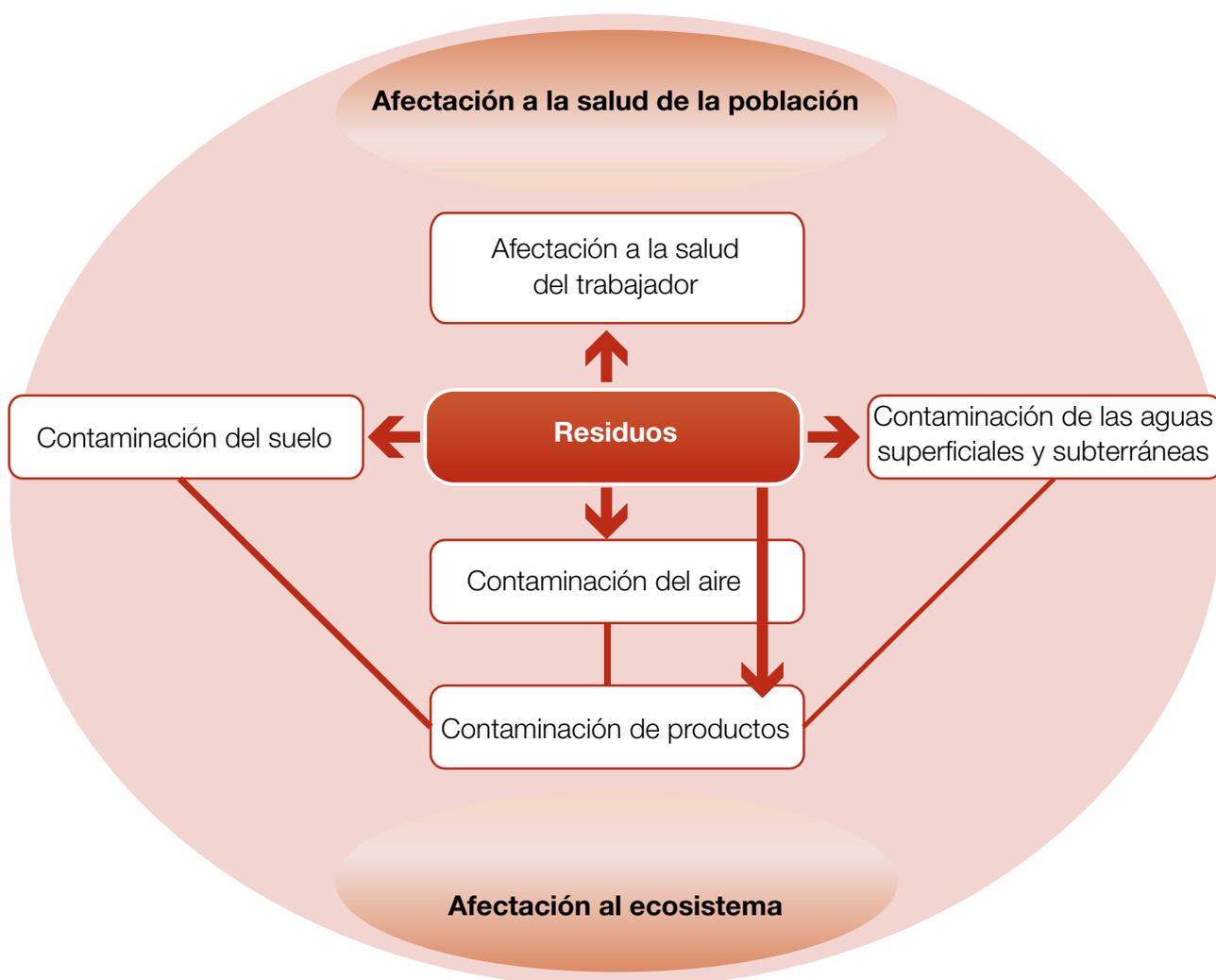


Figura 6.1. Principales impactos ambientales potenciales asociados a una inadecuada gestión de residuos.

Los impactos principales se concentran en las siguientes áreas que se detallan a continuación.

- **Afectaciones a la salud del trabajador** por inadecuadas normas de operación e insuficientes elementos de protección muchas veces ocasionados por el desconocimiento del peligro del residuo manipulado.
- **Contaminación de las aguas superficiales, sedimentos y agua subterráneas** causado por el vertido incontrolado o accidental de residuos al ambiente o por sistemas de disposición final sin suficientes elementos de protección. También puede producirse transferencia de contaminantes entre los otros medios (aire y suelo).
- **Contaminación del aire** resultante principalmente de la operación de prácticas de quema no controlada o de la operación de sistemas de tratamiento de residuos –mediante tecnologías de combustión- no diseñados u operados para tratar residuos peligrosos.
- **Contaminación del suelo** resultante del vertido incontrolado o accidental de residuos o la transferencia de contaminantes de los otros medios por ejemplo deposición de contaminantes emitidos al aire por sistemas de tratamiento de residuos.
- **Contaminación de productos y alimentos** ocasionado por contaminación de las matrices ambientales (agua, suelo, aire) sustento de la producción agrícola-ganadera o por prácticas de reciclado de residuos sin control de calidad ni conocimiento de las características de residuos y en particular de los contaminantes presentes en los mismos ingresados a un proceso de reciclaje.
- **Afectación a la salud de la población y a los ecosistemas** como resultado de la exposición a los contaminantes presentes en las matrices agua, aire y suelo y en la cadena alimentaria.

Para disminuir efectivamente el riesgo para la salud y el ambiente asociado al manejo de residuos

es imprescindible trabajar en torno a la construcción de un conjunto de medidas preventivas que contemplen tanto la disminución de la generación residuos como el peligro intrínseco de los mismos a la vez que se aseguren prácticas de gestión ambientalmente adecuadas para las distintas corrientes que se generen.

6.2 Pautas básicas para la gestión de residuos del emprendimiento

La mejor solución para gestionar adecuadamente los residuos, es realizar los esfuerzos a nivel del proceso para evitar que los mismos no se generen.

La gestión adecuada de los residuos deberá comenzar con una segregación de residuos en el lugar de generación, segregación que deberá ser realizada teniendo en cuenta las características del residuos y el proceso posterior que tendrá el mismo.

Cada planta deberá contar con un Plan de Gestión de residuos, donde se establecerán los procedimientos de manejo interno (segregación, etiquetado, acondicionamiento, almacenamiento, etc) así como el destino final que se le dará a cada una de las corrientes de residuos generadas. En dicho plan se establecerán las responsabilidades dentro de planta y la infraestructura necesaria para la gestión de los residuos.

El Plan de Gestión integra la definición previa de la totalidad de las operaciones que involucrará la gestión de los residuos generados en el emprendimiento y tendrá por objetivo asegurar una gestión ambientalmente adecuada de los mismos y una manipulación segura tanto en el predio de la planta como una vez que los mismos son retirados para su tratamiento y disposición final fuera del predio.

El Plan deberá contar además con el diseño de las operaciones de control de la generación de las distintas corrientes y de la calidad de los mismos, a la vez que se diseñarán una serie de medidas tendientes a minimizar la generación.

Para cada residuos generado en el proceso se deberán especificar los siguientes aspectos que se detallan a continuación:

Aspecto	Detalle
Origen	Especificar el origen del residuos, indicando claramente la etapa del proceso o actividad que lo genera.
Frecuencia de generación	Especificar si el residuos se genera en forma continua, o en forma esporádica. Ejemplo de generación esporádica: residuos generados en operaciones de mantenimiento.
Estado físico	Discriminar si es sólido, semisólido, presencia de líquidos libres. En los casos que el residuo sea un lodo se deberá determinar el contenido de humedad.
Cantidad	Determinar la cantidad de residuos generado en peso y volumen, estableciendo el índice de generación diario o semanal y el índice de generación por unidad de producción.
Composición	Se deberá establecer cual es la composición básica del residuos. Para los residuos contaminados con CCA se deberá conocer la concentración de cromo, arsénico y cobre en el residuo así como el potencial de lixiviación de estos metales.

Es importante prever el estudio de alternativas de minimización de la generación de residuos y en segunda instancia evaluar alternativas que permitan su reuso, reciclado o valorización.

El proceso de impregnación de madera generará básicamente los siguientes grupos de residuos que se presentan a continuación:

- A. Residuos comunes derivados de las áreas de oficina, comedor y baños
- B. Residuos contaminados con CCA
- C. Residuos de madera no tratada
- D. Residuos especiales derivadas de mantenimiento y reposición de equipos que podrá consistir en aceite usados, piezas metálicas, etc.

A- Residuos comunes

Los residuos del grupo A, consistentes en aquellos que no se generan en el proceso productivo y que básicamente estarán compuestos por materiales de oficina y restos de alimentos serán gestionados como residuos comunes, sus características son similares a los residuos sólidos urbanos y podrán en consecuencia ingresar al sistema que opera para el tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos. Sin perjuicio de ello es recomendable implementar un sistema de segregación in situ que permita a la empresa in-

gresar todos o fracciones parciales de estos residuos para su valorización. Los residuos que no puedan ingresar a un circuito de reciclaje deberá ser transportados hacia el sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos más cercano, para lo cual se deberá contar con autorización de la Intendencia Municipal correspondiente. Por ninguna razón se debe proceder a la quema de estos residuos a cielo abierto.

B- Residuos contaminados con CCA

Dentro del grupo B se han integrado la totalidad de residuos generados en la planta que estén potencialmente contaminados con CCA ya sea por las operaciones normales del emprendimiento o por la atención de alguna contingencia vinculada sobre todo a la contención de derrames de solución concentrada o de trabajo.

Por estar contaminados con la solución preservante y en atención a las características tóxicas de los elementos que la componen, estos residuos deberán ser considerados como residuos peligrosos tanto para el manejo interno como para la selección de las alternativas de tratamiento y disposición final.

