

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

**FABRICACION DE PLAGUICIDAS,
INSECTICIDAS, PESTICIDAS Y FUNGICIDAS**

**SANTIAGO
AGOSTO 1998**

INDICE

PRESENTACION	5
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. REPRESENTATIVIDAD DEL SECTOR EN LA REGIÓN METROPOLITANA	7
1.2. INDICADORES ECONÓMICOS DEL SECTOR	8
1.3. IMPORTANCIA DEL SECTOR EN RELACIÓN CON LOS ASPECTOS AMBIENTALES	8
2. ANTECEDENTES DE PRODUCCIÓN	9
2.1. MATERIAS PRIMAS	9
2.2. PROCESOS DE PRODUCCIÓN	10
2.2.1. <i>Formulación seca</i>	10
2.2.2. <i>Formulación húmeda</i>	12
2.3. PRODUCTOS	13
2.3.1. <i>Plaguicidas Secos</i>	13
2.3.2. <i>Plaguicidas Líquidos</i>	13
2.3.3. <i>Plaguicidas Gaseosos</i>	13
3. GENERACIÓN DE RESIDUOS Y ASPECTOS AMBIENTALES	14
3.1. FUENTES DE GENERACIÓN DE CONTAMINANTES	14
3.2. FORMULACIÓN	14
3.2.1. <i>Formulación Seca</i>	14
3.2.2. <i>Formulación Húmeda</i>	15
3.3. FRACCIONAMIENTO	16
3.4. ALMACENAMIENTO	16
3.5. DISTRIBUCIÓN	17
3.6. APLICACIÓN	17
4. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS	18
4.1. EL CONCEPTO DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	18
4.2. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	19
4.3. AUDITORÍAS AMBIENTALES	21
4.3.1. <i>Beneficios de una auditoría ambiental</i>	21
4.3.2. <i>Auditorías de Análisis de Riesgo Ambiental</i>	22
4.4. CONTROL DE LOS PROCESOS	23
4.4.1. <i>Formulación seca</i>	23
4.4.2. <i>Formulación húmeda</i>	25
4.5. POSIBILIDADES DE MEJORES TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN	25
4.5.1. <i>Ubicación geográfica</i>	25
4.5.2. <i>Diseño de la planta</i>	26
4.5.3. <i>Operación de la planta</i>	26
4.6. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS	29
4.6.1. <i>Almacenamiento de residuos y/o materiales peligrosos</i>	30
4.6.2. <i>Manejo de residuos y/o materiales peligrosos</i>	31

4.6.3. Minimización de residuos	31
4.6.4. Prácticas de control de derrames	33
4.6.5. Recuperación y reciclaje de residuos	34
4.6.6. La técnica del triple lavado de envases	35
4.7. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN LA BODEGA DE PLAGUICIDAS	36
4.7.1. Localización	36
4.7.2. Vías de ingreso al edificio	36
4.7.3. Materiales de construcción	36
4.7.4. Contención de derrames	37
4.7.5. Drenaje	37
4.7.6. Pisos y techos de la bodega	37
4.7.7. Ventilación	38
4.7.8. Calefacción	38
4.7.9. Alumbrado	38
4.7.10. Salidas de emergencia	38
4.7.11. Oficinas en el interior de la bodega	39
5. MÉTODOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN.....	40
5.1. CONTROL DE CONTAMINACIÓN POR EL AGUA	40
5.1.1. Tratamiento físico	41
5.1.2. Tratamiento Químico	41
5.1.3. Tratamiento Biológico	42
5.1.4. Incineración	42
5.2. CONTROL DE CONTAMINACIÓN POR POLVOS Y GASES	42
5.2.1. Equipo para control de partículas	43
5.2.2. Equipo para control de gases y olores	45
6. ASPECTOS FINANCIEROS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN	48
6.1. INDICADORES DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL USO DE TECNOLOGÍAS MÁS LIMPIAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN	48
6.2. INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE APOYO A LA GESTIÓN AMBIENTAL	48
7. SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	50
7.1. PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS Y TÓXICOS	50
7.2. CONTROL DE RIESGOS	50
7.3. PROTECCIÓN A LOS TRABAJADORES	50
7.3.1. Distanciamiento de la fuente de contaminación	51
7.3.2. Controles sobre las prácticas de trabajo	51
7.3.3. Señales y etiquetas	51
7.3.4. Higiene personal	51
7.3.5. Ropa y equipo de protección personal	52
7.3.6. Protección de cabeza, ojos y cara	53
7.4. PLAN DE EMERGENCIA	53
7.4.1. Plano del equipamiento	53
7.4.2. Entrenamiento	54
7.4.3. Simulacros	54

7.4.4. Consejos sobre la extinción de los incendios	54
8. LEGISLACION Y REGULACIONES AMBIENTALES APLICABLES A LA INDUSTRIA.....	56
8.1. NORMATIVAS QUE REGULAN LA LOCALIZACIÓN DE LAS INDUSTRIAS.....	56
8.2. NORMATIVAS QUE REGULAN LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS	57
8.3. NORMATIVAS QUE REGULAN LAS DESCARGAS LÍQUIDAS	59
8.4. NORMATIVAS APLICABLES A LOS RESIDUOS SÓLIDOS	61
8.5. NORMATIVAS APLICABLES A LOS RUIDOS	62
8.6. NORMATIVAS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.....	62
8.7. NORMAS REFERENCIALES DEL INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN.....	66
8.7.1. Normas relativas al agua.....	66
8.7.2. Normativas de salud y seguridad ocupacional.....	66
9. PROCEDIMIENTOS PARA LA OBTENCION DE PERMISOS (AUTORIZACIONES), CONTENIDO Y FISCALIZACION.....	68
9.1. PERMISOS PARA LA LOCALIZACIÓN DE INDUSTRIAS	68
9.2. PERMISOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA CALIFICACIÓN TÉCNICA	69
9.3. PERMISO MUNICIPAL DE EDIFICACIÓN.....	70
9.4. INFORME SANITARIO.....	70
9.4.1. Actividad, proceso y establecimiento.....	71
9.4.2. Instalaciones sanitarias	71
9.4.3. Instalaciones de energía	71
9.4.4. Equipos de vapor, agua caliente y radiación ionizante.....	72
9.4.5. Operadores calificados.....	72
9.4.6. Organización de prevención de riesgos para los trabajadores.....	72
9.5. PATENTE MUNICIPAL	72
9.6. ANTECEDENTES GENERALES DE CUMPLIMIENTO.....	73
9.6.1. Residuos industriales líquidos	73
9.6.2. Residuos industriales sólidos.....	73
9.6.3. Emisiones atmosféricas.....	73
9.6.4. Organización de prevención de riesgos para los trabajadores.....	73
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
11. BIBLIOGRAFÍA.....	76

PRESENTACION

La Región Metropolitana de la República de Chile concentra la mayor parte de la actividad económica del país. La base industrial de la región es diversa, incluyendo rubros tan variados como alimentos, textiles, productos químicos, plásticos, papel, caucho y metales básicos. Sin embargo, el rápido crecimiento económico e industrial ha traído consigo serios problemas de contaminación ambiental, como la polución de aire, agua y suelo.

Comprometido con formular y desarrollar una política ambiental tendiente a resolver estos problemas, el Gobierno de Chile ha creado un marco legal e institucional que incluye, entre otros, planes y programas de cooperación internacional. En este marco, y con el propósito de promocionar un desarrollo industrial sustentable, el Gobierno de los Países Bajos (Holanda), a través de su Ministro para la Cooperación Internacional, aprobó una donación al Gobierno Chileno, para realizar dos programas de asistencia técnica, denominados: “Manejo de un Plan de Gestión Ambiental, Segunda Etapa” y “Fiscalización, Control de la Contaminación y Gestión Ambiental en la Región Metropolitana”. Estos programas incluyeron un proyecto titulado: “Guías Técnicas para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial”, desarrollado entre los años 1994 y 1997.

El objetivo principal de estas guías, a ser distribuidas a todas las empresas de cada rubro estudiado, es orientar al sector en materia ambiental, entregándole herramientas de prevención y control de la contaminación. A su vez, pretende contribuir a las actividades de fiscalización que realiza la Autoridad, optimizando la calidad de las mismas, si bien las guías en sí no son un instrumento fiscalizable.

Los rubros industriales prioritarios para la Región Metropolitana se seleccionaron en base a criterios, tales como la representatividad dentro del sector manufacturero y los impactos ambientales que generan.

El presente documento entrega una reseña sobre los impactos ambientales provocados por los residuos generados por la industria de fabricación de plaguicidas, insecticidas, pesticidas y fungicidas. A su vez, identifica las medidas de prevención de los potenciales impactos; los métodos de control de la contaminación (end of pipe) recomendados, los costos asociados; y los aspectos relacionados con la seguridad y salud ocupacional. Como marco legal, entrega la información referente a la normativa medioambiental vigente en el país, y los procedimientos de obtención de permisos requeridos por la industria.

En la elaboración de las guías han participado consultores nacionales, con la asesoría experta de la empresa Holandesa BKH Consulting Engineers. Como contraparte técnica del proyecto han participado las siguientes instituciones: CONAMA, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, Departamento Programa sobre el Ambiente del Ministerio de Salud y las Asociaciones de Industriales de cada rubro estudiado. La coordinación general del proyecto estuvo a cargo de la CONAMA, Dirección Región Metropolitana. La presente guía para el control y prevención de la contaminación industrial en el rubro fabricación de plaguicidas, insecticidas, pesticidas y fungicidas, ha sido elaborada por la Unidad de Residuos de la CONAMA RM, en base a un estudio realizado por la empresa consultora GESCAM S.A.

1. INTRODUCCIÓN

La FAO define plaguicida como "cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, maderas y sus productos o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos"¹. El término incluye las sustancias destinadas a usarse como reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de frutas o agentes para evitar la caída prematura de la fruta y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto del deterioro, durante el almacenamiento y transporte; no obstante, en el contexto del presente trabajo no se abordan sus particularidades.

Los plaguicidas, si son mal manejados, pueden generar contaminación en los ambientes de trabajo donde son manipulados, o en general en el ambiente que rodea las zonas de manipulación.

Las etapas que componen la cadena de los plaguicidas son la fabricación², la formulación, el fraccionamiento y/o envasado, la distribución y la aplicación. Los trabajadores que están involucrados en cualquiera de estas etapas, si no se adoptan medidas de protección personal adecuadas, están expuestos a un contacto directo con los plaguicidas, lo cual puede ser muy perjudicial para su salud dependiendo del compuesto del que se trate. Cuando hay exposición directa puede haber penetración del plaguicida por vía dérmica, oral o respiratoria; las medidas de protección que se toman en el manejo son para evitar el contacto por cualquiera de las tres.

En cualquiera de las etapas mencionadas se puede generar contaminación ambiental si no existe un buen manejo: del aire, con los polvos de plaguicidas o solventes evaporados; del agua, por derrames y corrientes de lavado; y del suelo, también por derrames y disposición inadecuada de residuos sólidos.

Por tratarse de sustancias tóxicas y peligrosas para la salud de las personas y el medio ambiente, deben adoptarse todas las medidas de prevención y control para evitar la exposición a riesgo de las personas y la contaminación del ambiente. En ese sentido, es importante el diseño e implementación de estrategias de entrega de información, sensibilización y capacitación a los usuarios de dichos productos. Diversos organismos, como las asociaciones de seguridad, los servicios públicos, en especial el SESMA, SAG y CONAMA, y de las asociaciones gremiales,

¹ Ver Organización Mundial de la Salud (OMS), Consecuencias Sanitarias del Empleo de Plaguicidas en la Agricultura, Impreso por OMS, Ginebra, Suiza, 1992.

² Se hace presente que, de acuerdo a informaciones oficiales obtenidas en los organismos públicos con competencias sobre la materia y empresas nacionales del rubro asociadas a AFIPA A.G., en Chile no se *sintetizan* plaguicidas (con excepción de la empresa DEGESCH Chile) y los procesos de fabricación se desarrollan desde la *formulación* en adelante.

como AFIPA A.G. tienen o deben tener un rol importante en estas actividades. Sobre el particular, conviene recordar que GIFAP, la FAO y la OMS, en el nivel internacional, y el Ministerio de Agricultura, Servicios de Salud, AFIPA A.G., y la Asociación Chilena de Seguridad, en el nivel nacional, han elaborado guías para el almacenamiento, transporte y aplicación de los plaguicidas, que son una valiosa fuente de información para lograr dichos objetivos.

El objetivo que se persigue con la guía técnica es mostrar las prácticas que se pueden aplicar para prevenir la contaminación por plaguicidas. La guía se preocupa de prevenir la contaminación directa de los trabajadores por contacto con los productos y de prevenir la contaminación ambiental que la industria puede generar a través de emanaciones gaseosas, efluentes líquidos y residuos sólidos, preferentemente en la etapa de formulación y fraccionamiento, incluyendo algunas situaciones durante las etapas de almacenamiento, aplicación y transporte. Estos aspectos, si bien se tocan a lo largo del presente documento, se abordan con más detalle en la Guía Técnica sobre aplicación, transporte y almacenamiento de plaguicidas.

1.1. Representatividad del sector en la Región Metropolitana

La industria de los plaguicidas en la Región Metropolitana y en general en el país, no representa ni tiene mayor importancia con relación al conjunto de la economía y con otras actividades productivas que se desarrollan en la zona. En Chile, prácticamente no se sintetizan las moléculas complejas ni las sustancias activas a que dan lugar y con las cuales se fabrican plaguicidas, siendo las únicas excepciones, de acuerdo a las fuentes de información disponibles, la empresa DEGESCH Chile, que sintetiza tres compuestos orgánicos.

Las principales empresas del sector (Ver Cuadro 1.1) están agrupadas en la Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas (AFIPA A.G.), asociación que forma parte de la GIFAP.

CUADRO 1.1: Principales empresas de plaguicidas existentes en la región metropolitana

Agar Cross Andina S.A.	Dowelanco Chile S.A.
AGRICOLA NACIONAL S.A.C. E I.	Hoescht Shering Agrevo de Chile S.A.
BASF Chile S.A.	Magan Chile S.A.
Bayer de Chile S.A.	Moviagro S.A.
Ciba-Geigy Ltda.	Rohm And Haas Chile Ltda.
Cyanamid Chile Ltda.	Rhone Poulenc Agro
Degesch de Chile Ltda.	Sandoz Farmaceutica Ltda.

Hay que tener presente que en la Región Metropolitana existe un número significativo, pero aún no cuantificado, de bodegas de almacenamiento de plaguicidas, ya que no existen estadísticas oficiales de los organismos públicos que tienen competencias ambientales como el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA) y la CONAMA R.M., que almacenan importantes volúmenes de plaguicidas y que son un eslabón fundamental en la cadena de distribución y

comercialización de estos productos.

1.2. Indicadores económicos del sector

Desde el punto de vista económico se puede señalar que, en términos porcentuales, el aporte total del sector al Producto Geográfico Bruto (PGB) está muy por debajo del 1%, aunque su contribución indirecta a otros sectores como el agrícola y forestal es significativa, por contribuir a un aumento de la producción y a una disminución de las pérdidas asociadas al control fitosanitario.

1.3. Importancia del sector en relación con los aspectos ambientales

En el contexto anterior, los impactos ambientales de este sector, desde el punto de vista de la contaminación industrial, son poco significativos, ya que las emisiones atmosféricas y los residuos industriales líquidos son muy reducidos en relación con otras fuentes fijas existentes en la Región Metropolitana, precisamente por la casi inexistencia de fábricas e industrias de plaguicidas en el país.

Las principales actividades del sector susceptibles de causar impactos ambientales están ligadas con la formulación, envasado y distribución comercial de los plaguicidas. En ese contexto, los aspectos más críticos a ser considerados en una estrategia de prevención de la contaminación ambiental están asociados a un control y prevención en las etapas de almacenamiento, transporte y aplicación de los plaguicidas. Es en estas etapas donde se pueden producir impactos significativos sobre la salud de las personas y el medio ambiente como consecuencia de malas prácticas de manejo, accidentes, y falta de una adecuada disposición de los residuos, especialmente de los envases y los productos vencidos.

