

MANEJO DE RESIDUOS **PELIGROSOS**

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Y MEJORES TECNOLOGÍAS
DISPONIBLES PARA EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS



TEKOKHA HA
AKARAPUÁ KATUIRÁ
Mosenodcha
Ministerio del
AMBIENTE Y DESARROLLO
SOSTENIBLE

MADES
#CreandoConciencia



■ TETĀ REKUĀI
■ GOBIERNO NACIONAL

*Paraguay
de la gente*

MANEJO DE RESIDUOS **PELIGROSOS**

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Y MEJORES TECNOLOGÍAS
DISPONIBLES PARA EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS



TEKONA HA
AKÁRAPUÁ KATUIRÁ
Motenondcha
Ministerio del
AMBIENTE Y DESARROLLO
SOSTENIBLE



TETĀ REKUÁI
GOBIERNO NACIONAL

Paraguay
de la gente

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MADES)

Ariel Oviedo Verdún. Ministro del Ambiente y Desarrollo Sostenible

Hugo Piccinini. Director General de Gestión Ambiental, Punto Focal Titular del Proyecto
Asunción Ciudad Verde de las Américas – Vías a la Sustentabilidad

Lourdes Bogado. Directora de Ordenamiento Ambiental, Punto Focal Alterno del Proyecto
Asunción Ciudad Verde de las Américas – Vías a la Sustentabilidad

Gilda Cañete. Directora de Control de la Calidad Ambiental

Julio Ferreira. Jefe del Departamento de Residuos Sólidos

Ovidio Espínola. Técnico del Departamento de Sustancias Químicas

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD)

Silvia Morimoto. Representante Residente

Alfonso Fernández de Castro. Representante Residente Adjunto

Veronique Gerard. Oficial de Programa, Desarrollo Sostenible

EQUIPO DE PROYECTO “ASUNCIÓN CIUDAD VERDE DE LAS AMÉRICAS – VÍAS A LA SUSTENTABILIDAD”

Alejandra Kemper. Coordinadora

Claudia Florentín. Responsable Técnica

Eliana Tolces. Comunicadora

EQUIPO DE TRABAJO

Consultor Internacional

Dr. Guillermo Román Moguel

MESA TÉCNICA

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible:

Gilda Cañete, Ovidio Espínola, Julio Ferreira

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones:

Roberto Lima, Gustavo Da Silva

Municipalidad de Asunción:

Norma Giménez, Gilda Zorrilla

Proyecto “Asunción Ciudad Verde de las Américas – Vías a la Sustentabilidad”:

Claudia Florentín

CORRECCIÓN DE ESTILO

Karen Martínez

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Sofía Argüello

Este documento se ha elaborado, diseñado, diagramado e impreso en el marco del Proyecto Asunción Ciudad Verde de las Américas – Vías a la Sustentabilidad, liderado por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) e implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), además de otras instituciones, con financiación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). Las opiniones expresadas en esta publicación no representan necesariamente las de las Naciones Unidas, incluido el PNUD, ni los Estados Miembros de la ONU. Este documento no tiene fines de lucro, por lo tanto, no puede ser comercializado en el Paraguay ni en el extranjero.

Esta publicación puede ser reproducida total o parcialmente y en cualquier forma con fines educativos o no lucrativos sin el permiso especial del autor, siempre y cuando se cite la fuente.

MADES/PNUD/FMAM. 2020. Guía de Buenas Prácticas Ambientales y Mejores Tecnologías Disponibles para el Manejo de Residuos Peligrosos. Proyecto “Asunción Ciudad Verde de las Américas – Vías a la Sustentabilidad”. Asunción, Paraguay. 124 p.

Primera Edición

Tiraje: 1.000 ejemplares

Diciembre, 2020.

PRÓLOGO

Los residuos peligrosos y de manejo especial, generados en los sectores industriales o de servicios, pueden tener impactos irreversibles y permanentes en el ambiente y la salud. Estos residuos son más difíciles de gestionar por sus características particulares como la toxicidad, la reactividad, inflamabilidad, explosividad, entre otras. Por ello, deben recibir un manejo diferenciado e independiente al de los residuos sólidos urbanos.

En las líneas estratégicas y objetivos establecidos en el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Peligrosos se indica, como principal enfoque, el de prevenir la generación de residuos peligrosos y promover el manejo ambientalmente adecuado de aquellos cuya generación sea inevitable. De este modo, se apunta a minimizar los riesgos sobre la salud humana y el ambiente.

Además de las responsabilidades de diversos actores gubernamentales, establecidas en las legislaciones nacionales y convenios internacionales suscritos por Paraguay, cabe destacar la vital importancia de los generadores de residuos peligrosos y especiales, en lo que refiere a su manejo. Es en esos sitios y en esas actividades en donde estos residuos se generan, almacenan, transportan y eventualmente se reciclan; donde se acondicionan y se disponen finalmente como residuos.

Una acción directa para alcanzar el manejo adecuado de los residuos peligrosos y especiales es la implementación de las mejores prácticas ambientales y técnicas disponibles en las industrias y en los servicios generadores. Esta guía es el primer paso para orientar a los generadores de residuos peligrosos y especiales sobre las acciones que pueden implementar. Una solución eficiente y equitativa que nos acerca a vivir en ciudades más sostenibles.

Ariel Oviedo
MINISTRO

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Antecedentes, objetivo y justificación de la guía	9
2. RESIDUOS PELIGROSOS, CLASIFICACIÓN, INVENTARIO Y EFECTOS A LA SALUD	13
2.1. Clasificación	13
2.2. Inventario	16
2.3. Efectos a la salud.....	18
3. FUNDAMENTO LEGAL PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS	21
4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS GENÉRICOS Y LOS PUNTOS POTENCIALES DE GENERACIÓN	29
4.1. Producción de energía eléctrica	29
4.2. Curtiembres	32
4.3. Pinturas	37
4.4. Agroquímicos.....	44
4.5. Salud	48
4.6. Fundición.....	54
4.7. Talleres mecánicos.....	61
5. AUDITORÍA INTERNA SOBRE LOS RESIDUOS PELIGROSOS (proceso genérico)	67
5.1. PASO 1: Preparar y organizar un equipo auditor	67
5.2. PASO 2: Dividir el proceso en operaciones unitarias.....	68
5.3. PASO 3: Elaborar el diagrama de flujo del proceso enlazando las operaciones unitarias.....	69
5.4. PASO 4: Determinar las entradas.....	70
5.5. PASO 5: Medir los niveles actuales de reutilización/reciclaje de los residuos.....	73
5.6. PASO 6. Cuantificar los productos y subproductos	73
5.7. PASO 7. Contabilizar los residuos hacia fuera de la planta	74
5.8. PASO 8. Estructurar la información de entradas y salidas.....	75
5.9. PASO 9: Obtener un balance de materiales	75
5.10. PASO 10: Evaluar y revisar el balance.....	77
5.11. Consejos y errores comunes en la elaboración del balance de materia.....	78
6. IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS Y CUANTIFICACIÓN DE BENEFICIOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS ..	83
6.12. Beneficios y metodología.....	86
6.13. Producción de energía eléctrica	89
6.14. Curtiembres.....	90
6.15. Pinturas.....	92
6.16. Agroquímicos	95
6.17. Salud	96
6.18. Fundición	97
6.19. Talleres mecánicos.....	99
7. PLAN DE SEGURIDAD, DE SALUD OCUPACIONAL Y DE EMERGENCIA PARA LOS TRABAJADORES	103
7.1. Plan de seguridad para los trabajadores	104
7.2. Plan de salud para los trabajadores	108
7.3. Plan de emergencia.....	110
7.4. Consideraciones finales.....	112
GLOSARIO	115
ANEXOS.....	117
REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA	119



CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES, OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN DE LA GUÍA

Los residuos peligrosos se generan en diferentes sectores, siendo los industriales y los de servicios los que suponen una mayor aportación de residuos peligrosos, por lo que es imprescindible su manejo integral, por parte de los generadores que aportan la mayor cantidad de estos residuos. Aunque ya existen diversas disposiciones legales para el adecuado manejo de residuos peligrosos en Paraguay, aún es un tema que supone un problema por la falta de aplicación y guía en las mejoras que pueden emplearse en los sectores productivos.

Una alternativa para el adecuado manejo de los residuos peligrosos es implementar las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales en las industrias generadoras de residuos. Se entiende como las **mejores técnicas disponibles**, a la forma que resulte más eficaz y avanzada, para el desarrollo de actividades y sus métodos de operación, mediante técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el sector industrial correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, que busquen reducir o eliminar la generación de residuos. Por otro lado, las **mejores prácticas ambientales** se definen como la aplicación de la combinación más adecuada de medidas y estrategias de control ambiental.

Si bien, los ordenamientos legales en Paraguay no establecen una metodología de aplicación; en los convenios internacionales de los que Paraguay es parte, se establecen estos términos, con el fin de minimizar o prevenir la generación de los residuos peligrosos, así como las emisiones contaminantes a la atmósfera.

Por lo anterior, la presente guía tiene como objetivo proporcionar una primera herramienta que apoye la mejora tecnológica y práctica en el manejo de los residuos peligrosos y de manejo especial; esta información es la base para implementar tecnologías eficientes y mejorar la gestión, sin embargo, no contiene todos los requerimientos técnicos y tecnológicos que tendrían que modificarse en un caso en particular.

Esta guía está estructurada en siete capítulos. En el capítulo 2, se presenta un sumario del Inventario Nacional de Residuos Peligrosos de Paraguay, en el que se establece su clasificación, los principales sectores generadores y los efectos a la salud. En el capítulo 3, se

INTRODUCCIÓN

detallan los ordenamientos legales en materia de residuos peligrosos. El Capítulo 4, se presentan seis procesos genéricos que se establecieron con base al inventario, en ellos se marcan los principales puntos de emisión de residuos peligrosos, que serán las áreas de oportunidad para un manejo adecuado.

En el capítulo 5, se establecen los pasos para una auditoría interna de residuos peligrosos que las empresas pueden realizar para monitorear sus puntos de generación y encontrar áreas de oportunidad en su manejo.

En el capítulo 6, se identifican los residuos peligrosos potenciales a generarse en cada uno de los procesos genéricos descritos anteriormente, con el fin de establecer las áreas de oportunidad para implementar las mejores tecnologías disponibles y las buenas prácticas ambientales, basándose en estrategias de producción más limpia por sector.

Finalmente, en el capítulo 7, se detalla un plan de seguridad, de emergencia y salud ocupacional de los trabajadores en las empresas que manejen los residuos peligrosos, para evitar daños a su salud o dispersión al ambiente.

Esta guía es parte de un proceso de entrenamiento de las empresas potencialmente generadoras de residuos peligrosos, así como de los consultores que las puedan apoyar.





CAPÍTULO 2.

RESIDUOS PELIGROSOS, CLASIFICACIÓN, INVENTARIO Y EFECTOS A LA SALUD

El manejo de los residuos peligrosos es una parte fundamental en la gestión adecuada de los residuos en general, que permite prevenir los riesgos a la salud humana y al ambiente. En primera instancia, se debe conocer cuáles son estos residuos peligrosos que se generan, así como su clasificación. Posteriormente, las cantidades que se generan en el país para adoptar las medidas de prevención, minimización e incentivar la infraestructura para el manejo de estos y, finalmente, qué efectos adversos pueden ocasionar a la salud en las áreas de trabajo.

En Paraguay, los residuos peligrosos se definen en el Decreto N° 7.391 de 2017 en su artículo 3° fracción 41, como:

Las sustancias o elementos previstos en la Ley 567/1995 “Que aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transitorios de los desechos peligrosos y su eliminación”, resultantes de los procesos industriales y productos que han sido adquiridos y/o desechados, y que por sus características explosivas, inflamables, oxidantes, tóxicas, infecciosas, radioactivas, corrosivas, etc., pueden causar riesgos presentes o futuros a la calidad de vida de las personas o afectar el suelo, la flora, la fauna, contaminar el aire o las aguas de manera tal que dañen la salud humana o ambiental del país.

Partiendo de esta definición, se considerarán como residuos peligrosos, a aquellos que se establecen en el Convenio de Basilea en el Anexo I, a menos que no tengan ninguna de las características peligrosas descritas en el Anexo III.

2.1. CLASIFICACIÓN

La clasificación de los residuos peligrosos, que se ha establecido en el Inventario Nacional de Residuos Peligrosos del Paraguay, se basa en los grupos incluidos en el Anexo I del Convenio de Basilea, así mismo, se tuvieron en cuenta tres convenios en los que Paraguay forma parte: Estocolmo, Minamata y Rotterdam. Si bien, algunos residuos peligrosos pueden clasificarse en más de una categoría, se presentan los residuos y componentes que, por sus características, se convierten en peligrosos.

El Convenio de Basilea clasifica los desechos peligrosos en dos grupos. El primer grupo (clases Y1-Y18) se basa en el origen de las corrientes de desechos (Tabla 2.1). El segundo grupo (Y19-Y45) se basa en el componente peligroso, independientemente de la fuente del desecho (Tabla 2.2).

Tabla 2.1. Categorías de los desechos que hay que controlar, por corriente de desecho.

CLAVE	CORRIENTE DE DESECHO
Y1	Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas.
Y2	Desechos resultantes de la producción y la preparación de productos farmacéuticos.
Y3	Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos.
Y4	Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos.
Y5	Desechos resultantes de la fabricación, la preparación y la utilización de productos químicos para la preservación de la madera.
Y6	Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos.
Y7	Desechos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y las operaciones de temple.
Y8	Desechos de aceites minerales no aptos para el uso al cual estaban destinados.
Y9	Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua, o de hidrocarburos y agua.
Y10	Sustancias y artículos de desecho que contengan o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB).
Y11	Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico.
Y12	Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
Y13	Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos.
Y14	Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza, y cuyos efectos en el ser humano o el medioambiente no se conozcan.
Y15	Desechos de carácter explosivo que no estén sometidos a una legislación diferente.
Y16	Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos.
Y17	Desechos resultantes del tratamiento de superficie de metales y plásticos.
Y18	Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales.

Nota: En la Convención de Basilea, "residuo" se expresa en español como "desecho", por ello aquí se mantiene.

Tabla 2.2. Categorías de los desechos que hay que controlar. Desechos que tengan como constituyentes:

CLAVE	CONSTITUYENTES
Y19	Metales carbonilos
Y20	Berilio, compuestos de berilio
Y21	Compuestos de cromo hexavalente
Y22	Compuestos de cobre
Y23	Compuestos de zinc

CLAVE	CONSTITUYENTES
Y24	Arsénico, compuestos de arsénico
Y25	Selenio, compuestos de selenio
Y26	Cadmio, compuestos de cadmio
Y27	Antimonio, compuestos de antimonio
Y28	Telurio, compuestos de telurio
Y29	Mercurio, compuestos de mercurio
Y30	Talio, compuestos de talio
Y31	Plomo, compuestos de plomo
Y32	Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión del fluoruro cálcico
Y33	Cianuros inorgánicos
Y34	Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida
Y35	Soluciones básicas o bases en forma sólida
Y36	Asbesto (polvo y fibras)
Y37	Compuestos orgánicos de fósforo
Y38	Cianuros orgánicos
Y39	Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles
Y40	Éteres
Y41	Solventes orgánicos halogenados
Y42	Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados
Y43	Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados
Y44	Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas
Y45	Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).

Nota: En la Convención de Basilea, "residuo" se expresa en español como "desecho".

Se puede considerar la clasificación de los residuos especiales que, de acuerdo a la importancia del sector agrícola y los residuos generados post-consumo, se ubican dentro de una categoría aparte de las consideradas, dentro del Convenio de Basilea (Tabla 2.3).

Tabla 2.3. Clasificación–Categorías de Residuos Especiales.

SECTOR	SUBSECTORES
Agroquímicos	Plaguicidas
	Insecticidas
	Fungicidas
	Herbicidas
	Abonos
Post-consumo	Talleres de mantenimiento de vehículos automotores.
	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
	Pilas y baterías.
	Plásticos.
	Maquinaria pesada de construcción.

De igual manera, en la legislación paraguaya se establecen algunos listados que clasifican a los residuos peligrosos, si bien, la Ley N° 3.956/09 establece la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en la República del Paraguay, existen otros ordenamientos específicos, como el decreto que la reglamenta, en el que se enlistan los residuos peligrosos. (Tabla 2.4).

Tabla 2.4. Clasificación de los residuos peligrosos por ordenamientos legales en Paraguay

ORDENAMIENTO LEGAL	RESIDUO PELIGROSO
Decreto N° 7.391/17, artículo 88. Establece una clasificación de los residuos peligrosos generados en cada habitación, unidad habitacional o similares que están sujetos a un plan de manejo.	Aceites lubricantes usados.
	Disolventes orgánicos usados.
	Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo.
	Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio.
	Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio.
	Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo.
	Medicamentos, implementos e instrumentos médicos de uso domiciliarios.
	Productos químicos de uso domisanitario (ej.: insecticidas, plaguicidas, herbicidas, soluciones ácidas y alcalinas, etc.).
	Pinturas y solventes usados.
Ley N° 3.361/07, artículo 53. Define a los residuos peligrosos como los enlistados a la derecha.	Aparatos eléctricos y electrónicos de uso doméstico.
	Reactivos y sustancias de laboratorios.
	Medicamentos vencidos.
	Reactivos vencidos.
	Envases que contuvieron sustancias químicas.
	Placas radiográficas.
	Líquido fijador.
	Termómetros rotos.
Amalgamas.	

2.2. INVENTARIO

Para reforzar la importancia del manejo adecuado de los residuos peligrosos, se presenta a continuación, un primer inventario de su generación en el Paraguay. Los resultados obtenidos a través del **Inventario Nacional de Residuos Peligrosos**, permiten la identificación de los principales sectores generadores de residuos peligrosos con información de las fuentes generadoras, partiendo desde las empresas más grandes a las industrias de pequeña escala; y a su vez, facilita la identificación de los tipos de residuos peligrosos y las brechas en los servicios, así como una estimación total de los residuos peligrosos generados en un periodo de tiempo.

La utilidad de emplear una estimación basada en los sectores económicos radica en el hecho de que se pueden calcular los resultados del inventario, combinando los factores de emisión con las estadísticas económicas del país. Esto proporciona un indicador de intensi-

dad de residuos, que puede ser tomado como un indicador del progreso en la gestión de los residuos peligrosos en el país.