La gestión debe basarse en la prevención, minimizando la generación y con un manejo ambientalmente adecuado del residuo, asegurando que

en cada etapa de su manipulación se hayan considerado la aplicación de las medidas de seguridad para minimizar el riesgo de exposición de los trabajadores y la transferencia de contaminantes al ambiente.

De acuerdo a lo que se presentara en el capítulo 3 los principales residuos sólidos generados en el proceso son:

- Lodos, generados en la limpieza del autoclave y área de impregnación.
- Envases (tambores) de CCA.
- Residuos varios contaminados con CCA (guantes, trapos, material absorbente, etc).
- Suelo contaminado con CCA.

En caso de realizarse maquinación de la madera tratada tendremos además la generación recortes, virutas y aserrín de madera contaminada con CCA por lo cual deberá ser gestionada también como residuos peligroso.

Todos los residuos contaminados con CCA son los que involucran más riesgo en su gestión y mayores costos asociados al tratamiento y disposición final.

Es esencial que el emprendimiento realice los mayores esfuerzos para minimizar la generación de estos residuos.

En el capítulo 5 se establecieron una serie de recomendaciones operacionales, muchas de las cuales repercuten en lograr una minimización de la generación de residuos contaminados con CCA. En particular en cuanto a minimizar la generación de lodos en el autoclave se resalta la importancia de implementar las operaciones de limpieza establecidas así como el control de la calidad de la solución de trabajo. Soluciones que no contengan el balance adecuado potenciarán la generación de mayores cantidades de lodos, dificultando así la gestión posterior de estos residuos.

Los **lodos contaminados con cromo, arsénico y cobre** deberán ser estabilizados, modificando de esa forma sus características de peligrosidad a través de limitar la solubilidad y la movilidad de los contaminantes. Una forma de estabilizarlos es a través de la aplicación de cemento Portland quedando estos elementos incluidos en la estructura cristalina de los silicatos que constituyen el cemento, evitando que puedan movilizarse

o solubilizarse. Si bien es necesario realizar ensayos específicos con los lodos generados por cada una de las plantas se puede partir como guía de las siguientes proporciones: por cada 100 litros de lodo agregar 17 kg de sulfato ferroso y 22 kg de cemento Portland. Es importante que se mezcle previamente el lodo con el sulfato ferroso (FeSO_4) previo al agregado de cemento. En principio no se requiere del agregado de agua dado que los lodos poseen un alto contenido de humedad.

Los lodos estabilizados serán almacenados en la planta hasta tanto no se cuente con una instalación capaz de su recepción para proceder al destino final: relleno industrial.

El almacenamiento dentro de planta de estos residuos deberán contar al menos con las siguientes características:

- Ser un área cerrada (techada y con paredes), siendo recomendable que el cerramiento este constituido por paredes de bloque o similar. El acceso debe estar restringido a personal debidamente capacitado y autorizado.
- El piso deberá ser de hormigón, impermeable y con protección contra el ataque de químicos.

Los **envases vacíos de la solución concentrada de CCA** deberán ser triplelavados de acuerdo a lo establecido en el punto 5.5.. Los envases lavados deberán ser inutilizados para contener otras soluciones o productos, salvo que los mismos puedan ser retornados al proveedor para su reutilización con la misma solución o se reusen dentro de planta y bajo estrictos controles. La inutilización del envase se puede implementar mediante la realización de una serie de agujeros. Es recomendable que la gestión de estos residuos sea coordinada e implementada a través del proveedor del producto preservante. Se debe tener en cuenta que más allá de las operaciones de lavado que se implementen, estos envases deberán ser gestionados como residuos especiales, restringiendo su gestión a través de asegurar que se minimicen los riesgos de exposición a la salud y al ambiente del producto residual que pudieran contener. Es posible implementar un procedimiento que permita su reciclado o valorización, siempre y cuando se asegure la trazabilidad del

material. Las opciones de reciclado dependerán del tipo de material del envase. Para los envases plásticos es posible optar por el reciclado del material en plantas que cuenten con la capacidad adecuada para realizarlo, tomando la precaución de restringir el tipo de producto fabricado con el material y asegurando un estricto control de calidad del lavado de los envases previo al ingreso de la planta recicladora. En caso de envases metálicos una opción de valorización es la fundición del material en una instalación industrial capaz de procesar estos materiales en forma adecuada.

Los residuos de madera tratada son residuos peligrosos y por lo tanto no podrán ser manejados como residuos comunes, no siendo posible su uso como combustible salvo autorización expresa del MVOTMA.

La gestión del suelo contaminado con CCA deberá ser realizado en función del nivel de contaminación presente en el suelo, para lo cual se deberá realizar su caracterización específica atendiendo a las concentraciones totales de metales en el suelo y su potencial de lixiviación (liberación de metales al un medio acuoso).

Se debe tener en cuenta que de acuerdo a la normativa nacional vigente, toda planta de tratamiento y o disposición final de residuos peligrosos deberá contar con Autorización Ambiental Previa otorgada por el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.

Residuos de madera no tratada

Los residuos de madera no tratada provenientes de la maquinación de la misma y consistentes en recortes virutas y aserrín serán considerados residuos comunes. El destino final de este residuos podrá ser la valorización energética, el uso como elemento absorbente, u otro destino final apto para este tipo de residuos. En caso de que el emprendimiento realice también la maquinación de madera tratada deberá implementar un sistema de segregación y aseguramiento de la calidad de forma tal que en la corriente de residuos de madera no tratada no se mezclen residuos proveniente del maquinado de la madera tratada.

Residuos especiales

La gestión de residuos especiales derivados por ejemplo de operaciones de mantenimiento y reparaciones deberán ser gestionados de acuerdo a las características de los mismos. Se debe tener en cuenta que para algunos de estos residuos se han comenzado a implementar sistemas de gestión especial. Ejemplos de esto son los residuos de baterías plomo-ácido y los aceites usados. Para gestionar estos residuos se recomienda ponerse en contacto con el proveedor de los mismos a efectos de evaluar la integración de estos residuos a los planes de gestión ya existentes.

7. Planes de gestión ambiental

En el presente capítulo se desarrollan los aspectos básicos de como diseñar un plan de gestión ambiental del emprendimiento.

7.1 Aspectos generales de un plan de gestión ambiental

Un Plan de Gestión Ambiental es la integración de un conjunto de acciones planificadas que permiten evitar, mitigar y controlar los efectos negativos de la operación de la planta de impregnación.

Para el diseño del Plan de Gestión Ambiental de la empresa es necesario conocer la totalidad de los aspectos ambientales, entendiéndose por estos a todo elemento de la actividad de una organización, productos o servicios que interactúa o pueda interactuar con el ambiente.

Los aspectos ambientales que serán cubiertos en el Plan de Gestión Ambiental serán aquellos que puedan ser controlados por la actividad que los origina a través de la implementación de medidas preventivas o correctivas.

A modo de ejemplo en una planta de impregnación de madera se deberá tener en cuenta como mínimo los siguientes aspectos ambientales:

- Vertido de aguas contaminadas por derrames de productos.
- Manejo de pluviales.
- Residuos sólidos generados.
- Emisiones a la atmósfera.
- Lixiviación de la madera tratada.
- Gestión del riesgo vinculado al manejo de soluciones de CCA.

Para una planta ya instalada, el Plan de Gestión Ambiental del emprendimiento incluirá:

- Plan de mejora y adecuación ambiental de las instalaciones.
- Plan de control de las operaciones.
- Plan de control y monitoreo ambiental.
- Plan de Gestión de residuos sólidos.
- Plan de contingencias.

Previo a iniciar el diseño del Plan de Gestión Am-

biental es necesario que la empresa verifique el cumplimiento de la normativa vigente ya sea nacional o departamental e identifique la totalidad de aspectos ambientales significativos asociados a la actividad. En el anexo III se presenta un resumen del marco legal ambiental y el vinculado a la salud y seguridad ocupacional vigente. El Plan de Gestión Ambiental será una herramienta de gestión dinámica, que deberá ser revisada periódicamente. A los efectos de esta guía se pauta una frecuencia de 3 años para la revisión y reformulación de los planes de gestión.

Para la formulación del Plan de Gestión Ambiental se deberán tener en cuenta las pautas establecidas en la presente guía.

Para el diseño del Plan de mejora y adecuación ambiental es necesario previamente identificar el conjunto de aspectos que necesitan ser mejorados, implementados y adecuados.

Para esto es necesario entre otras cosas:

- Identificar los lugares y momentos en el proceso (o en el diseño) donde hay opciones de posibles mejoras.
- Evaluar las causas de las ineficiencias del proceso y de la generación de residuos.
- Evaluar alternativas viables, tomando en cuenta componentes tecnológicos, de gestión ambiental, económicos y organizativos que implican cada una de las opciones de mejora identificadas.
- Seleccionar las medidas a implementar de acuerdo a la evaluación previamente realizada.
- Identificar la disponibilidad de recursos (humanos, infraestructura, económicos) necesarios para la implementación de las medidas y definir los plazos para la ejecución de cada componente que integrará el plan.

El Plan deberá integrar el plan de implementación y seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas implementadas.

Para facilitar la identificación de aspectos que integrarán el Plan de Mejora y adecuación ambien-

tal es útil la utilización de **listas de chequeo**. Se entiende por lista de chequeo (cheks-list) a un listado de preguntas, en forma de cuestionario que sirve para identificar y/o verificar la adecuación de las operaciones a pautas preestablecidas. Las listas de chequeo tienen por objetivo cubrir las áreas de problemas más comunes, ayudando así a la identificación de los aspectos a mejorar.

Las listas de chequeo resultan útiles a la hora de organizar un recorrido por la planta con el objetivo de realizar una identificación de aspectos preliminares, aspectos que en forma posterior serán evaluados para diseñar las medidas a implementar. Para la detección y la evaluación resulta fundamental lograr mantener siempre una comunicación fluida con el personal que tiene asignadas las diferentes responsabilidades y tareas en el área.