Asimismo, por tratarse de sustancias tóxicas y peligrosas para la salud de las personas y el medio ambiente cuando son mal utilizadas, deben adoptarse todas las medidas de prevención adecuadas para evitar la exposición a riesgo de las personas y la contaminación del ambiente.

2. ANTECEDENTES DE PRODUCCIÓN

En Chile existe una mínima producción de plaguicidas y, la mayor parte de los procesos industriales que existen se desarrollan desde la etapa de formulación en adelante. Los compuestos activos no se fabrican en el país y son importados por las empresas chilenas que se encargan de formular los productos específicos.

La formulación de plaguicidas³ consiste en mezclar un ingrediente activo con elementos que cumplen el rol de vehículos, obteniéndose en distintas formas el producto final. El vehículo del plaguicida se usa además para un manejo más eficiente de éste, para regular la concentración con la que se utilizará el ingrediente activo y para darle un estado físico compatible con la forma en que será aplicado (polvo, líquido, etc.).

2.1. Materias primas

Para formular plaguicidas se necesitan dos elementos fundamentales: el vehículo o solvente y los compuestos activos⁴.

La principal materia prima son las sustancias activas. Estas son sustancias químicas que pueden presentar una amplia gama de estructuras moleculares y son las que dan su forma de acción al plaguicida. Es la característica global de su composición lo que define la manera de actuar de cada sustancia activa.

En los anexos de la guía técnica se presenta un listado con los principales tipos de plaguicidas que existen, dividiéndolos en grupos según su objetivo o agente que controlan, en sub-grupos según su definición química y presentando algunos ejemplos de productos.

La mayoría de los plaguicidas comprenden excipientes (vehículos) además de los compuestos activos, así como solventes y productos destinados a mejorar la adsorción. Estos ingredientes a veces tienen un efecto importante en el producto formulado, siendo un error considerarlos como inertes en general. Algunos de estos compuestos usados en las formulaciones secas son el talco, sílice, cal, yeso, arcilla, etc., y en las formulaciones húmedas el xileno, ciclohexano y aceites derivados de petróleo.

³ Ver Environmental Protection Agency (U.S.A.) (EPA), Guides to Pollution Prevention, The Pesticide Formulating Industry (EPA/625/7-90-004), Impreso por EPA, Cincinnati, Ohio, U. S. A., 1990.

⁴ Organización Mundial de la Salud (OMS), Tecnología de Control Aplicable a la Formulación y el Envasado de Plaguicidas, Impreso por OMS, Ginebra, Suiza, 1993.

2.2. Procesos de Producción

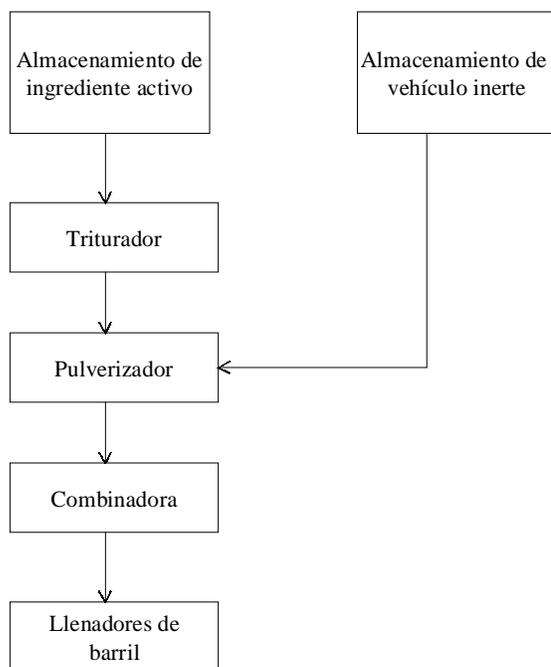
Los procesos de formulación son diferentes, dependiendo de si se trata de una preparación seca o húmeda⁵.

2.2.1. Formulación seca

Las preparaciones secas más comunes son las hechas a base de polvos finos, polvos, gránulos y comprimidos. Los polvos finos y los polvos se fabrican mezclando el agente activo o plaguicida de calidad técnica, con un adecuado vehículo inerte. En los casos en que el ingrediente activo es un líquido, éste se introduce al mezclador a través de una boquilla pulverizadora.

La formulación seca habitualmente incluye dos etapas. En la primera, el vehículo y el compuesto activo se pulverizan y luego se mezclan; posteriormente se les almacena un tiempo para que se produzca la “maduración” de la mezcla. El diagrama de flujo presentado en la Figura 2.1, resume una primera etapa “tipo” en la formulación seca.

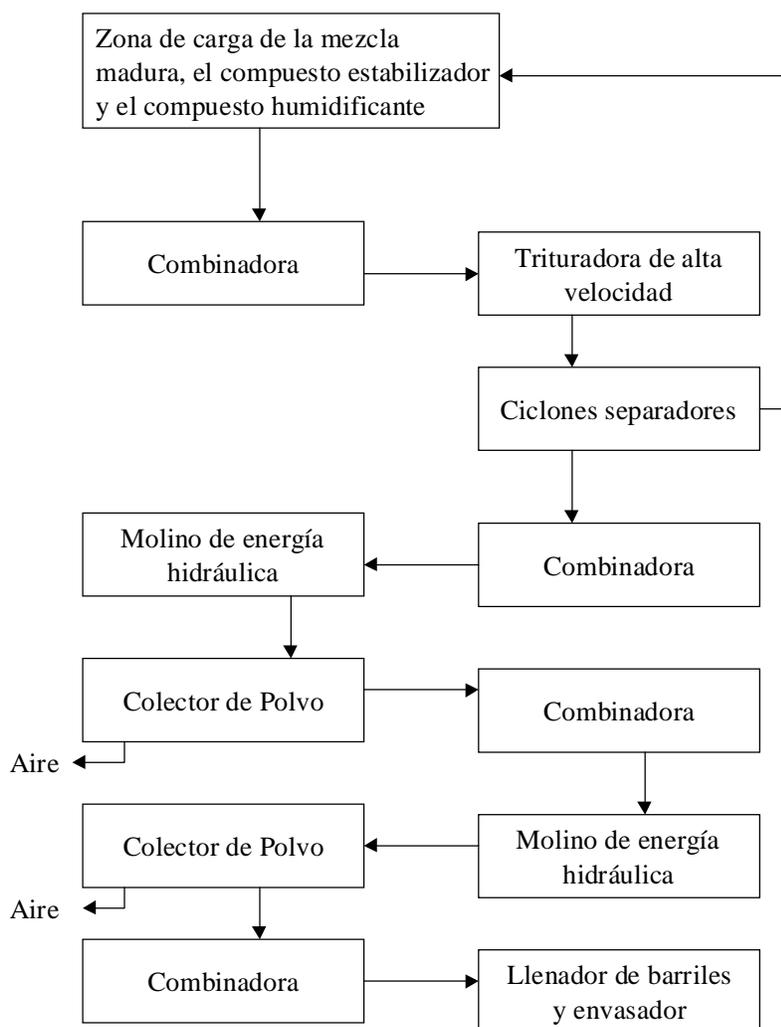
FIGURA 2.1: Esquema de las operaciones de la etapa de premezcla en la formulación seca de plaguicidas.



⁵ Para la elaboración de este apartado se utilizaron las siguientes referencias bibliográficas: EPA (1990), GIFAP (1993) y OMS (1993).

El proceso descrito se conoce como premezcla. Luego de que la mezcla ha madurado, se realiza el proceso de tritución final y combinaci3n (ver Figura 2.2). En esta etapa de producci3n se agregan agentes estabilizantes y humidificantes, para obtener una buena uni3n entre el veh3culo y el compuesto activo. Posteriormente se combinan y pasan por una serie de nuevas trituraciones y combinaciones para llegar al producto final.

FIGURA 2.2: Etapa de trituraci3n final y combinaci3n en la formulaci3n seca de plaguicidas.



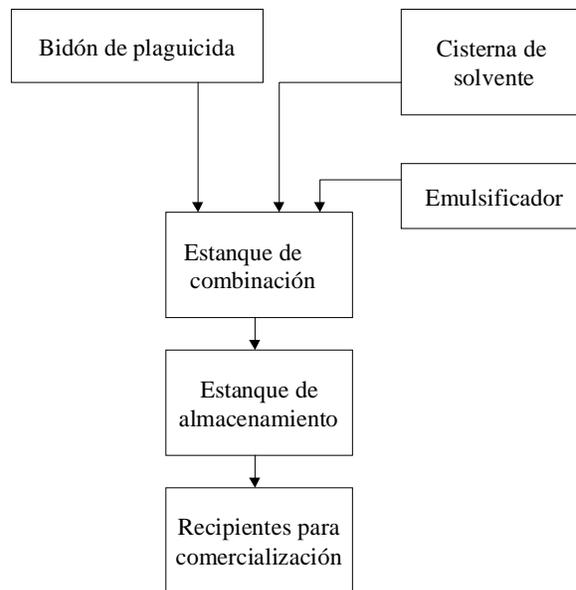
2.2.2. Formulaci3n h3meda

Los plaguicidas tambi3n se pueden presentar como un l3quido (ej.: soluciones en solventes o concentrados oleosos). El ingrediente activo puede ser un l3quido o un s3lido. Los s3lidos se introducen en un sustrato l3quido en presencia de un emulsificante; los l3quidos simplemente se disuelven en un diluyente. Las mezclas se hacen en proporciones establecidas para cada plaguicida.

Los veh3culos l3quidos pueden ser acuosos o solventes org3nicos. El veh3culo cumple un rol importante en lo que se refiere a generar eventuales riesgos de contaminaci3n o riesgos a la salud (en el caso de los org3nicos se pueden encontrar por ejemplo xileno y ciclohexano).

El diagrama de flujo presentado en la Figura 2.3. muestra una operaci3n “tipo” de formulaci3n h3meda.

FIGURA 2.3: Formulaci3n H3meda de Plaguicidas



Los estanques de combinaci3n habitualmente son abiertos, usan agitadores de paletas y pueden contar con otros equipos para controlar la temperatura. En ciertas ocasiones el producto formulado pasa por etapas de filtraci3n para separar precipitados o alg3n otro tipo de impurezas s3lidas.

Si bien tanto las preparaciones h3medas como secas pueden dise1arse como procesos continuos,

habitualmente se opera por lotes, incrementando así los peligros de exposición y fugas en las operaciones de carga del proceso.

2.3. Productos

Los productos finales del proceso de formulación son los plaguicidas. Estos quedan en condiciones de ser usados inmediatamente o, después de una sencilla mezcla, en las faenas agrícolas. Los plaguicidas se pueden presentar en las siguientes formas:

2.3.1. Plaguicidas Secos

- Polvo seco
- Polvo mojable
- Polvo soluble
- Gránulos
- Cebos tóxicos.
- Fumigantes sólidos

2.3.2. Plaguicidas Líquidos

- Concentrados emulsionables
- Líquidos miscibles
- Microencapsulados
- Fumigantes líquidos
- Aerosoles

2.3.3. Plaguicidas Gaseosos

- Fumigante gaseoso

3. GENERACIÓN DE RESIDUOS Y ASPECTOS AMBIENTALES

3.1. Fuentes de generación de contaminantes

En este punto se analiza en la guía técnica la forma en que el proceso de formulación de plaguicidas puede generar contaminación, distinguiéndose dos tipos básicos de procesos (seco y húmedo). Las fuentes generadoras de contaminación son diferentes para cada uno⁶. No obstante lo anterior, existen riesgos de contaminación comunes para ambos procesos. Por ejemplo, la posibilidad de que se produzcan derrames en las áreas de bodega, tanto de materias primas como de productos terminados. Esto es una posibilidad cierta y, obviamente, una fuente de contaminación.

En general, este tipo de derrames pueden producirse tanto con productos en polvo como líquidos. Por tanto, las bodegas deben contar con sistemas de control para evitar que estos derrames alcancen el sistema de alcantarillado. Asimismo, la empresa debe implementar procedimientos de control de derrames por escrito (Manual de Procedimientos) a objeto de que los trabajadores sepan como actuar en caso de presentarse una situación como la descrita, para poder controlarla en forma eficiente y sin exponerse a riesgos.

Por otra parte, cabe mencionar que el impacto generado por un derrame es particular respecto al tipo de producto y volumen derramado, es decir, depende de las características propias del producto derramado, siendo la regla general que a mayor toxicidad, mayor riesgo.

Otra fuente de generación de contaminación común está dada por el transporte de sustancias fitosanitarias o materias primas para su formulación, tema que se comenta en forma más amplia en Guía Técnica para la Fabricación de Plaguicidas.

3.2. Formulación

3.2.1. *Formulación Seca*

La emisión de material particulado es el principal riesgo de contaminación en estas operaciones. Por una parte, se tiene el vehículo inerte y, por otra parte, el plaguicida. Como compuesto activo o formulado, el plaguicida es indudablemente más peligroso que el vehículo inerte, cuando se presenta como material particulado en el ambiente. La generación de material particulado se puede producir en diferentes etapas:

⁶ En este apartado se utilizaron las siguientes referencias bibliográficas: Environmental Protection Agency (U.S.A.) (EPA), Guides to Pollution Prevention, The Pesticide Formulating Industry (EPA/625/7-90-004), Impreso por EPA, Cincinnati, Ohio, U. S. A., 1990; Environmental Protection Agency (U.S.A.) (EPA), Guides to Pollution Prevention, Non-Agricultural Pesticide Users (EPA/625/R-93/009), Impreso por EPA, Cincinnati, Ohio, U. S. A., 1993; GIFAP (1993), op. cit.; Organización Mundial de la Salud (OMS), Consecuencias Sanitarias del Empleo de Plaguicidas en la Agricultura, Impreso por OMS, Ginebra, Suiza, 1992; y OMS (1993), op. cit.

- Manipulación de los materiales de entrada al cargar los equipos
- Operaciones de transferencia de materiales
- Operaciones de disminución de tamaño, por fugas en cierre
- Operaciones de limpieza de los equipos
- Operaciones de envasado del producto final
- Fugas en general de cualquier contenedor

Otra fuente de generación de residuos está relacionada con el lavado del área donde se realiza la formulación. Efectivamente, las aguas de lavado pueden transportar altas concentraciones de plaguicidas, por tanto éstas no pueden ser vertidas directamente al alcantarillado.

Otra fuente potencial de contaminación presente a nivel industrial, son los tambores y recipientes donde se han transportado los compuestos activos de los plaguicidas, así como otras materias primas que serán adicionadas en diferentes etapas del proceso de formulación. En razón de lo anterior, las empresas deben asumir su responsabilidad respecto a estos recipientes, comprendiendo que por ser generadores del residuo, este es de su responsabilidad (principio de la cuna a la tumba) y, por tanto, a ellos compete buscar alternativas de control para evitar que estos envases sean utilizados por la población para almacenar alimentos o productos comestibles.

3.2.2. *Formulación Húmeda*

La principal fuente de contaminación en este caso es la emisión de solventes a la atmósfera por volatilización, lo que ocurre cuando el proceso no se efectúa mediante un circuito cerrado. El riesgo de esta emisión está dado por las características del solvente, que puede ser tóxico y/o inflamable. El mayor riesgo de las formulaciones húmedas son los derrames de compuestos activos o formulados, por lo que se debe llevar un estricto programa de mantenimiento en los equipos para que tal situación no se produzca.

Las fugas por volatilización se producen habitualmente en los estanques de almacenamiento y de mezcla que no están adecuadamente confinados. En algunos casos las mezclas se hacen en estanques abiertos, por tanto existe evaporación permanente de solventes en el área de trabajo, lo cual implica no sólo un riesgo cierto de contaminación en el ambiente, sino también la posibilidad de formar una mezcla explosiva, situación que genera un área de alto riesgo. Ante tal situación es recomendable el uso de extracción local, de modo tal de remover el aire contaminado con solventes para proteger a los trabajadores.