Los cálculos de generación de residuos peligrosos tienen un margen de error en cuanto a cantidades, debido a las variaciones en el proceso de fabricación. Pese a estar clasificadas en el mismo grupo del subsector de producción, las diferencias de tecnología y de las operaciones de procesamiento, influyen en la generación de residuos peligrosos tanto en el tipo de desecho como en las cantidades.

Otro punto importante para tener en cuenta, es que ciertos tipos de residuos poseen valor en el mercado, por lo que son reciclados por un sector informal del cual es difícil recopilar las estadísticas y los datos de las cantidades de generación.

A continuación, se presenta un resumen de los principales residuos peligrosos en Paraguay (Tabla 2.5). Las cifras presentadas fueron obtenidas de acuerdo a la metodología descrita en el **Inventario Nacional de Residuos Peligrosos** (que consiste en revisión de los reportes nacionales existentes, comentarios del Grupo de Trabajo de Residuos, recabar información y estimar cantidades de generación de residuos peligrosos) y los datos que han sido obtenidos con base en la experiencia, los actores clave entrevistados y los extraídos de inventarios previos; la cuarta columna corresponde a la clasificación asignada con respecto al Convenio de Basilea.

Tabla 2.5. Resumen de resultados de los residuos peligrosos en Paraguay, por sector de generación.

SECTOR DE GENERACIÓN/ FUENTE	RESIDUO (SUBSECTOR)	RESIDUOS PELIGROSOS (T/AÑO)	PORCENTAJE (%)	CORRIENTE DE RESIDUO ⁽⁵⁾
Pinturas y solventes	Producción ⁽¹⁾	26.489	32,0	Y6,Y12, Y17
Agroquímicos	Producción ⁽¹⁾	252	0,3	Y4
	Envases	3.600	4,3	Y4
Metales	Escorias	N/D		Y7,Y17
	Polvos de fundición	N/D		
Talleres/transporte	Aceites lubricantes usados ⁽²⁾	6.596	8,0	Y8,Y9
	Estopas ⁽²⁾	10	0,0	Y9
	Envases	658	0,8	
	Filtros automotrices aceite, combustible y aire ⁽²⁾	2.033	2,5	Y8,Y9
	Neumáticos ⁽²⁾	19.833	23,9	
	Baterías ⁽²⁾	2.334	2,8	Y31
Servicios	Salud ⁽²⁾	1.966	2,4	Y1,Y3
	Energía ⁽⁶⁾	171	0,2	Y8,Y10
Curtiembres	Producción de pieles y sus manufacturas	7.489	9,0	

SECTOR DE GENERACIÓN/ FUENTE	RESIDUO (SUBSECTOR)	RESIDUOS PELIGROSOS (T/AÑO)	PORCENTAJE (%)	CORRIENTE DE RESIDUO ⁽⁵⁾
Químicos	Producción de farmacéuticos, sustancias químicas, medicinales y productos botánicos ⁽¹⁾	46	0,1	Y2,Y3,Y4
	Producción de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno ⁽¹⁾	218	0,3	Y6
	Producción de otros productos químicos n.c.p. ⁽¹⁾	297	0,4	Y5,Y6,Y12,Y13
Post-consumo por la sociedad	Electrónicos	3.359	4,1	Y10, Y24, Y26, Y29, Y31
	Mercurio ⁽³⁾	15	0,0	Y29
	Plásticos	N/D	0,0	
Compuestos Orgánicos Persistentes (COP) ⁽⁴⁾		7.480	9,0	Y10
Total		82.846	100	

(1) Calculados con datos del Ministerio de Industria y Comercio del 2018, estimados al 2016.

(2) Calculados con datos de la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, con datos del 2016.

(3) Extraído de la Evaluación Inicial del Convenio de Minamata, 2017 (año base 2014).

(4) Extraído del Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo, Paraguay 2017, este valor es el total de PFOS, HBCD, PBDE y Plaguicidas COP inventariados en 2015.

(5) Extraídos de la tabla 2.1 y 2.2 Corriente de Residuo del Convenio de Basilea.

(6) Calculado con datos de la ANDE.

N/D No disponible actualmente.

Los residuos principales son los generados en la producción de pinturas y solventes con 26.489 t, seguido de la industria de curtiembres con 7.489 t, los COP con 7.480 t y aceites lubricantes usados con 6.596 t. Como residuos críticos, se tienen los que se generaron en mayor medida; de igual manera, el mercurio, aunque su generación no es significativa en comparación con otros residuos (15 t), por su toxicidad se considera crítico. Asimismo, se incluye el inventario de generación de los residuos plásticos, por su gran efecto potencial aun cuando no sean peligrosos, de 324.747 t.

2.3. EFECTOS A LA SALUD

Cuando los residuos peligrosos se manejan inadecuadamente pueden entrar en contacto con la población y los trabajadores, ocasionando problemas de salud, los cuales dependen de la naturaleza de los residuos y del tiempo de exposición y contacto, que pueden llegar a ser severos provocando cáncer, malformaciones congénitas y hasta la muerte. A continuación, se explican algunos de los efectos que se han determinado que los residuos peligrosos tienen en la salud.

El cáncer es una de las enfermedades más comunes al tener exposición prolongada con residuos peligrosos, principalmente, metales (como plomo o arsénico), compuestos orgánicos persistentes (como los BPCs y plaguicidas) y efluentes industriales. Entre los cánceres más comunes, se encuentran: pulmón, vejiga, esófago, estómago, intestino, recto, mama, piel, riñón e hígado (Griddith *et al*, 1989).

Asimismo, los defectos en el nacimiento son efectos comunes cuando una mujer embarazada está en contacto con residuos peligrosos. La exposición a mercurio, plomo o arsénico genera malformaciones en el feto, como paladar hendido, defectos cardíacos y urogenitales. Por otro lado, los plaguicidas están asociados al bajo peso al nacer, y las sustancias químicas utilizadas en síntesis a nivel industrial, como el dicloroetileno, tricloroetileno y tetracloroetileno, a defectos orales y del sistema nervioso central (Lichtveld M.Y. y Johnson B.L., 1994).

Con respecto a los efectos neurológicos, el contaminante más representativo por su neurotoxicidad, es el plomo, el cual ocasiona déficits de aprendizaje en niños (CDC, 1991 y ATSDR, 1993), y en combinación con el arsénico, causa alteraciones en los sistemas auditivo y motor (Olivo, T, *et al*, 1995). Algunos disolventes industriales y plaguicidas también tienen efectos neurotóxicos (ECO, 1994). De igual manera, los efectos neurológicos pueden aparecer de forma sutil, algunos síntomas son: dolor de cabeza, náusea, irritación de los ojos y de las vías respiratorias.



CAPÍTULO 3.

FUNDAMENTO LEGAL PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

El objetivo de los ordenamientos legales en materia de residuos es garantizar el derecho de toda persona a un ambiente adecuado, a través de la prevención de la generación y, en caso de que los residuos se generen, asegurar la gestión integral en todas las etapas del manejo.

Para lograr la minimización, es necesario conocer la cantidad de residuos generados y clasificar a los generadores para diferenciar sus responsabilidades. En el Decreto N° 7.391/17 artículo 3°, se clasifican los generadores de residuos peligrosos en tres categorías:

- **Microgenerador:** es el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año, o su equivalente en otra unidad de medida.
- **Pequeños generadores:** las personas físicas o jurídicas que generen una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año, o su equivalente en otra unidad de medida.
- **Grandes generadores:** son las personas físicas o jurídicas que generen un promedio igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de los residuos al año, o su equivalente en otra unidad de medida

De esta manera, resulta pertinente poner en contexto los instrumentos legislativos a través de los cuales se reglamenta una gestión integral basada en la prevención de la contaminación, la responsabilidad extendida y acorde a la conformidad legislativa en el tema de los residuos peligrosos.

La Tabla 3.1, presenta un panorama general del marco legal nacional que, independientemente de la especialidad de la normativa, en su contenido aborda la temática de los residuos peligrosos desde su materia de competencias, así como la autoridad a cargo de su aplicación, partiendo de los Artículos 6° De la Calidad de Vida, 7° Del Derecho a un Ambiente Saludable, 8° De la Protección Ambiental y 68° Del Derecho a la Salud, contenidos dentro de la Constitución de la República del Paraguay.

Tabla 3.1. Marco legal vigente para la gestión de residuos peligrosos.

INSTRUMENTO LEGAL	VINCULACIÓN CON LOS RESIDUOS PELIGROSOS	AUTORIDAD A CARGO
<p>Ley N° 3.956/09 "Gestión integral de los residuos sólidos en la República del Paraguay", en su Artículo 2, inciso c) y sus Artículos 13, 80 y 88.</p>	<p>-Promover la implementación de los instrumentos de planificación, inspección y control, que favorezcan la seguridad y eficiencia de las actividades de gestión integral de los residuos sólidos. -Condiciones para el manejo integral de los residuos sólidos. -Instrumentación de los planes de manejo de gestión, que incorporen el manejo integral de los residuos peligrosos. -Los agentes obligados a la formulación y ejecución de estos planes, y los residuos peligrosos que están sujetos a los planes de manejo. -Régimen jurídico sobre la producción y la gestión responsable de los residuos sólidos, cuyo contenido normativo y utilidad práctica deberá generar la reducción de estos, al mínimo, y evitar las situaciones de riesgo para la salud humana y la calidad ambiental. No se presenta una definición ni clasificación específica para los residuos considerados peligrosos. Se define en el Artículo 40. Disposición final: Fase mediante la cual se deponen o depositan los residuos sólidos en forma definitiva, sanitaria y ambientalmente segura.</p>	<p>Secretaría del Ambiente* (SEAM), quien define a su vez los apartados que son competencia de la municipalidad. * En 2018 la SEAM pasa a ser Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES).</p>
<p>Decreto N° 7.391/17 Por el cual se reglamenta la Ley N° 3.956/09 "Gestión integral de los residuos sólidos en la República del Paraguay"</p>	<p>-Establece las condiciones para el manejo integral de los residuos sólidos, con la finalidad de prevenir los riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de las personas. -Presenta la terminología, las responsabilidades, la clasificación de los residuos y el marco técnico para la gestión integral de los residuos y de los Planes Departamentales y Municipales para la gestión integral de los residuos. Define como "residuos peligrosos" a aquellos estipulados en el Convenio de Basilea, pertenecientes al Anexo I, y que presenten alguna característica de peligrosidad del Anexo III de dicho convenio. - Artículo 13. Las municipalidades, en coordinación con la Autoridad de Aplicación, instrumentarán los planes de gestión que incorporen el manejo integral de los residuos peligrosos que se generen en los hogares en cantidades iguales o menores a las que generan los microgeneradores, al desechar productos de consumo que contengan materiales peligrosos, así como en oficinas, instituciones, dependencias y entidades y que serán implementados por éstas. Las gobernaciones y los municipios que presten el servicio público de aseo que ejecuten programas para la separación, recolección y acopio de los residuos señalados en el párrafo anterior y que por tal razón posean residuos peligrosos, deberán observar los criterios de manejo establecidos en la Ley N° 567/95, el presente Reglamento y demás disposiciones jurídicas concernientes a la materia. -Artículo 80. Estarán. Estarán obligados a la formulación y ejecución de estos planes de manejo, según corresponda: I. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia el Artículo 31 de este Reglamento, la Ley 567, y los que se incluyan en las normas correspondientes. -Artículo 88. Los residuos peligrosos Los residuos peligrosos que están sujetos a plan de manejo: I. Aceites lubricantes usados. II. Disolventes orgánicos usados. III. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo. IV. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio. V. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio. VI. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo. VII. Medicamentos, implementos e instrumentos médicos de uso domiciliarios. VIII. Productos químicos de uso domisanitario (ej.: insecticidas, plaguicidas, herbicidas, soluciones ácidas y alcalinas, etc.). IX. Pinturas y solventes usados. X. Aparatos eléctricos y electrónicos de uso doméstico.</p>	<p>Compete a la municipalidad en coordinación con el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES), instrumentar los planes de gestión que incorporen el manejo de los residuos peligrosos. Definen cuáles son los residuos peligrosos.</p>
<p>Ley N° 42/90 "Prohíbe la importación, depósito, utilización de productos calificados como residuos industriales peligrosos o basuras tóxicas y establece las penas correspondientes por su incumplimiento".</p>	<p>- Artículo 1. Prohíbese a toda persona física o jurídica importar productos calificados como residuos o desechos industriales peligrosos o basuras tóxicas; o facilitar por cualquier medio su ingreso, recepción, depósito, utilización o distribución en cualquier lugar del territorio nacional.</p>	<p>Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPyBS), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio de Industria y Comercio (MIC), y Comisión Nacional de Defensa de los Recursos Naturales. La Ley N°1561 Que crea el Sistema Nacional del Ambiente, el Consejo Nacional del Ambiente y la Secretaría del Ambiente, establece en el Artículo 14, que la SEAM* adquiere el carácter de autoridad de aplicación de la Ley N° 42/90. * En 2018 la SEAM pasa a ser Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES).</p>

FUNDAMENTO LEGAL PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

INSTRUMENTO LEGAL	VINCULACIÓN CON LOS RESIDUOS PELIGROSOS	AUTORIDAD A CARGO
Ley N° 567/95 "Aprueba el convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación"	-Tomade medidas necesarias para que el manejo de los desechos y las sustancias peligrosas sea compatible con la protección de la salud humana y del medioambiente, cualquiera que sea el lugar de su eliminación, incluyendo sus movimientos transfronterizos y su eliminación. -Directrices y principios internacionalmente reconocidos para el manejo racional y la eliminación de los desechos peligrosos	Secretaría del Ambiente (SEAM)* * En 2018 la SEAM pasa a ser Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES).
Ley N° 6.064/18 "Seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre la seguridad en la gestión de desechos radiactivos"	-Esta ley tiene como objetivo mantener un alto grado de seguridad en la gestión del combustible gastado, generado a partir de las actividades radiactivas y de los desechos radioactivos, asegurando que en todas las etapas de su gestión existan medidas que prevengan los riesgos radiológicos, protegiendo a las personas, a la sociedad y al ambiente. -Menciona los requisitos generales de seguridad en las instalaciones de gestión del combustible gastado y la gestión de los desechos radioactivos.	Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Cada "Parte Contratante" establecerá o designará un órgano regulador que se encargue de la aplicación del marco legislativo y reglamentario a que se refiere el Artículo 19. Cada "Parte Contratante", de conformidad con su marco legislativo y reglamentario, adoptará las medidas adecuadas para asegurar una independencia efectiva entre las funciones reglamentarias y otras funciones, cuando incumban a entidades que intervengan tanto en la gestión de combustible gastado o de desechos radiactivos, como en su reglamentación.
Ley N° 294/93 "Evaluación de Impacto Ambiental"	-Artículo 7. Regula y enumera a aquellas actividades que requieren de la realización de una Evaluación de Impacto Ambiental, siendo en la fracción j) "Recolección, tratamiento y disposición final de residuos urbanos e industriales." -Esta ley regula toda modificación del medioambiente provocada por obras o actividades humanas que tengan, como consecuencia positiva o negativa, directa o indirecta, afectar la vida en general, la biodiversidad, la calidad o una cantidad significativa de los recursos naturales o ambientales y su aprovechamiento, el bienestar, la salud, la seguridad personal, los hábitos y costumbres, el patrimonio cultural o los medios de vida legítimos. -No se aclara si los residuos industriales son peligrosos, lo que crea una ambigüedad en el ordenamiento.	Secretaría del Ambiente (SEAM)* * En 2018 la SEAM pasa a ser Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES).
Ley N° 716/95 "Que sanciona delitos contra el medio ambiente"	-El Artículo 3. Menciona: "El que introdujese al territorio nacional residuos tóxicos o desechos peligrosos o comercializase los que se hallasen en él, o facilitase los medios o el transporte para el efecto, será sancionado con cinco a diez años de penitenciaría." -Así mismo, el Artículo 8 indica: "Los responsables de fábricas o industrias que viertan efluentes o desechos industriales no tratados de conformidad a las normas que rigen la materia en lagos o cursos de agua subterráneos o superficiales o en sus riberas, serán sancionados con uno a cinco años de penitenciaría y multa de 500 (quinientos) a 2.000 (dos mil) jornales mínimos legales para actividades diversas no especificadas." -Declara que aquellas personas físicas o morales que depositen o arrojen en lugares públicos o privados, los residuos hospitalarios o laborales de incineración obligatoria u omitan la realización de esta, serán sancionados.	Secretaría del Ambiente (SEAM)* * En 2018 la SEAM pasa a ser Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES).
Ley N° 836/80 "Código Sanitario".	-Regula las funciones del Estado en lo relativo al cuidado integral de la salud de la población, y los derechos y las obligaciones de las personas en la materia. -Establece las normas sanitarias para las actividades laborales, industriales, comerciales y de transporte. -Promueve programas de prevención y control de la contaminación y polución ambiental. Dispone sobre: la salud del agua para consumo; alcantarillados y los desechos industriales; las sustancias tóxicas o peligrosas; los medicamentos; los aparatos, instrumentales, y equipos médicos, odontológicos y laborales; la salud ocupacional y del medio laboral; el uso de sustancias nocivas; los establecimientos de salud; los productos de perfumería, belleza, tocador; y los artículos higiénicos de uso doméstico, entre otros.	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, y el Ministerio de Agricultura y Ganadería, establecerán la clasificación y las características de los plaguicidas y fertilizantes, de acuerdo con el riesgo que representen para la salud.
Ley N° 3.361/07 "Residuos generados en establecimientos de salud y afines"	-Regula la gestión integral de los residuos generados en los establecimientos de salud y afines que provengan de la atención a la salud humana y animal, para la prevención, diagnóstico, tratamiento, rehabilitación, estudio, docencia, investigación, o producción de elementos o medicamentos biológicos, farmacéuticos y químicos. -En su Artículo 53, se presentan los residuos peligrosos: <i>los compuestos químicos, como: reactivos y sustancias de laboratorios, medicamentos vencidos, reactivos vencidos, envases que contuvieron sustancias químicas, placas radiográficas, líquido fijador, termómetros rotos y amalgamas.</i>	La Autoridad de Aplicación de la Ley es el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social.