En términos generales las áreas que abarcan las listas de chequeo incluyen:

- Infraestructura adecuada a la operación/gestión realizada en el área.
- Manejo de materias primas e insumos auxiliares.
- Manejo integral de residuos.
- Manejo de efluentes y emisiones atmosféricas.
- Almacenamiento y manejo de materiales y producto terminado.
- Consumo de agua y energía.
- Control de las operaciones y los procesos
- Seguridad del trabajo y protección de la salud laboral.
- Responsabilidades.
- Registros.
- Sistemas para la identificación y trazabilidad de residuos.

En el anexo IV se presenta una lista de chequeo que podrá ser utilizada como apoyo a la identificación de medidas a implementar.

7.2 Pautas para el desarrollo de planes de control y monitoreo ambiental

En el presente punto se desarrollan las pautas básicas para la implementación de programas de control y monitoreo ambiental a implementarse

por parte del emprendedor. El Plan de Monitoreo y Control ambiental es un instrumento estructurado en donde se definirá que como y cuando monitorear a efectos de evaluar el desempeño ambiental del emprendimiento.

Toda planta de preservación de madera deberá implementar un Plan de Monitoreo y Control ambiental del emprendimiento como parte de sus actividades de rutina. El monitoreo y control ambiental tendrá por objetivo controlar que de la totalidad de operaciones desarrolladas en la planta no se deriven contaminantes que alteren la calidad del medio receptor. Para esto la empresa verificará que las operaciones se realicen de acuerdo a lo previsto en el Plan de Gestión Ambiental del emprendimiento y que las emisiones y residuos cumplan con los estándares establecidos en la reglamentación vigente y se gestionen de manera ambientalmente adecuada.

Adicionalmente al control y monitoreo de las operaciones en el emprendimiento y de la totalidad de las emisiones y residuos generados, la empresa deberá integrar la evaluación del medio receptor a efectos de verificar que de la actividad no se generen impactos ambientales negativos en el área de influencia del emprendimiento. El plan de monitoreo del medio ambiente receptor dependerá de la magnitud del emprendimiento, de las prácticas operacionales, de las emisiones que este genere y de las características propias del entorno donde esta implantado.

Para las empresas que proyectan iniciar su actividad es importante considerar la necesidad de contar con la información de la línea de base del entorno en donde se instalará el emprendimiento a los efectos de evaluar luego de la implantación del mismo la evolución del medio ambiente receptor.

Para el adecuado diseño del plan de monitoreo y posterior interpretación de los resultados es necesario y conveniente conocer la siguiente información del área:

- Cuerpos de agua superficial permanente o semipermanente en el área de influencia y usos principales de este recurso.
- Topografía del terreno y drenajes del agua de escorrentía.
- Formaciones geológicas sobre las que se asienta el proyecto determinación de perfiles y permeabilidad de los materiales.

- Presencia de agua subterránea en la zona, tipo de acuífero, uso del agua subterránea, direcciones principales de flujo. Ubicación de los pozos de agua más cercanos y perfiles de los mismos.
- Detalle de las actividades productivas en el entorno y localización de las viviendas más cercanas al emprendimiento.

En materia de estándares se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Para efluentes líquidos y calidad de aguas superficiales el decreto 253/79 y modificativos establece los estándares de vertido para cualquier actividad de la cual se deriven vertidos de efluentes, así como se establecen los estándares de calidad de agua para distintos usos.
- En materia de calidad de aire y estándares de emisiones atmosféricas aún no se cuenta con un reglamento específico que establezca los estándares para un con-

junto de contaminantes, por lo cual deberán adoptarse estándares internacionales hasta tanto no exista normativa nacional en la materia.

- Para la gestión y clasificación de residuos si bien aun no se ha aprobado el reglamento correspondiente, se ha culminado la elaboración de una propuesta técnica para la reglamentación de la gestión integral de estos residuos, en la cual se establecen los criterios de clasificación y los criterios de calidad para distintas alternativas de tratamiento y disposición final.
- En cuanto a la presencia de contaminantes en la matriz suelo, si bien no existen normas nacionales, la DINAMA tradicionalmente ha adoptado las establecidas por el Canadian Council of Ministry of the Environment (CCME).

El diseño del Plan de Monitoreo y Control involucra la definición de la totalidad de los aspectos establecidos a continuación:

Aspecto	Desarrollo
Matriz	Se deberán establecer el conjunto de elementos a monitorear, elementos que estarán integrados como mínimo por: la matriz suelo, agua y residuos generados.
Parámetros	Para cada matriz sujeto al monitoreo se establecerán los parámetros específicos. En la tabla 7.1 se presentan los parámetros básicos a considerar para cada matriz.
Punto de muestreos	Para cada matriz se definirán los puntos de muestreos
Frecuencia	Se establecerá para cada matriz y para cada parámetro una frecuencia con la cual se realizará el monitoreo.
Técnicas de muestreo, cantidad de muestra	Las técnicas de muestreo y la cantidad de muestra estará definida por la matriz o elemento a monitorear y el parámetro a cuantificar.

Tabla 7.1 - Parámetros básicos a incluir por matriz.

Parámetro	Matriz				
	Agua pluvial	Agua superficial	Agua subterránea	Suelo	Residuos (1)
pH	•	•	•		
Conductividad	•	•	•		
O ₂ disuelto		•			
ST y STV				•	•
SST y SSV	•				
Cr _{total}	•	•	•	•	•
Cr _{hexavalente}					•
Cu	•	•	•	•	•
As	•	•	•	•	•

(1) Para los residuos se deberá incluir además la determinación de cromo, cobre y arsénico en el lixiviado.

Los niveles de metales pesados que deberán ser considerados como referencia para cada una de las matrices se presentan en la tabla 7.2.

Tabla 7.2 - Estándares o niveles guías de referencia.

Parámetro	Cromo total	Cromo-Hexavalente	Cobre	Arsénico	Referencia
Agua pluvial (mg/l)	0.030	0.001	0.010	0.005	Niveles guías de protección del ecosistema acuático. Propuesta de modificación del Decreto 253/79.
Agua superficial (mg/l)	0.030	0.001	0.010	0.005	Niveles guías de protección del ecosistema acuático. Propuesta de modificación del Decreto 253/79.
Agua subterránea (mg/l)	0.050	sl	2	0.01	Guía de calidad para el agua potable. Organización Mundial de la Salud.
Suelo (mg/kg) Uso industrial	87	1.4	91	12	CCME 2006.
Suelo (mg/kg) Uso agrícola	64	0.4	63	12	
Lixiviado en residuos (mg/l)	5	0.1	100	1	Valores guías. Propuesta de reglamentación de residuos sólidos industriales.

En Uruguay existen distintos laboratorios que ofrecen el servicio de análisis de Cr, Cu y As en residuos, suelo y agua. En la página web de DINAMA (www.mvotma.gub.uy) existe una lista actualizada de los laboratorio relevados en el marco del Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo.

Se debe tener la precaución de que el laboratorio al que se derivan las muestras realice los análisis de acuerdo a los métodos analíticos que deberán ser los establecidos por el Departamento de Normalización Técnica de la DINAMA y pueda obtener los límites de cuantificación adecuados a los valores de referencia.

Para determinar el monitoreo de la **calidad de agua superficial**, se seleccionarán como mínimo un punto aguas arriba y un punto aguas abajo en el cuerpo de agua que potencialmente pueda estar afectado por la operación del emprendimiento.

El monitoreo del **agua pluvial**, se realizará en el

tajamar de recolección de pluviales que será diseñado siguiendo las pautas establecidas en el capítulo 5 de la presente guía.

La **matriz suelo** deberá se integrada en todos los planes de monitoreo a efectos de evaluar la potencial contaminación de los mismo por CCA. El plan de monitoreo de esta matriz deberá cubrir como mínimo un muestreo representativo de las siguientes áreas:

- Areas contiguas a la zona donde opera el autoclave, el patio de goteo y se realiza la preparación de la solución de CCA.
- Suelo en donde se encuentra el área de destinada a la fijación y sus areas circundantes.
- Toda otra área destinada al almacenamiento de madera tratada.
- Areas circundantes a las actividades de acondicionamiento y almacenamiento de residuos con CCA.
- Sistemas de contención de pluviales.

La toma de muestra de la matriz suelo debe ser representativa del área en estudio para lo cual se deberá prever un diseño del muestreo que asegure dicha representatividad. En primera instancia el muestreo involucrará la fracción superficial del suelo y dependiendo de los resultados puede ser necesario un muestreo subsuperficial o profundo.

En caso de existir pasivos ambientales en el predio (lugares destinados al enterramiento de residuos), el muestreo de suelos deberá incluir además de las muestras superficiales y subsuperficiales, muestreos a profundidad para lo cual se requerirá equipamiento especial para realizar las perforaciones.

Para diseñar el monitoreo del **agua subterránea** se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La red de monitoreo integrará uno o varios pozos en el área de influencia del emprendimiento.
- La red de pozos deberá ser diseñada por un especialista en aguas subterráneas y será dimensionada en función del tipo de acuífero presente en el área, los caudales, direcciones de flujo y la potencial contaminación del agua subterránea por la operación del emprendimiento.
- Los pozos a utilizar en el monitoreo podrán ser pozos de captación de agua o pozos de monitoreo diseñados y construidos para estos efectos. Estos pozos deben ser construidos de acuerdo a criterios técnicos específicos, siendo necesario la supervisión de su construcción para asegurar la representatividad de las muestras y minimizar el riesgo de que sean un punto de contaminación directo al agua subterránea.
- Para esta matriz es necesario considerar que el análisis de contaminantes deberá permitir la detección de niveles sensiblemente inferiores a los establecidos en los estándares de referencia para consumo de agua potable a efectos de detectar tempranamente la presencia de contaminantes en este medio.
- Por el proceso que involucra la transferencia de contaminantes en el suelo y su retraso en llegar al agua subterránea, el control de la calidad del agua subterránea no

debe ser considerado como un elemento de control y detección temprana de una potencial contaminación.