Durante la formulación húmeda siempre está presente la probabilidad que ocurra un accidente que implique un derrame de los líquidos utilizados en el proceso. Por lo anterior, es de vital importancia que los estanques donde se realiza la formulación se encuentren rodeados de muros a objeto de formar un dique de contención con una capacidad del 110 % del volumen de los estanques.

En cuanto a otro tipo de residuos generados, nuevamente se debe centrar la atención en los

recipientes vacíos de compuesto activo, que deben ser sometidos a un triple lavado, y en las aguas de lavado de las instalaciones, que deben ser neutralizadas. También puede ocurrir que el proceso incluya una etapa de filtración de impurezas o precipitados; en tal caso se genera un filtrado que es un residuo peligroso.

Los recipientes de los compuestos activos son residuos peligrosos y deben ser tratados adecuadamente en sitios habilitados para su disposición final, a fin de evitar riesgos a la salud de la población o el medio ambiente.

La otra fuente importante de contaminación son los residuos de la limpieza de las instalaciones, los que pueden contener compuestos tóxicos y por lo tanto deben ser tratados para evitar su liberación al ambiente.

Asimismo se deben tomar medidas de control para evitar el escape de material particulado y de solventes volátiles. Para el control de ambos factores lo recomendado son los sistemas de extracción de aire; estos sistemas se componen básicamente de una serie de tomas de aire contaminado que es llevado por ventiladores a filtros o algún otro sistema de separación que captan el contaminante y lo inmovilizan.

3.3. Fraccionamiento

En la etapa de fraccionamiento, los impactos que genera el proceso son los mismos que se producen durante el envasado del plaguicida. Por lo tanto, se deben adoptar las mismas medidas de prevención y protección así como contención de derrames, captación de polvos y gases, diseño de las bodegas, protección al trabajador, etc.

No obstante lo anterior, se hace presente que el reenvasado informal de plaguicidas, esto es, el trasvasije desde envases debidamente sellados y etiquetados, hacia otros envases menores para su posterior venta en lugares no habilitados o no aprobados por las autoridades sanitarias y ambientales, es una práctica ilegal y, por lo tanto, no debe efectuarse bajo ninguna circunstancia.

3.4. Almacenamiento

En la etapa de almacenamiento, se debe tener presente los siguientes aspectos:

- Se debe conocer la naturaleza del compuesto, esto implica saber bajo qué condiciones puede llegar a inflamarse y cuáles son las precauciones que deben tomarse.
- Los productos inflamables deben estar almacenados en recipientes cerrados y debidamente etiquetados para su identificación, de acuerdo a la NCh 2.190.
- Se deben almacenar en áreas aisladas, de acceso controlado y con prohibición explícita de fumar o generar fuego.
- Se debe prohibir el uso de aparatos que emitan chispas.

Un punto de especial cuidado es el referido a la presencia de polvos en suspensión. Un polvo con contenido orgánico que se encuentra en estas condiciones puede explotar violentamente frente a una ignición que libere energía suficiente.

3.5. Distribución

En la etapa de distribución, que comprende tanto el transporte como la venta a los usuarios de los plaguicidas, se pueden producir diversos impactos ambientales que deben ser debidamente prevenidos y controlados.

Para el caso del transporte, que debe hacerse en los términos y condiciones que señala el Reglamento sobre el Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos, pueden producirse roturas de envases, derrames de plaguicidas, incendios, intoxicaciones en personas y animales, etc.

Durante la etapa de comercialización, que debe efectuarse en envases debidamente sellados y rotulados, se debe desarrollar un estricto manejo de los inventarios y un adecuado almacenamiento, a fin de impedir la generación de residuos tales como envases vacíos, productos vencidos o derrames.

3.6. Aplicación

Durante la etapa de aplicación, los principales impactos ambientales que se pueden generar son la generación de residuos tales como envases o restos de plaguicidas, y la contaminación atmosférica, de los suelos y de las masas o cursos de aguas, como consecuencia de una utilización inadecuada de los plaguicidas.

4. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS⁷

4.1. El concepto de prevención de la contaminación

La prevención de la contaminación es un tema de reciente desarrollo, el enfoque tradicional para hacer frente a los requerimientos ambientales descansaba en las tecnologías de control y tratamiento ("end-of-pipe") esto es, tecnologías cuyo objetivo era controlar y tratar los residuos generados durante el proceso, o bien, aplicar alguna tecnología de tratamiento para los residuos y emisiones. Sin embargo, en los últimos años es cada vez mayor el número de industriales y profesionales convencidos con el lema de que "un gramo de prevención vale más que un kilogramo de remedio".

El éxito que han tenido las prácticas de prevención está fuertemente apoyado por los beneficios económicos obtenidos por plantas e instalaciones industriales que han adoptado estrategias y programas sobre prevención de la contaminación.

La internalización de los costos ambientales por las entidades generadoras de bienes y servicios ha sido la fuerza motriz de una serie de cambios en conceptos y actitudes, cuyos aspectos centrales son los siguientes:

- el concepto clave es reducir la contaminación desde la fuente de generación, esto puede ser por reducción de volumen del contaminante o bien, por la reducción de la toxicidad del mismo;
- el alcance de la responsabilidad ambiental de la entidad generadora se ha extendido hasta cubrir todo el ciclo de vida del producto;
- la contaminación ha dejado de verse como un mal necesario para visualizarse principalmente como un indicador de ineficiencia y atraso tecnológico.

La Prevención de la Contaminación incluye un espectro de estrategias tales como:

- la administración de inventarios, para evitar el desperdicio de materias primas;
- reingeniería de los procesos, equipo o productos, buscando una minimización de los residuos a través de buenas prácticas de manufactura y el mantenimiento preventivo de los equipos e instalaciones;
- prácticas de uso eficiente de energía;
- prácticas de uso eficiente de agua;
- reciclaje y reutilización de subproductos y desechos;
- cambio tecnológico para reemplazar tecnología obsoleta y contaminante, e incluso el

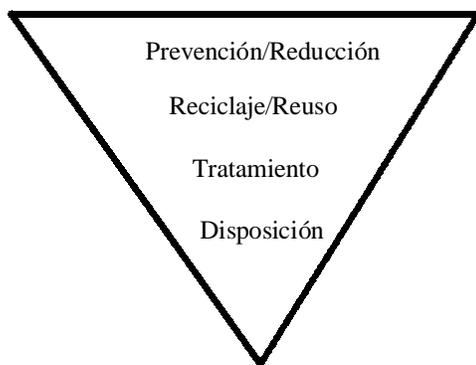
⁷ En la elaboración de este apartado se utilizaron las siguientes referencias bibliográficas: EPA (1990), op. cit.; GIFAP (1993), op. cit.; y OMS (1993), op. cit.

cambio de materias primas y de productos, para substituirlos por tecnología y materiales menos contaminantes o productos reciclables.

El concepto de prevención de la contaminación adoptado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) es el "acto de eliminar un contaminante antes de que se genere".

La idea básica es prevenir la generación de contaminantes en lugar de controlar la contaminación o manejar los residuos una vez que ya se han generado. El término reducción en la fuente es, prácticamente, un sinónimo de prevención de la contaminación. Una estrategia de prevención supone una cierta jerarquización de las acciones de control de la contaminación. En la Figura 4.1 se presenta la llamada estrategia del triángulo invertido que ilustra respecto a esta jerarquización y como se reducen las opciones al avanzar en el ciclo del producto.

FIGURA 4.1 Estrategia de triángulo invertido para prevención de la contaminación⁸.



4.2. Desarrollo e Implementación de un Programa de Prevención de la Contaminación

La Prevención de la Contaminación está ampliamente relacionada con las actividades que benefician al medio ambiente a través de:

- la reducción de residuos, descargas y emisiones,
- el mejoramiento de la eficiencia en el uso de los recursos, y
- la eliminación o reducción del uso de sustancias y/o actividades perjudiciales para el medio ambiente.

Para desarrollar las actividades que dan soporte a estas estrategias, es necesario establecer un Programa de Prevención de la Contaminación (PPC). En un programa de este tipo se realizan algunas de las siguientes actividades:

- Reducir/eliminar el uso de sustancias contaminantes o procesos que utilizan sustancias

⁸ *Establecida por el Congreso de USA en el Acta de 1990 para Prevención de la Contaminación.*

contaminantes.

- Reducir la conservación y almacenamiento de materias primas contaminantes a través del mejoramiento de prácticas de operación y mantenimiento.
- Reemplazar sustancias y materiales contaminantes por otras no-tóxicas o menos tóxicas. En el caso de los plaguicidas, la generalidad de los principios activos son sustancias casi siempre contaminantes, por lo que este punto será difícil de implementar.
- Reemplazar el equipo que requiere operar con materiales contaminantes.
- Recuperar y reciclar materiales dentro del proceso. Por ejemplo, recircular los Riles.
- Rediseñar el proceso productivo y/o los productos.

Antes de iniciar un Programa de Prevención de Contaminación (PPC), es importante tener en cuenta que para desarrollar acciones efectivas se requieren tres elementos esenciales⁹:

1. Reconocer
2. Comprometer
3. Entender

Si estos tres elementos existen, podemos prever el éxito en la implementación del PPC. En el caso del punto 3, se debe tener presente que ello forma parte esencial para que la empresa se pueda acoger al sistema HACCP¹⁰ y pueda certificarse bajo las Normas ISO 14.000, que pese a ser eminentemente voluntarias, exigen el cumplimiento de dos requisitos que son casi imperativos, a saber:

1. Compromiso de la gerencia con el mejoramiento continuo; y
2. Cumplimiento de la legislación y reglamentación interna del país.

Asimismo, es importante enfatizar que un PPC debe formar parte de las prácticas diarias de operación de la compañía, debe ser un proceso continuo para que sus logros sean verdaderamente exitosos. Ahora bien, cada empresa necesita un PPC muy particular, el cual dependerá de sus prácticas, operaciones, materiales que utiliza, tecnologías, etc. Para una empresa planificar y diseñar su propio programa de prevención, debe desarrollar el ciclo que se ilustra a continuación y que consiste en ocho pasos que, una vez completados, permiten retroalimentar el ciclo.

Paso 1: Obtener apoyo de la Gerencia

Paso 2: Estructurar el Programa de Prevención de la Contaminación.

Paso 3: Caracterizar el proceso

Paso 4: Identificar oportunidades

Paso 5: Determinación de costos

⁹ Ver con más detalle Harrison, Lee *at all.*: Manual de Auditoría Medioambiental. Higiene y Seguridad. McGraw Hill, Madrid, 1996.

¹⁰ Se hace referencia a un programa preventivo, orientado a asegurar calidad en la producción de alimentos, conocido en inglés como Hazard Analysis Critical Control Points cuya aplicación se ha estado expandiendo y se hará exigible en los EE.UU. y Canadá para las importaciones de alimentos. El sistema HACCP es perfectamente compatible con la ISO 14.000.

Paso 6: Implementación del programa.

Paso 7: Evaluación del programa.

Paso 8: Permanencia del programa.

4.3. Auditorías Ambientales

La Auditoría Ambiental es una herramienta administrativa que comprende una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva de cómo la empresa, la administración y su equipo se conducen con el objetivo de colaborar a proteger el medio ambiente.

En términos generales un programa de auditoria ambiental consiste en verificar, analizar, evaluar y asegurar la adecuación y aplicación de las medidas adoptadas por la empresa para minimizar los riesgos y la contaminación ambiental derivados de la realización de actividades que, por su naturaleza, constituyen un riesgo potencial para el ambiente. Incluye actividades como las siguientes:

- a) Actividades asociadas con el manejo y control de sustancias peligrosas, y emisiones contaminantes derivadas de procesos e instalaciones que generen otras formas de contaminación ambiental.
- b) Actividades derivadas de las medidas para prevenir y/o actuar en caso de contingencias o emergencias ambientales.

4.3.1. Beneficios de una auditoría ambiental

Los beneficios que ofrece el uso de las Auditorías Ambientales son múltiples; permite, a lo menos, asegurarse que:

- se esta cumpliendo con las disposiciones reglamentarias (leyes, reglamentos y normas).
- se está cumpliendo con las políticas de la empresa.
- se está incrementando el cuidado de los empleados sobre condiciones ambientales.

4.3.2. Auditorías de Análisis de Riesgo Ambiental

La exposición prolongada y crónica de emisiones contaminantes de los alrededores de los complejos industriales, especialmente de los plaguicidas, tienen un efecto importante sobre la salud pública. Estos problemas ambientales derivados de la tecnología guardan relación estrecha con la seguridad, esto se hace más evidente en el caso de emanaciones accidentales, donde los efectos sobre el medio ambiente llegan a ser en algunos casos de consecuencias fatales.

En respuesta a este problema, las autoridades ambientales en muchos países han decidido implementar una serie de acciones encaminadas a corregir los problemas que repercuten o podrían repercutir en el medio ambiente y que por lo tanto tendrían una afectación directa o indirecta en el ser humano.

En Chile, la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente es un buen ejemplo de ello, específicamente a través del uso de instrumentos como el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. En ese sentido es útil revisar los parámetros que indica el artículo 11 de la citada ley, para efectos de exigir la procedencia de los Estudios de Impacto Ambiental.

Una auditoría ambiental centrada en los riesgos debe considerar los siguientes elementos:

- a) Actividades altamente riesgosas
- b) Estudio de Riesgo Ambiental
- c) Riesgo

Las medidas de prevención y mitigación de riesgos aplicables en las diversas instalaciones industriales pueden clasificarse en:

- Preventivas. Su finalidad es reducir los niveles originados de riesgo o valores socialmente aceptables.
- De control. El objetivo es reducir los efectos en el ambiente de situaciones accidentales cuando se lleguen a presentar.
- De atención. Su objetivo es el de reducir los daños a la población y al equilibrio ecológico cuando el accidente ha tenido lugar.

Es importante señalar que el riesgo total que presenta una instalación industrial o agrícola conjuga dos aspectos importantes: el riesgo intrínseco del proceso, que depende de la naturaleza de los materiales involucrados y la vulnerabilidad de los diversos equipos que integran el proceso así como su distribución y transporte; y los riesgos de la instalación, que dependen de las características del sitio y de su ubicación, mismos que pueden incrementar su nivel de riesgo al presentarse eventos naturales que inciden en el accidente o la propia magnitud de sus efectos (población aledaña, ecosistemas frágiles, etc.).

4.4. Control de los procesos

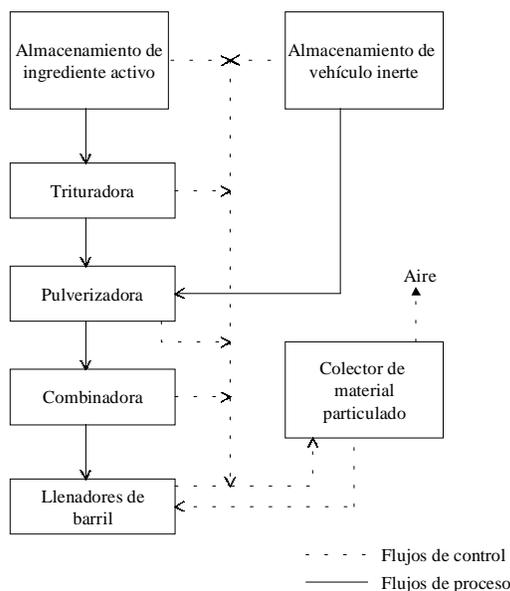
4.4.1. Formulación seca

En el caso de la formulación seca, el mayor riesgo es la generación de partículas que presentan un grado de toxicidad que obliga a tratarlas adecuadamente.

La práctica ha demostrado que las emisiones de material particulado se pueden reducir al mínimo con la adopción de medidas adecuadas; las técnicas de prevención usadas son básicamente la colección de las partículas por medio de sistemas de captación local de aire y una posterior colección en sistemas de filtrado de polvo, habitualmente filtros de mangas, de modo tal que el polvo que permanece en los filtros pueda ingresar nuevamente a proceso productivo.