FUNDAMENTO LEGAL PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

INSTRUMENTO LEGAL	VINCULACIÓN CON LOS RESIDUOS PELIGROSOS	AUTORIDAD A CARGO
Ley N° 3.107/06 "Reglamenta la importación, fabricación, ensamblado, tránsito, transporte, depósito y comercialización de pilas y baterías primarias, comunes de carbón-zinc y alcalinas de manganeso, nocivas para la salud humana y el ambiente"	<p>-Establece los límites en cuanto a los metales tóxicos presentes en las pilas y las baterías, abarcando desde su importación, fabricación, comercio y depósito.</p> <p>-Esta ley prohíbe en todo el país la importación, la fabricación, el ensamblado, el tránsito, el transporte, el depósito y la comercialización de las pilas y las baterías comunes de carbón - zinc y las alcalinas de manganeso, cuyos valores sean superiores a:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 0,01 % en peso de mercurio; 2) 0,015% en peso de cadmio; 3) 0,2 % en peso de plomo; 4) 25 mg de mercurio por elemento, cuando fueran pilas miniatura y botón. 	El Ministerio de Industria y Comercio
Ley N° 5.882/17 "Gestión Integral de pilas y baterías de uso doméstico"	<p>-Artículo 2. Las pilas y baterías, una vez finalizada su vida útil, son consideradas residuos o desechos peligrosos por contener una o más de las siguientes características: tóxicas, corrosivas, explosivas, inflamables, reactivas o infecciosas".</p> <p>-Establece los mecanismos para la segregación, reutilización, almacenamiento, recolección, transporte, reciclaje, tratamiento y disposición final de las pilas y las baterías de uso doméstico, exentando a las pilas y las baterías de usos industriales, militares y sanitarios.</p> <p>-Aplicable a todo proceso de fabricación, importación y ensamblado, independientemente de su volumen, peso o composición, así como los aparatos que las contengan.</p> <p>-Enuncia que el fabricante, ensamblador, importador y comercializador deben proveer de contenedores aptos para el acopio de las pilas y las baterías usadas en los puntos de venta al público, una vez acopiadas las pilas, deben disponerlas al municipio para su tratamiento, reciclaje o disposición, siempre y cuando no se tenga un plan de gestión para dichos residuos.</p> <p>-Quedan exceptuadas las pilas y las baterías de usos industriales, militares y sanitarios.</p>	MIC, MADES, Municipalidades e INTN
Ley N° 369/72 "Crea el Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental" y su modificación N° 908/96"	-Supervisar las actividades de saneamiento ambiental establecidas en el Código Sanitario y en el Plan Nacional de Saneamiento Ambiental.	Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) como entidad dependiente del MSPBS
Ley 1.160/97 "Código Penal"	<p>El Título III "Hechos punibles contra la seguridad de la vida y de la integridad física de las personas", Capítulo I Hechos Punibles contra las Bases Naturales de la Vida Humana, define seis tipos penales:</p> <p>-Artículo 197. Ensuciamiento y alteración de las aguas, subterráneas y superficiales, riberas y cauces, castigando con cárcel o multa la acción, la tentativa y la omisión.</p> <p>-Artículo 198. Contaminación del aire, sancionando la acción y la conducta culposa con cárcel o multa.</p> <p>-Artículo 199. Maltrato de suelos, con abonos, fertilizantes, pesticidas u otras sustancias nocivas para la conservación de los suelos, sancionando la acción y la conducta culposa con cárcel o multa.</p> <p>-Artículo 200. Procesamiento ilícito de desechos, entendiéndose como procesamiento: tratar, almacenar, arrojar, evacuar o echar desechos fuera de las instalaciones previstas para ello o apartándose considerablemente de los tratamientos prescritos o autorizados por disposiciones legales o administrativas; y por desechos: sustancias venenosas o capaces de causar enfermedades infectocontagiosas a seres humanos o animales; explosivas, inflamables, o, en grado no bagatelario, radioactivas o por su género, cualidades o cuantía, capaces de contaminar gravemente las aguas, el aire o el suelo. Castiga con cárcel o multa la acción, la tentativa y la conducta culposa.</p> <p>-Artículo 201. Ingreso de sustancias nocivas en el territorio nacional, entendiéndose por sustancias nocivas a residuos o desechos peligrosos o basuras tóxicas o radioactivas y sancionando a aquel que ingresara, recibiera, depositara, utilizara o distribuyera dichas sustancias y castigando con pena privativa de libertad o multa la acción, siendo agravante si la misma tuviera el lucro por finalidad, y la tentativa.</p>	Secretaría del Ambiente (SEAM)* * En 2018 la SEAM pasa a ser Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES).
Ley N° 123/91 "Adoptan nuevas Formas de Protección Fitosanitaria"	-Las medidas fitosanitarias que obligan a brindar un manejo seguro y eficaz de los plaguicidas y a realizar su correspondiente control sanitario.	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
Ley N° 3.742/09 "Sobre el control de productos fitosanitarios de uso agrícola"	<p>-Establece el régimen legal de registro y control de todo producto fitosanitario de uso agrícola a partir del ingreso de estos al territorio nacional, así como: la síntesis, la formulación, el fraccionamiento, el transporte, el almacenaje, el etiquetado, la comercialización, la publicidad, la aplicación, la eliminación de residuos y la disposición final de los envases vacíos y de los plaguicidas vencidos.</p> <p>-Designa los requisitos para el registro de las entidades vinculadas a los productos fitosanitarios de uso agrícola.</p> <p>-En su Artículo 10, establece la asignación de un número de registro y la extensión de un certificado que acredite su inscripción en el registro del SENAVE.</p> <p>-Establece los procedimientos específicos para los registros fitosanitarios de uso agrícola y los requisitos para la aplicación de productos y los lineamientos para el uso de franjas de protección en las zonas de aplicación. Estipula las sanciones por incumplimiento.</p>	Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (SENAVE).

FUNDAMENTO LEGAL PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

INSTRUMENTO LEGAL	VINCULACIÓN CON LOS RESIDUOS PELIGROSOS	AUTORIDAD A CARGO
<p>Ley N° 1.561/00 "Que crea el Sistema Nacional del Ambiente (SISNAM), el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y la Secretaría del Ambiente (SEAM)"</p>	<p>-Crear y regular el funcionamiento de los organismos responsables de la elaboración, la normalización, la coordinación, la ejecución y la fiscalización de la política y gestión ambiental nacional. El Sistema Nacional del Ambiente (SISNAM), es integrado por "el conjunto de órganos y entidades públicas de los gobiernos nacional, departamental y municipal, con competencia ambiental; y las entidades privadas creadas con igual objeto, a los efectos de actuar en forma conjunta, armónica y ordenada, en la búsqueda de respuestas y soluciones a la problemática ambiental. Asimismo, para evitar conflictos interinstitucionales, vacíos o superposiciones de competencia, y para responder con eficiencia y eficacia a los objetivos de la política ambiental"</p> <p>-Artículo 4, inciso a) El Consejo Nacional del Ambiente, CONAM, es el órgano colegiado, de carácter interinstitucional, como instancia deliberativa, consultiva y definidora de la política ambiental nacional. La SEAM tiene por objetivo la formulación, coordinación, ejecución y fiscalización de la política ambiental nacional.</p>	<p>La SEAM adquiere el carácter de autoridad de aplicación de las siguientes leyes: N°42/90, N° 61/92, N° 294/93.</p> <p>El art. 15 de la Ley 1561/00 dispone que la SEAM, asimismo, ejerza autoridad en los asuntos que conciernan a su ámbito de competencia y en coordinación con las demás autoridades competentes en las siguientes leyes: N° 369/72, N° 836/80 Decreto Reg. N° 123/91, N°3.956/09, N° 42/90, N°3.001/06, N°716/96 y N°42/92.</p> <p><i>* En 2018 la SEAM pasa a ser Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES).</i></p>
<p>Ley N° 3.966/10 "Ley orgánica municipal"</p>	<p>-Artículo 12. Dispone entre otras funciones municipales, de conformidad a las posibilidades presupuestarias, en el ámbito de su territorio y conforme con convenios de delegación y sujeto a la transferencia de recursos, en materia de ambiente, las siguientes: la preservación, la conservación, la recomposición y el mejoramiento de los recursos naturales significativos; la regulación y la fiscalización de estándares y patrones que garanticen la calidad ambiental del municipio; la fiscalización del cumplimiento de las normas ambientales nacionales, previo convenio con las autoridades nacionales competentes; el establecimiento de un régimen local de servidumbre y de delimitación de las riberas de los ríos, lagos y arroyos, y en materia de salud, higiene y salubridad; la reglamentación y control de las condiciones higiénicas de manipulación, producción, traslado y comercialización de comestibles y bebidas; la reglamentación y el control de las condiciones higiénicas de los locales donde se fabriquen, guarden o expendan comestibles o bebidas de cualquier naturaleza; la reglamentación y el control de las condiciones higiénicas de los locales y espacios de concurrencia pública; la reglamentación y el control de las condiciones de tenencia de animales domésticos en las zonas urbanas; la protección de los derechos de los consumidores; la elaboración de los planes municipales de salud conforme a las necesidades de la población del municipio, teniendo en cuenta el enfoque de igualdad de oportunidades, de equidad de género, de no discriminación y de diversidad étnica; la elaboración e implementación de planes especiales de salud reproductiva, planificación familiar, salud sexual y salud materno infantil para la población de escasos recursos; la organización y coordinación de los Consejos Locales de Salud; la participación en la formulación de la política y estrategia nacional, regional y local de salud, y en la fiscalización, el monitoreo y la evaluación de la ejecución del Plan Nacional de Salud a través de los Consejos Locales de Salud y de los Comités Ejecutivos Locales; la prestación de servicios de salud; la participación en actividades de promoción, recuperación y rehabilitación de la salud y prevención de enfermedades; la promoción de la educación sanitaria.</p>	<p>Las municipalidades, en el ámbito de su territorio, tendrán las siguientes funciones entre otras: la regulación y prestación de servicios de aseo, de recolección, disposición y tratamiento de residuos del municipio.</p>
<p>Ley N° 6.123/18 "Eleva al rango de Ministerio a la Secretaría del Ambiente y pasa a denominarse Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible"</p>	<p>-Se eleva al rango de Ministerio a la Secretaría del Ambiente y pasa a denominarse Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible.</p> <p>-Artículo 2. El Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible se regirá por las disposiciones de la Ley N° 1.561/00 "Que crea el Sistema Nacional del Ambiente, el Consejo Nacional del Ambiente y la Secretaría del Ambiente", en la parte pertinente que no sean derogadas y no contrarién las disposiciones de la presente ley.</p> <p>-Artículo 6. Quedan derogados los Artículos 3, 4, 5, y 6 de la Ley N° 1.561/00 "Que crea el Sistema Nacional del Ambiente, el Consejo Nacional del Ambiente y la Secretaría del Ambiente"</p>	<p>El MADES adquiere el carácter de autoridad de aplicación de las siguientes leyes: N°42/90, N° 61/92, N° 294/93.</p> <p>El art. 15 de la Ley 1.561/00 dispone que la SEAM, asimismo, ejerza autoridad en los asuntos que conciernan a su ámbito de competencia y en coordinación con las demás autoridades competentes en las siguientes leyes: N° 369/72, N° 836/80 Decreto Reg. N° 123/91, N°3.956/09, N° 42/90, N°3.001/06, N°/96 y N°42/92.</p>
<p>Decreto N° 18.968/97 reglamenta la Ley N° 42/90 "Prohíbe la importación, depósito, utilización de productos calificados como residuos industriales"</p>	<p>-Prohíbe la importación, el depósito y la utilización de productos calificados como residuos industriales o tóxicos, así como el tráfico fronterizo de residuos industriales peligrosos por cualquier vía. En la presente ley, se definen también las responsabilidades y las medidas de control y seguridad que deben cumplirse con los residuos industriales o tóxicos, mismos que son definidos y detallados.</p> <p>-Se definen los siguientes vocablos: Residuos o Desechos Peligrosos o Basuras Tóxicas, Radioactivas.</p>	<p>La ADUANA será la autoridad responsable del control del tráfico de los residuos peligrosos de conformidad a lo dispuesto en el Artículo 10 de la Ley Aduanera N° 1.173 y el Artículo 3 de la Ley N° 42/90</p>

FUNDAMENTO LEGAL PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

INSTRUMENTO LEGAL	VINCULACIÓN CON LOS RESIDUOS PELIGROSOS	AUTORIDAD A CARGO
Decreto 4.926/10 que reglamenta la Ley N° 3107/06 "Por el cual se reglamenta la Ley 3107/06 que reglamenta la importación, fabricación, ensamblado, tránsito, transporte, depósito, y comercialización de pilas y baterías primarias comunes de carbón-zinc y alcalinas de magnesio."	-Establece la certificación obligatoria sobre las muestras tomadas en la Dirección General de Aduanas, en relación con la importación de pilas y baterías de carbón-zinc, manganeso y pilas de botón. Sistema de certificación que debe cumplir con los valores máximos para el mercurio, cadmio y/o plomos de la Ley N° 3.107/06.	La certificación será otorgada por un organismo de certificación de productos (OCP) acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación (ONA). El Organismo Nacional de Acreditación (ONA) está a cargo de la certificación, y el Registro de Fabricantes e Importados de Pilas y Baterías, se reglamenta por el MIC.
Resolución MIC N° 970/10 reglamenta el Decreto N° 4.926/10 "Por el cual se reglamenta la Ley 3.170/06 que reglamenta la importación, fabricación, ensamblado, tránsito, transporte, depósito, y comercialización de pilas y baterías primarias comunes de carbón-zinc y alcalinas de magnesio."	-Los requisitos para la inscripción y la emisión del <i>Registro de Fabricantes e Importados de Pilas y Baterías Primarias, comunes de carbón-zinc y alcalinas de magnesio</i> , a través del Ministerio de Industria y Comercio.	Ministerio de Industria y Comercio (MIC). La Secretaría del Ambiente (SEAM) es responsable de elaborar el Plan de Gestión Ambiental Integral de Pilas y Baterías** * En 2018 la SEAM pasa a ser Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES).
Resolución S.G. N° 750/02 que "Aprueba el Reglamento referente al manejo de los residuos sólidos urbanos peligrosos"	-Reglamento referente al manejo de los residuos sólidos urbanos peligrosos biológicos – infecciosos, industriales y afines; y se deja sin efecto la resolución S. G. N° 548 de fecha 21 de agosto de 1996.	Se entiende como Autoridad de Aplicación, a la Dirección General de Salud Ambiental – SENASA, organismo técnico del MSPBS.

Dentro de la normativa nacional de Paraguay, existen disposiciones que han derivado de tratados y convenios internacionales, estas leyes tienen el objetivo de dar cumplimiento a las obligaciones resultantes de aquellos.

En la Tabla 3.2, se presentan los convenios internacionales vinculados a la gestión de los residuos peligrosos en Paraguay, las autoridades a cargo y las leyes, los decretos y las resoluciones que se erigieron para su cumplimiento.

Tabla 3.2. Acuerdos Ambientales Multilaterales que se vinculan a la gestión de los residuos peligrosos.

ACUERDO AMBIENTAL MULTILATERAL	INSTRUMENTOS LEGALES NACIONALES Y OBLIGACIONES	AUTORIDAD RESPONSABLE
Convenio de Basilea sobre el "Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación".	-Mecanismos de movimientos transfronterizos de los residuos peligrosos; prohíbe que los países importen residuos peligrosos que no tengan la capacidad de tratar. Es la base para la clasificación de los residuos peligrosos, y se extiende a los metales pesados, los residuos industriales específicos, los residuos médicos, entre otros, que cumplan o posean características de peligrosidad. -Ley N° 567/95. Aprueba el convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. -Ley N° 1.262/98. Aprueba la enmienda al convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos tóxicos peligrosos y su eliminación. -Decreto N° 7.084/00. Establece: medidas sanitarias y ambientales al ingreso de desechos al territorio nacional.	Secretaría del Ambiente (SEAM)*, en su carácter de Autoridad Nacional Designada del Convenio de Basilea en el marco de la Ley N° 567/95 ** En 2018 la SEAM pasa a ser Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES).
Convenio de Estocolmo sobre "Contaminantes Orgánicos Persistentes" (COP)	-Ley N° 2333/03. Aprueba el Convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes. -Resolución N° 1.190/08. Se establecen las medidas para la gestión de bifenilos policlorados (PCB) en la República del Paraguay. -Resolución N° 1.402 / 11. Establecen los protocolos para el tratamiento de bifenilos policlorados (PCB), en el Marco de la Implementación del Convenio de Estocolmo en la República del Paraguay. -Resolución N° 627/ 2016. Prohíbe la importación de neumáticos usados para su reutilización directa sin previa remanufacturación y se reglamenta la gestión integral de neumáticos usados generados en el país.	Secretaría del Ambiente (SEAM)* * En 2018 la SEAM pasa a ser Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES).
Convenio de Minamata sobre el mercurio.	-Ley N° 6.036/18. Aprueba el Convenio de Minamata sobre el mercurio.	Secretaría del Ambiente (SEAM)* * En 2018 la SEAM pasa a ser Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES).

ACUERDO AMBIENTAL MULTILATERAL	INSTRUMENTOS LEGALES NACIONALES Y OBLIGACIONES	AUTORIDAD RESPONSABLE
<p>Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono / Protocolo de Montreal relativo a Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono.</p>	<p>-Sobre el control, el consumo y la producción de las sustancias que generan emisiones que provocan el agotamiento de la capa de ozono, entre las que se encuentran los clorofluorocarbonos (CFC), halones e hidrofluorocarbonos (HFC). -Ley N° 61/92. Aprueba y Ratifica el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono; y la enmienda del Protocolo de Montreal. -Ley N° 1.507 /99 .Aprueba las enmiendas del protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. -Ley N° 2.889/06 .Aprueba la enmienda del protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. -Decreto N° 12.685/08 .Aprueba el Reglamento de Control de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono y el Uso de Tecnologías Alternativas.</p>	<p>Secretaría del Ambiente (SEAM)* * En 2018 la SEAM pasa a ser Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES).</p>

Teniendo como antecedente el marco legal vigente para la gestión de los residuos en el Paraguay, a continuación, se presentan algunos aspectos clave que las empresas deben considerar con respecto a los residuos peligrosos.

En primer lugar, se parte del fundamento de que se debe procurar la producción y gestión responsable de los residuos al mínimo, y evitar las situaciones de riesgo para la salud humana y la calidad ambiental. En este sentido, el sector privado debe realizar las acciones necesarias para garantizar que sus actividades productivas estén alineadas con los objetivos de los Acuerdos Ambientales Multilaterales, de los cuales el Paraguay es país signatario.