Bibliografía

- **American Wood Preservers' Association** 1998 Standards. A.W.P.A. Texas, USA.
- **Aparicio Mijares F.J.** Fundamentos de Hidrología de Superficie Editorial Limusa.
- **Baker A.J.** Corrosion of metals in preservative-treated Wood -. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin.
- **British Wood Preserving and Damp-proofing Association 1998** Timber treatment installations. Code for safe design and operation. BWPDA, London.
- **Brooks, K.M. 2002.** Characterizing the Environmental Response to Pressure Treated Wood. In: Enhancing the Durability of Lumber and Engineered Wood Products. Forest Products Society, 2801 Marshall Court, Madison, WI 53705 2295.
- **Brooks, K.M. 2003.** Environmental Risk Assessment for CCA-C and ACZA Treated Wood. Aquatic Environmental Sciences Port Townsend, Washington.
- **Brudermann G.E.,** Frido Consulting, Environment Canada, National Office of Pollution Prevention, Canadian Institute of Treated Wood, 1999. Recommendations for the Design and Operation of Wood Preservation Facilities.
- **Carvalho A.** Fiberglass x Corrosão – Especificação, Instalação e Manutenção de Equipamentos de Fiberglass Para Ambientes Agressivos –
- **Darrel D. Nicholas, ed 1973** Wood deterioration and its prevention by preservative treatments. Syracuse University Press.
- **Department of Environmental Conservation** Division of Spill Prevention & Response Contingency Plan Regulation Project, Phase 2 – Oil discharge prevention regulations –
- **Eaton R.A. and M.D.C. Hale 1993** Wood. Decay, pests and protection. Chapman & Hall, London.
- **Envirochem Special Projects Inc. 1997** Technical Pollution prevention guide for

pressure wood preservation facilities in the lower Fraser basin. North Vancouver, B.C.

- **Forest Products Laboratory 1999** Wood Handbook – Wood as an engineering material. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-113. Madison, WI: USDA, Forest service, Forest Products Laboratory.
- Guide on Durable Concrete – ACI.2R-77.
- **ICBO ES, INC. 2002** Acceptance criteria for CCA type C wood – preservative treatment. AC190. Whittier, CA. USA.
- **Instituto del Cemento Pórtland Argentino** Pavimentos Urbanos de Hormigón, de Cemento Portland – Tercera Edición –
- **Instituto Uruguayo de Normas Técnicas 1970** Norma para Preservación de maderas de los agentes biológicos. Glosario. UNIT 224-70.
- **Jimenez Montoya P. García Mesequer A. y Morán Cabré F.** Hormigón Armado 14ª edición — ISBN 84-252-1825-X.
- **Lebow S. 1996** Leaching of wood preservative components and their mobility in the environment. Summary of pertinent literature. USDA Forest Service. Forest Products Laboratory. Madison WI. USA.
- **Lebow, S.T.; Evans, J.W. 1999.** Effect of prestain on the release rate of copper, chromium, and arsenic from western hemlock. Res. Note FPL-RN-0271. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 6 p.
- **Lebow, S.T.; Halverson, S.A.; Morrill, J.J.; Simonsen, J. 2000.** Role of construction debris in release of copper, chromium, and arsenic from treated wood structures. Res. Pap. FPL-RP-584. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 6 p.
- **Lebow S.T. and M. Tippie 2001** Guide for minimizing the effect of preservative-treated wood on sensitive environments. USDA Forest Service FPL-GTR-122.
- **Metcalf y Eddy** Ingeniería de Aguas Residuales - Redes de Alcantarillado y Bombeo –
- **Streeter V.L y Wylie E.B.** Mecánica de los Fluidos – Ven Te Chow. Maidment D.R. y L.W. Hidrología Aplicada –
- **Tomoyuki Tsutiya M. y Alem Sobrino P.** Coleta e Transporte de esgoto sanitario –
- **U.S. Environmental Protection Agency** Introduction to tanks (40 CFR Parts 264/265, Subpart J) – Solid Waste and Emergency Response –
- **U.S. Environmental Protection Agency** Best demonstrated available technology (bdat) - Background document for Wood preserving wastes f032, f034, and f035 -
- **U.S. Environmental Protection Agency, CEPP** Rupture Hazard from Liquid Storage Tanks –,
- **Washington State Department of Ecology 1998** Pressure wood preserving facilities in Washington State: An overview of Best Management Practice implementation. WSDE Hazardous waste and toxic reduction program.

Anexos

Anexo 1 – Especificaciones técnicas para la construcción de estructuras

En este punto se presentan algunas recomendaciones en relación a las especificaciones técnicas para la construcción de las estructuras básicas que conforman una Planta de Impregnación, así como los requisitos de los materiales a ser empleados.

1. Techos

Objetivo: evitar el ingreso directo de aguas de lluvias a las áreas críticas de la planta.

Requisitos:

- La superficie techada deberá ser al menos un 110% del área a cubrir.
- El volado del techado (distancia entre el extremo libre del techado y el borde libre de la estructura a cubrir, “b”) deberá ser mayor o igual a la décima parte de la mayor altura del extremo libre del techado (ver Figura 1).
- Los pilares de soporte de la estructura techada deberán estar ubicados fuera de las estructuras cubiertas, a los efectos de evitar discontinuidades en el pavimento y futuros inconvenientes asociados a posibles actividades de mantenimiento ó adecuaciones y reparaciones estructurales.
- En todos los casos se debe disponer de canalizaciones en la estructura techada (instalaciones hidráulicas) que permitan captar, circular y eventualmente aprovechar posteriormente al agua de pluviales. (ver Figura 2)

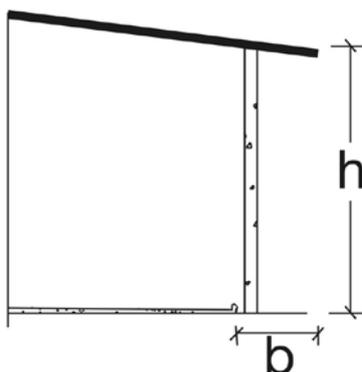


Figura 1.

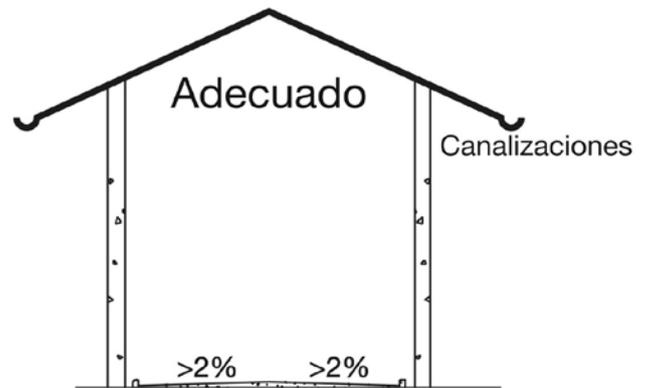


Figura 2.

2. Pavimentos

Una de las formas más adecuada y económicamente accesible de evitar la infiltración de líquidos contaminados es la utilización de pavimentos rígidos e impermeables de hormigón.

Desde un punto de vista estructural, el pavimento debe estar diseñado para **soportar las cargas más elevadas**. A modo de orientación se indica que los espesores estándares para el caso de pavimentos rígidos oscilan entre los 10 a 30 cm.

A su vez deberá ser diseñado de forma tal que **no sufra fisuras**, a tales efectos será necesario tomar en consideración aspectos vinculados a los componentes del mismo, al proceso constructivo (retracción, fraguado y curado) y aspectos asociados a las solicitaciones estructurales como ser cambios de temperatura y diferencias de temperaturas entre superficie inferior y superior. No son admisibles fisuras visibles en la superficie del pavimento, se deberá en consecuencia planificar un adecuado mantenimiento que lo garantice.

La durabilidad de una estructura de hormigón depende fundamentalmente de su **compacidad**. Cualquier acción que permita aumentar la compacidad del hormigón, reduciendo su permeabilidad, mejorará considerablemente la durabilidad del mismo.

A los efectos de reducir la **permeabilidad del hormigón** es necesario minimizar la red capilar, formada como consecuencia de la evaporación del agua de amasado. Algunas medidas preventivas que permiten reducir la red capilar son:

- Uso de cementos finamente molidos.
- Baja relación agua cemento.
- Buena composición granulométrica del hormigón.
- Curado prolongado.

Para el caso de ambientes químicos agresivos la normativa europea ENV-206 y la Instrucción Española, recomiendan el uso de una relación agua-cemento en peso de 0,45 y un contenido mínimo de cemento de 350 kilogramos por metro cúbico de hormigón.

A los efectos de lograr un **curado** adecuado se debe respetar como principio básico, mantener húmeda la superficie del hormigón durante las primeras 48 horas. Este efecto puede ser logrado a través de un riego constante de la superficie. Se recomienda el uso de abundante agua, sobre todo en días calurosos.

Otro aspecto fundamental que debe ser tomado en consideración en la etapa de diseño y construcción es el **recubrimiento de las armaduras pasivas**, a los efectos de minimizar la posible exposición del acero de refuerzo del hormigón al ambiente químicamente agresivo. Basados en las recomendaciones de la normativa colombiana NSR-98, se deberán respetar los siguientes parámetros:

- el recubrimiento de las armaduras de refuerzo sea mayor o igual a 75 mm.
- el espesor mínimo de losas y muros cuya altura sea inferior a 3,5 m, sea de 200 mm, y para muros cuya altura supere los 3,5 m, el espesor deberá ser mayor o igual a 250 mm.

Es necesario además establecer adecuadamente la armadura pasiva requerida, distancia entre juntas, armadura requerida para juntas, a modo de ejemplo se presentan valores estándares aplicados en el diseño de pavimentos rígidos:

- **Armadura Pasiva:** para un pavimento de 3,5 m de ancho y 10 m de longitud, un espesor de 20 cm y una tensión admisible del acero de 1400 kg/cm², se requieren aproximadamente 3 cm²/m (de longitud).