La práctica más adecuada en el caso de la premezcla es usar un colector de polvo que por medio de una circulación forzada de aire capte todo el que se genera, tanto en las operaciones como en las zonas de almacenamiento.

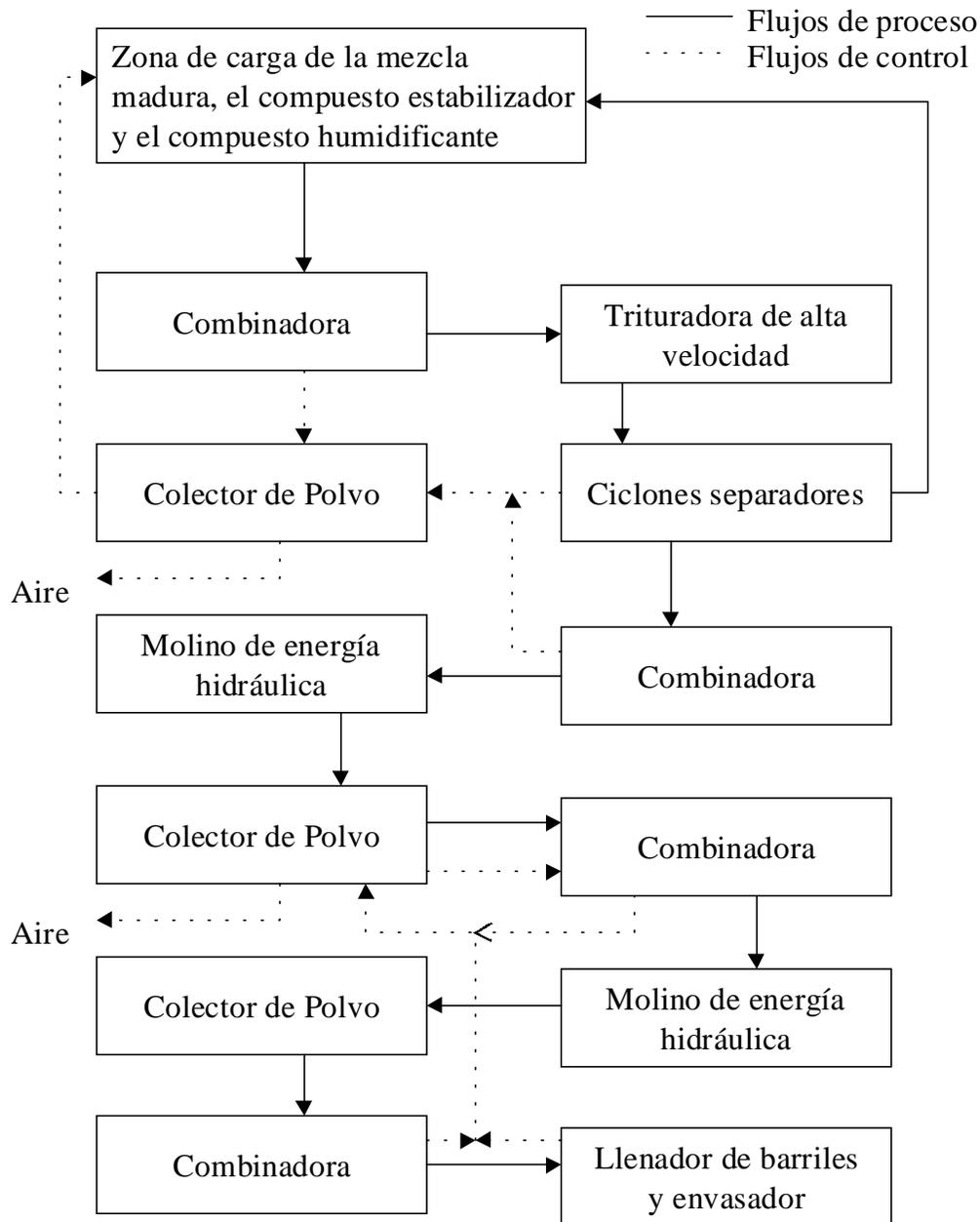
FIGURA 4.2. Métodos de control de emisión de polvos fugitivos en la etapa de premezcla de



las formulaciones secas.

Para la etapa trituration y combinación final, las medidas de prevención son básicamente las mismas; se instalan colectores de polvo o se aprovechan los existentes, conectándolos a las salidas de cada combinadora, área de recepción de material y área de envasado.

FIGURA 4.3: Sistema de control de polvos fugitivos en la etapa final de trituración y mezcla en la formulación seca



El buen funcionamiento del sistema de colección de polvo depende fundamentalmente del diseño, a objeto de lograr que el colector opere en forma eficiente y que se eviten las emisiones fugitivas en cada una de las operaciones. Por tanto, el sistema de ductería deberá ser hermético, con las menores pérdidas de carga posibles, y la campana debe estar lo más cercana a la fuente, cuidando que la captación de los polvos no pase por la zona respiratoria del trabajador. Para la etapa trituración y combinación final, las medidas de prevención son básicamente las mismas; se instalan colectores de polvo, o se aprovechan los existentes, conectándolos a las salidas de cada combinadora, área de recepción de material y área de envasado.

4.4.2. Formulación húmeda

En el caso de las formulaciones húmedas, los riesgos de contaminación son menores debido a que los líquidos en general son más fáciles de controlar que los polvos. Los riesgos de fugas deben minimizarse por medio de un riguroso plan de mantenimiento de las cañerías, uniones, válvulas, etc. Se recomienda usar flujos gravitacionales en lugar de bombeo y evitar en general trabajar con elevadas presiones, lo que aumenta el riesgo de fugas; de igual modo se recomienda trabajar a temperaturas cercanas a la ambiental o bajas, para reducir la evaporación de los solventes.

4.5. Posibilidades de mejores técnicas de producción¹¹

Los procesos de formulación son relativamente sencillos y hay poco que modificar al proceso mismo. Si el proceso está bien implementado, debiera tener un mínimo de impacto en el entorno. Para facilitar un buen control del proceso conviene tomar medidas desde la etapa de diseño de la planta.

4.5.1. Ubicación geográfica

Las plantas de formulación de plaguicidas tienen el riesgo potencial de fugas de compuestos altamente tóxicos, de modo que resulta aconsejable instalarlas en zonas aisladas. Existe además el problema de los olores. Por ejemplo, los compuestos sulfurosos contenidos en los organotiofosfatos comienzan a olerse a niveles de unas cuantas partes por mil millones (ppmm), de modo que emisiones que tienen un efecto insignificante sobre la salud humana pueden dar lugar a molestias en la población de los alrededores. También, por razones de seguridad, deben estudiarse las condiciones climáticas del lugar, la proximidad con otras industrias peligrosas y de unidades de apoyo a las emergencias como bomberos y postas, las facilidades para el transporte, etc.

¹¹ En la elaboración de este apartado se utilizaron las siguientes referencias bibliográficas: EPA (1990), op. cit.; GIFAP (1993), op. cit.; y OMS (1993), op. cit.

4.5.2. Diseño de la planta

La planta debe estar diseñada de modo de minimizar riesgos de derrames por el manejo de los materiales, esto implica fáciles accesos desde las zonas de almacenamiento hacia las de operación. Además, las instalaciones deben ser protegidas del ingreso de personas extrañas a la operación y deben considerar desde su diseño la necesidad de las tecnologías de control antes descritas (sistemas de captación de emisiones).

En cuanto al almacenamiento, debe tenerse en cuenta que almacenar solventes orgánicos junto con compuestos tóxicos es peligroso debido a que mezclarlos puede producir la liberación de sustancias tóxicas en caso de fuego o explosión.

En general, se deben tomar en cuenta los siguientes puntos en el diseño y a la hora de introducir cualquier modificación a los procesos:

- Todos los equipos se utilizan para más de un producto químico, por lo tanto deben ser fáciles de limpiar.
- Debe procurarse el uso de procesos continuos en lugar de en lotes.
- Dentro de lo posible, los flujos serán por gravedad, en lugar de bombeo; de este modo, se reducen las presiones a las que se someten las tuberías y las fugas por el sistema de transporte en general.

4.5.3. Operación de la planta¹²

Además de las técnicas de control de la contaminación basadas en la ventilación y captación del aire contaminado existen una serie de prácticas recomendables para operar la planta que permiten evitar o minimizar la generación de residuos.

a) Maximizar los volúmenes producidos en cada operación

Esto se refiere a producir la mayor cantidad posible de compuesto formulado en cada serie de operaciones y cambiar el compuesto a producir sólo cuando ya se ha elaborado el suficiente para cubrir toda la demanda de un período determinado. De esta manera, se evitan lavados intermedios al cambiar de producto. La posibilidad de aplicar esta medida está condicionada a la capacidad de las bodegas donde se almacena el producto formulado y la limitación al tiempo de almacenamiento (vencimiento).

¹² En la elaboración de este apartado se utilizaron la siguiente referencia bibliográfica: EPA (1990), op. cit.

b) Almacenar y reutilizar las aguas de lavado

Cuando se usa agua para el lavado de las instalaciones se genera un residuo líquido contaminado con plaguicidas. Habitualmente este líquido todavía puede usarse para lavar los equipos y resulta conveniente almacenarlo para el siguiente lavado en lugar de tratarlo y disponerlo inmediatamente. En los lavados en más de una etapa, el agua de la última está suficientemente limpia para ser usada en la primera del lavado siguiente.

En las formulaciones húmedas es aconsejable hacer un primer lavado con el mismo solvente que se ocupa en la formulación y luego almacenarlo y usarlo como insumo la próxima vez que se fabrique ese compuesto. Esta medida es muy efectiva, pero requiere de un manejo de bodegas complicado y disponibilidad de espacio que limitan su aplicabilidad.

De ser necesario almacenar esta agua en tambores, se deberá rotular el tambor a objeto de señalar claramente el tipo de residuo que se encuentra almacenado, la fecha y si éste va a ser reutilizado o es necesario neutralizarlo para posteriormente eliminarlo. La eliminación debe ser siempre en forma posterior a la neutralización y de acuerdo a la normativa vigente.

c) Usar lavado de mayor eficiencia

Resulta muy conveniente aplicar el agua u otro material de lavado a través de boquillas a presiones elevadas. De esta forma se obtienen los mismos resultados de lavado usando una menor cantidad de agua y, por lo tanto, genera un residuo de menor volumen y menores costos de tratamiento. Se ha observado que el uso de agua a presión reduce el consumo (por este concepto) entre un 80% y un 90%.

d) Métodos de limpieza secos

En el caso de la ocurrencia de derrames o cualquier tipo de fuga, se recomienda no lavar el área contaminada directamente con agua, sino usar adsorbentes secos que capturen el contaminante, como aserrín o arena; de esta forma, se reducen los volúmenes de residuos asociados a las operaciones de limpieza.

e) Control de los productos fuera de especificación

Los productos fuera de especificación son el resultado de un control insuficiente sobre el proceso. Idealmente esta situación puede evitarse totalmente adoptando medidas estrictas de control de calidad y automatización. Aunque el proceso de formulación es relativamente sencillo, el control y la automatización del proceso aseguran una producción de alta calidad y sin variaciones en los productos terminados, evitando la generación de productos fuera de especificación por error de los operarios.

f) Manejo de los contenedores

Los contenedores de compuestos activos (bolsas, tambores, etc.) pueden ser limpiados para la reutilización, o pasar a disposición final como residuo peligroso o no peligroso, dependiendo del compuesto que puede aún permanecer en el envase. Los envases de compuesto activo pueden usarse también para contener otros residuos peligrosos (siempre y cuando no existan incompatibilidades que puedan provocar una reacción), como bolsas o residuos de operaciones de limpieza, los que luego se envían a tratamiento o disposición.

Otras prácticas útiles en la minimización de los residuos son:

- Enviar los contenedores de vuelta a los fabricantes de compuesto activo para que sean rellenos con el mismo compuesto. Esta es una práctica que ha sido difícil de implementar en otros países del mundo y resulta particularmente difícil en el caso de Chile debido a que los compuestos activos son importados desde el extranjero; no obstante, empresas nacionales que prestan servicios a empresas más grandes han implementado ya esta práctica.

- Usar la técnica del triple lavado y reutilizar los tambores. El triple lavado consiste en hacer un lavado del envase en tres etapas, botando todo el líquido entre cada una; luego, el tambor puede ir a disposición final como residuo peligroso o no peligroso, dependiendo del compuesto que haya contenido. También puede reacondicionarse para un uso posterior. Para reacondicionar los tambores, deben someterse a un tratamiento térmico a 1200°C; luego, se limpian con arena a presión o granallado y son pintados nuevamente. Los tambores reacondicionados deben usarse para el mismo producto o para alguno semejante; en ningún caso deben utilizarse para contener comida, alimento de animales, bebidas, drogas o cosméticos.

- Someter a este proceso de limpieza los tambores plásticos no es aconsejable ya que el triple lavado es con frecuencia insuficiente para remover trazas de plaguicida del contenedor. El plástico puede absorber el compuesto y ser siempre peligroso; además, no sufre deformaciones permanentes con la misma facilidad que los metales y tiende a recuperar su forma, lo que dificulta su compresión y genera residuos de gran volumen. Una solución para este problema ha sido el uso de recubrimientos internos para el tambor. Los recubrimientos son más fáciles de disponer, eliminándose la necesidad de la limpieza del tambor.

g) Segregación de residuos

Una práctica aconsejable en cualquier industria es no mezclar los residuos peligrosos con los que no lo son. De esta manera se genera una menor cantidad de residuos que necesitan tratamiento, reduciendo los costos del mismo. Al mismo tiempo, se pueden recuperar los residuos no contaminados, como la chatarra y los cartones, obteniéndose beneficio económico. Las bolsas contaminadas deben empacarse dentro de otra limpia en espera de su disposición o tratamiento.

Los residuos producto de la adsorción de derrames de líquidos (aserrín, arena, etc), deberán mantenerse segregados y almacenados en receptáculos a objeto de ser sometido a tratamiento, ya sea al interior de la misma planta o entregados a empresas especializadas para ser enviados a

disposición final de acuerdo con la normativa vigente.

h) Manejo de inventarios

El manejo de las compras de material debe ser tal, que se evite mantener en stock insumos por un tiempo prolongado. La razón de esto no es solamente optimizar el uso del espacio, sino evitar la generación de residuos por vencimientos de productos y mantener el mínimo posible de compuestos peligrosos en las bodegas. Especial atención se debe poner a los reactivos de laboratorio de análisis químicos; éstos son generalmente usados en pocas cantidades y tener grandes volúmenes almacenados lleva a la posibilidad de generar residuos de reactivos vencidos.

4.6. Prevención de la contaminación en el almacenamiento y manejo de residuos peligrosos

En nuestro país existe una marcada actividad industrial en diversas regiones; esto trae consigo el movimiento de diferentes materiales químicos y, por lo tanto, los riesgos de accidentes asociados al manejo y transporte de residuos, ya que en la mayoría de los casos éstos se tratan y disponen en instalaciones distantes del punto de generación, especialmente cuando se trata de residuos peligrosos.

El hecho de llevar un residuo del punto de generación hasta su destino final involucra su recolección, transporte y almacenamiento dentro de la instalación industrial, así como la recolección y el transporte hasta la planta en la cual se le dará el tratamiento que se requiere.

El manejo de los residuos dentro de la instalación industrial es responsabilidad del propio generador; sin embargo, cuando son transportados fuera de esta, el personal contratado para su traslado comparte la responsabilidad por cualquier accidente o contaminación que pudiera ocurrir.

Un primer paso que es indispensable realizar antes de efectuar cualquier actividad de manejo de un residuo, es la caracterización del mismo, esto es determinar las características que lo definen como residuo peligroso o no peligroso, a través de un análisis químico conocido como análisis CRETIB que considera los siguientes parámetros:

- Corrosividad
- Reactividad
- Explosividad
- Toxicidad
- Inflamabilidad y potencial
- Biológico-infeccioso

Una vez que se determinaron las características de los residuos, se procede a seleccionar la forma más adecuada para su almacenamiento y manejo.