En segundo lugar, la legislación busca que los generadores de residuos peligrosos asuman una responsabilidad extendida al emitir residuos peligrosos, por lo que las empresas deben participar de forma activa y proactiva en lo referente a la implementación de las medidas basadas en la prevención de la contaminación, a través de programas, métodos, planes de inversión, mejores técnicas disponibles, buenas prácticas, y mecanismos de autovigilancia y mejora continua.

Finalmente, las empresas deben incorporar en sus modelos de negocios las estrategias adecuadas para asegurar la prosperidad económica sustentable de sus actividades, mediante acciones concretas que busquen optimizar su consumo de insumos y materias primas, y minimizar la generación de externalidades. Todo lo anterior, basado en el respeto de la reglamentación y los estándares correspondientes a su sector específico.



Rr 27 7/8



KILOWATTHOURS

CL 200 240 V 3 W FM 2S 60 Hz Kh 7.2



WATTHOUR METER

No



Made in USA

CAPÍTULO 4.

DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS GENÉRICOS Y LOS PUNTOS POTENCIALES DE GENERACIÓN

Los residuos peligrosos generados directamente por las actividades productivas y de servicios, involucran a una amplia gama de tipos de residuos que estarán condicionados por la actividad misma del sector productivo y de servicios que los genera, las materias primas utilizadas, la tecnología de producción y las prácticas ambientales que se tengan.

Con base en los resultados obtenidos en el Inventario Nacional de Residuos Peligrosos, se consideraron seis procesos genéricos de los sectores con mayor generación. Estos seis procesos se describen a continuación, presentando los puntos de posible emisión de residuos, donde se tienen áreas de oportunidad para aplicar las mejores prácticas disponibles y buenas prácticas ambientales. Cabe señalar, que algunos procesos pueden presentar más operaciones unitarias o, por otro lado, ser más sencillos, en ese caso, las empresas podrán adecuar sus puntos de emisión a sus procesos específicos.

4.1. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La electricidad es la fuente de energía indispensable en estos tiempos, nos permite el alumbrado en calles, encender el ordenador, poner en marcha algún electrodoméstico o tener luz en la habitación. El suministro de energía eléctrica consta de tres fases: la generación, la transmisión y la distribución. A lo largo de ellas, es posible encontrar transformadores o capacitores que pueden contener bifenilos policlorados (PCBs por sus siglas en inglés Polychlorinated Biphenyls, o BPCs por sus siglas en español Bifenilos policlorados), los aceites dieléctricos con PCBs o los equipos contaminados con los mismos, se consideran residuos peligrosos.

4.1.1 DIAGRAMA DE FLUJO

En la Figura 4.1, se presenta el diagrama de flujo general de la generación de residuos peligrosos de bifenilos policlorados (PCBs) en la producción de energía eléctrica.

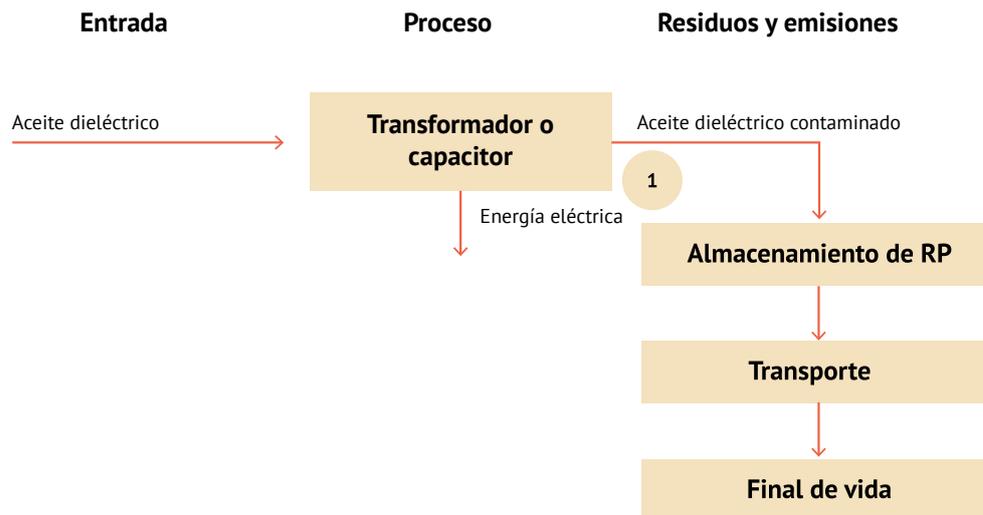


Figura 4.1. Diagrama de flujo del proceso general de generación de PCB

4.1.2 DESCRIPCIÓN

La generación de la energía eléctrica se realiza en las centrales eléctricas, locales donde se efectúan las transformaciones de un tipo de energía (hidráulica, térmica, solar, atómica, etc.) en energía eléctrica, a través de máquinas denominadas generadores eléctricos y turbinas, acoplados mecánicamente entre sí.

Debido a que los centros de generación están alejados de los centros de consumo, la energía generada debe ser transportada a distintos puntos del país. El transporte de energía se realiza con tensiones o voltajes elevados considerando las distancias y por razones técnico-económicas basadas en factores de pérdidas, costos de las estructuras apropiadas y los conductores, etc.

La reducción o elevación de la tensión de la energía eléctrica se realiza a través de los transformadores de potencia y sólo implica una transformación de tensión y corriente, pero no de energía. Un transformador o capacitor eléctrico, es un equipo que se utiliza para modificar la tensión desde un voltaje más alto a una tensión más baja o viceversa. Puede transformar la corriente alterna de un circuito a otro, a través de la inducción electromagnética.

Para que un transformador funcione correctamente, debe contener aceite dieléctrico que sirva como refrigerante para las partes que conducen la electricidad, el mismo debe estar a un nivel apropiado antes de aplicar la tensión. Este aceite tiene características térmicas, de no inflamabilidad y aislantes. El problema radica en que algunos de estos aceites dieléctricos contienen bifenilos policlorados, que son compuestos orgánicos persistentes que amenazan la salud humana y al ambiente.

Mediante se transforma la energía, el aceite dieléctrico puede ir gastándose y evaporándose, produciendo un aumento en la temperatura hasta llegar a la explosión, por lo que se reco-

mienda que los transformadores refrigerados por aceite se encuentren en exteriores o en interiores en recintos a prueba de incendio.

La energía es transportada por conductores especialmente fabricados para conducir la corriente eléctrica y tener al mismo tiempo una buena resistencia mecánica. El material utilizado es conocido como aleación de aluminio con alma de acero. Estos conductores son tendidos sobre estructuras metálicas en forma de torres reticuladas.

Finalmente, la energía llega a subestaciones locales de transformación en los cuales la energía es distribuida a los hogares mediante líneas subterráneas o aéreas. Cabe mencionar, que en las subestaciones también se encuentran transformadores de potencia.

- ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS

El mantenimiento preventivo de los transformadores genera aceite dieléctrico y material de limpieza contaminado que, posteriormente, tendrá que disponerse en el almacén temporal de los residuos peligrosos. En dicho almacén, también pueden conservarse temporalmente los transformadores en desuso, antes de transportarse a su destino final.

Otros residuos peligrosos potenciales en la producción de energía eléctrica son: las baterías, las escorias y las cenizas (en centrales termoeléctricas), así como emisiones de dioxinas y furanos.

- TRANSPORTE

Tras decidir cuál será la siguiente etapa de manejo de los residuos peligrosos generados, se transportan del lugar de generación a la planta de tratamiento o disposición final. Para ello, los vehículos deben ser destinados exclusivamente a ese efecto, deberán estar identificados y autorizados por la Autoridad correspondiente del MADES. Así mismo, se deberá contar con las medidas y los protocolos de seguridad específicos para cada residuo, todo esto para evitar escapes o fugas durante el transporte.

- FINAL DE VIDA

Los compuestos orgánicos persistentes, así como los residuos que los contengan, podrán tener un final de vida mediante la incineración, el confinamiento de seguridad o el tratamiento, este último refiriéndose a todos los procesos térmicos o químicos necesarios para reducir la concentración del contaminante y así su peligrosidad.

El tratamiento puede consistir en la extracción líquido-líquido y retrolavado, los líquidos PCBs que se extraigan de los equipos tendrán que sujetarse a un proceso de eliminación.

De los procesos de eliminación, se sugiere: incineración, gasificación, plasma, pirólisis y químico-catalítico.

Estos procesos deben ser regulados por las autoridades para asegurar el correcto manejo de los residuos peligrosos, evitando emisiones al ambiente de remanentes o combustiones incompletas.

4.1.3 PUNTOS DE GENERACIÓN

El **punto 1** de generación de los residuos peligrosos se encuentra en donde se posicionen o almacenen los transformadores, si siguen en operación, es necesario inspeccionar las especificaciones del equipo, para comprobar que se trata de un transformador que trabaje con PCBs.

Por otro lado, aunque el aceite dieléctrico está destinado a permanecer dentro de la unidad, puede extraerse de la misma cuando se requiera mantenimiento y cambio, por estar gastado o mediante alguna fuga, en el segundo caso, el material utilizado para contener la fuga también se considerará residuo peligroso.

4.2. CURTIEMBRES

Las pieles son un subproducto de la industria ganadera y el faenado de animales para el procesamiento de carnes. El proceso de las curtiembres consiste, básicamente, en transformar dichas pieles en cueros estabilizados no putrescibles y aptos para la confección de calzados y vestimenta, tapicería de muebles y automóviles, y una diversidad de otros artículos. Las curtiembres en Paraguay, principalmente, consisten en productos de exportación y son reconocidas mundialmente.

Con ayuda de la “Guía de producción más limpia en el sector curtiembres de Uruguay” (2014) y la “Guía de gestión y manejo integral de residuos de la industria de curtiembres y tenerías de Colombia” (2010), se muestra a continuación, el proceso general de la elaboración de curtiembres.

4.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO

En la Figura 4.2, se presenta el proceso general de curtido de pieles; dentro del diagrama, se señalan los puntos de generación de los residuos y los de interés para mejorar las prácticas ambientales y las tecnologías disponibles.

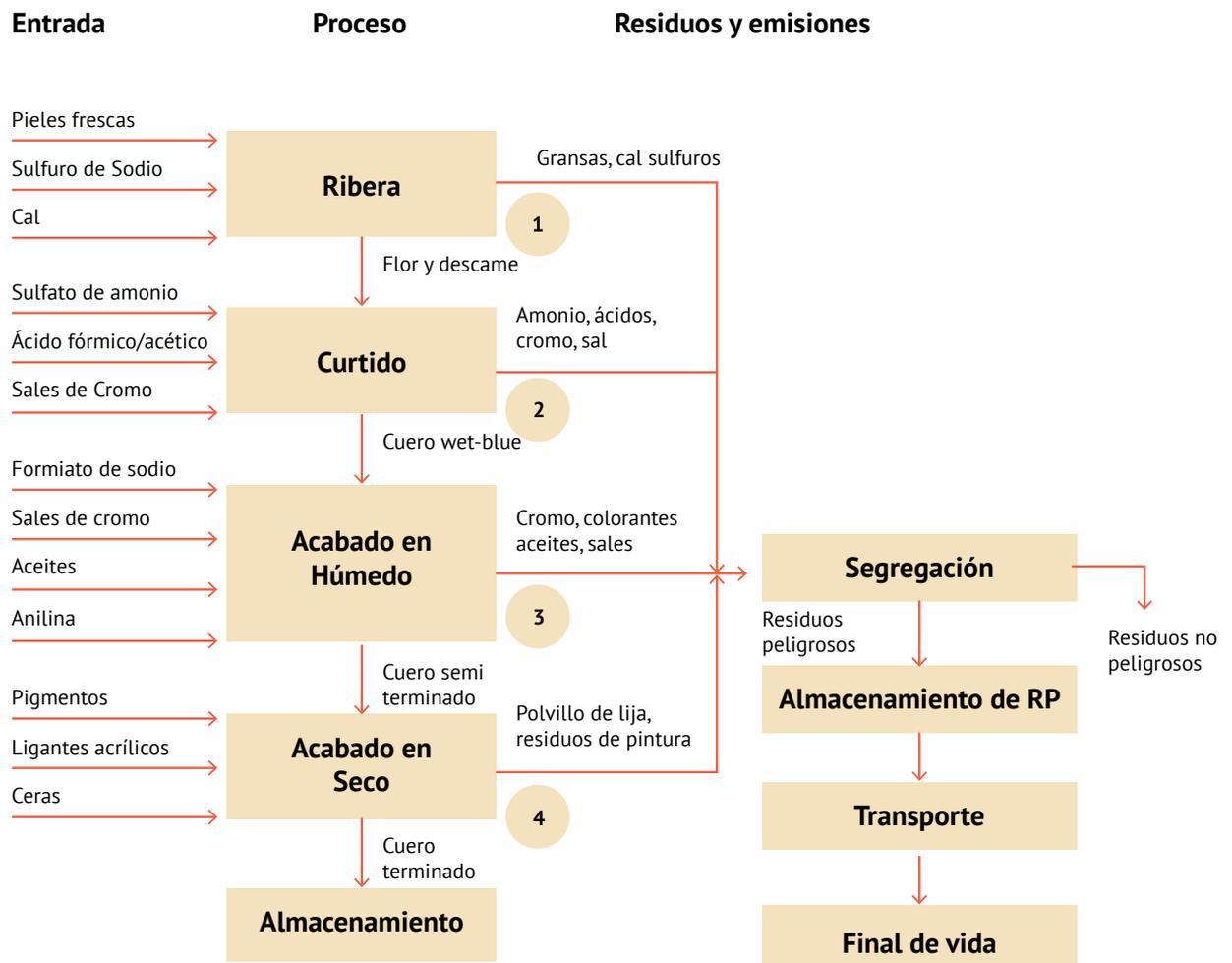


Figura 4.2. Diagrama de flujo del proceso general del curtido y acabado del cuero

4.2.2 DESCRIPCIÓN

Si bien, el proceso de curtido de pieles presenta diversas etapas, según el lugar donde se origine, se pueden agrupar cuatro etapas diferentes.

- RIBERA

La ribera es la etapa en la que el cuero es preparado para ser curtido, en ella se establecen todas las actividades requeridas, desde que el cuero es fresco o salado, llega a la empresa, es limpiado y acondicionado, hasta que es dividido en dos capas.

La primera operación corresponde a la recepción de las pieles crudas, las cuales pueden ser frescas, saladas o secas. Posteriormente, se procede al remojo, con el fin de rehidratar la piel, eliminar la sal (que se utiliza para conservar por más tiempo las pieles) y otros elementos como sangre, excretas y suciedad en general. El baño de remojo puede contener, además,

diversos productos, como bactericidas, agentes humectantes y tensoactivos, enzimas y, en algunos casos, ácido acético, ácido fórmico o carbonato de sodio.

Una vez que se alcanza la hidratación y limpieza adecuada de las pieles, se procede a la operación de pelambre, cuya función es la eliminación de pelos, raíces y epidermis. Luego del pelambre, se procede al encalado, utilizando cal y sulfuro de sodio para lograr la apertura de la estructura dérmica de la piel y su preparación para las siguientes etapas que culminan con el curtido. Esta operación finaliza con lavados para eliminar los restos de sulfuros, cal, sólidos suspendidos en la superficie de las pieles, y disminuir el pH permitiendo que las pieles sean manejables.

Finalmente, se realiza el descarnado y dividido, el primero es la operación que separa por corte mecánico los residuos de carne, grasa subcutánea y tejido conectivo de la piel, puede ejecutarse tanto antes como después del pelambre. El dividido, separa las pieles en flor (parte externa) y descarne (parte interna). Para ello, se utiliza una máquina de precisión provista de una cuchilla en forma de cinta sinfín, que se mueve en el plano paralelo al cuero. Cabe mencionar, que no todas las pieles son divididas, ya que existen algunos productos elaborados, como por ejemplo suelas y diversos artículos de marroquinería, que requieren de un cuero de mayor espesor (cueros integrales).

- CURTIDO

El curtido comienza con las operaciones de desencalado y de purga, que tienen como objetivo el acondicionamiento de las pieles previo al curtido. El desencalado, consiste en la neutralización de la cal, el sulfuro y demás insumos alcalinos que están presentes en la piel utilizando, principalmente, sales de amonio, ácidos orgánicos tamponados, azúcares y melazas, ácido sulfoftálico, entre otros. Esto se logra por la acción conjunta de una neutralización, el aumento de la temperatura y un efecto mecánico. Por otro lado, en la operación de purga, se utilizan enzimas para la eliminación de las proteínas no colagénicas, incluyendo las raíces de los pelos que aún puedan permanecer adheridas. Además, estas enzimas actúan sobre el colágeno separando las fibras, en un proceso conocido como aflojamiento de la estructura.

El piquelado, tiene como objetivo llevar las pieles al pH necesario para realizar el curtido (pH aproximado entre 1,5 y 3,5), evitando el hinchamiento ácido de las pieles y una curtiición superficial que daría un producto quebradizo y áspero. Para esto, se utiliza sal (NaCl) y una mezcla de ácidos (sulfúrico, clorhídrico o fórmico).

El proceso de curtido, consiste en convertir las pieles en materiales no putrescibles, mediante el uso de agentes curtientes que se fijan a las fibras de colágeno, logrando su estabiliza-

ción. Dependiendo del tipo y la cantidad de curtientes utilizados, se producen distintos tipos de cueros. De acuerdo al mecanismo de reacción, el agente curtiente se une a las moléculas de colágeno, conformando así un entrecruzamiento reticular, a través del cual se logra la estabilización de la piel.

En la gran mayoría de las curtiembres se realiza un curtido mineral en base a sales de cromo (wet-blue), la más común es el sulfato básico de cromo ($\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4$), la cual presenta una gran versatilidad en su aplicación y una oferta necesaria, relativamente reducida, en comparación con otros agentes curtientes, como en el caso de los curtientes vegetales y sintéticos. El curtido al cromo permite la obtención de una amplia variedad de productos, con buena estabilidad hidrotérmica y resistencia a la degradación.