- **Juntas Longitudinales:** las mismas no deberán superar los 4 m de separación, y no deberán ser inferiores a 2,5 m. A su vez, la profundidad de la ranura superior deberá ser mayor o igual a la cuarta parte del espesor del pavimento.
- **Juntas Transversales o de Contracción:** es recomendable que las mismas no superen los 4,5 m de separación. A su vez, la profundidad de la ranura superior deberá ser mayor o igual a la cuarta parte del espesor del pavimento. De acuerdo a las recomendaciones de las normativas, debido al reducido tránsito existente en las plantas de impregnación en Uruguay, no serían necesarios pasadores entre pavimentos.
- **Juntas de Expansión:** en la medida que las recomendaciones para las anteriores dos juntas mencionadas sean respetadas, es viable prescindir de la necesidad de juntas de expansión.

Aquellas estructuras de hormigón que puedan estar sometidas al contacto directo con líquidos contaminados con CCA deberán estar protegidas con **revestimientos** de forma tal de minimizar el posible contacto directo con el hormigón. Los productos comúnmente utilizados en nuestro país y disponibles en plaza, son:

- Epoxi Bituminoso Negro HR – EA 6580: El EA 6580 es un producto que garantiza una adecuada protección en ambientes químicos agresivos, y su costo es menor en comparación con otros productos alternativos. La aplicación de este producto es recomendable para aquellas estructuras de hormigón expuestas al contacto con soluciones de CCA. No es aplicable en juntas de dilatación, contracción o constructivas, dado que no tolera las deformaciones.
- Sikaguard 720 EpoCem: impermeabiliza la estructura de hormigón. Es necesario en caso de ambientes químicos agresivos una capa protectora de otro producto adecuado al ambiente.
- Sikaguard 62 y 64 AS: ofrecen protección adecuada para ambientes cuyas solicitaciones químicas sean entre bajas y medianas, motivo por el cual es recomendable su utilización para aquellas estructuras expuestas al contacto con soluciones de CCA.

Cuando las **juntas** estén expuestas a soluciones de CCA, las mismas deberán estar recubiertas. A modo de guía se listan algunos productos que pueden ser utilizados:

- Sikadur 41 Antiácido: adecuado para el relleno de juntas estructurales de hormigón en ambientes químicos agresivos. Aplicable a estructuras de contención, almacenamiento o drenaje de soluciones de CCA. Sikacryl S: adecuado para el relleno de fisuras y juntas estructurales de hormigón en ambientes químicos levemente agresivos. Aplicable fundamentalmente a Pavimentos Rígidos (hormigón), y a estructuras de contención, almacenamiento o drenaje expuestas al contacto directo con líquido contaminado con CCA.

A los efectos de impedir que los líquidos contaminados con CCA escurran hacia el terreno, es

necesario contar con **cordones** en todo el perímetro y dotar al pavimento de **pendientes** que garanticen el correcto escurrimiento hacia los puntos de recolección, tal como se esquematiza en la Figura 3.

Se recomienda construir en el perímetro del pavimento **cordones integrales**, cuya menor altura libre sea mayor o igual a 10 cm en el caso de que la zona este completamente techada. La unión entre el cordón y el pavimento no debe ser angulosa y se recomienda pequeños valores de radios de curvatura, de forma de facilitar la limpieza.

Los pavimentos pueden tener más de una pendiente transversal, de forma de minimizar la cantidad de agua que se acumula en los cordones. El valor mínimo recomendable para las pendientes transversales es de 2%, mientras que para las pendientes longitudinales es de 1 %.

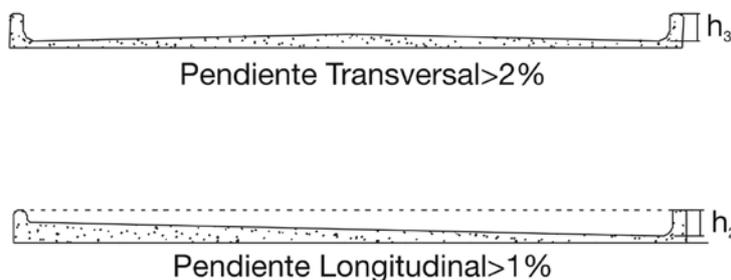


Figura 3.

Las estructuras de hormigón armado existentes, cuyo estado estructural no sea el adecuado (fisuras, fracturas, huecos, hierros vistos, etc), deberán ser sometidas a una revisión visual completa a los efectos de determinar zonas a rellenar con productos los productos ya recomendados para hormigones. Específicamente en el caso de encontrar fisuras por inspección visual, se deberá proceder a adecuar la estructura a las condiciones necesarias de acuerdo a los siguientes pasos:

- Picar zonas fisuradas hasta descubrir los hierros.
- Limpieza de los hierros (en caso de no poder recuperar alguno de ellos se colocarán nuevos y se realizará el encofrado correspondiente).
- Aplicar protección Sikatop Armatec o similar en armaduras.

- Aplicar sustancia que oficie de puente de adherencia acero – hormigón, por ejemplo Sikatop 31.
- Encofrado.
- Llenado con hormigón de acuerdo a requisitos indicados.

3. Estructuras de contención

Las estructuras de contención son aquellas que tiene por objetivo, capturar derrames o desbordes, goteos e infiltraciones que puedan ocurrir en las diversas etapas que integran la totalidad del proceso de impregnación. Las Figuras 4 y 5 presentan ejemplos de estas estructuras.

Estas estructuras deberán estar conectadas a un sistema de recirculación que permita reciclar los líquidos con CCA.



Figura 4.

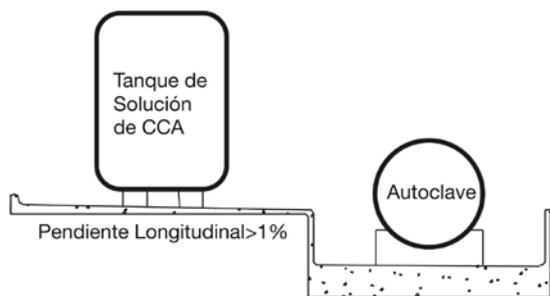


Figura 5.

Un diseño de la planta con una única estructura de contención, asociada al autoclave, tanques, pavimentos acordonados y canalizaciones, permite minimizar los costos y viabiliza un mayor control de las operaciones.

Las estructuras de contención comúnmente utilizadas para volúmenes mayores a 1 m³, suelen ser construidas en **hormigón armado**, para lo cual se deberán respetar las recomendaciones ya establecidas para este material.

Es recomendable que la **forma geométrica** coincida con la del tanque de almacenamiento, a los efectos de optimizar el uso del espacio respetando las recomendaciones.

En aquellos casos en que los tanques están expuestos a acciones de viento es recomendable que la distancia del borde libre “b” de la estructura de contención sea mayor o igual a la cuarta parte de la altura libre del tanque “h2”, (ver Figura 6) minimizando de esta forma posibles impactos por goteo.

La **capacidad** deberá ser el mayor de los siguientes valores:

- 1,1 veces el mayor de los volúmenes de los tanques de almacenamiento contenidos.

- 0,1 veces el total del volumen de todos los tanques de almacenamiento contenidos.

A los efectos de minimizar posible contaminación por pluviales drenados sobre el terreno, es conveniente que la estructura de contención tenga una altura libre “h1” mayor o igual a 20 cm en aquellos casos que no existan canalizaciones exteriores adyacentes, y de 10 cm si es que las mencionadas canalizaciones existen (tal como muestra la Figura 6).

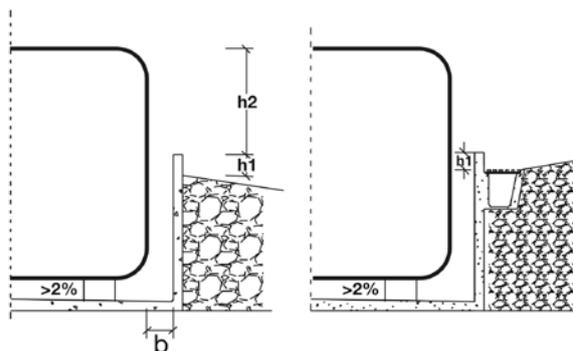


Figura 6.

La superficie de la base de la EC deberá ser impermeable y tener una pendiente de al menos 2%, que permita la circulación del efluente hacia un sistema de recirculación.

A los efectos de prevenir posibles fisuras la separación entre juntas de dilatación, de contracción y de construcción, no deberán superar los valores que se indican en la siguiente tabla.

Tipo de Depósito	Separación entre juntas	
	Dilatación	Contracción
Enterrados	25 m	7,5 m
Apoiados poco expuestos	15 m	7,5 m
Apoiados muy expuestos	10 m	5 m

Todas las estructuras de contención deberán estar conectadas hidráulicamente a los efectos de facilitar la recuperación de las soluciones.

Anexo 2 – Método para determinar la presencia de Cromo hexavalente en madera impregnada con CCA

2.1 Toma de muestra

Se extraerá un tarugo en un punto de un plano aproximadamente 300 – 600 mm debajo de la marca de **5 columnas en cada carga**.

El calador de extracción de tarugos será conscientemente enjuagado con agua entre muestras para minimizar la contaminación y reducir la posible influencia de temperaturas elevadas sobre la indicada presencia de cromo hexavalente.

Los 13 mm exteriores de cada tarugo serán evaluados para la presencia de cromo hexavalente. Solo los tarugos penetrados totalmente en los 13 mm exteriores y que cumplan los requerimientos de penetración de la columna serán evaluados.

La lámina usada para seccionar y partir los tarugos no se dejará expuesta al sol sin protección.

2.2 Prueba del Acido cromotrópico

Alcance

Cuando el ácido cromotrópico reacciona con cromo (VI), se forma un color entre rosado y púrpura. Este color no se produce con cromo (III). El método indica por ausencia de la reacción coloreada del ácido cromotrópico la presencia de 15ppm o menos de cromo (VI).