4.6.1. Almacenamiento de residuos y/o materiales peligrosos

Existen tres recomendaciones básicas a seguir para el almacenamiento de residuos peligrosos:

1. Proteger los contenedores de residuos contra daños físicos;
2. Almacenar materiales compatibles; y
3. Aislar los materiales inflamables del calor, flamas y chispas.

De estas tres recomendaciones, la más difícil de realizar es la segunda debido al poco conocimiento de la gente sobre la compatibilidad de sustancias y materiales. El almacenamiento compatible se refiere a no realizar mezclas de residuos que pueden ser causantes de fuego, generación de calor, corrosión de los contenedores, generación de gases venenosos y otras condiciones peligrosas.

Además de las consideraciones de almacenamiento compatible, otro factor importante en el almacenamiento de residuos o materiales peligrosos es el tipo de envase y/o embalaje más adecuado.

Es común que durante los procesos industriales se cuente con recipientes para almacenar residuos en los puntos de generación de los mismos, generalmente son tambores de 200 litros, recipientes plásticos tipo bomboneras, sacos de plástico o de papel, contenedores removibles y contenedores con ruedas. Estos recipientes son almacenes provisionales para el traslado de los residuos a un punto principal de almacenamiento dentro de la planta.

Las formas de almacenamiento más comunes son:

1. Contenedores: artefactos portátiles para almacenar, transportar, tratar o disponer materiales; se utilizan con mucha frecuencia.
2. Tanques: es la segunda forma más usada para almacenamiento de residuos peligrosos, y se definen como artefactos estacionarios construidos de materiales como concreto, madera, acero o plástico.
3. Superficies encerradas: instalaciones o parte de instalaciones en forma de depresiones topográficas naturales, excavaciones hechas por el hombre o áreas de diques formados por materiales térreos. Las superficies encerradas se diseñan para depositar y acumular los residuos líquidos o residuos libres de líquidos. Estos sitios se conocen mejor con el nombre de confinamientos.
4. Pilas de residuos: es el tipo de almacenamiento menos usado y se usa para residuos no corrientes o semi-líquidos.

La selección de un envase adecuado y de calidad es un punto muy importante durante el manejo de residuos peligrosos para que durante su transporte y almacenamiento no se presenten fugas o derrames debidos a cambios de presión, temperatura o humedad, factores que es necesario tener muy en cuenta antes de seleccionar el lugar o la instalación de almacenamiento ya sea temporal o permanente.

Una vez seleccionado el envase y el embalaje más adecuado, es necesario someterlo a pruebas de:

- caída
- estanquidad
- presión interna
- apilamiento

Otro requisito para el manejo adecuado de residuos es el etiquetado correcto de los recipientes o contenedores en los cuales se almacenan, con la finalidad de que cualquier persona que tenga contacto con ellos durante su manejo, esté consciente del riesgo potencial del material o residuo y se tomen las consideraciones necesarias.

Las etiquetas de los recipientes deben ser cuadradas con dos vértices opuestos en forma de rombo y llevan una línea del mismo color del símbolo paralela al borde exterior. En la parte superior de la etiqueta se coloca un símbolo y en la parte inferior el nombre de la clase o división que indica la naturaleza del riesgo.

4.6.2. Manejo de residuos y/o materiales peligrosos

El manejo apropiado de residuos o materiales peligrosos está basado en dos conceptos: Protección del personal y Protección del medio ambiente.

El manejo inapropiado de materiales peligrosos tiene resultados muy costosos:

- ausentismo de personal,
- demandas por daño a la salud del personal y
- limpieza de sitios contaminados entre otros (remediación).

La protección del personal que maneja residuos peligrosos a través del uso de equipo de protección personal, debe ser parte de las políticas de la empresa. Es importante que el personal conozca los materiales o residuos que maneja y esté entrenado en el uso de equipo de protección personal adecuado en cada caso. Es necesario aclarar que el uso de equipo de protección personal no es exclusivo para manejo de materiales peligrosos, existen otras condiciones que también requieren su uso, de ahí la importancia de proporcionar un entrenamiento adecuado a los trabajadores.

4.6.3. Minimización de residuos

La "Minimización de Residuos" se define como la eliminación o minimización de la generación de residuos antes del tratamiento, almacenamiento o disposición y es cualquier reducción en la fuente o actividades de reciclaje que resultan en:

- 1) reducción del volumen total de residuos, y
- 2) reducción de la toxicidad de un residuo.

Esta estrategia de Prevención de la Contaminación es usada frecuentemente como sinónimo de Prevención de Contaminación o reducción de residuos.

Las técnicas de Minimización de Residuos se agrupan en dos áreas de actividades principales que son: Reducción en Fuente y Reciclo. Cada una de ellas se describirán a continuación.

a. Reducción en la fuente

Esta actividad se define como la reducción de volumen y/o toxicidad de los residuos generados en cualquier proceso. Es una actividad de prevención de la contaminación ya que al reducir el volumen o toxicidad de un contaminante, reduce a su vez los problemas que pudieran surgir por manejo, tratamiento y disposición de los residuos y los costos asociados a esto. Las prácticas de reducción en la fuente pueden efectuarse en casi cualquier fase durante la generación de residuos, desde materias primas hasta equipo o productos.

Se subdivide a su vez en Reingeniería de Producto (diseño verde) y Reingeniería de Proceso. La reingeniería es un concepto relativamente nuevo e implica modificaciones o rediseño de un sistema. Se divide en:

- 1) Reingeniería de producto
- 2) Reingeniería de proceso
- 3) Reingeniería administrativa

b. Reciclo

El reciclo o reciclaje se define como una "serie de actividades, incluyendo la recolección, separación y procesamiento por medio de las cuales los productos u otros materiales son recuperados de la corriente de residuos sólidos para ser usados como materia prima en la fabricación de nuevos productos".

Estas actividades incluyen uso, reuso y recuperación de los residuos que se generan y pueden efectuarse dentro del proceso o fuera de él. Sin embargo, las actividades de reciclo fuera del proceso no se consideran técnicas de Prevención de la Contaminación.

Esta opción se debe considerar solamente cuando las actividades de Reducción en Fuente no pudieron ser implementadas ya que generalmente estas últimas son menos costosas que el reciclo.

El uso y reuso de los residuos dentro del proceso, implica el uso de éstos como materia prima en alguna etapa del proceso, con lo cual se reducen los costos por compra de materia prima y por manejo y disposición de residuos.

El reciclaje de los residuos fuera del proceso o instalación se realiza cuando el residuo no puede ser usado en el proceso de producción. Los materiales que comúnmente se reciclan fuera del proceso son:

- aceites
- solventes
- cartón
- lodos y baños del proceso de electroplateado
- ácido y plomo de las baterías
- recortes metálicos y de plásticos
- residuos alimenticios

En ocasiones, un residuo generado en una planta puede ser transferido a otra para ser usado como materia prima. Este intercambio es económicamente ventajoso para ambas compañías ya que reduce los costos de manejo y disposición para el generador y los costos de materia prima del usuario.

La recuperación de residuos puede realizarse dentro de la planta y fuera de ella y su uso efectivo depende mucho de una segregación adecuada de los residuos recuperables de otros residuos del proceso o de materiales extraños. La segregación asegura que el residuo no se contamine y puede, por lo tanto, ser manejado como un producto. Algunos ejemplos de recuperación de residuos son:

- sistema de recuperación de solventes
- sistema de recuperación electrolítica para recuperar cobre y plomo de los procesos de tratamiento de aguas residuales
- sistema de destilación para recuperar xileno gastado

4.6.4. Prácticas de control de derrames

Aunque la probabilidad de fugas o derrames no se llega a eliminar por completo, es posible reducirla en gran medida. Esto puede realizarse a través de cambios simples en los procedimientos de mantenimiento, o bien, por modificaciones en equipo. A continuación se presentan algunas recomendaciones enfocadas a la prevención de derrames:

- Colocar alarmas en los tanques de proceso y de almacenamiento y probarlas frecuentemente.
- Realizar inspecciones visuales por mes de los tanques y recipientes, especialmente de las uniones soldadas.
- Aplicar acciones correctivas a las primeras señales de goteo o corrosión.
- Contar con recipientes de almacenamiento auxiliares en caso de fallas de los equipos o accidentes.
- Los tambores que contienen materiales o residuos deben ser almacenados en áreas iluminadas y seguras, sobre plataformas o bases para evitar que se oxiden debido a la humedad del concreto.

- Mantener el espacio suficiente entre cada tambor, de manera que se puedan manipular fácilmente.
- Almacenar cada compuesto en áreas diferentes para evitar contaminación de uno con otro en caso de fugas. Evitar almacenar juntos los compuestos incompatibles.
- Adoptar un buen arreglo en las tuberías, con válvulas fáciles de operar e identificadas apropiadamente.
- Implementar un programa de calidad de las válvulas, para instalar solamente aquellas certificadas como tipo "cero emisiones" o "libre de fugas".

4.6.5. Recuperación y reciclado de residuos

El objetivo para el reciclado de residuos es la recuperación del agente de limpieza que se está usando de la forma más adecuada que permita su reuso. Este procedimiento se puede realizar a través de:

- filtración
- decantación
- destilación
- concentración
- combinación de los métodos anteriores

La recuperación del medio de limpieza se puede realizar dentro del proceso o de la instalación o fuera de ellos. Realizar la recuperación dentro de la instalación tiene las siguientes ventajas:

- estricto control sobre la pureza del limpiador
- reducción de costos por transporte
- apoyo con el cumplimiento de la legislación ambiental y de salud

Cuando la recuperación del solvente se realiza fuera de la instalación, se sugiere seguir las siguientes recomendaciones:

- segregar los residuos de solventes, esto es separar los residuos, por ejemplo, aislar los residuos de los solventes clorados de los residuos de solventes no-clorados
- mantener los tanques de almacenamiento de agua libres de cualquier contaminación por residuos de solventes manteniéndolos cubiertos para evitar además la infiltración del agua de lluvia
- etiquetar cada contenedor con información como la composición exacta del residuo y el proceso del cual se generó.

4.6.6. La técnica del triple lavado de envases

El triple lavado es una técnica de manejo aceptada internacionalmente para disminuir los riesgos de contaminación en la disposición final de envases de plaguicidas. En Chile, también es una técnica aceptada y recomendada por las empresas productoras y distribuidoras de plaguicidas.

Es sumamente sencilla y si se aplica correctamente, da la seguridad que el envase desechado no causará daño a las personas o al medio ambiente. Para que sea efectiva debe hacerse en la forma indicada, de modo de cumplir con las siguientes restricciones:

- Se aplica a envases metálicos o de plástico rígido.
- El envase lavado no se puede reutilizar como envase. El triple lavado no asegura la remoción de plaguicida adherido al envase en la matriz porosa del material (aunque la porosidad sea muy fina). Si se reutiliza para almacenar agua, alimentos o cualquier material que estará en contacto directo con las personas, existe la posibilidad que se produzca una intoxicación.
- Los envases deben ser inutilizados para su uso como recipientes; se debe evitar botar un envase en buenas condiciones porque puede ser recogido y reutilizado por alguien más. Se recomienda perforar el fondo del envase y la tapa. Debe tratarse de mantener legible la etiqueta del producto.
- El agua con que se lava el envase no se arroja al suelo, sino se vierte al interior del estanque de la máquina de aplicación del plaguicida.
- El triple lavado se hace inmediatamente al vaciar el plaguicida en el estanque, así no se olvida; se usa al máximo el contenido del envase y no se deja, aunque sea por un tiempo, un envase aparentemente limpio que puede llegar a manos de alguien no informado.

La técnica se describe a continuación:

Paso 1: Llenar el envase con agua hasta un cuarto de su capacidad total

Paso 2: Tapar el envase y agitarlo vigorosamente durante 30 segundos, asegurarse de que el agua se mueva por todo el interior y que no se dejen áreas sin limpiar.

Paso 3: Verter el contenido en el estanque del equipo de aplicación.

El procedimiento descrito se repite tres veces, finalmente se debe inutilizar el envase para evitar que sea reutilizado.

4.7. Prevención de la Contaminación en la bodega de plaguicidas

4.7.1. Localización

Al elegir la localización de una nueva bodega, se debe evitar la proximidad de casas, escuelas, hospitales, centros comerciales, locales donde se fabrican o almacenan productos alimenticios y zonas densamente pobladas. Se debe dar preferencia a los lugares aislados o a áreas dedicadas al desarrollo industrial. Hay que evitar, además, las zonas inundables y las áreas utilizadas para la captación de aguas.

Un aspecto fundamental respecto a la localización de la bodega, es que ésta debe estar ubicada en un sector industrial exclusivo apto para que se instale una industria molesta, ello de acuerdo con lo establecido en el plano regulador.

4.7.2. Vías de ingreso al edificio

La ubicación del almacén debe prever vías de acceso adecuadas para la carga y descarga de los vehículos de entrega. De forma ideal, el edificio debe estar aislado, con un espacio de por lo menos 10 metros entre él y los locales que lo rodean. De preferencia, los vehículos de los servicios de emergencia deben poder llegar al edificio por los dos lados, pero tienen que poder llegar a él por lo menos por un lado. Donde sea probable que el acceso quede restringido por uno u otro motivo, la respuesta a una emergencia debe ser planeada de antemano.

4.7.3. Materiales de construcción

Evitar en lo posible los materiales combustibles capaces de contribuir a la difusión de un incendio. Las estructuras de concreto reforzado se deben preferir a las armaduras de acero sin protección. Los elementos de acero soportadores de carga se deben proteger del calor aislándolos.

Los pisos tienen que ser impermeables a los líquidos y deben tener un acabado liso para facilitar la limpieza.

Los muros exteriores pueden estar revestidos de hojas de acero o material similar, cuando no se destinen a proporcionar una protección contra los riesgos exteriores de incendio. Donde existan tales riesgos, los muros exteriores tienen que ser de construcción sólida.

Las paredes interiores destinadas a servir de cortafuego tienen que proporcionar una resistencia de por lo menos 90 minutos y deben sobresalir del techo hasta una altura de un metro, a objeto de impedir la difusión del incendio.

Para obtener la resistencia al fuego deseada, las paredes de hormigón armado deben tener un

espesor de por lo menos 15 cm y las paredes de ladrillo un espesor de por lo menos 23 cm.

Las puertas en los muros cortafuegos tienen que poseer la misma resistencia al fuego que el propio muro. Por ejemplo: por medio de un acoplamiento fusible. Se deben proteger las puertas contra el daño causado por los vehículos y asegurarse que las mercancías almacenadas no impiden su cierre.

La estructura que soporta el techo debe estar hecha de materiales incombustibles. El techo de los almacenes para pesticidas puede ser de construcción liviana y frágil para derrumbarse fácilmente en caso de incendio, liberando así el humo y el calor.

4.7.4. Contención de derrames

Tienen que existir medios de contención para cualquier derrame y todo el agua de extinción del incendio.

Algunas contenciones pueden ubicarse dentro del almacén, instalando rampas o pequeños muros de contención en todas las entradas. Los muros deben tener una altura de por lo menos 20cm con rampas inclinadas de una pendiente máxima de 1 en 10 para facilitar el acceso de los vehículos.

Por lo general, la contención de la totalidad del volumen de agua ocupado en el combate de incendio exige un tanque de captación el cual puede servir para varios almacenes o compartimientos, separados por una pared cortafuego, ya que es poco probable que más de un compartimiento se incendie a la vez.

4.7.5. Drenaje

El edificio debe estar situado de manera que minimice el riesgo que el agua contaminada llegue a las corrientes de agua, las reservas de agua subterránea o el alcantarillado público. Se recomienda fuertemente que el sistema de drenaje de las aguas de lluvia se construya de manera que pueda bloquearse fácilmente.