Para alcanzar las condiciones óptimas durante el curtido al cromo, se requiere una temperatura entre 35 y 40 °C y mantener el valor de pH final entre 3,8 y 4,2, con lo cual es posible alcanzar eficiencias de fijación de hasta el 80 %, respecto a la oferta inicial. Es de gran importancia prestar especial atención a la evolución del valor de pH durante el proceso, para evitar la precipitación del hidróxido de cromo en el baño de curtido, lo que puede provocar manchas en el cuero.

Después del curtido, se escurre el cuero para retirar la humedad, estirar las partes arrugadas y mantener un espesor uniforme del mismo. Posteriormente, los cueros son sometidos a una operación mecánica mediante la cual se da un calibre final al cuero, utilizando una máquina provista de cuchillas que giran a gran velocidad.

- ACABADO EN HÚMEDO

En esta etapa, el cuero curtido adquiere sus características finales en relación a la suavidad, el color y el tacto que es requerido para el producto final.

Los cueros curtidos al cromo poseen un elevado contenido de acidez, por lo que deben ser sometidos a un proceso de neutralización (desacidificación) para prepararlos para los procesos subsiguientes. Dependiendo del producto final deseado, esto puede lograrse mediante lavados con agua y la utilización de agentes neutralizantes, entre los que se pueden mencionar: las sales de ácidos débiles (bicarbonato o carbonato de sodio, formiato de sodio, etc.), agentes complejizantes (polifosfatos, sales de ácidos dicarboxílicos, etc.) y taninos sintéticos.

Las operaciones de recurtido, teñido y engrase, se conocen como acabados húmedos y confieren las propiedades físicas y mecánicas al cuero, como son el color básico, la flexibilidad y la elasticidad, las cuales dependen del uso que tendrá el producto final. Los productos

utilizados en el recurtido son: sales de cromo, curtientes vegetales, recurtientes sintéticos y resinas.

A través del teñido se da el color firme y parejo al cuero, siendo las anilinas el colorante mayormente utilizado. Este proceso es muy complejo, ya que se ve afectado por la mayoría de las variables involucradas, incluso por los procesos anteriores.

El proceso de engrase tiene como objetivo conferir al cuero una mayor suavidad y blandura, mejorar las propiedades físicas, disminuir la permeabilidad al agua, y evitar que las fibras se peguen entre sí durante el secado.

Al final, se escurre y estira la piel mediante rodillos para eliminar las arrugas de la piel por el lado de la flor.

- ACABADO EN SECO

Otorga al cuero el aspecto final de color y brillo, y permite controlar posibles imperfecciones del producto.

La siguiente operación corresponde al secado de los cueros, en donde se extrae un porcentaje considerable de humedad al cuero. En el secado, el cuero pierde las propiedades de flexibilidad y tacto, entre otras. Por lo tanto, se somete el cuero a un ablandamiento por palizado, ablandadora continua y/o batanado, de acuerdo a los requisitos del producto final.

Por último, las operaciones de acabado (esmerilado, desempolvado, pigmentado, planchado, lacado, medido) le imparten al cuero las características superficiales solicitadas por el cliente: brillo, color, resistencia a la luz, a la abrasión, etc., mediante la utilización de aditivos, como son: pigmentos, ligantes, ceras, agentes penetrantes y otros.

- ALMACENAMIENTO

El cuero terminado es almacenado en un depósito para su protección, uso o comercialización.

4.2.3 PUNTOS DE GENERACIÓN

Este proceso productivo es uno de los que genera mayor cantidad de aguas residuales. Si bien, no es el objetivo de esta guía, se mencionarán los puntos de emisión y los residuos peligrosos que pueden estar contenidos en el agua, si es tratada, los lodos residuales permanecerán con las características de peligrosidad y se tendrán que tratar como residuos peligrosos.

El **punto 1** de generación observable dentro del diagrama de la Figura 4.2 se ubica en la ribera, en este punto pueden generarse residuos orgánicos provenientes del pelambre, así como residuos resultantes de los bañados de sal y sulfuros, aunque estos últimos se encuentran en el agua, los lodos que se generen del tratamiento tendrán características de peligrosidad.

En los **puntos de generación 2 y 3**, se generan lodos residuales del proceso al cromo, el cual al ser un metal pesado es tóxico y confiere esta característica a los lodos, una vez que se generen en la planta de tratamiento de aguas. De igual manera, aquí se generan residuos de ácidos, sales, amonio, colorantes y aceites.

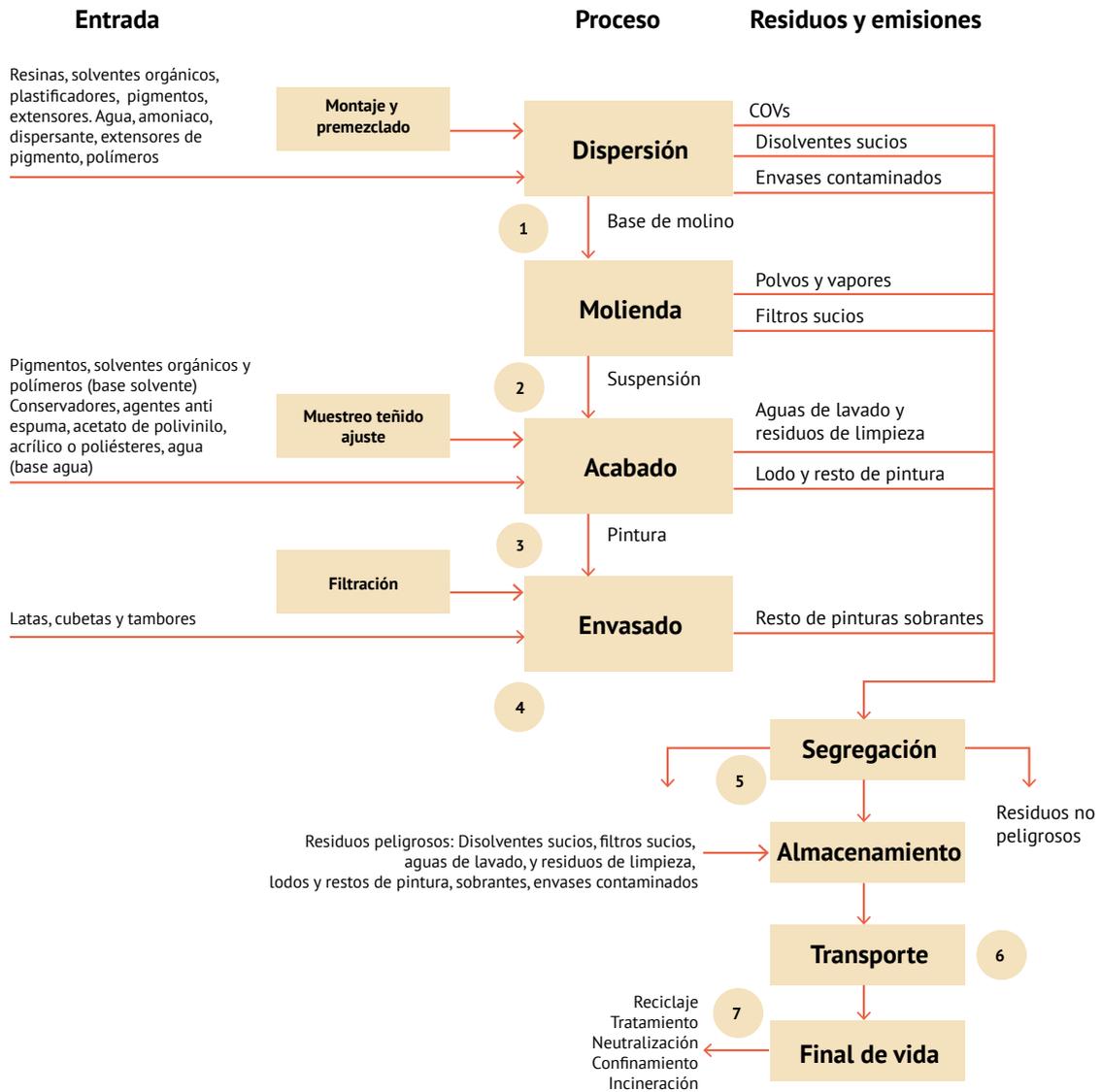
Finalmente, en el acabado en seco, **punto de generación 4**, se obtienen residuos de pinturas o pigmentos, así como rebajaduras de cuero en wet-blue, que contienen cromo.

4.3. PINTURAS

En el caso de la fabricación de pinturas, se ha tomado como base el documento de escenarios de emisión en la industria de recubrimientos (pinturas, lacas y barnices) elaborado por la OCDE en 2009, en el cual se realiza una descripción genérica del proceso.

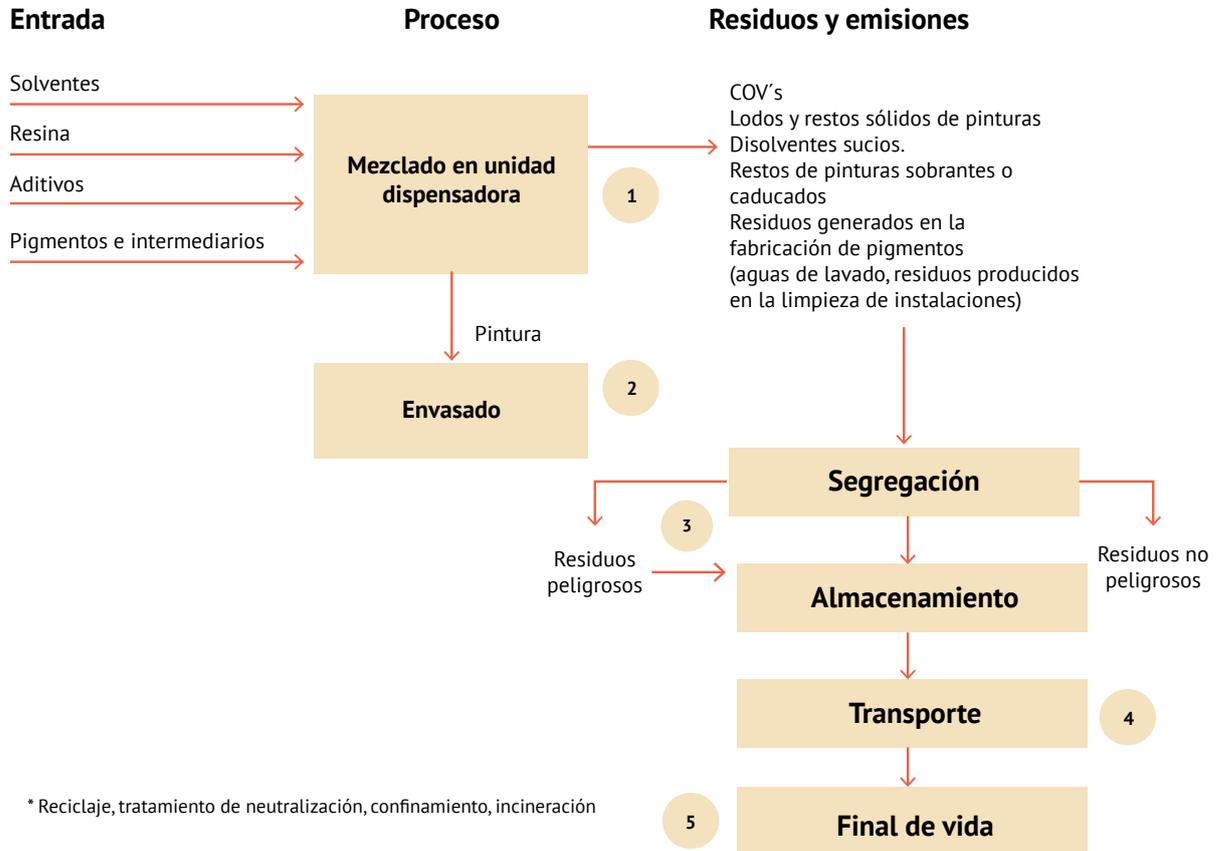
4.3.1 DIAGRAMA DE FLUJO

En la Figura 4.3, se presenta el proceso productivo de la cadena de fabricación de pinturas. Inicia con la selección y la preparación de materias primas, en las cuales se realiza la extracción de minerales y la síntesis de compuestos de tipo orgánico e inorgánico, que posteriormente se convertirán en insumos. También se señalan los potenciales puntos de generación en el proceso, el almacenamiento y el transporte, y las posibilidades en cuanto al final de vida de los residuos peligrosos. La Figura 4.4 representa una variante del proceso de elaboración de pinturas mediante dispensador.



Fuente: Diagrama adaptado de CEPE, 2003

Figura 4.3. Diagrama de flujo de la elaboración de pinturas



Fuente: Diagrama adaptado de CEPA, 2003b.

Figura 4.4. Variante del diagrama de flujo para la elaboración de pinturas mediante dispensador

4.3.2 DESCRIPCIÓN

El proceso genérico de la fabricación de pinturas consta de cuatro operaciones básicas: dispersión, molienda, acabado y envasado, estas fases se describen a detalle a continuación.

- DISPERSIÓN

Conocida también como premezcla o dispersión de alta velocidad (cuando no hay molienda), en esta fase se realiza el ensamblaje de materias primas con el fin de formar un pigmento concentrado, en otras palabras, consiste esencialmente, en la dispersión de pigmentos en polvo en una mezcla de resina/solvente, esta fase comprende distintas etapas, las cuales son:

- **Montaje**

La provisión de solventes y resinas, se realiza mediante un montaje por lotes transportados en camiones cisterna que son descargados en las tuberías y los tanques de almacenamiento de los sitios de manufactura de pinturas. Los materiales líquidos se entregan en tambores o contenedores a granel y se descargan con la ayuda de carretillas elevadoras.

Los pigmentos en polvo y extensores son entregados en bolsas o palés y, ocasionalmente, pueden ser entregados mediante camiones cisterna a granel que descargan los pigmentos junto con aire comprimido, dentro de los sitios específicos. En la mayoría de los sitios de manufactura, los camiones cisterna se descargan dentro de tanques fijos de almacenamiento a granel, mediante bombas o por gravedad.

- **Almacenamiento**

Los líquidos, normalmente se almacenan en un patio de tanques o en tambores que, por lo general, se encuentran al aire libre y poseen soportes resistentes e impermeables, los pigmentos se almacenan cubiertos en una estantería.

- **Pre-pesaje**

Cuando se requieren cantidades pequeñas de polvo o líquido para un lote, las mismas se pesan en escalas dentro de un área específica, esta operación conocida como pre-pesaje, por lo general, ensambla todos los materiales específicos en palés de menor cantidad, posteriormente, se transfieren al área de producción. Para este proceso, la opción más utilizada es la decantación de la cantidad requerida de un tambor en presencia de ventilación por extracción local.

• **Transferencia de materiales a granel**

Los líquidos a granel, usualmente son transferidos directamente a través de tuberías, ya sea directamente en recipientes cerrados o abiertos o mediante el uso de bombas a través de una estación dispensadora, este sistema puede ser al aire libre o subterráneo; la medición suele realizarse por medio de medidores, con varilla de medición, escala, celda de carga o un medidor de flujo másico.

• **Proceso de dispersión**

La operación de dispersar los pigmentos en polvo dentro de una mezcla de resina solvente, generalmente, se lleva a cabo mediante el uso de un disco rotativo de alta velocidad inmerso en la mezcla polvo/líquido; los contenedores pueden ser fijos o móviles, dependiendo del tamaño del lote y del tipo de pintura que se pretende producir.

Durante la dispersión, las materias primas se ensamblan y mezclan con los pigmentos y extensores mantenidos en suspensión para formar un material mezclado consistentemente, la etapa de premezclado da como resultado la formación de un producto denominado base o base de molino. Cabe mencionar, que para las pinturas con base solvente se utilizan como materia prima: resinas (polímeros), solventes orgánicos, plastificadores, pigmentos, extensores de pigmentos; y las pinturas de base agua incluyen: agua, amoníaco u otras amidas, dispersante, pigmento, extensores de pigmento y polímeros como materias primas.

- **MOLIENDA**

También conocida como molido, hace referencia a la reducción del tamaño de la partícula de los pigmentos y extensores, por medio de un dispositivo de molienda, pudiendo ser molinos de guijarros, molinos de acero, molinos de bolas horizontales, molinos de arena, etc.

Esta etapa es requerida para reducir el tamaño de las partículas en la mezcla de recubrimiento. Comúnmente, la pasta resultante de la dispersión se diluye con resina y/o solvente y luego se lleva a un molino. Esta etapa, generalmente, implica bombear la pasta a través de un molino abierto o cerrado.

De forma general, las operaciones que se realizan en la molienda son: humectación de partículas mediante un surfactante, ruptura mecánica y separación de grupos de pigmentos, y dispersión mediante el movimiento de partículas húmedas en el cuerpo del vehículo líquido, con el fin de producir la suspensión de partículas (CEPE, 2003b).

- ACABADO

El acabado se refiere a la mezcla del concentrado con todos los componentes líquidos restantes, este proceso incluye el muestreo de calidad y el teñido o ajuste de la mezcla para obtener el color y la viscosidad deseados. Dependiendo de la base de la pintura, puede requerir la adición de combinaciones específicas de pasta de pigmentos molidos, solventes orgánicos y polímeros (base solvente) y conservadores, agentes antiespuma, acetato de polivinilo, acrílicos o poliésteres y agua (base agua).

- **Ajustes y teñido**

Una vez que se ha alcanzado el nivel de dispersión requerido, los materiales restantes son agregados a la mezcla, esta etapa comprende el ajuste del color y la adición de solventes para alcanzar las especificaciones finales requeridas.

- **Muestreo**

Durante esta fase, se realizan muestreos periódicos para revisar el color, la viscosidad y otras características de la mezcla.

- ENVASADO

Esta etapa incluye la filtración y el llenado en los paquetes finales. Una vez que el material ha sido filtrado, puede ser transferido mecánica o manualmente a latas, cubos, tambores, contenedores, vagones cisterna u otros contenedores, dependiendo del número y el tamaño de los contenedores y, posteriormente, son almacenados y preparados para la distribución.

4.3.3 PUNTOS DE GENERACIÓN

Una vez descrito el procedimiento genérico utilizado mayormente en la fabricación de pinturas en estado líquido, se presentan los puntos posibles de emisiones al ambiente, durante cada una de las etapas de la producción.