Reactivo

Disolver 0,5 g de ácido cromotrópico (ácido 4,5-dihidroxi-2,7-naftaleno disulfónico) o su sal disódica en 100 ml de ácido sulfúrico 1N (aproximadamente 5% en peso). Esta solución debería tener una vida en el envase de al menos 2 meses.

Procedimiento

1. Los tarugos para la prueba deben extraerse a mano, el calador se enjuagará cuidadosamente con agua entre extracciones. Los tarugos se dejarán llegar a temperatura ambiente antes de la prueba.
2. Colocar el tarugo recién extraído sobre una superficie de papel secante, como papel de filtro o white index card.
3. Con cuenta gotas aplicar varias gotas de la solución de ácido cromotrópico para humedecer el tarugo. Normalmente 5 a 7 gotas de solución por pulgada de longitud del tarugo son suficientes para tarugos aún húmedos por el tratamiento. Si el tarugo está seco, ayuda aplicar 2 o 3 gotas de la solución cuidadosamente y dejar que la superficie del tarugo se sature, antes de aplicar las restantes gotas.
4. Permitir que la reacción continúe durante al menos 10 minutos.
5. Luego retirar el tarugo y observar el compuesto coloreado que escurrió sobre el secante: si este no estuviera húmedo, se aplicó insuficiente solución y la prueba debe ser repetida.
6. Cualquier coloración entre rosado y púrpura sobre el secante indica la conversión incompleta de Cr(VI) a Cr(III).

Sensibilidad del método

El límite mínimo de detección para el método es de 15ppm Cr(VI)

2.3 Evaluación de resultados

Si uno o menos de los tarugos resulta positivo para la presencia de cromo hexavalente, la prueba será considerada conforme.

Si tres o más de los tarugos son positivos a la reacción, la carga será re-evaluada (ver tabla). Si dos de los cinco tarugos resultan positivo para cromo (VI), la carga será considerada no conforme, pero el inspector podrá inmediatamente extraer nuevos tarugos de un grupo adicional de cinco columnas. La carga se podrá considerar conforme si ninguna de las columnas del segundo grupo arrojan resultado positivo para cromo hexavalente, de lo contrario la carga se considerará no conforme y no volverá a ser muestreada hasta que haya transcurrido el mínimo período de espera. Durante cada inspección subsecuente de una carga rechazada, cinco columnas serán muestreadas nuevamente. Las columnas que hayan fallado en evaluaciones anteriores serán consideradas nuevamente en el lote para el muestreo.

Resumen de criterio de aceptación

1er muestreo	Resultado (N° de positivos)	Acción a tomar
	0 - 1	Se acepta el lote
	3 - 5	Se rechaza el lote Se vuelve a muestrear luego de tiempo especificado de espera
	2	Se rechaza el lote o bien se toman 5 muestras adicionales (2° muestreo)
2° muestreo	0	Se acepta el lote
	1 - 5	Se rechaza el lote Se vuelve a muestrear luego de tiempo especificado de espera

Período de espera mínimo entre inspecciones, para determinar presencia de cromo hexavalente

Temperatura de fijación	Horas mínimas entre pruebas
Debajo de 20°C	24
20 a 35°C	12
35 a 50°C	6
50 a 65°C	3
Por encima de 65°C	1,5

Bibliografía

- AMERICAN WOOD-PRESERVERS' ASSOCIATION STANDARD M2-01 - Standard for inspection of wood products treated with preservatives
- AMERICAN WOOD-PRESERVERS' ASSOCIATION STANDARD A3-00 - Standard methods for determining penetration of preservatives and fire retardants

Anexo 3 – Principales Normativas Nacionales aplicables al sector de Impregnación de Madera

En el presente anexo se presenta una síntesis de las principales normativas nacionales vigentes aplicables al sector de impregnación de madera tanto en los aspectos ambientales como de seguridad del trabajador. La selección y el resumen incluido en este anexo debe ser considerado solamente como indicativo.

3.1 Marco Jurídico ambiental

Ley N° 17.283 de 28 de noviembre de 2000 Ley General de Protección del Ambiente (LGPA)

La ley reglamentó el artículo 47 de la Constitución de la República donde se declara de interés general la protección el ambiente y estableció el deber genérico de las personas de abstenerse de cualquier acto que cause depredación, destrucción o contaminación ilícitas al medio ambiente.

La LGPA es una ley marco por lo que no pretende regular puntualmente todos los aspectos de la protección ambiental, pero sí establece las bases de la política nacional en la materia y los principales instrumentos de gestión y administración.

En ella se establecen las competencias del MVO-TMA para actuar a los efectos de prevenir, impedir o disminuir, la afectación o el riesgo de afectación del ambiente derivada de cualquier actividad, sin perjuicio de que se hubieren dictado las normas específicas en cada materia.

En la página www.mvotma.gub.uy/dinama puede acceder al texto completo de la Ley.

Ley N° 16.466 de 14 de enero de 1994 y su reglamentación, Decreto 349/005 de 21 de setiembre de 2005.

Evaluación de Impacto Ambiental y autorizaciones ambientales

Esta Ley y su decreto reglamentario establecen el de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como un instrumento preventivo de gestión ambiental.

El Decreto 349/005 en su artículo 2º establece las actividades, construcciones u obras que quedan

sujetas a la obtención de la Autorización Ambiental Previa (AAP) en aplicación de esta reglamentación y antes de su instalación. Así el numeral 19 es el que se refiere a la construcción de unidades o complejos industriales o agroindustriales.

A los efectos de su potencial aplicación en el sector de impregnación de madera se deberá tener en cuenta que quedarán incluidas en el ámbito de aplicación aquellas empresas que tengan más de 1 há de desarrollo fabril, fabriquen sustancias o productos peligrosos o almacenen sustancias o mercaderías peligrosas. En función del uso de CCA por parte de este sector, las empresas dedicadas a la impregnación de madera con CCA será sujeto de aplicación del Decreto 349/005.

El Decreto de 2005 estableció también en su artículo 25, como instrumento adicional, la Autorización Ambiental Especial (AAE). En particular la AAE la requieren unidades o complejos industriales o agroindustriales en operación, que no hubieren requerido Autorización Ambiental Previa y se encuentren dentro del ámbito de aplicación del Decreto 349/005. Tanto la AAP como la AAE deben ser solicitadas ante la DINAMA del MVO-TMA.

En la página www.mvotma.gub.uy/dinama puede acceder al texto completo de la Ley y su reglamento.

Decreto 253/979 del 9 de mayo de 1979 y modificativos

Normas para prevenir la contaminación de las aguas

Este Decreto, reglamentario del Código de Aguas, establece estándares de calidad para los distintos usos de los cuerpos o cursos de agua superficiales.

A su vez establece los estándares máximos admisibles para los efluentes líquidos que sean vertidos, diferenciados en función de cual es el destino final del efluente: colector, vertido directo a curso de agua o infiltración al terreno. Para el caso de efluentes líquidos industriales se establece un régimen obligatorio de Autorización de

Desagüe Industrial, que debe ser solicitada ante la DINAMA del MVOTMA.

Este reglamento esta en proceso de revisión. En la página www.mvotma.gub.uy/dinama puede acceder al texto completo del decreto.

Ley N° 17.852 del 10 de diciembre de 2004 Ley de prevención de la contaminación acústica

Normas sobre prevención, vigilancia y protección de la población y demás seres vivos, de la exposición al ruido.

A nivel industrial se destaca que en los establecimientos que ocupen trabajadores, sean asalariados dependientes o por cuenta propia, se prohíbe el funcionamiento de maquinarias, motores y herramientas sin las debidas precauciones necesarias para evitar la propagación hacia el ambiente, de ruidos que sobrepasen los niveles sonoros admisibles. Los ruidos producidos por máquinas, equipos o herramientas industriales, rurales, comerciales o de servicios, se evitarán o reducirán, primero en su emisión y, sólo de no ser ello posible, en su propagación.

En la página www.mvotma.gub.uy/dinama puede acceder al texto completo de la Ley .

3.2 Marco Jurídico en Salud y Seguridad Ocupacional

Decreto N° 406/988 del 3 de junio de 1988 Salud y seguridad en el trabajo

Este decreto es reglamentario de la Ley N° 5032 de 1914 sobre prevención de accidentes de trabajo.

Establece condiciones de seguridad laboral aplicables a todo establecimiento público o privado de naturaleza industrial, comercial o de servicio. Se cubren básicamente los siguientes aspectos:

- Condiciones generales que deben cumplir los edificios y locales de trabajo.
- Medidas preventivas específicas ante riesgos laborales e instalaciones, máquinas y equipos.
- Medidas preventivas específicas frente a riesgos químicos, físicos, biológicos y ergonómicos.

El control de su aplicación esta a cargo del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social a través de la DGTSS y del Ministerio de Salud Pública.

Este decreto también es la base que utiliza el Banco de Seguros del Estado para la contratación del seguro obligatorio contra accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

En la página www.mtss.gub.uy puede tener acceso al texto completo del decreto.

Decreto N° 284/974 del 25 de abril de 1974 Habilitación higiénico sanitaria de locales industriales

Establece que no se autorizará la habilitación de ningún establecimiento industrial que previamente no haya solicitado la inspección respectiva del MSP. El Departamento de Salud Ambiental y Ocupacional del MSP emite los certificados de Habilitación Higiénico Sanitaria de acuerdo al Decreto 284/74 y a la ordenanza 337/2004 "Vigilancia sanitaria de trabajadores expuestos a factores de riesgos laborales". En la página www.msp.gub.uy puede acceder al texto completo del decreto y de la ordenanza.

3.2 Otras normativas o habilitaciones

Decreto N° 560/003 del 31 de diciembre de 2003.

Transporte de Mercaderías Peligrosas por Carretera.

Esta normativa regula el transporte de mercancías peligrosas por carreteras nacionales. La autoridad competente para su aplicación y control es el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

El reglamento establece condiciones que deben cumplir los vehículos que transporten mercaderías peligrosas tanto en lo referente a uso de señalización de riesgo, características y condiciones de los vehículos y embalajes utilizados par la carga así como aspectos relacionados a la capacitación y entrenamiento del personal afectado.