4.7.6. Pisos y techos de la bodega

El piso del almacén no debe nunca tener drenajes abiertos. Esto es esencial para impedir la evacuación no controlada de productos derramados o agua de extinción contaminada. Donde las aguas de lluvia del techo drenen dentro del edificio, hay que sellar las bajantes de aguas, construyendo un borde de ladrillo u hormigón alrededor del tubo donde penetra al piso y hasta una altura superior al nivel del pequeño muro de contención. Esto protegerá también el tubo contra los daños causados por los movimientos de los vehículos y paletas. Asimismo, las bajantes de aguas exteriores se deben sellar a nivel del suelo.

4.7.7. Ventilación

El almacén debe estar bien ventilado. Donde sea posible, se le debe proveer de una ventilación natural, por medio de aberturas situadas en la parte superior e inferior de los muros y en el techo. La abertura inferior debe estar por encima del muro de contención. Se deben diseñar o proteger dichas aberturas de manera que impidan la entrada de los pájaros y bichos.

Para una buena circulación del aire en los almacenes, se recomienda dejar un espacio libre de 1 metro entre la parte más alta de los productos y el techo, así como entre las mercancías y las paredes.

4.7.8. Calefacción

En los climas fríos, puede ser necesario instalar un sistema de calefacción dentro del almacén. Los sistemas de calefacción deben funcionar con vapor o agua caliente y la fuente de calor tiene que estar separada del área de almacenamiento.

Los radiadores de agua caliente o tubos de vapor tienen que estar situados de tal manera que no pueda haber calentamiento directo del producto almacenado.

No se deben usar aparatos de calefacción portátiles; hay que prohibir los aparatos de llama descubierta.

4.7.9. Alumbrado

El nivel del alumbrado tiene que permitir las inspecciones rutinarias de los productos almacenados, así como la fácil lectura de las etiquetas de los mismos; en razón de ello, el nivel mínimo de iluminación será de 200 lux.

Donde las operaciones de almacenamiento sólo se realicen durante el día, la luz del día puede ser adecuada y puede ser mejorada con la inserción de paneles transparentes en el techo.

El alumbrado artificial debe estar instalado encima de los pasillos, a una altura de por lo menos 1 metro por encima del producto almacenado más alto, para que no sea dañado durante las operaciones mecánicas de manejo.

4.7.10. Salidas de emergencia

Además de las puertas principales, hay que disponer de a lo menos dos salidas para casos de emergencia. Dichas salidas deben estar situadas a una distancia máxima de 30 metros de cualquier parte del interior del almacén para prevenir que quede alguien atrapado en su interior.

4.7.11. Oficinas en el interior de la bodega

Cuando sea posible, las oficinas y servicios deben estar situados lejos de la parte principal de la bodega. Donde existan tales instalaciones dentro del almacén, tienen que estar separadas de éste y la construcción debe estar diseñada de forma que proporcione una resistencia al fuego de por lo menos una hora. Asimismo, tiene que ser posible salir de ellas sin pasar por el almacén o bodega.

5. MÉTODOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN¹³

Junto con la implementación de las medidas de prevención de la contaminación planteadas en el capítulo anterior, la empresa debe estar consiente que es necesario implementar sistemas de control de contaminación a objeto de minimizar cualquier impacto ambiental que se genere en sus procesos .

En la formulación de plaguicidas se identificaron tres aspectos ambientales de relevancia para los cuales es necesario implementar sistemas de control de contaminación; éstos son:

- Aguas
- Polvos
- Almacenamiento de sustancias peligrosas.

Asimismo estimamos pertinente incluir en este capítulo aspectos sobre la minimización de residuos.

5.1. Control de contaminación por el agua

Respecto a la contaminación de las aguas prácticamente todas las empresas han incorporado a sus procesos sistemas de recirculación de aguas tal como se propone en el capítulo cuatro; no obstante, es necesario considerar que en ocasiones estas aguas no podrán ser reutilizadas y por tanto será necesario someterlas a tratamiento.

El tipo de tratamiento ya sea físico, químico o biológico guarda directa relación con el plaguicida que se este formulando, es decir, el tratamiento en cuestión en algunos casos no podrá ser el mismo para todas las aguas generadas en los distintos procesos de la empresa. De vital importancia para el diseño del sistema de tratamiento de estas aguas es conocer su caracterización con el fin de determinar qué parámetros se encuentran excedidos respecto a la normativa vigente.

Lamentablemente, durante el tiempo de elaboración de esta guía no fue posible obtener ninguna caracterización de los RILES generados por las empresas visitadas. No obstante lo anterior, a continuación comentamos brevemente los tratamientos físicos, químicos y biológicos a los cuales pueden ser sometidos los residuos industriales líquidos.

¹³ Ver International Group of National Associations of Manufacturers of Agrochemical Products (GIFAP), Guidelines for the Safe Formulation and Packing of Pesticides, Publicado por GIFAP, Bruselas, Bélgica, 1993.

5.1.1. Tratamiento físico

Los pre-tratamientos físicos se usan para aumentar la concentración de componentes ambientalmente peligrosos, reduciendo así el volumen que va a ser finalmente dispuesto.

En todos los casos el agua de desecho liberada después del tratamiento debe cumplir con la normativa relativa al control y descarga de residuos industriales líquidos (RILES)¹⁴.

Separación física:

La separación de partículas finas suspendidas puede obtenerse por métodos como la sedimentación, filtración, centrifugación o flotación floculación. o por la adición de los productos químicos adecuados y el uso de filtros que pueden mejorar la operación de separación.

Evaporación solar:

En ciertos casos, la evaporación solar se puede usar para concentrar el agua contaminada en pozos de evaporación a la intemperie. Es un método apropiado para volúmenes relativamente chicos y climas cálidos. En regiones lluviosas se necesita techar los pozos.

Dependiendo de la naturaleza del plaguicida contenido en el agua de desecho, pueden desprenderse olores desagradables al aplicar este método.

Adsorción:

El proceso usa la capacidad de adsorbentes específicos tales como el carbón activado para adsorber el material orgánico disuelto en el agua.

El carbón activo gastado cargado con componentes peligrosos debe ser dispuesto de manera segura, preferiblemente incinerado.

5.1.2. Tratamiento Químico

En casos especiales, el tratamiento químico como hidrólisis u oxidación puede ser una ventaja, como el grado de degradación de los compuestos específicos varía considerablemente el tratamiento químico se combina normalmente con otros (ejemplo: tratamiento biológico).

¹⁴ Ver Capítulo 9.

5.1.3. Tratamiento Biológico

Los procesos de tratamiento biológico se basan en la habilidad de microorganismos para descomponer o mineralizar compuestos químicos específicos. El proceso opera bajo condiciones controladas y es particularmente sensible a cambios en la composición del agua de desecho y a efectos tóxicos en los microorganismos. Puede no ser efectivo en varios contaminantes posibles.

Los lodos de estas plantas pueden estar levemente contaminados con ingredientes activos y deben disponerse con seguridad.

Dependiendo de la situación, puede ser necesario combinar uno o más de los métodos recién descritos.

5.1.4. Incineración

Cuando está disponible un incinerador de alta temperatura, el agua de desecho puede ser tratada allí junto con otros residuos. Por razones económicas, la cantidad debe ser baja y la concentración lo más alta posible.

5.2. Control de contaminación por polvos y gases

Dado que las partículas de polvos están presente en forma importante en la formulación seca de los plaguicidas, se presentan a continuación los equipos existentes, a objeto que la empresa - dependiendo de su necesidad- pueda incorporarlos a sus procesos productivos.

El equipo de control de la contaminación del aire para la industria se clasifica en dos categorías principales, de acuerdo con los tipos de contaminantes y son:

A. Partículas

- Cámaras de sedimentación por gravedad
- Separadores ciclónicos (centrífugos)
- Colectores húmedos
- Filtros de tela
- Precipitadores electrostáticos.

B. Gases y Olores

- Absorbedores húmedos
 - * Torres de absorción
- Adsorbedores

- * Cama fija
- * Cama móvil
- Incineradores

5.2.1. Equipo para control de partículas

Las partículas son cualquier material, excepto agua no combinada, que existen en estado sólido o líquido en la atmósfera, en una corriente de gas en condiciones normales, y aunque representan aproximadamente sólo el 10% de los contaminantes en el aire, el riesgo potencial por daños a la salud y el medio ambiente es alto. A continuación se describen los principales equipos utilizados en la industria para control de partículas.

a) Cámara de sedimentación por gravedad

Es una cámara de expansión en donde la velocidad de la partícula es reducida a un valor tal que la partícula puede asentarse por la acción de la fuerza de gravedad. Se utilizan:

- para velocidades de asentamiento mayores de 25 pies/min
- para partículas mayores de 50 mm y baja densidad
- para partículas mayores de 10 mm y alta densidad
- para velocidades en el gas menores a 10 pies/seg

Existen dos tipos básicos de este equipo: expansión simple y etapas múltiples, además de otros tipos como separadores inerciales (con deflectores) y torres de esparado.

b) Separadores Ciclónicos (centrífugos)

Este equipo separa las partículas empleando la fuerza centrífuga generada haciendo girar la corriente de aire, por lo que las partículas resbalan hasta llegar a la tolva de almacenamiento. La corriente de aire forma una espiral descendente que al llegar al cono forma una espiral ascendente de dimensiones menores.

Las principales características de este equipo son:

- para tamaños de partículas mayores de 10 mm
- eficiencias menores de 90%
- la eficiencia disminuye rápidamente al disminuir el tamaño de la partícula.

c) Colectores húmedos

Son equipos que utilizan líquidos para capturar o aumentar el tamaño de las partículas en las corrientes gaseosas sucias, con el propósito de dispersar la fase líquida a fin de obtener un buen contacto con la fase gaseosa. Las principales características de este equipo son:

- gran variedad de tipos
- incluye alguno o todos los mecanismos de remoción
- flexibilidad en tamaños de partículas (submicrón-grueso)
- facilidad en el manejo de lodos
- tiene dimensiones menores
- alto consumo de energía
- remueve también gases (SO₂, NO_x, HC)
- poco mantenimiento (pocas partes móviles)
- problema de disposición de lodos
- emisiones de vapores

d) Filtros de tela

Es una estructura porosa de material granular o fibroso que retiene las partículas contenidas en la corriente gaseosa que pasa a través de los espacios vacíos de la estructura. Los mecanismos por los cuales sucede esto son: impactación por inercia, intercepción directa y difusión.

Las principales características de los filtros de tela son:

- alta eficiencia (90%) en rango amplio de tamaño de partícula
- requiere limpieza frecuente
- varios métodos de limpieza y medios filtrantes
- capacidad de manejar diversos materiales
- requieren grandes espacios
- existe posibilidad de explosión
- no se usan para gases húmedos

e) Precipitadores electrostáticos

El funcionamiento de este equipo se basa en la atracción entre las partículas con una carga eléctrica y un electrodo colector con polaridad opuesta.

Las características principales de este equipo son:

- capacidad para flujos grandes de gas
- alta eficiencia (98%) en partículas submicrónicas
- bajos consumos de energía
- opera con gases a temperaturas altas (<650°C)
- operación a presiones hasta de 10 atm
- la energía se gasta en la separación de las partículas
- no se adaptan fácilmente a cambios en operación
- alto costo inicial
- requieren gran espacio
- pueden requerir una pre-limpieza del gas.

El principio de su funcionamiento es el siguiente:

Los electrodos son alambres suspendidos axialmente dentro de un tubo, se aplica un voltaje muy alto de corriente directa entre el alambre y el tubo y el aire sucio fluye hacia abajo por el tubo y a través del campo eléctrico establecido entre los electrodos.

Debido a la fuerza electrostática existente, los iones negativos del flujo gaseoso emigran hacia las placas exteriores conectadas a tierra, mientras que los iones positivos regresan al alambre central (que es negativo en relación con las placas conectadas a tierra); esta primera etapa es una ionización del gas.

La segunda etapa es la carga de las partículas de polvo que se encuentran en la corriente del gas, esto se realiza con la colisión de las partículas y los iones cargados negativamente. Posteriormente se realiza la fase de colección que consiste en la migración de las partículas cargadas a los electrodos, donde tiene lugar la colección del polvo.

5.2.2. Equipo para control de gases y olores

a) Absorbedores húmedos

El proceso de absorción se conoce también como lavado debido a que los contaminantes gaseosos son lavados por líquidos. Este proceso se efectúa cuando el gas contaminado se pone en contacto con un líquido limpiador el cual absorbe el contaminante del gas, quedando así, el gas limpio y el líquido contaminado.

Este proceso tiene un uso generalizado en el control de contaminantes del aire como: dióxido de azufre, ácido sulfhídrico e hidrocarburos ligeros.

Uno de los equipos más comunes utilizado para este proceso es la torre de absorción empacada, la cual se describe a continuación.

Torre de Absorción Empacada

Las unidades de absorción deben permitir un total contacto entre el gas contaminado y el líquido limpiador, lo cual se favorece a través de los empaques de este tipo de torres.

El gas con impurezas entra por la parte inferior y sale gas limpio por la parte superior de la torre, descargándose directamente a la atmósfera. El líquido limpiador entra por la parte superior de la torre y se extrae por la parte inferior contaminado, por lo cual es necesario someterlo a algún tipo de tratamiento o reciclarlo a proceso.

El material de empaque (inerte) se diseña para aumentar el área superficial del líquido, y aumentar así el área de contacto entre las dos fases.

b) Adsorbedores

La adsorción es un proceso de separación que se basa en la capacidad de ciertos sólidos para remover componentes gaseosos o líquidos de una corriente de manera selectiva. Las moléculas contaminantes del gas o vapor presentes en una corriente residual se acumulan en la superficie del material sólido.

El proceso es útil en la remoción de olores y en la recuperación de vapores de solventes y es especialmente útil cuando:

- el contaminante es valioso y su recuperación se justifica
- el contaminante se encuentra muy diluído

Los materiales adsorbentes comúnmente utilizados en la industria son:

- carbón activado
- sílica gel
- alumina activada y
- zeolitas (mallas moleculares).

El proceso de adsorción se realiza haciendo pasar el gas contaminado a través de camas de material adsorbente. Existen dos tipos de adsorbedores: de cama fija y de cama móvil, los cuales se describen a continuación.

Adsorbedores de cama fija

Son sistemas que generalmente se componen de tres o más torres de adsorción de tal forma que mientras unas torres están en la etapa de adsorción, otras están en la de regeneración del medio adsorbente o en etapa de enfriamiento.

La corriente gaseosa a tratarse se acondiciona eliminándole las partículas suspendidas totales para evitar que ocluyan al adsorbente, y generalmente se introduce por la parte superior de la torre.

Después de cierto período de tiempo que se conoce como ciclo, la corriente gaseosa se desvía hacia la siguiente torre de adsorción. En la primera torre se inyecta vapor en la cama para desadsorber los vapores orgánicos, los cuales se envían a un sistema de recuperación. Antes de que la primera torre de adsorción se vuelva a poner en servicio, se requiere secar y enfriar la cama para obtener buenas eficiencias de adsorción.

Adsorbedores de cama móvil

El sistema más común de este tipo es el de cilindros rotatorios, dentro de los cuales va la cama adsorbente. Se pretende obtener un alto grado de utilización del adsorbente (en mayor proporción que los de cama fija), poniendo en contacto los vapores orgánicos con partículas de adsorbente no saturadas. La desventaja de este sistema es que tiene partes móviles y el adsorbente se desgasta

por abrasión.

c) Incineradores

La incineración se utiliza para remover contaminantes combustibles del aire, generalmente compuestos volátiles orgánicos.

Los factores a considerar para realizar el diseño de un proceso de incineración son:

- tipo y concentración del contaminante
- flujo másico
- temperatura de incineración
- tiempo de residencia de los gases dentro del incinerador
- temperatura del gas residual a la entrada
- gasto volumétrico del gas residual
- niveles permisibles de emisión para los contaminantes

6. ASPECTOS FINANCIEROS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

6.1. Indicadores de costos y beneficios del uso de tecnologías más limpias y medidas de prevención

Debido al gran número de variables involucradas, es muy complejo estimar costos de la aplicación de tecnologías limpias y planes de prevención en una industria de plaguicidas. Sin perjuicio de lo anterior, se debe tener presente que atendida la realidad de la Región Metropolitana en que son casi inexistentes las industrias del sector, los costos del control de la contaminación van a estar asociados al almacenamiento (bodegas) y transporte de los plaguicidas.