El **punto 1 y 2** de generación, corresponden a la dispersión y molienda, aquí, las fuentes de emisiones al ambiente pueden deberse a la evaporación y a las pérdidas por calentamiento, también son frecuentes las emisiones al aire y al agua, producto de las operaciones de limpieza y mantenimiento de los equipos de producción. Las emisiones al aire provienen, principalmente, de los COV generados durante la dispersión, molienda o mezclado. El **punto 3** de emisiones se produce durante la etapa de acabado, puesto que las descargas de agua de lavado son susceptibles de estar contaminadas con restos de pintura.

En el **punto 3 y 4** de envasado, se producen lodos y restos sólidos de pinturas y pigmentos inorgánicos sobrantes, disolventes gastados o sucios, polvos y materia recogida en filtros dentro de las instalaciones, así como envases contaminados utilizados durante los ajustes y toma de muestras de pintura representada en el **punto 3**, dichos residuos son considerados como peligrosos debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad y corrosividad.

El área de almacenamiento de materiales también puede ser un punto potencial de generación de residuos, ya que es susceptible de tener envases contaminados, o restos de pinturas caducadas, y también puede generar emisiones debidas a las condiciones de la ventilación de los contenedores o la existencia de tanques a la intemperie, debido a la evaporación, y/o las condiciones de embalaje de las piezas.

Adicionalmente, el transporte y aprovisionamiento de materias se presenta como un punto potencial de emisiones durante las cargas y descargas de materiales (dispersión y transferencia de materiales), asimismo, algunos derrames se presentan, ocasionalmente, debido al sobrellenado de tanques o accidentes durante el movimiento en carretillas elevadoras.

Los residuos generados durante las operaciones de producción de pinturas pueden ser peligrosos o no, para los residuos sólidos urbanos o residuos asimilables a residuos urbanos (no peligrosos) se debe proceder conforme a la Ley N° 3.956/09 Gestión integral de los residuos sólidos en la República del Paraguay y su decreto reglamentario

No obstante, a medida que se han generado residuos peligrosos durante cada una de las operaciones, estos deben pasar por una etapa de segregación en donde son separados del resto de las operaciones y del equipo de producción, y de ahí, pasar a un área destinada al almacenamiento temporal de los residuos peligrosos en donde permanecen bajo condiciones estrictas, para asegurar la salud y la seguridad humana y ambiental, hasta su recolección. Seguido a lo anterior, llega la etapa de transporte desde el sitio de producción al sitio de tratamiento o confinamiento, en esta etapa, los residuos son llevados por agentes recolectores de residuos peligrosos, que cumplen con las autorizaciones y condiciones necesarias requeridas por la autoridad, para transportar residuos hasta un sitio de tratamiento y/o final de vida.

Finalmente, y de acuerdo a sus características particulares físicas y químicas, los residuos peligrosos pueden pasar por una de las diferentes opciones: incineración, tratamiento y neutralización, confinamiento en relleno de seguridad y/o reciclaje. Para el caso específico de los residuos peligrosos generados durante la elaboración de pinturas y, de forma general, los envases contaminados con restos de solventes o pinturas, se pueden purificar mediante triple lavado; para el caso de los solventes y los compuestos orgánicos, estos pueden tratarse y reciclarse para obtener solventes regenerados; en cuanto a los restos de pintura y los barnices, existe la opción de oxidación térmica, mediante la cual se eliminan sus características de peligrosidad.

4.4. AGROQUÍMICOS

La economía del país tiene una gran influencia del sector agrícola, por lo que la demanda de productos químicos agrícolas sigue en aumento, ya que se han vuelto indispensables para las cosechas a gran escala, entre estos productos químicos podemos encontrar: fertilizantes, herbicidas, reguladores de crecimiento, insecticidas, etc. El incremento en el uso de agroquímicos constituye una fuente potencial de intoxicación, contaminación ambiental y acumulación de residuos plásticos de alta densidad. En la “Guía para el control y prevención de la contaminación industrial: Fabricación de plaguicidas, insecticidas, pesticidas y fungicidas”, se establece el proceso general de elaboración de agroquímicos, así como sus materias primas y residuos principales. A continuación, se presenta un extracto de dicha guía.

4.4.1 DIAGRAMA DE FLUJO

A continuación, se presenta el proceso general de elaboración de agroquímicos en Paraguay, con el fin de señalar los puntos de posible generación de residuos peligrosos y en dónde se debe prestar atención para las mejores prácticas ambientales y tecnologías disponibles (Figura 4.5).

4.4.2 DESCRIPCIÓN

- SÍNTESIS DE INGREDIENTES ACTIVOS

La materia prima de los agroquímicos son las sustancias activas. Estas son sustancias químicas son las responsables del efecto biológico y pueden presentar una amplia gama de estructuras moleculares. Mediante una síntesis química, donde dos o más compuestos químicos reaccionan, se producen las sustancias activas o ingredientes activos.

Generalmente, un plaguicida tiene un ingrediente activo, pero en algunos casos, puede tener dos o más de ellos. En estos casos, lo más común es que los ingredientes activos tengan la misma clase de acción, por ejemplo: que ambos sean insecticidas, pero también se encuentran productos en los cuales los ingredientes activos tienen distinta clase de acción, por ejemplo: que uno de ellos sea insecticida y el otro sea fungicida.

El contenido de ingrediente activo de los plaguicidas se expresa como porcentaje en peso en las formulaciones sólidas (o secas) y en gramos por litro en las formulaciones líquidas.

- MEZCLADO

Los agroquímicos (plaguicidas, herbicidas, fertilizantes, etc.) se presentan principalmente como un líquido, en soluciones en solventes o concentrados oleosos con diversos ingre-

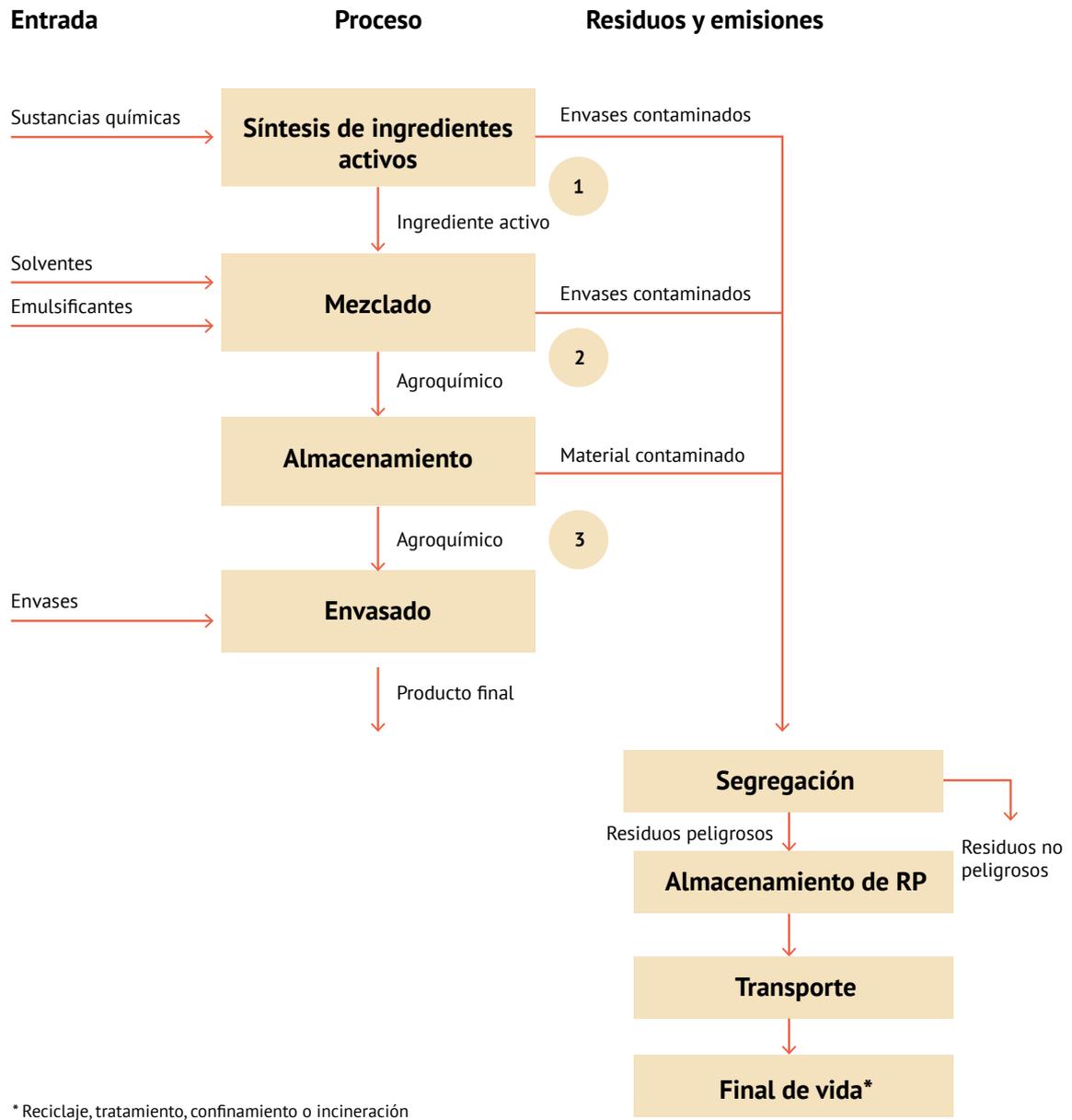


Figura 4.5. Diagrama de flujo general del proceso de elaboración de agroquímicos.

dientes aditivos, como odorizantes, colorantes, entre otros. El ingrediente activo puede ser un líquido o un sólido. Los sólidos se introducen en un sustrato líquido en presencia de un emulsificante; los líquidos simplemente se disuelven en un diluyente. Las mezclas se hacen en proporciones establecidas para cada producto, habitualmente, se utilizan agitadores de paletas y pueden contar con equipos de control de temperatura. En ciertas ocasiones, el producto formulado pasa por etapas de filtración para separar precipitados o algún otro tipo de impurezas sólidas.

- ALMACENAMIENTO

Posteriormente, se traslada a un tanque de almacenamiento temporal para comenzar a envasarlo en las presentaciones finales del producto. Estos tanques pueden ser cerrados o abiertos, dependiendo del solvente utilizado, se recomienda que si el solvente es volátil, se almacene el agroquímico en un tanque cerrado para evitar la exposición a los trabajadores.

- ENVASADO

Los envases que contienen a los agroquímicos suelen ser de un plástico de alta densidad que no interactúe con el químico y provea de protección, tanto de la sustancia como del operador. En esta operación, los envases ya se encuentran con las especificaciones establecidas para su fin, entre ellas, el etiquetado con el nombre comercial, así como el porcentaje del ingrediente activo, la señalización de seguridad y las recomendaciones de uso y seguridad. En esta operación, sólo se vacía el producto y se sella para su posterior comercialización.

- SEGREGACIÓN

Como proceso paralelo a la elaboración de agroquímicos se encuentra el manejo de los residuos generados. La primera fase para su manejo adecuado es la segregación, idealmente, desde el momento de la generación de un residuo, el mismo se debería segregar a un contenedor, especificando si es un residuo peligroso o un residuo común, para evitar la mezcla de estos. En la segregación, se establece qué residuos tienen alguna característica de peligrosidad y tendrán que disponerse por separado. Esta etapa es importante pues reduce costos de contaminación, así como asegura la integridad del personal encargado.

- ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Una vez que los residuos son clasificados como peligrosos, si es el caso, estarán en el almacén temporal de residuos peligrosos por no más de seis meses. En este proceso, los residuos peligrosos son, principalmente, envases o contenedores de sustancias químicas, y en menor medida, material contaminado por limpieza o posibles derrames. Cabe mencionar, que en este almacén se deben seguir las estipulaciones legales: tener el área apartada de áreas productivas, permitir el libre acceso de personal y montacargas, de ser necesario, los conte-

nedores de residuos deben estar etiquetados y dispuestos en lugares secos que impidan un posible derrame.

- TRANSPORTE

Cuando se ha decidido cómo se tratarán los residuos peligrosos generados, se transportan del lugar de generación a la planta de tratamiento o disposición final. Para ello, los vehículos deben ser destinados exclusivamente a ese efecto, deberán estar identificados y autorizados por la Autoridad correspondiente del MADES. Así mismo, se deberá contar con las medidas y protocolos de seguridad específicos para cada residuo.

- FINAL DE VIDA

Los residuos peligrosos que se generan en la industria de agroquímicos son, principalmente, envases contaminados, y estos pueden disponerse de diferentes maneras. Una de las formas más utilizadas es el tratamiento de los envases, estos pasan por un “triple lavado” en el que disminuye la peligrosidad y, posteriormente, se inutilizan, perforando el envase para que no pueda ser utilizado para contener agua, alimentos o alguna otra sustancia. Si bien, no se puede asegurar que no existan rastros de la sustancia que contenía, sí se disminuye la cantidad de la misma y crea condiciones propicias para que los envases sean valorizados por diferentes procesos de reciclaje.

4.4.3 PUNTOS DE GENERACIÓN

En la Figura 4.5, se establecen los puntos de generación de residuos peligrosos, a continuación, se describirán esos puntos.

En los **puntos de generación 1 y 2**, durante las operaciones unitarias de síntesis de ingredientes activos y mezclado se utilizan sustancias químicas, los recipientes de los compuestos activos y aditivos 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 al ambiente.

En el **punto 2**, 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, esto dependerá de las operaciones específicas de cada empresa.

En el **punto 3**, se genera material contaminado proveniente de la contención de las fugas o derrames de compuestos activos o formulados que se producen, habitualmente, en los estanques de almacenamiento y de mezcla que no están adecuadamente confinados; y al presentarse una fuga, se debe contener mediante material absorbente o dispositivos de

control para ello. El material utilizado para contener la fuga o derrame se considera un residuo peligroso y debe disponerse como tal.

Otra fuente de contaminación en los **puntos 2 y 3**, 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.

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. Estos filtros tendrán que cambiarse según las especificaciones de fábrica o cuando requieran mantenimiento, y disponerse como residuo peligroso.

Con respecto al almacenamiento temporal de los residuos peligrosos, se deben considerar los recipientes adecuados de acuerdo al volumen generado, al manejo que tendrán y a las características particulares del residuo, así como el etiquetado para diferenciarlo. El almacenamiento temporal deberá estar alejado de las áreas de producción, permitir el libre acceso y estar ordenado de acuerdo a la compatibilidad de residuos peligrosos.

El transporte de residuos peligrosos se debe realizar en vehículos destinados exclusivamente a ese efecto, deberán estar identificados y habilitados por la Autoridad correspondiente del MADES. Asimismo, debe garantizar la adecuada contención de los residuos, evitando su diseminación en el ambiente.

4.5. SALUD

Durante la prestación de los servicios de atención a la salud, como son: hospitalización, diagnóstico, prevención, tratamiento, curación y estudios de laboratorio, son generados diferentes tipos de residuos. La gestión de los residuos considerados como residuos sólidos hospitalarios, incluye el conjunto de actividades que se desarrollan desde el momento en que se generan, hasta su tratamiento y disposición final. Con base en la experiencia y tomando información de la "Guía para Gestión Integral de Residuos Peligrosos del Convenio de Basilea" (2005), se describen los procesos que los centros de salud ofrecen y los residuos peligrosos potenciales en estas prácticas.

4.5.1 DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de la Figura 4.6 muestra de forma general, el proceso de un servicio médico dentro de un centro de atención a la salud, así mismo, se marcan los puntos de generación de los residuos peligrosos, que son de especial interés para el mejoramiento de las prácticas ambientales y las tecnologías disponibles.

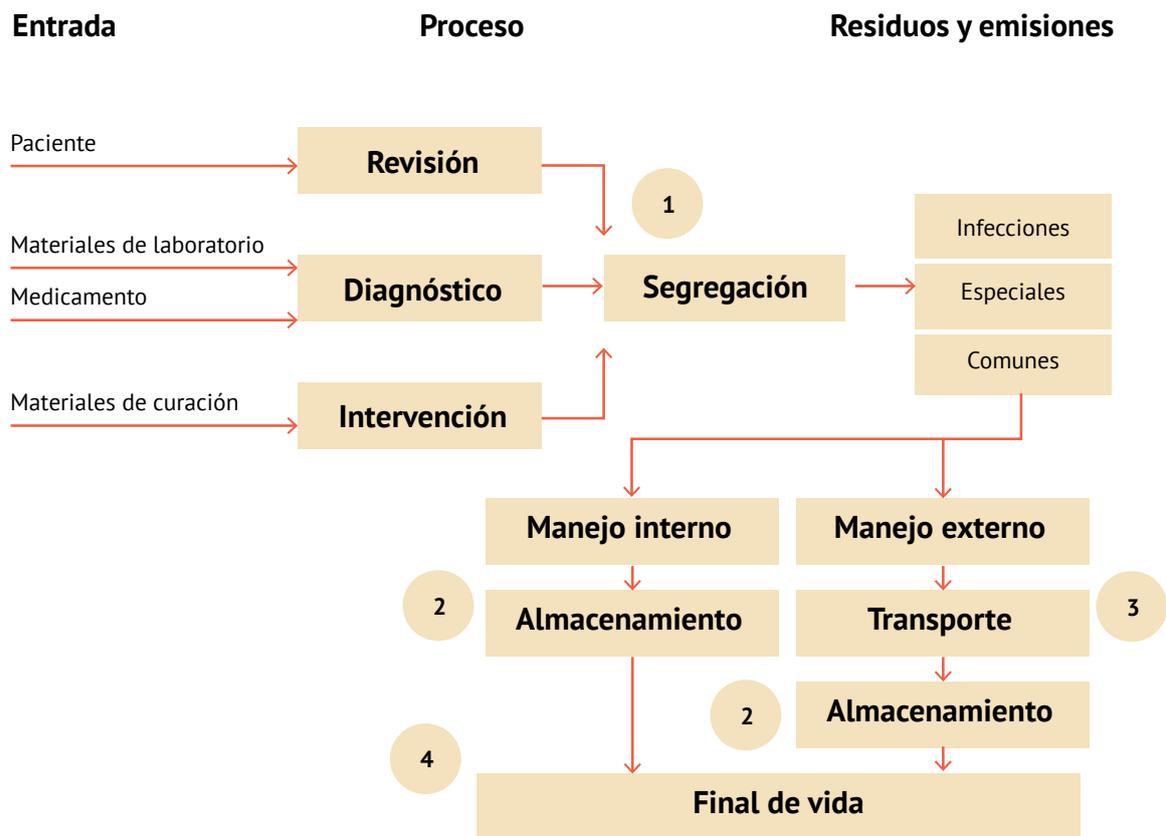


Figura 4.6. Diagrama de flujo general del proceso de un servicio médico.