En la página del MTOP www.mtop.gub.uy puede acceder al texto completo del decreto.

**Ley N° 15.896 del 15 de septiembre de 1987
“Disposiciones referentes a competencias,
prevención y combate de fuegos y siniestros”.
Decreto N° 333/000 de 21 de noviembre
de 2000**

Habilitación de bomberos

En la Ley se establece las competencias de la Dirección Nacional de Bomberos del Ministerio del Interior en cuanto al estudio, disposición, supervisión y certificación de todas las medidas y dispositivos concretos de prevención y defensa contra siniestros y de seguridad, destinados a evitar el surgimiento o la propagación de incendios o el agravamiento de las consecuencias de otros siniestros.

Se establece la necesidad de contar con la habilitación para locales comerciales e industriales, que se otorga cuando el local cuenta con los ele-

mentos necesarios de defensa contra incendio. Requiere la intervención de la Dirección Nacional de Bomberos en forma de asesoramiento primario y una inspección final.

En la página del Poder Legislativo www.parlamento.gub.uy/leyes puede tener acceso al texto de la Ley.

Habilitación municipal

La intendencia municipal del departamento donde se emplaza una planta de impregnación requiere de autorización o habilitación y, en otros casos se denomina certificado de localización. Generalment para su tramitación se exige los planos de construcción aprobados, habilitación de bomberos, contribución al día y certificados de la DINAMA si correspondiere, entre otros.

Anexo 4 – Lista de Chequeo

Nombre de la empresa _____

Departamento _____ Localidad _____

Dirección _____ Teléfono _____

Producción diaria (m³/día) _____

Fecha _____

Tipo de Producto Madera escuadrada
 Madera Redonda

Bloque A	Aspectos de diseño	Cumplimiento		
		si	no	
Depósito de CCA concentrado	¿ La localización del depósito permite un fácil acceso al vehículo de transporte?	si	no	
	¿El depósito se encuentra localizado adyacente al área de preparación de solución y a la zona de impregnación?	si	no	
	¿Tiene capacidad suficiente para el almacenamiento en condiciones seguras del stock necesario para la planta?	si	no	
	¿ Es estanco y tiene elementos de contención perimetrales?	si	no	
	¿Tiene techo, y el techo esta en adecuadas condiciones?	si	no	
	¿El piso del depósito es pavimentado y se encuentra impermeabilizado?	si	no	
	¿Tiene una cámara ciega que permita recolectar y recuperar un eventual derrame en el depósito?	si	no	
	¿La capacidad de la cámara ciega es suficiente para contener un volumen igual al máximo almacenado?	si	no	
	¿Las pendientes del piso son las necesarias para canalizar cualquier derrame a la cámara ciega?	si	no	
	¿Las infraestructura del depósito permite implementar un acceso restringido al mismo?	si	no	
Área de preparación y almacenado de solución de trabajo	¿Esta área se encuentra adyacente al área donde se encuentra el auto-clave?	si	no	
	¿Cuenta con pileta de contención para albergar el 110 % del contenido de un tanque de mezcla, uno o dos tanques de solución de trabajo y un tanque de agua de dilución (agua de proceso)?	si	no	
	¿La pileta de contención es impermeabilizada y sellada?	si	no	
	¿ El piso del área es pavimentado, impermeabilizado y tiene pendiente hacia la pileta de contención?	si	no	
	¿El área destinada a la preparación de la solución se encuentra techada?	si	no	
	¿Existe un lugar destinado al lavado de tambores de solución concentrada?	si	no	
	¿El área destinada al lavado de tambores tiene capacidad para recolectar y bombear el agua de lavado hacia el tanque de agua de proceso?	si	no	

Bloque A	Aspectos de diseño	Cumplimiento		
Área de autoclave y bombas	¿ Se encuentra esta área adyacente al área destinada a la preparación de solución de trabajo y al patio de goteo?	si	no	
	¿El área donde se encuentra ubicado el autoclave es estanca y tiene elementos de contención perimetrales?	si	no	
	¿Cuenta con fosa de contención impermeabilizada con capacidad para contener el 110% del volumen de carga del autoclave?	si	no	
	¿La fosa cuenta con un sumidero sellado que permita el bombeo de solución hacia el tanque de agua de proceso?	si	no	
	¿El área se encuentra techada?	si	no	
	¿Las cañerías y bombas que manejan soluciones de CCA se encuentran en áreas con pisos impermeabilizados?	si	no	
	¿Las cañerías de conducción de soluciones de CCA se encuentran accesibles para la inspección visual y están debidamente identificadas?	si	no	
Patio de goteo	¿Cuentan con área, localizada inmediatamente a la salida del autoclave que pueda ser utilizada como patio de goteo?	si	no	
	¿Esa área tiene capacidad para estacionar una carga de madera tratada por el tiempo que dura un ciclo de tratamiento?	si	no	
	¿Permite habilitar la entrada de una segunda carga al autoclave?	si	no	
	¿El área se encuentra bajo techo?	si	no	
	¿El patio de goteo tiene piso impermeabilizado con juntas selladas?	si	no	
	¿Cuenta con infraestructura para evitar el ingreso de aguas pluviales fuera del área?	si	no	
	¿Las pendientes del piso permiten que el líquido que gotea y el agua de lavado de piso escurra hacia una cámara ciega ?	si	no	
	¿La cámara ciega permite bombear el agua hacia los tanques de agua de proceso?	si	no	
Playa de curado	¿Cuentan con un área techada capaz de albergar la producción equivalente a 72 horas en período de zafra?	si	no	
	¿El área destinada a la fijación cuenta con piso nivelado y equipado para evitar el contacto de la madera con el piso?	si	no	
	¿El área tiene control perimetral de ingreso de pluviales?	si	no	
Manejo de pluviales	¿Cuentan con infraestructura para evitar el ingreso de aguas pluviales a la áreas críticas donde se maneja solución de CCA o producto terminado?	si	no	
	¿Las canalizaciones de pluviales se han diseñado para canalizar un evento de lluvias del al menos 100 mm en tres horas?	si	no	
	¿Existe un tajamar al que se deriven las canalizaciones de pluviales y pueda servir de elemento de control?	si	no	

Bloque B	Aspectos operacionales	Cumplimiento		
Acondicionamiento previo a la impregnación	¿Cuentan con un área para proceder al control y limpieza de la madera previo al ingreso del autoclave?	si	no	
	¿Se practica algún control de la calidad de la madera previo a la impregnación?			
	¿Se controla la humedad de la madera a impregnar?	si	no	
	¿Se prevé el maquinado de la madera antes de ingresar al autoclave? ¿En los casos que es posible se realiza el maquinado previo?	si	no	
Impregnación	¿Tiene implementado un mecanismo para asegurar que las variables del proceso de impregnación se encuentran en los valores adecuados para cada carga?	si	no	
	¿Se realiza un control de las variables del proceso en cada ciclo?			
	¿Cuándo se termina un ciclo de impregnación se verifica que el vaciado de la solución preservante en el autoclave ha sido completa?	si	no	
	¿La totalidad de las soluciones de CCA y de las aguas de lavado que se encuentran en las estructuras de contención son reincorporadas al proceso?	si	no	
	¿Tiene implementado un control rutinario que garantice que las estructuras de contención se mantengan limpias y se haya recuperada la totalidad de las soluciones que eventualmente contienen?	si	no	
	¿La bomba de vacío del autoclave cuenta con trampa de agua?	si	no	
Manejo de madera tratada	¿La madera tratada, se mantiene en el patio de goteo por lo menos por el tiempo en que dura un ciclo de impregnación?			
	¿La solución remanente que gotea es canalizada hacia estructuras de contención y reincorporada al proceso?	si	no	
	¿La madera impregnada se estaciona al menos 72 horas en el área techada destinada a la fijación?	si	no	
	¿Previo a la expedición de la madera se controla la presencia de cromo hexavalente?	si	no	
	¿Se tiene implementado algún control de calidad de la madera tratada?			
	¿Se realiza maquinación de la madera tratada?	si	no	
	¿Cuentan con los elementos de seguridad para realizar la maquinación de madera tratada?			
Manipulación de soluciones de CCA	¿El transporte de solución de CCA concentrada se realiza mediante transporte habilitado por el MTOP?	si	no	
	¿El transporte de solución concentrada dentro de la planta es el mínimo posible?	si	no	
	¿El transporte de solución concentrada se realiza en zonas pavimentadas?	si	no	
	¿El stock de solución concentrada es el mínimo necesario?	si	no	
	¿El depósito de solución concentrada tiene acceso restringido?	si	no	
	¿El depósito de solución concentrada cuenta con información visible sobre el tipo de producto almacenado, los riesgos y las medidas de contingencias ante derrames?	si	no	
	¿La preparación de la solución de trabajo se realiza en áreas preestablecidas?	si	no	
	¿Las áreas donde se realiza la preparación de la solución tienen los elementos de contención ante eventuales derrames?	si	no	