En relación con la aplicación, los mayores costos están asociados a la difusión y capacitación de los aplicadores de plaguicidas.

6.2. Instrumentos financieros de apoyo a la gestión ambiental

La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) posee varios instrumentos de apoyo financiero para que el sector industrial, principalmente la pequeña y mediana industria (PYME) introduzca medidas tendientes a mejorar la Gestión Ambiental. Para gastos de asesorías técnicas se han creado una serie de mecanismos de financiamiento.

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

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

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

- Programa de Apoyo a la Gestión de Empresas Exportadoras (PREMEX): Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental, Certificación ISO 14.000, Certificación de Calidad ISO 9000 (alimentos), Reciclabilidad de Envases y Embalajes.

Estos recursos están disponibles para todas las empresas exportadoras de manufacturas y software con exportaciones de US\$ 200.000 o más acumulados durante los dos últimos años y ventas netas totales de hasta US\$ 10.000.000 en el último año.

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

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

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

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

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

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

Créditos Bancarios

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

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

7. SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

7.1. Productos químicos peligrosos y tóxicos

Los insumos usados en la formulación de plaguicidas son peligrosos por distintas razones. Todos los compuestos activos y productos formulados tienen algún grado de toxicidad para todos los seres vivos, incluidos los seres humanos. En muchos casos los solventes utilizados en las formulaciones líquidas son inflamables y/o tóxicos, por lo tanto su manejo debe tener las mismas precauciones que los compuestos activos o los productos formulados.

Otro elemento a considerar es que los polvos usados como transporte inerte en las formulaciones secas pueden contener una alta proporción de partículas respirables (PM 10). Además, en el caso de los polvos orgánicos, cuando se encuentran en suspensión en el aire, son altamente explosivos.

7.2. Control de riesgos

Para controlar los riesgos de exposición se distinguen tres niveles en los que se deben tomar medidas de prevención¹⁵:

- a) Control de riesgo en la fuente o cerca de ella. Consiste en controlar el riesgo de liberación de sustancias peligrosas directamente en los equipos donde se procesan.
- b) Control de riesgo en lugar de trabajo. Son medidas generales tendientes a formar un segundo nivel de protección. Por sí solos no son suficientes para evitar exposición a contaminantes. Son importantes en la reducción del riesgo originado fuera de los puntos habituales, por emisiones fugitivas o derrames.
- c) Control de riesgo en el lugar donde se halla el trabajador o cerca de éste. Es un último nivel de protección contra posibles fallas en el proceso. Un proceso no debe diseñarse de manera que este control esté conteniendo activamente la exposición del trabajador, sino que debe ser una medida precautoria.

7.3. Protección a los trabajadores

En la industria de la formulación de plaguicidas el trabajador está en contacto permanente con posibles fuentes de contaminación y ninguna medida es exagerada para reducir el riesgo del contacto con sustancias tóxicas. Existen distintas formas de aislar al trabajador del contaminante. Pero independiente de éstas, ninguna será eficiente si el trabajador no se encuentra capacitado en

¹⁵ Ver OMS (1993), op. cit.

las medidas preventivas y su concientización en la necesidad de las mismas.

Las siguientes son algunas medidas recomendables de protección a los trabajadores.

7.3.1. *Distanciamiento de la fuente de contaminación*

Se aísla totalmente al trabajador de la fuente por medio del uso de controles remotos en los procesos. Se puede dirigir el proceso desde un cuarto de control. Otra opción es que el trabajador ocupe un equipo de protección completo, que incluya equipos de respiración autónomos cuando sea necesario.

7.3.2. *Controles sobre las prácticas de trabajo*

Son los operarios los que usarán los equipos de protección y manejarán el proceso. Hasta los mejores métodos de control fallan con un uso inadecuado por parte de los operarios. En consecuencia, su capacitación en la prevención es sumamente importante. Deben saber manejar todo el equipo, e idealmente deben tener experiencia antes de trabajar solos en algún área.

Es muy conveniente disponer de sistemas operativos por escrito donde se establezcan los procedimientos de operación normales y de emergencia. Estos sistemas deben tratar sobre los siguientes puntos:

- La carga y descarga de los recipientes para el transporte.
- La puesta en marcha y detención de los equipos de proceso y envasado.
- La carga de las materias primas a los equipos.
- Las operaciones de procesamiento.
- El manejo de los materiales de desecho en los lugares de trabajo

7.3.3. *Señales y etiquetas*

Los recipientes usados para la transferencia o almacenamiento de los plaguicidas deben estar adecuadamente etiquetados o señalados de forma que se sepa fácilmente su contenido y los riesgos asociados al manejo. Se deben señalar claramente las prohibiciones de entrada para personal no autorizado a las zonas de procesamiento de materiales, igualmente se hará con las prohibiciones de comer y fumar en las zonas que corresponda. Se señalarán los equipos y salidas de urgencia en forma clara y visible.

7.3.4. *Higiene personal*

La higiene de los operarios que trabajan con plaguicidas es muy importante, principalmente para evitar llevar fuera de las instalaciones contaminantes que puedan afectarlos posteriormente.

Deben establecerse buenas prácticas de higiene, entre las que se distinguen las siguientes:

- Llevar una ropa de trabajo limpia que cubra lo más posible el cuerpo y se cambie a diario. Son recomendados los guantes de caucho natural, overall, casco, capucha y bototos de seguridad. El uso de lentes de seguridad debe ser obligatorio. Los guantes se limpiarán por dentro y por fuera; además, se desecharán frente a cualquier rotura por mínima que ésta sea y se reemplazarán cada cortos períodos de tiempo. No se debe usar la ropa de calle bajo la de trabajo.
- Se retirará inmediatamente cualquier prenda que se ensucie con polvo o líquidos; no se debe considerar como algo normal la suciedad en la ropa. En caso de contacto, todas las zonas de la piel que hallan sido expuestas a plaguicidas se lavarán cuidadosamente y se mantendrá a la víctima en observación por lo menos durante 48 horas para detectar síntomas de intoxicación.
- Se debe lavar las manos y la cara cuidadosamente antes de comer, beber, fumar o ir al sanitario. En ningún área donde se manipulen o procesen plaguicidas se permitirá el ingreso con comida, cigarrillos, bebidas o chicles. El agua que se use para beber y lavarse se debe obtener en zonas alejadas de estas áreas, exceptuando las duchas de emergencia.
- Antes de retirarse de la planta se debe sacar la ropa de trabajo y entregarla para el lavado. Luego, los operarios se deben duchar y ponerse ropa de calle para salir de la planta. Una vez hecho esto, no podrán regresar a las áreas de manipulación y proceso.

7.3.5. Ropa y equipo de protección personal

La administración de la planta tiene la responsabilidad de entregar todos los dispositivos de protección o ropas especiales que se necesiten. En principio los dispositivos de protección personal se usarán en las siguientes situaciones:

- Cuando no halla otra forma de controlar el peligro contra el cual sean útiles.
- Como un complemento de otras medidas de control.
- Mientras se diseñan y llevan a la práctica medidas de control ambiental.
- En situaciones esporádicas de exposición, como por ejemplo cambiar el proceso, limpieza de equipos, operaciones de mantención o urgencias.

Dentro de los programas de capacitación se incluirá el manejo correcto de los dispositivos de seguridad, con énfasis en el mantenimiento y la limpieza. Un equipo sucio puede ser una fuente de contaminación en lugar de protección.

7.3.6. *Protección de cabeza, ojos y cara*

Es recomendable el uso de cascos siempre que exista la posibilidad de caída de objetos o que se requiera moverse por instalaciones cuyos techos o estructuras sean de baja altura. Una capucha ayuda a evitar que el polvo se acumule en el pelo y cuero cabelludo. Los lentes de seguridad se usarán siempre, y cuando exista la posibilidad de salpicaduras, se usarán máscaras que cubran el rostro por completo, resistentes a las características del compuesto con que se está trabajando y que permitan buena visibilidad.

Por otra parte, todos los equipos de protección personal deberán ser entregados sin costo alguno para el trabajador. Asimismo, estos equipos deberán ser de calidad certificada.

7.4. **Plan de emergencia**

Un efectivo plan de emergencia para combatir incendios reducirá el potencial de daños a las personas y al medio ambiente.

Además, la práctica del plan permitirá la identificación de las posibles dificultades y garantizará que cada persona sepa lo que tiene que hacer.

Todo plan para emergencias debe elaborarse con la colaboración y el acuerdo de los bomberos de la localidad, no simplemente para discutir las disposiciones para combatir el incendio, sino también para estudiar las consecuencias del humo o los vapores y el posible escape de agua de extinción.

Si en el transcurso de un incendio la contención del agua no se puede garantizar y un peligro grave para las corrientes de aguas exteriores se hace inminente, la decisión de abandonar el combate del incendio puede ser lo mejor, considerando que esto produzca el menor daño, con tal que no ponga en peligro a personas u otros inmuebles.

Los elementos básicos de un plan de emergencia contra incendios son:

- Un plan de equipamiento, el entrenamiento y ensayos prácticos (simulacros).

7.4.1. *Plano del equipamiento*

Un plano indicando la ubicación de todos los equipos para combatir los incendios y todos los aparatos de protección existentes se debe exhibir en por lo menos dos lugares, uno de los cuales debe ser la oficina del almacenero. Se debe exhibir una copia del plan de almacenamiento en el mismo lugar.

7.4.2. *Entrenamiento*

Todo el personal tiene que ser entrenado en el uso de cada uno de los equipos para combatir los incendios que se encuentren en el local, y ensayar las funciones que le correspondan de acuerdo con el plan. De esta manera se obtendrá más flexibilidad en caso de emergencia y se podrán sustituir las personas ausentes o heridas.

Las actividades que se deben incluir son:

- Dar la alarma
- Uso correcto de los extintores
- Procedimiento para la evaluación del local
- Recuento de todo personal presente

7.4.3. *Simulacros*

Los planes para emergencias hay que realizarlos a intervalos regulares, para familiarizar al personal con los procedimientos y probar los equipos.

Los ensayos deben ser supervisados por los miembros de la administración del almacén y también de ser posible, por las brigadas de bomberos.

Es importante que los ensayos se realicen en el lugar y con el equipo actualmente usado; se debe simular la emergencia de un incendio real.

7.4.4. *Consejos sobre la extinción de los incendios*

Hay que dejar a los bomberos profesionales el combate de los grandes incendios fuera de control. Trate de extinguir los pequeños incendios e impida que se conviertan en una conflagración.

Use el agua con moderación, de preferencia en forma de gotas finas. El agua es adecuada contra los fuegos de madera, papel y cartón, o para enfriar los artículos o materiales en las proximidades. Se prefiere el polvo seco o la espuma para los líquidos que arden.

La siguiente tabla permite determinar la clase de incendio que se está combatiendo y los elementos para combatirlo:

	Espuma	Dióxido de carbono	De agua	Polvo químico seco para fines múltiples	Polvo químico seco ordinario	Polvos secos
CLASE A Sustancias combustibles ordinarios, madera, papel, tejidos	SI	NO	SI	SI	NO	
CLASE B Líquidos inflamables, gasolina, pinturas, aceites, etc.	SI	SI	NO	SI	SI	
CLASE C Aparatos eléctricos, motores, interruptores, etc.	NO	SI	NO	SI	SI	
CLASE D Metales combustibles						SI

8. LEGISLACION Y REGULACIONES AMBIENTALES APLICABLES A LA INDUSTRIA

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

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

• Ley N° 19.300/94

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

• D.S. N° 30/97

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

8.1. Normativas que regulan la localización de las industrias

• D.S. N° 458/76

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

• D.S. N° 718/77

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

• D.S. N° 47/92

Título : Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
Repartición : Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
Diario Oficial : 19/05/92

• Resolución N° 20/94

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

8.2. Normativas que regulan las emisiones atmosféricas

• D.F.L. N° 725/67

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

• D.S. N° 144/61

Título : Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquier Naturaleza.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 18/05/61

• D.S. N° 32/90

Título : Reglamento de Funcionamiento de Fuentes Emisoras de Contaminantes Atmosféricos que Indica en Situaciones de Emergencia de Contaminación Atmosférica.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 24/05/90

• D.S. N° 322/91

Título : Establece Excesos de Aire Máximos Permitidos para Diferentes Combustibles.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 20/07/91

• D.S. N° 185/91

Título : Reglamenta el Funcionamiento de Establecimientos Emisores de Anhídrido Sulfuroso, Material Particulado y Arsénico en Todo el Territorio Nacional.
Repartición : Ministerio de Minería.
Diario Oficial : 16/01/92

• D.S. N° 4/92

Título : Establece Norma de Emisión de Material Particulado a Fuentes Estacionarias Puntuales y Grupales Ubicadas en la Región Metropolitana.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 02/03/92

• D.S. N° 1.905/93

Título : Establece Norma de Emisión de Material Particulado a Calderas de Calefacción que Indica, Ubicadas en la Región Metropolitana.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 18/11/93

• D.S. N° 1.583/93

Título : Establece Norma de Emisión de Material Particulado a Fuentes Estacionarias Puntuales que Indica, Ubicadas en la Región Metropolitana.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 26/04/93

• D.S. N° 2.467/93

Título : Aprueba Reglamento de Laboratorios de Medición y Análisis de Emisiones Atmosféricas Provenientes de Fuentes Estacionarias.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 18/02/94

• D.S. N° 812/95

Título : Complementa Procedimientos de Compensación de Emisiones para Fuentes Estacionarias Puntuales que Indica.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 08/05/95

• D.S. N° 131/96

Título : Declaración de Zona Latente y Saturada de la Región Metropolitana.

Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Diario Oficial : 01/08/96

Nota: A raíz de la declaración de la Región Metropolitana como zona saturada para PM10, PTS, CO, O₃ y latente por NO₂, la CONAMA ha iniciado la elaboración del correspondiente Plan de Prevención y Descontaminación. Dicho plan, implicará la adopción de normas de emisión y otras medidas aplicables a las industrias de la R.M. con el objeto de cumplir con las metas de reducción de emisiones para los contaminantes ya mencionados.

• Resolución N° 1.215/78: artículos 3, 4 y 5

Título : Normas Sanitarias Mínimas Destinadas a Prevenir y Controlar la Contaminación Atmosférica.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : No publicada.

• Resolución N° 15.027/94

Título : Establece Procedimiento de Declaración de Emisiones para Fuentes Estacionarias que Indica.

Repartición : Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.

Diario Oficial : 16/12/94

Nota: Actualmente, CONAMA se encuentra elaborando una norma de emisión para el contaminante arsénico, de acuerdo con el procedimiento de dictación de normas de la Ley N° 19.300.

• D.S. N° 16/98

Título : Establece Plan de Prevención y Descontaminación atmosférica para la Región Metropolitana.

Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Diario Oficial : 06/06/98

8.3. Normativas que regulan las descargas líquidas

• Ley N° 3.133/16

Título : Neutralización de Residuos Provenientes de Establecimientos Industriales.

Repartición : Ministerio de Obras Públicas.

Diario Oficial : 07/09/16

• D.F.L. N° 725/67

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

• D.F.L. N° 1/90

Título : Determina Materias que Requieren Autorización Sanitaria Expresa (Art. 1, N° 22 y 23).
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 21/02/90

• D.S. N° 351/93

Título : Reglamento para la Neutralización de Residuos Líquidos Industriales a que se Refiere la Ley N° 3.133.
Repartición : Ministerio de Obras Públicas.
Diario Oficial : 23/02/93

• Norma Técnica Provisoria/92

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

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

• D.S. N°609/98

Título : Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado.
Repartición : Ministerio de Obras Públicas.
Diario Oficial : 20/07/98

Nota: Se encuentra en proceso de revisión en lo referente a los plazos de cumplimiento.