4.5.2 DESCRIPCIÓN

- REVISIÓN

En forma general, durante un procedimiento médico, el inicio genérico es el proceso de ingreso a un paciente a revisión por un médico dentro de algún centro de salud, hospital o clínica. En esta revisión, los médicos realizan un primer análisis del paciente y sus síntomas, para tomar una decisión sobre el diagnóstico.

- DIAGNÓSTICO

Durante el diagnóstico, el médico decidirá las medidas a tomar para realizar el adecuado diagnóstico del paciente. Dentro de estas medidas, se considera que para precisar el diagnóstico pueden ser requeridos análisis o pruebas de laboratorio, o con base en su experiencia, el médico puede detectar la dolencia del paciente y recetar medicamentos específicos para tratar la enfermedad.

- INTERVENCIÓN

En casos graves o de urgencia, el médico puede derivar al paciente a una intervención quirúrgica, procesos en los que debido a sus características, son requeridos herramientas de trabajo y diferentes materiales de curación.

Así mismo, existen casos en que las intervenciones quirúrgicas pueden tener un desenlace trágico y tener como consecuencia la muerte del paciente o restos de tejido y/o órganos.

- SEGREGACIÓN

Durante las etapas de Revisión, Diagnóstico e Intervención, son utilizados materiales que, debido a sus características, requieren una adecuada separación.

Los residuos generados, de acuerdo a la clasificación del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), se pueden agrupar en tres categorías: infecciosos, especiales y comunes. Siendo estos últimos, aquellos residuos generados por las actividades administrativas, auxiliares y generales de los centros de salud.

- RESIDUOS INFECCIOSOS

Los residuos infecciosos se generan en las diferentes etapas de la atención a la salud y contienen patógenos en cantidad o concentración suficiente para contaminar a la persona expuesta a ellos. Estos residuos pueden ser de acuerdo a Martínez *et al.* (2005):

- **Materiales provenientes de salas de aislamiento de pacientes**

Residuos biológicos, excreciones, exudados o materiales de desecho, provenientes de las salas de aislamiento de pacientes con enfermedades altamente transmisibles. Se incluye a los animales aislados y cualquier tipo de material que haya estado en contacto con los pacientes de estas salas.

- **Materiales biológicos**

Cultivos; muestras almacenadas de agentes infecciosos; medios de cultivo, placas de Petri; instrumentos usados para manipular, mezclar o inocular microorganismos; vacunas vencidas o inutilizadas; filtros de áreas altamente contaminadas, etc.

- **Sangre humana y productos derivados**

Sangre de pacientes, bolsas de sangre inutilizadas con plazo de utilización vencida o serología positiva, muestras de sangre para análisis, suero, plasma y otros subproductos. También se incluyen los materiales empapados o saturados con sangre; materiales como los anteriores, aunque se hayan secado, incluyendo el plasma, el suero y otros, así como los recipientes que los contienen o que se contaminaron, como bolsas plásticas, tubos de venoclisis, etc.

- **Residuos anatómicos patológicos y quirúrgicos**

Desechos patológicos humanos, incluyendo tejidos, órganos, partes y fluidos corporales, que se remueven durante las autopsias, la cirugía u otros, incluyendo las muestras para análisis.

- **Residuos punzocortantes**

Elementos punzocortantes que estuvieron en contacto con fluidos corporales o agentes infecciosos, incluyendo agujas hipodérmicas, jeringas, pipetas de Pasteur, agujas, bisturís, tubos, placas de cultivos, cristalería entera o rota, etc. Se considera también cualquier objeto punzocortante desechado, aun cuando no haya sido utilizado.

- **Residuos de animales**

Cadáveres o partes de animales infectados, provenientes de los laboratorios de investigación médica o veterinaria, así como sus camas de paja u otro material.

- RESIDUOS ESPECIALES

Estos residuos no han entrado en contacto con los pacientes ni con los agentes infecciosos. Constituyen un peligro para la salud por sus características agresivas, tales como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o radiactividad. Pueden ser, entre otros:

- Residuos químicos y peligrosos
- Residuos farmacéuticos
- Residuos radiactivos

- ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Existen centros de atención a la salud que dentro de sus instalaciones cuentan con equipo especializado para el tratamiento de sus residuos peligrosos, por lo que la etapa subsiguiente en estos casos, consiste en un almacenamiento transitorio, en el cual los residuos estarán a la espera de su transporte hacia los lugares de tratamiento o disposición final.

Por otro lado, si los centros de atención a la salud no cuentan con los equipos necesarios para el manejo interno de sus residuos peligrosos, posterior a la etapa de almacenamiento transitorio, se debe realizar el transporte al sitio de tratamiento y disposición final.

- FINAL DE VIDA

El final de vida de un residuo hospitalario de tipo especial o infeccioso, consiste en llevar los residuos a tratamiento, ya sea que el tratamiento se realice dentro de las instalaciones de los centros que brindan atención a la salud o en sitios externos por empresas especializadas. El objetivo que se persigue en el tratamiento de los residuos hospitalarios, es la reducción de la peligrosidad y el volumen de los residuos de una manera ambientalmente adecuada, generando un residuo que pueda ser manejado y dispuesto sin riesgos para la salud o el ambiente. Para este tipo de residuos, el tratamiento más utilizado es la esterilización con autoclave, una vez tratado el residuo, puede disponerse como residuo común, de lo contrario, tendrá que disponerse mediante incineración controlada para evitar su propagación al ambiente.

4.5.3 PUNTOS DE GENERACIÓN

Durante el ciclo de vida de los residuos de los centros de atención a la salud, existen 4 puntos importantes de generación que requieren de especial atención, ya que son consi-

derados como puntos en los que un mal manejo de los residuos afectará a la salud de las personas que se ven expuestas a los mismos, y al ambiente.

En el **punto 1** se da la segregación de los residuos, esta es la clave en el sistema de gestión debido a que el porcentaje de residuos infecciosos puede ser mayor en los casos donde no exista una correcta segregación, y tendrá repercusiones tanto en los riesgos posteriores como en los costos de tratamiento.

El **punto 2** se ubica en el almacenamiento de los residuos hospitalarios, ya que, aunque el manejo de los residuos se realice dentro de las instalaciones donde se generan o en un lugar diferente, los residuos pasan por una etapa de almacenamiento previa al tratamiento de los residuos.

Para el almacenamiento, generalmente, se utilizan bolsas plásticas de diferentes colores para los distintos tipos de residuos, y recipientes rígidos especiales para los residuos punzo-cortantes. En el caso de tratarse de residuos infecciosos, las bolsas y recipientes lucirán el pictograma universal de riesgo biológico.

El **punto 3** se aplica cuando los que los residuos son transportados fuera de las instalaciones de salud para su tratamiento. En estos casos, los vehículos que los transportan deben poseer una caja de carga rígida, completamente cerrada e impermeable. El vehículo debe estar debidamente señalizado con leyendas y simbología alusiva a la carga transportada. En función de las condiciones climáticas, se podrán requerir de sistemas de enfriamiento en las cajas de los vehículos.

El **punto 4** se considera en el final de vida, como se mencionó anteriormente, en esta etapa se consideran los tratamientos de los residuos peligrosos. Un inadecuado diseño u operación de los sistemas de tratamiento puede generar problemas de salud y de contaminación ambiental.

Los sistemas de tratamiento más comunes empleados para los residuos hospitalarios son: el autoclave y la incineración. Sin embargo, se debe tener en cuenta que existen residuos peligrosos generados por servicios de atención a la salud que, de acuerdo a su peligrosidad, deberán ser tratados en las empresas con plantas de tratamiento especializadas de residuos peligrosos, dentro de este grupo están los residuos químicos y radiactivos.

En esta etapa del proceso, es importante tener en cuenta que la incineración es una tecnología apropiada para el tratamiento de muchos residuos químicos y medicamentos, no así el autoclave, que sólo se limita a los residuos infecciosos.

Al finalizar el proceso de incineración se generan residuos, básicamente, compuestos inorgánicos que salen del sistema como cenizas de fondo de la cámara de combustión; sólidos

dos separados en el sistema de tratamiento de gases, y pequeñas cantidades que pueden permanecer en la corriente gaseosa, dependiendo de la eficiencia del tratamiento utilizado. La disposición incorrecta de cenizas y lodos generados en el tratamiento de las emisiones gaseosas de la incineración también puede ser otra fuente de contaminación.

Otros riesgos vinculados a los residuos sólidos hospitalarios, están asociados al tratamiento de los residuos en unidades inapropiadas, como es el caso de algunos incineradores ubicados en los propios centros de atención, los cuales generan emisiones gaseosas tóxicas que afectan a la salud y al medioambiente.

4.6. FUNDICIÓN

El proceso de fundición del metal incluye diversas etapas que varían según las instalaciones de la fundidora y las características de las piezas que desean obtenerse, a continuación, se detalla el proceso genérico utilizado por la industria de la fundición, posteriormente, se señalan los potenciales puntos de generación en el proceso, el almacenamiento y el transporte, y las posibilidades en cuanto al final de vida de los residuos peligrosos. La “Guía de Producción más Limpia en el sector de fundición de México” realizada en 1998, muestra los procesos principales de fundición, así como los residuos que se generan, con base en eso, a continuación se describe un proceso de fundición.

4.6.1 DIAGRAMA DE FLUJO

El proceso de moldeo para la fundición de metales se divide en: moldeo por gravedad y moldeo por presión. El moldeo por gravedad, consiste en verter el metal fundido sobre un molde; en el moldeo por presión se fuerza la entrada de la masa metálica fundida en el interior del molde. Los moldes pueden fabricarse de diversos materiales, como pueden ser la arena, el yeso, la arcilla y el metal.

En la Figura 4.7 se presenta el diagrama de flujo del proceso de fundición con molde de arena, el cual es un proceso ampliamente utilizado en la industria de la fundición, debido a su versatilidad para fundir piezas de una gran diversidad de formas y tamaños, este proceso es económico y posee la ventaja de que la arena soporta temperaturas de fusión muy altas para la fundición de metales, tales como el acero, el níquel y el titanio. En el diagrama, también son señalados los potenciales puntos de generación de residuos peligrosos de cada proceso.

DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS GENÉRICOS Y LOS PUNTOS POTENCIALES DE GENERACIÓN

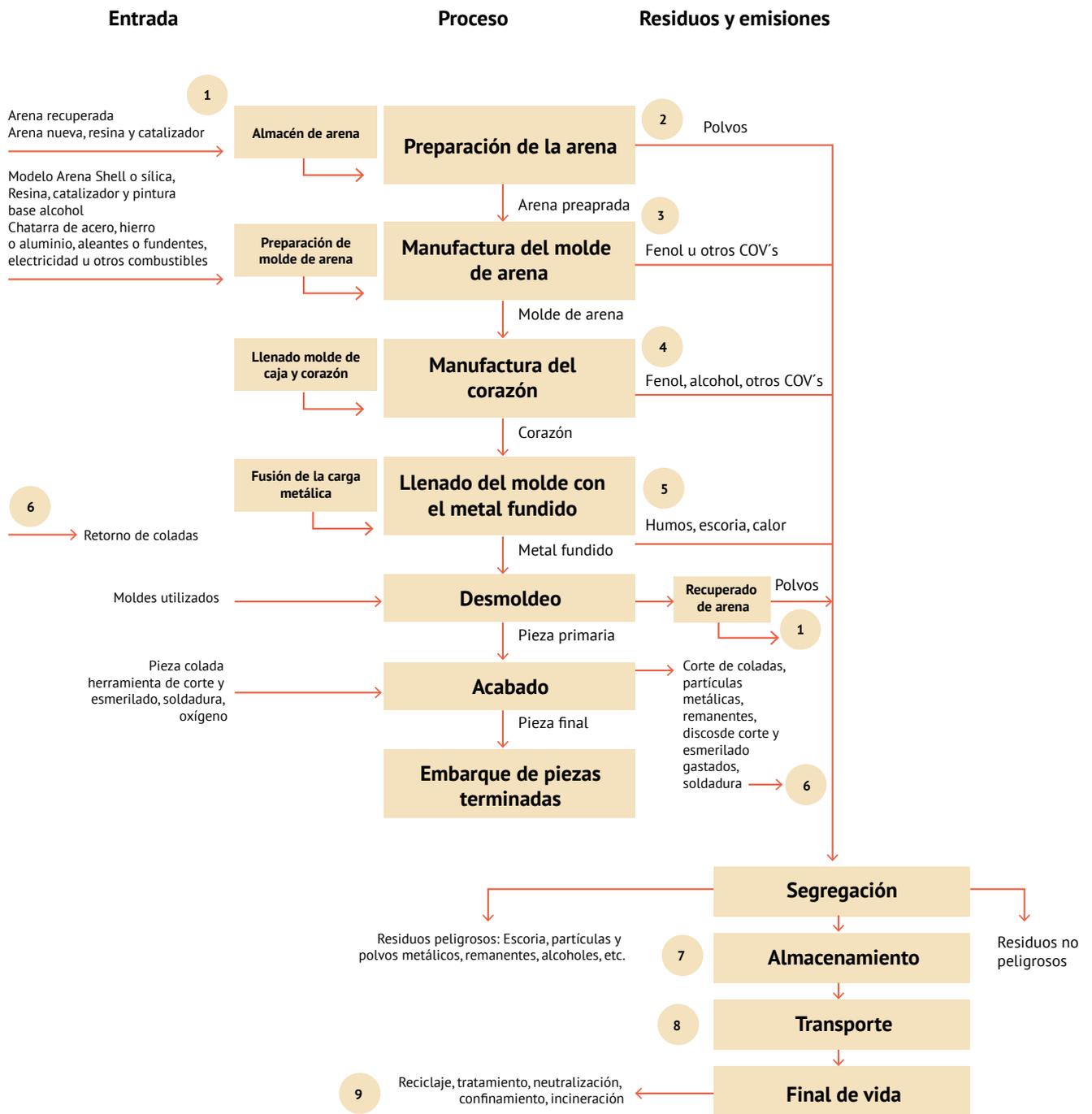


Figura 4.7. Diagrama de flujo del proceso de fundición con molde de arena.

4.6.2 DESCRIPCIÓN

Existen distintos tipos de hornos dentro de la industria de la fundición, como los hornos eléctricos de inducción, los hornos de arco eléctrico, los hornos de crisol, los hornos de reverbero, y los hornos de cubilote. A continuación, se describen mostrando sus características más relevantes:

El horno de cubilote es el más utilizado en la industria de la fundición y es el único que utiliza al coque como combustible, este tipo de horno se compone de un cilindro de acero con recubrimiento interno de material refractario, es alimentado mediante una lobera en la base y el cubilote se carga en la parte superior con capas alternas de metal, fundentes y coque. Con la ayuda del aire se quema el coque, lo que provoca la fundición del metal y su consecuente flujo hacia abajo, dando oportunidad a que se agreguen cargas nuevas en la parte superior.

Los hornos eléctricos de inducción, son recipientes cilíndricos de acero con recubrimiento refractario, y rodeados por un serpentín eléctrico que, al ser energizado mediante una corriente alterna de alta frecuencia, produce un campo electromagnético que calienta la carga metálica.

Los hornos de arco eléctrico son recipientes cilíndricos de acero soldado, equipados con tapas removibles en donde se insertan electrodos de carbono retractiles que bajan a través de la tapa del horno y son energizados por una corriente trifásica, creando así arcos eléctricos que funden la carga metálica con el calor generado.

Los hornos de crisol se utilizan, principalmente, en la fusión de metales no ferrosos pesados (bronce, latón, etc.) y ligeros (aleaciones de aluminio y magnesio) y también en aleaciones de bajo punto de fusión. Estos hornos, que pueden ser fijos o basculantes, son recipientes cilíndricos de metal o cerámica (carburo de silicio o grafito) con revestimiento de fibras cerámicas de alta temperatura. La fundición del metal en el crisol que es calentado exteriormente, se genera por una resistencia eléctrica o por los gases de combustión producidos en un quemador de combustible líquido o gaseoso.

Los hornos de reverbero son empleados comúnmente para la fundición de cobre. Su estructura consiste en un corazón rectangular con un techo o arco y paredes laterales. La carga descansa sobre el corazón y el horno; utiliza diésel, gas o carbón pulverizado, el cual se quema en el espacio entre la carga y el techo; la transferencia de calor se alcanza por radiación directa de la flama y por reflexión del techo refractario arqueado. Este tipo de horno puede alimentarse de partículas de chatarra y hasta pacas, según el diseño y el agente reductor, a través de las puertas laterales o por la parte superior.

La fundición de metales puede representarse de forma genérica, mediante ciertas operaciones que se ejemplifican a través de un típico proceso de fundición con molde de arena: a) preparación y manejo de materiales, b) moldeo y/o producción de moldes y corazones, c) fundición de metales y d) acabado de piezas fundidas.

Los procesos generales, anteriormente mencionados, son anteceditos por la obtención, creación y manejo de la materia prima, y precedidos por el control y disposición de las emisiones ambientales y los residuos. A continuación, se describen cada uno de ellos.

- PREPARACIÓN Y MANEJO DE MATERIALES

Esta etapa comprende a las operaciones de manejo, descarga, almacenamiento y transporte de las materias primas utilizadas para la preparación de los moldes y los corazones. Es común que las fundidoras produzcan metal líquido a partir de la chatarra sucia, lingotes y retornos de la fundición; la chatarra, las ferroaleaciones y los fundentes, son incorporados directamente a los hornos de fusión.

- MOLDEO

Esta etapa requiere de diversos materiales, tales como arcillas, arena sílica virgen, arena reciclada, aglutinantes y aditivos químicos para preparar los corazones y moldes. El molde tiene la función de dar forma exterior a la pieza, mientras que los corazones llenan su volumen en el interior.

Cuando los materiales se solidifican, el modelo se retira dejando una cavidad en el molde de arena.

En cuanto a la materia prima, hay que señalar que el proceso de moldeo más común se denomina “en verde”; la arena verde, generalmente, se compone de arena sílica, arcilla, material carbonáceo y agua; los aglutinantes mantienen unidos los granos de arena y varían según su composición y propiedades. Las resinas sintéticas utilizadas para la fabricación de los corazones incluyen: compuestos fenólicos, formaldehído, uretánicos, urea-formaldehído, alcohol furfurílico, fenol isocianato e isocianato alquidálico.