Manipulación de soluciones de CCA	¿Cuentan con sistemas de control que asegure el correcto funcionamiento de los sistemas de carga de la solución concentrada al tanque de mezcla?	si	no	
	¿Los tanques de almacenamiento tienen control de nivel?	si	no	
	¿Se realiza el triple lavado de los tambores que contienen la solución concentrada?	si	no	
	¿El agua del triple lavado es reincorporada al proceso?	si	no	
	¿Se realiza periódicamente control de calidad de la solución de CCA (Concentración total de CCA, relativa de óxidos y ph)?	si	no	
Mantenimiento y limpieza	¿Cuenta con una rutina de chequeo y mantenimiento preventivo?			
	¿La rutina de chequeo y mantenimiento preventivo se implementa de acuerdo a lo previsto?	si	no	
	¿Tiene diseñado un plan y procedimiento de limpieza?	si	no	
	¿Se lleva registro sobre las operaciones de limpieza y mantenimiento?	si	no	
Planes de contingencia	¿Cuenta con un plan de contingencia para atender eventuales derrames de CCA?			
	¿El personal conoce adecuadamente y ha sido capacitado para actuar frente a una contingencia?	si	no	
	¿Se cuenta con los materiales necesarios para atender un derrame?			
	¿Cuentan con los elementos necesarios para la atención primaria de un incendio?	si	no	
	¿Tiene instrucciones claras de cómo prevenir la ocurrencia de un incendio?	si	no	
Gestión de residuos	¿Cuenta con un sistema de segregación de residuos que tenga en cuenta sus características y destinos finales?	si	no	
	¿Conoce la cantidad y características de cada fracción de residuos generada?	si	no	
	¿Los residuos con características peligrosas se gestionan bajo normas de seguridad adecuadas?	si	no	
	¿Los lodos contaminados con CCA son estabilizados?	si	no	
	¿Los residuos contaminados con CCA tienen un destino final autorizado?	si	no	
	¿Los envases de solución concentrada de CCA son triplelavados?			
	¿En caso de realizar el maquinado de madera tratada, los residuos generados son gestionados como residuos peligrosos?	si	no	
	¿Cuenta con un registro que de cuenta de la cantidad de residuos generados, características y destino final de cada fracción?	si	no	
Monitoreo ambiental	¿Cuentan con un monitoreo de suelos en las áreas críticas?	si	no	
	¿Se controla la calidad del agua pluvial almacenada en el tajamar?			
	¿Se cuenta con algún monitoreo de aguas subterráneas?	si	no	
	¿Se cuenta con monitoreo de calidad de agua superficial?	si	no	

OBSERVACIONES/COMENTARIOS

ASPECTO	COMENTARIO

Anexo 5 – Situación de la normativa internacional respecto al uso de CCA

En el ámbito internacional, se está produciendo una activa discusión acerca de la futura regulación y aceptación del CCA como preservante para maderas. Esta discusión, aún en curso, ya ha resultado en restricciones en el uso del CCA en los Estados Unidos, la Unión Europea, Canadá y Japón. Otros países ya han prohibido el uso de CCA como preservante de maderas, entre estos se encuentran Suiza, Dinamarca, Vietnam e Indonesia. Algunos de los mayores productores y consumidores de CCA, comenzaron más tarde la reconsideración de las reglamentaciones sobre su uso, como es el caso de Australia.

Se presenta a continuación un resumen de la situación en los países con mayor producción de maderas preservadas con CCA.

UNIÓN EUROPEA

El uso de madera tratada con CCA fue disminuido y reglamentado a partir de una modificación de la directiva de la Comisión de la Unión Europea 76/769/EEC, desde junio de 2004.

La directiva 2003/2/EC, del 6 de enero de 2003 limita el uso de madera tratada con CCA a usos en instalaciones industriales en los cuales la integridad estructural de la madera es necesaria para la seguridad del hombre o el ganado y en los que la posibilidad de contacto con la piel del público en general con la madera en servicio sea mínima. Además, la directiva prohíbe específicamente algunos usos:

- Artes de pesca y cascos de embarcaciones de madera.
- En la construcción residencial cualquiera sea el propósito.
- En cualquier aplicación donde haya riesgo de contacto repetido con la piel.
- Construcciones estructurales en aguas marinas.
- Para usos agrícolas, que no sean postes para cercas y usos estructurales.
- En cualquier aplicación en la que la madera tratada entre en contacto con productos finales o intermedios, cuyo destino final sea el consumo humano o animal.

Se autoriza la venta de productos admitidos solamente si el proceso de impregnación se lleva a cabo en instalaciones que utilicen vacío o presión y solo cuando la fijación del preservante se haya completado, solo se acepta la formulación C del CCA.

Se adelanta, además, que desde 2007 los preservantes de CCA deberán requerir autorización siguiendo la directiva de Productos biocida (BPD 19). La directiva no se aplica a la madera tratada con CCA que está actualmente en servicio.

La modificación de la directiva es el resultado de una determinación de riesgo llevada adelante por la Comisión Europea.

La UE, clasificó los residuos de madera con CCA como residuos peligrosos en 2000.

A partir de la directiva los estados miembros de la Unión legislaron de acuerdo a la directiva, pero con diferencias entre ellos.

ESTADOS UNIDOS

En febrero de 2002 la US EPA anunció la decisión voluntaria de los industriales de la preservación de maderas, de abandonar la producción de maderas tratadas con CCA para usos residenciales en un plazo de dos años. Terminado el plazo, los usos residenciales serían prohibidos por la entidad a partir de enero de 2004.

Desde el 31 de diciembre de 2003, la madera tratada con CCA no puede ser utilizada en usos residenciales y esta prohibición incluye:

- Equipamiento para parques de juego
- Decks
- Mesas de picnic
- Maderas para uso paisajístico
- Cercas residenciales
- Veredas
- Sendas
- Patios
- Barandas

La prohibición no incluyó la madera tratada existente en almacenamiento, la cual pudo seguir siendo vendida y comprada hasta agotarse.

Se estima que esta reducción puede disminuir el uso del CCA en los Estados Unidos en un 80 %.

Todas las leyes y reglamentos, así como la información para consumidores vinculados al uso y restricciones del CCA y al proceso de discusión, pueden encontrarse en: <http://www.epa.gov/oppad001/reregistration/cca/>

CANADÁ

El proceso de revisión del uso del CCA en Canadá se dio en forma paralela al de EEUU, con restricciones similares y producción de documentos de Lineamientos técnicos y Códigos de buenas prácticas, siguiendo un plan estratégico general.

En 2000 se inició un programa de revisión con un censo de todas las instalaciones industriales para la preservación de maderas para lo cual cada instalación industrial debió determinar el estado de su planta respecto a la buenas prácticas. Luego las industrias tuvieron hasta 2005 para mejorar sus deficiencias. Se requirió un informe anual para asegurar que cada una de ellas estaba trabajando adecuadamente en la solución de sus problemas, implementando los cambios necesarios. Aunque fue un proceso voluntario, las instalaciones que no demostraron el progreso adecuado, fueron sometidas a acciones reguladoras. Al fin del proceso, las industrias fueron auditadas, con buenos resultados, la mayoría de las instalaciones cumplieron con las exigencias.

Todas las industrias que pasaron este proceso, entrarán en el futuro en programas de auto-certificación liderado por la industria, que asegurará que los requerimientos de las buenas prácticas se mantengan en el futuro. Las instalaciones industriales que no cumplan con estos requisitos serán objeto de acciones reguladoras.

La ley de protección ambiental de Canadá (*The Canadian Environmental Protection Act, 1999*) identifica los productos químicos potencialmente peligrosos para la salud humana y el ambiente, determinando sus niveles de riesgo. Una vez que se determina su toxicidad, se identifican y revisan las opciones disponibles para reducir estos riesgos desde la perspectiva de la gestión en un ciclo de vida. En general se han utilizado dos formas de acercamiento al desarrollo de opciones de gestión: por sustancia y por sector industrial. La ley declara tóxicos tanto al arsénico como al cromo.

http://www.ec.gc.ca/toxics/wood-bois/over/ind_e.htm

AUSTRALIA

Australia fue uno de los últimos países, entre los grandes productores, en comenzar la discusión oficial sobre el uso de madera tratada con CCA. (APVMA 2003 Arsenic timber treatments CCA and arsenic trioxide).

El CCA es aprobado y regulado por Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority (APVMA) quien ha solicitado a las empresas impregnadores cambios en las etiquetas de los envases de CCA en el marco de una revisión y reconsideración del registro aprobada en 2005. A partir de marzo de 2006, el uso de CCA está prohibido para aquellos usos en los que exista contacto físico con el público o los niños.

Se requiere además :

- Tratar la madera a la retención adecuada
- Etiquetar cada pieza de madera tratada, excepto para secciones pequeñas que se etiquetan por paquete.
- Mantener la madera en áreas contenidas o bajo techo hasta la fijación completa.
- Mantener la madera en patio de goteo hasta que no gotee.
- Contener todos los líquidos con CCA dentro de la planta.
- No quemar madera tratada con CCA.
- No permitir el uso de madera tratada con CCA para cama de animales.

Las regulaciones ya existentes, incluían Normas industriales (Standards Australia) y el Código nacional de prácticas para la manipulación segura de preservantes para madera y madera preservada.

Algunos de los gobiernos provinciales han avanzado más en el tema, por ejemplo New South Wales y Queensland a través de su Ley de salud ocupacional y seguridad. (Occupational health and safety act).

AMERICA DEL SUR- BRASIL

La legislación pertinente a la preservación de maderas en Brasil se apoya en la Ordenanza interministerial N° 292 del 28/04/89 y la Instrucción Normativa N° 5 del 20/10/92. La ordenanza en cuestión, exige que las firmas proveedoras de preservante y las plantas de preservación de maderas se registren en el Instituto Brasileño del

Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (IBAMA).

Además de reglamentar toda la producción de preservantes y de madera preservada, el IBAMA es el organismo que fiscaliza y controla el cumplimiento de la ordenanza y las actividades de las industrias y plantas de preservación.

En 2002, IBAMA y la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA) crearon en forma conjunta, una Instrucción Normativa destinada a ordenar las actividades que involucren productos químicos preservantes de maderas, así como su importación, producción, comercialización,

utilización y destino final de sus envases, sistematizando nuevamente los procedimientos a ser observados para el cumplimiento de lo dispuesto en la Ordenanza interministerial 292.

En 2005, IBAMA organizó un seminario con el objetivo de discutir los procedimientos de evaluación, registro y control de productos preservantes de maderas en Brasil, conocer y trazar un paralelo con las actividades de la USEPA en esa área, caracterizar las actividades de fabricación y uso de estos productos, así como proponer metas y desafíos de las actividades bajo competencia del gobierno y los sectores reglamentados.