8.4. Normativas aplicables a los residuos sólidos

- D.F.L. N° 725/67

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

- D.F.L. N° 1.122/81

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

- D.F.L. N° 1/89

Título : Determina Materias que Requieren Autorización Sanitaria Expresa (Art. N° 1).
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 21/02/90

- D.L. N° 3.557/80

Título : Establece Disposiciones Sobre Protección Agrícola (Art. 11).
Repartición : Ministerio de Agricultura.
Diario Oficial : 09/02/81

- D.S. N° 745/92

Título : Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (Art. 17, 18, 19).
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 08/06/93

- Resolución N° 7.077/76

Título : Prohíbe la incineración como método de eliminación de residuos sólidos de origen doméstico e industrial en determinadas comunas de la Región Metropolitana.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : No publicada.

• Resolución N° 5.081/93

Título : Establece Sistema de Declaración y Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales.
Repartición : Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.
Diario Oficial : 18/03/93

8.5. Normativas aplicables a los ruidos

• D.F.L. N° 725/67

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

• D.S. N°146/98

Título : Establece Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas, Elaborada a Partir de la Revisión de la Norma de Emisión Contenida en el Decreto N°286, de 1984, del Ministerio de Salud.
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia
Diario Oficial : 17/4/98

• D.S. N° 745/92

Título : Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 08/06/93

8.6. Normativas de seguridad y salud ocupacional

• D.F.L. N° 725/67

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

• D.F.L. N° 1/89

Título : Determina Materias que Requieren Autorización Sanitaria Expresa (Art. 1 N°44).
Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 21/02/90

• Ley N° 16.744/68

Título : Accidentes y Enfermedades Profesionales.

Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Diario Oficial : 01/02/68

• D.F.L. N°1/94

Título : Código del Trabajo (Art. 153–157).

Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Diario Oficial : 24/01/94

• D.S. N° 40/69

Título : Aprueba Reglamento Sobre Prevención de Riesgos Profesionales.

Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Diario Oficial : 07/03/69

• D.S. N° 54/69

Título : Aprueba el Reglamento para la Constitución y Funcionamiento de los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad.

Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Diario Oficial : 11/03/69

• D.S. N° 20/80

Título : Modifica D.S. N° 40/69.

Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Diario Oficial : 05/05/80

• Ley N° 18.164/82

Título : Internación de Ciertos Productos Químicos.

Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.

Diario Oficial : 17/09/82

• D.S. N° 48/84

Título : Aprueba Reglamento de Calderas y Generadores de Vapor.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 14/05/84

• D.S. N° 133/84

Título : Reglamento Sobre Autorizaciones para Instalaciones Radiactivas y Equipos Generadores de Radiaciones Ionizantes, Personal que se Desempeñe en ellas u Opere Tales Equipos.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 23/08/84

• D.S. N° 3/85

Título : Aprueba Reglamento de Protección Radiológica de Instalaciones Radiactivas.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 25/04/85

• D.S. N° 379/85

Título : Aprueba Reglamento Sobre Requisitos Mínimos de Seguridad para el Almacenamiento y Manipulación de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo Destinados a Consumos Propios.
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.
Diario Oficial : 19/03/86

• D.S. N° 29/86

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

• D.S. N° 50/88

Título : Modifica D.S. N° 40/69 que Aprobó el Reglamento Sobre Prevención de Riesgos Profesionales.
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
Diario Oficial : 21/07/88

• D.S. N° 745/92

Título : Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 08/06/93

• D.S. N° 95/95

Título : Modifica D.S. N° 40/69 que Aprobó el Reglamento Sobre
Prevención de Riesgos Profesionales.
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
Diario Oficial : 16/09/95

• D.S. N° 369/96

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

• D.S. N° 90/96

Título : Reglamento de Seguridad para Almacenamiento, Refinación,
Transporte y Expendio al Público de Combustibles Líquidos
Derivados del Petróleo.
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.
Diario Oficial : 05/08/96

• D.S. N° 298/94

Título : Reglamento Sobre el Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y
Caminos.
Repartición : Ministerio de Transportes.
Diario Oficial : 11/02/95

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

NCh 382/89 : Sustancias peligrosas terminología y clasificación general.

Diario Oficial : 29/11/89

NCh 2.120/89 : Sustancias peligrosas.

Diario Oficial : 07/11/89

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

Diario Oficial : 09/06/93

NCh 2.245/93 : Hoja de datos de seguridad.

Diario Oficial : 18/01/94

8.7. Normas referenciales del Instituto Nacional de Normalización

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

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

8.7.1. Normas relativas al agua

- Norma NCh 1.333/Of. 87

Título : Requisitos de Calidad de Agua para Diferentes Usos.
Repartición : Instituto Nacional de Normalización.
Diario Oficial : 22/05/87

8.7.2. Normativas de salud y seguridad ocupacional¹⁶

- Norma NCh 388/Of. 55 / D.S. 1.314

Título : Prevención y Extinción de Incendios en Almacenamiento de Inflamables y Explosivos.
Repartición : Ministerio de Economía
Diario Oficial : 30/11/55

- Norma NCh 385/Of. 55 / D.S. 954

Título : Seguridad en el Transporte de Materiales Inflamables y Explosivos.
Repartición : Ministerio de Economía
Diario Oficial : 30/08/55

- Norma NCh 387/Of. 55 / D.S. 1.314

Título : Medidas de Seguridad en el Empleo y Manejo de Materias Primas Inflamables.
Repartición : Ministerio de Economía
Diario Oficial : 30/11/55

¹⁶ La repartición y fecha corresponden al Decreto Supremo citado en cada norma, y por el cual se oficializó la respectiva Norma Chilena. Para conocer el contenido de cada Norma, dirigirse al INN.

• Norma NCh 758/Of. 71 / Res. 110

Título : Sustancias Peligrosas, Almacenamiento de Líquidos Inflamables. Medidas Particulares de Seguridad.
Repartición : Ministerio de Economía
Diario Oficial : 25/08/71

• Norma NCh 389/Of. 72 7 D.S. 1.164

Título : Sustancias Peligrosas. Almacenamiento de Sólidos, Líquidos y Gases Inflamables. Medidas Generales de Seguridad.
Repartición : Ministerio de Obras Públicas
Diario Oficial : 04/11/74

• Norma NCh 1.411/4 Of. 78 / D.S. 294

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

• Norma NCh 2.164/Of. 90 / D.S. 16

Título : Gases Comprimidos, Gases para Uso en la Industria, Uso Médico y Uso Especial. Sistema SI Unidades de Uso Normal.
Repartición : Ministerio de Salud
Diario Oficial : 30/01/90

• Norma NCh 1.377/Of. 90 / D.S. 383

Título : Gases Comprimidos Cilindros de Gases para uso Industrial. Marcas para la Identificación del Contenido y de los Riesgos Inherentes.
Repartición : Ministerio de Salud
Diario Oficial : 16/05/91

9. PROCEDIMIENTOS PARA LA OBTENCION DE PERMISOS (AUTORIZACIONES), CONTENIDO Y FISCALIZACION

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

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

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

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

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

En el caso de las industrias que iniciaron sus funciones con anterioridad a 1992, éstas deben obtener un certificado de calificación técnica, para verificar que están de acuerdo con el Plan Regulador de Santiago. Estas industrias deben ser mucho más cuidadosas en el cumplimiento de las normativas vigentes y aplicables.

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

9.1. Permisos para la localización de industrias

En áreas urbanas con instrumento de ordenamiento territorial

- Permiso de construcción otorgado por la Dirección de Obras Municipales.

Requisitos:

⇒ *Calificación técnica del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.*

En áreas urbanas sin instrumento de ordenamiento territorial

- Permiso de construcción otorgado por la Dirección de Obras Municipales.

Requisitos:

⇒ *Calificación técnica del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.*

⇒ *Informe previo de la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo.*

En áreas rurales

- Permiso de construcción otorgado por la Dirección de Obras Municipales.

Requisitos:

⇒ Informe del Servicio Agrícola y Ganadero.

⇒ Informe de la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo.

⇒ Informe de la Comisión Mixta de Agricultura, Vivienda y Urbanismo, Bienes Nacionales y Turismo.

9.2. Permisos para la obtención de la calificación técnica

Para la solicitud de esta calificación técnica, las industrias deben llenar el formulario correspondiente en la oficina de partes del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (Av. Bulnes 194), acompañándolo de los siguientes antecedentes:

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

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

9.3. Permiso municipal de edificación

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

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

9.4. Informe sanitario

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

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

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

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

Se deben cumplir una serie de requisitos y exigencias generales que dicen relación con los requerimientos sanitarios y ambientales básicos de los lugares de trabajo, y es así que al momento

de presentar el certificado de informe sanitario, se debe acreditar los siguientes antecedentes, conforme se trate:

9.4.1. *Actividad, proceso y establecimiento*

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

9.4.2. *Instalaciones sanitarias*

- Plano de agua potable pública.
- Plano de alcantarillado público.
- Comprobante de pago de agua potable y alcantarillado red pública (Empresa Sanitaria).
- Autorización sanitaria (Resolución de recepción), de instalación y funcionamiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado particular, cuando no exista red pública (SESMA).
- Aprobación de proyecto y recepción de obras de sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos. La autoridad competente es la SuperIntendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Los Servicios de Salud solicitarán Resolución de Puesta en Explotación del sistema de tratamiento de residuos industriales líquidos que otorga la SISS.
- Autorización de aprobación de declaración, transporte/tratamiento y disposición de residuos industriales sólidos (SESMA-PROCEFF).
- Resolución de autorización sanitaria para la instalación y funcionamiento del casino y comedores, para empresas sobre 25 empleados (Programa Control de Alimentos del SESMA).

9.4.3. *Instalaciones de energía*

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

9.4.4. *Equipos de vapor, agua caliente y radiación ionizante*

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

9.4.5. *Operadores calificados*

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

9.4.6. *Organización de prevención de riesgos para los trabajadores*

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

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

9.5. Patente municipal

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

9.6. Antecedentes generales de cumplimiento

Los aspectos más relevantes que se deben considerar en el rubro de procesadores de fabricación de plaguicidas, insecticidas y fungicidas, para el cumplimiento de las normativas vigentes, y su fiscalización, son las siguientes:

9.6.1. Residuos industriales líquidos

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

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

9.6.2. Residuos industriales sólidos

Las exigencias particulares que deben cumplir estos residuos son:

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

9.6.3. Emisiones atmosféricas

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

9.6.4. Organización de prevención de riesgos para los trabajadores

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

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En primer lugar se debe señalar el hecho que en nuestro país prácticamente no se sintetizan plaguicidas, por tanto la actividad industrial se centra en su formulación, actividad cuyo riesgo ambiental es potencialmente menor. No obstante, los problemas ambientales de esta etapa se centran básicamente en el control de las partículas en suspensión y los solventes.

De las empresas visitadas algunas señalaron generar Riles. Sin embargo, ninguna señaló haber efectuado una caracterización de sus residuos líquidos, tema de trascendental importancia y que a futuro se deberá necesariamente exigir a objeto de evaluar esta variable.

Uno de los mayores impactos ambientales, a nivel de las industrias de plaguicidas, es el que generaría un incendio en sus instalaciones, situación que afectaría no sólo directamente a la empresa, sino también, a la comunidad circundante, razón por la que se recomienda la elaboración de planes de contingencia en conjunto con bomberos, dado que en ocasiones se deberá eventualmente tomar la decisión de dejar que el fuego continúe sin atacarlo, ello en virtud que las aguas generadas por el combate del incendio no puedan ser acumuladas para su posterior tratamiento.

Otro impacto para el que la empresa debe estar preparada es el control de derrames; si bien en muchas existen sistemas de contención, éstos deben ser mantenidos en buen estado, con el personal capacitado respecto al procedimiento a seguir en caso de derrame y mas aún, cuando se trata de derrames menores, ya que éstos son los de mayor prevalencia en la industria.

La elaboración de un programa de prevención de la contaminación cobra un significado especial en este rubro productivo, debido a que confluyen aspecto de relevancia ambiental y de seguridad, los cuales, al no ser contemplados en las actividades rutinarias de la empresa, pueden desencadenar graves situaciones ambientales.

Muchos de los residuos sólidos industriales generados en esta actividad, tienen o tendrán en el futuro una denominación de residuo peligroso; por tanto, todo el manejo interno así como la disposición final del residuo, se debe desarrollar con el máximo de preocupación y responsabilidad, ya que sobre todo los envases plásticos son muy apetecidos por la comunidad, hecho que origina un riesgo cierto de intoxicación para la población.

En relación con la técnica del triple lavado, es pertinente comentar que ésta es de gran eficiencia en la remoción de residuos de pesticidas de los envases tanto metálicos como plásticos, ello siempre y cuando las aguas del lavado sean incorporadas a los estanques de aplicación de plaguicidas y los envases plásticos sean posteriormente destruidos o reciclados en productos que no se utilicen para la ingesta de alimento

Los aspectos de seguridad laboral deben ser implementados en toda empresa, sobre todo lo concerniente a la vigilancia ambiental de los puestos de trabajo, la entrega y uso de elementos de protección personal, capacitación del personal y los chequeos médicos periódicos a los trabajadores expuestos, si las situaciones así lo ameritan.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Alliende, Fernando: Manual para el Manejo de los Residuos Industriales, CONAMA, Santiago, 1996.
2. Asociación Chilena de Seguridad, Manual de Prevención de Riesgos en el Uso de Plaguicidas, Impreso por Imprenta Atelier Ltda., Santiago 1987.
3. Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas A. G. (AFIPA), Manual Fitosanitario 1996-1997, Impreso por Imprenta Los Leones, Santiago, 1996.
4. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO), Listado de Plaguicidas Restringidos y Prohibidos en Países de la Región de las Américas, Documento de Trabajo, Impreso por ECO, Ciudad de México, México 1989.
5. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), Perfil Ambiental de Chile, Impreso por Palma Impresos, Santiago, 1995.
6. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), Términos de Referencia: Guías Técnicas para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial, Santiago, 1997.
7. Environmental Protection Agency (U.S.A.) (EPA), Guides to Pollution Prevention, The Pesticide Formulating Industry (EPA/625/7-90-004), Impreso por EPA, Cincinnati, Ohio, U. S. A., 1990.
8. Environmental Protection Agency (U.S.A.) (EPA), Guides to Pollution Prevention, Non-Agricultural Pesticide Users (EPA/625/R-93/009), Impreso por EPA, Cincinnati, Ohio, U. S. A., 1993.
9. European Crop Protection Association (ECPA), Guidelines for the Rinsing of Agrochemical Containers, Impreso por ECPA, Bruselas, Bélgica, 1993.
10. International Group of National Associations of Manufacturers of Agrochemical Products (GIFAP), Normas para el Empleo Seguro y Eficaz de los Plaguicidas, Publicado por GIFAP, Bruselas, Bélgica, 1983.
11. International Group of National Associations of Manufacturers of Agrochemical Products (GIFAP), Normas Evitar y Destruir los Residuos de Plaguicidas en las Fincas, Publicado por GIFAP, Bruselas, Bélgica, 1988.
12. International Group of National Associations of Manufacturers of Agrochemical Products (GIFAP), Guidelines for the Safe Transport of Pesticides, Publicado por GIFAP, Bruselas, Bélgica, 1987.

13. International Group of National Associations of Manufacturers of Agrochemical Products (GIFAP), Guidelines for the Safe Formulation and Packing of Pesticides, Publicado por GIFAP, Bruselas, Bélgica, 1993.
14. Organización Mundial de la Salud (OMS), Consecuencias Sanitarias del Empleo de Plaguicidas en la Agricultura, Impreso por OMS, Ginebra, Suiza, 1992.
15. Organización Mundial de la Salud (OMS), Tecnología de Control Aplicable a la Formulación y el Envasado de Plaguicidas, Impreso por OMS, Ginebra, Suiza, 1993.
16. United Nations Environment Programme (UNEP), Storage of Hazardous Materials: A Technical Guide for safe Warehousing of Hazardous Materials, impreso por UNEP, Paris, Francia, 1990.