El recubrimiento de los moldes y corazones que sellan la superficie en contacto con el metal líquido durante el vaciado, poseen bases de óxidos refractarios disgregados y silicatos o material carbonáceo para prevenir la adherencia y el quemado de los moldes/corazones, y evitar también la adherencia del metal dentro de la superficie de arena.

Las técnicas de aplicación varían en función del tipo de recubrimiento, pudiendo ser por aspersión, lavado, sumergido o con brocha.

Un típico sistema de manejo de arenas, comprende un área de recepción, transportadores, silos y contenedores de almacenamiento, molinos de arena, maquinas mezcladoras de coraciones y moldes, parrilla de desmolde, limpiadores y recuperadores o cribas de arena.

- FUNDICIÓN

El metal a fundir determina las materias primas que se requieren agregar como carga de combustible al horno, por ejemplo, los materiales utilizados para producir acero fundido son: chatarra de acero, retornos de fundición y aleantes, como ferromanganeso, ferrosilicio, silicomanganeso, grafito, etc. Para el hierro fundido, se requiere de chatarra de hierro y de retornos de fundición. Los fundentes en este caso son carbonatos, fluoruros y compuestos de carburo. Para producir aluminio fundido se requieren de lingotes y chatarra de aluminio y fundentes, como el “alufin”, “alumo”, “ulite”, etc.

Las operaciones básicas llevadas a cabo dentro del proceso de fundición, pueden clasificarse de la siguiente manera:

1. **Cargado del horno:** el metal, la chatarra, los retornos, las aleaciones y otros materiales fungen como alimento para el horno.
2. **Fusión de la carga:** fundición del metal (el horno permanece cerrado durante esta actividad).
3. **Recargado del horno:** se adiciona metal y aleaciones según los requerimientos del horno.
4. **Refinación y tratamiento:** la composición química se ajusta para cubrir las especificaciones del producto.

Los combustibles utilizados para la fundición del metal son: el carbón, diésel, gas natural, gas LP. Los hornos de reverbero ocupan carbón, diésel, gas natural y gas L.P como combustibles, por su parte, los hornos de cubilote utilizan coque como combustible, los hornos de arco eléctricos requieren de electrodos, mientras que los hornos de inducción necesitan energía eléctrica para poder llevar a cabo la fundición.

- REMOCIÓN DE ESCORIAS

Durante el proceso de fundición es normal la aparición de escorias, debido a que la escoria es más ligera que el metal fundido, y se mantiene por encima del mismo, de esta forma se puede extraer del horno a través de una puerta o toma de salida; por ejemplo, la remoción de escoria en los hornos de arco e inducción, se produce mediante una inclinación hacia atrás, facilitando así que la escoria pueda ser removida y extraída por la puerta de escorias.

En los hornos de cubilote, los fundentes remueven las impurezas metálicas en el hierro para formar la escoria. El hierro y la escoria se remueven periódicamente al completarse la fase del calentamiento, y la base del cubilote se abre para remover el material remanente no quemado. Los hornos más grandes se inspeccionan y limpian semanalmente o al fin de cada ciclo de fundición.

En los hornos de reverbero, la escoria se remueve por tomas, y el metal fundido se puede extraer continuamente o en lote.

Una vez que se han removido las escorias y que el metal fundido se ha ajustado hasta alcanzar la composición deseada. El mismo se transfiere al área de vaciado a los crisoles, de donde es vaciado en los moldes, y transportado al área de enfriamiento donde solidifica en la arena y se enfría antes de desmoldarlo del corazón y el molde.

En las fundidoras mecanizadas, los moldes son transportados automáticamente a través del túnel de enfriamiento. En las fundidoras más pequeñas, los moldes son colocados en un espacio abierto en el piso y el metal fundido se vacía dentro de ellos, dejándolos enfriar parcialmente.

- ACABADO

Una vez que la pieza se ha enfriado, se limpia de la arena que pueda contener mediante una rejilla vibratoria. Los alimentadores y las mazarotas son eliminados mediante un corte o golpe. Generalmente, la pieza se limpia mediante esmerilado o con un “chorro de arena”, según sea la calidad de su acabado.

4.6.3 PUNTOS DE GENERACIÓN

La industria de la fundición es uno de los sectores que produce mayor contaminación atmosférica (ONU, 1995), generando de forma indirecta emisiones de diversos contaminantes, tales como mercurio, dióxido de carbono, monóxido de carbono, Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) y Contaminantes Orgánicos Persistentes no intencionales (COPni), entre otros.

Las emisiones de los hornos de cubilote comprenden materiales orgánicos, tales como hidrocarburos halogenados, hidrocarburos aromáticos, aromáticos halogenados, silicones, compuestos halogenados heterocíclicos y aminas, y también emiten emisiones de base inorgánica que incluyen al mercurio, arsénico, plomo manganeso y cobre, ambos tipos de emisiones se generan de forma directa e indirecta.

Los hornos de cubilote emiten contaminantes como el mercurio y el cadmio, si se utiliza material de carga contaminado.

En los **puntos 3 y 4**, durante el vaciado del metal en los moldes, los aglutinantes sufren descomposición térmica de las resinas, y se pueden generar: diisocianato de difenilmetano, keroseno, polimetileno, fenol, formaldehído y dietilenglicol, entre otros.

En el **punto 7**, las áreas de almacenamiento pueden ser susceptibles de contaminarse debido a la presencia de COV en el aire, adicionalmente, se generan restos de combustibles, contenedores, bidones, y envases vacíos que pueden estar contaminados con sustancias peligrosas.

Las aguas residuales provenientes de las fundidoras se generan, en gran parte, durante las operaciones de limpieza y en los dispositivos de control de las emisiones atmosféricas; el agua se contamina por la presencia de partículas finas, agentes aglutinantes usados en las áreas del sitio, ácidos, líquidos de limpieza y fenoles.

En el **punto 8**, el aprovisionamiento de la materia prima y la disposición de los residuos de la industria de la fundición, requieren del transporte de materiales e insumos, lo cual genera emisiones atmosféricas.

Los residuos generados en la industria de la fundición están relacionados al tipo de material utilizado, la tecnología empleada, y el aglutinante usado para los moldes y corazones.

En los **puntos 1, 2, 3 y 4**, los residuos provenientes de arenas gastadas, los moldes y corazones, se clasifican como residuos peligrosos debido a la gran cantidad de metales pesados que poseen, tales como mercurio, arsénico, cadmio, cromo, plomo, o a COV, como fenol; difenil, difenilmetano, diisocianato, formaldehído, entre otros.

Algunas fundidoras reutilizan porciones de arena de los moldes y corazones; la arena en verde y los residuos finos también se reciclan respetando la condición de removerla regularmente para conservar sus propiedades, durante el proceso de desmolde se obtiene una especie de “terrones” de arena, parcialmente desgranados, que son molidos y reciclados, o se disponen en confinamientos o rellenos sanitarios. La arena removida combinada con la derramada, se convierte en arena gastada.

En los **puntos 5 y 6**, las escorias generadas se componen de óxidos metálicos provenientes del proceso de fusión, material refractario, arena y otros materiales. Se pueden acondicionar con fundentes para facilitar su remoción. La escoria se considera como un residuo peligroso cuando presenta cargas significativas de plomo, cadmio y cromo, si no los posee, puede ser reutilizada para pavimentar o rellenar calles y caminos.

En los sitios donde no se cuenta con moldes permanentes, los residuos más importantes se generan durante las operaciones de desmolde.

Cabe mencionar, que los residuos de la fundición pueden ser peligrosos o no, si no lo son, entonces se separan, reciclan y/o disponen conforme a la legislación aplicable a los residuos no peligrosos.

A medida que se van produciendo los residuos peligrosos durante cada una de las operaciones, estos deben pasar por una etapa de segregación, en donde son separados del resto de las operaciones y del equipo de producción o fundición, posteriormente, se trasladan a un área destinada al almacenamiento temporal de los residuos peligrosos, donde permanecen por un periodo que se recomienda sea de hasta 6 meses máximo, bajo condiciones estrictas para asegurar la salud y la seguridad humana y ambiental, hasta su recolección. Seguido a lo anterior, se presenta el transporte desde la fundidora al sitio de tratamiento o confinamiento; en esta etapa, los residuos son transportados por un agente recolector de residuos peligrosos, conforme a las autorizaciones y condiciones necesarias requeridas por la autoridad en materia de transporte de residuos peligrosos.

Finalmente, y dependiendo de sus características particulares de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, potencial de contagio por agentes biológicos infecciosos o inflamabilidad, los residuos peligrosos pueden pasar por una de las diferentes opciones: incineración, tratamiento y neutralización, confinamiento en relleno de seguridad y reciclaje conforme a la legislación aplicable.

4.7. TALLERES MECÁNICOS

Cuando una unidad automotriz es ingresada a los talleres mecánicos con la finalidad de que se le realice un cambio de aceite o cambio de neumáticos, se generan residuos que, por su volumen o características, requieren un manejo especial.

4.7.1 DIAGRAMA DE FLUJO

En la Figura 4.8, se presenta el proceso general de cambio de neumáticos y cambio de aceite de las unidades automotrices, dentro del diagrama se señalan los puntos de generación de residuos, y los de interés para mejorar las técnicas y las prácticas ambientales.

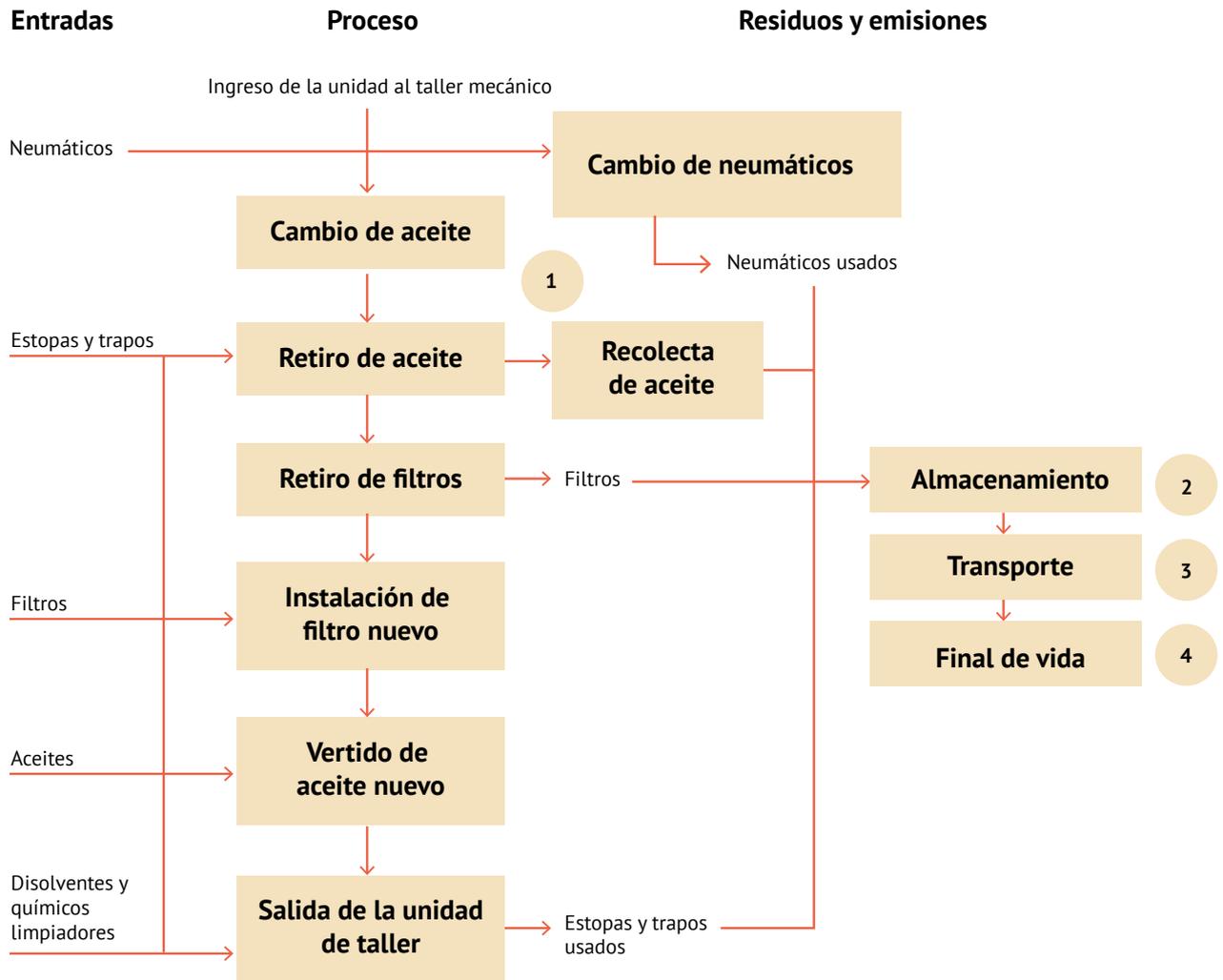


Figura 4.8. Diagrama de flujo del proceso general del cambio de neumáticos y aceite en las unidades automotrices

4.7.2 DESCRIPCIÓN

- CAMBIO DE NEUMÁTICOS

Durante la vida útil de un neumático en un equipo automotriz, se produce un desgaste que ocasiona que con el paso del tiempo, el neumático disminuya sus propiedades de tracción, frenado y adherencia, lo que lo vuelve inseguro para su uso en los automóviles o camiones, lo que deriva en que sea necesario realizar cambios de neumáticos cada cierto tiempo.

Los neumáticos usados, debido al gran volumen que ocupan, al tratarse de un residuo de generación masiva y continua, su difícil manejo y lenta degradación, deben tener una gestión especial.

- CAMBIO DE ACEITE

Durante el uso de los automóviles, las motocicletas y los camiones, el aceite que contienen y que ayuda a la lubricación y buen funcionamiento del motor, comienza a perder sus propiedades características ya que se reduce la fricción en el motor, teniendo como consecuencias; la generación de calor excesivo, el desgaste, el ruido, los golpes y la vibración. Al degradarse el aceite y perder las cualidades que le hacían operativo, se hace necesaria su sustitución, generándose un residuo que puede ser variable en cantidad y composición dependiendo de la procedencia, pero que por sus características requiere un manejo especial.

El proceso de cambio de aceite consiste en retirar de la unidad todo el aceite usado, así como el filtro usado. Una vez retiradas ambas cosas, el técnico procede a instalar el filtro nuevo y colocar el aceite nuevo en el automóvil. Durante todo este proceso, son utilizados estopas o trapos que ayudan a limpiar los restos de aceite que quedan tanto en el motor como en las herramientas que son utilizadas.

Así mismo, al finalizar el proceso y realizar una limpieza final de todas las herramientas utilizadas, y de las manos del técnico, se utilizan solventes y estopas que ayudan a realizar una limpieza general de todos los restos de aceite, ya que los aceites lubricantes están constituidos por una base lubricante y una serie de aditivos.

4.7.3 PUNTOS DE GENERACIÓN

El **punto 1** de generación observable dentro del diagrama de la Figura 4.8, se ubica en la recolecta del aceite usado retirado de los vehículos, ya que este adquiere concentraciones elevadas de metales pesados, como plomo, cadmio, cromo, arsénico y zinc. El origen de estos metales es, principalmente, el desgaste del motor o maquinaria que lubricó.

Los **puntos de generación 2 y 4**, en el caso de los neumáticos usados, se ubican en las etapas de almacenamiento y final de vida que se realizan en los talleres mecánicos o en tiraderos (rellenos sanitarios), ya que representa un riesgo para la salud y el medioambiente, debido a la transmisión de enfermedades a los humanos por los insectos que se encuentran en el agua de lluvia estancada en los neumáticos por largos períodos como un hábitat apto para crecer y multiplicarse, como es el caso de la proliferación del mosquito del dengue y chikungunya. Riesgo que se ve acentuado en las zonas de clima subtropical y tropical.

Por otro lado, la quema incontrolada a cielo abierto de los neumáticos, produce emisiones gaseosas con altos niveles de monóxido de carbono e hidrocarburos poliaromáticos, además de que los restos orgánicos que quedan depositados en el suelo pueden afectar la flora y fauna de los sitios de quema.

En el caso del aceite usado, en algunas ocasiones este es utilizado para otros fines, sin embargo, un punto importante posterior al término del servicio, es el almacenamiento, el transporte (**punto de generación 3**) y la disposición final, ya que los aceites son considerados potencialmente peligrosos para el ambiente debido a su persistencia y su habilidad para esparcirse en grandes áreas de suelo y agua, formando una capa que no permite el ingreso de oxígeno, lo que produce rápidamente una significativa degradación de la calidad del ambiente. Así mismo, en los aceites usados existe un riesgo adicional al ocasionarse derrames, ya que se liberan contaminantes tóxicos presentes en el aceite, como es el caso de los metales pesados.





CAPÍTULO 5.

AUDITORÍA INTERNA SOBRE LOS RESIDUOS PELIGROSOS (PROCESO GENÉRICO)

En este capítulo, se abordarán los pasos a seguir en una auditoría interna de residuos. El fin de esta auditoría es conocer las operaciones unitarias que puedan generar residuos peligrosos para, posteriormente, implementar medidas de prevención o minimización de la generación, que además de un impacto ambiental positivo, tendrá un impacto económico al destinar menos dinero a su tratamiento.

Se explicará el procedimiento de **auditoría interna en 10 pasos** que pueden aplicarse en un amplio campo de la industria, si bien, tendrán que hacerse algunos ajustes específicos para particularizar en cada tipo de empresa, esta guía será una base para ellos.

Este capítulo está basado en el Manual de Auditoría y Reducción de emisiones y residuos industriales del PNUMA y ONUDI (1998), con modificaciones y ejemplos particularizados a las industrias que se abordan en esta guía.

5.1. PASO 1: PREPARAR Y ORGANIZAR UN EQUIPO AUDITOR

Es indispensable el personal capacitado que conozca el proceso. El número de personas requerido para un equipo auditor dependerá del tamaño y la complejidad del proceso a auditar. Una auditoría en una fábrica pequeña o mediana puede realizarse por una sola persona, con colaboración de los empleados. Un proceso más grande puede requerir de 3 o 4 personas: equipo técnico, empleados de producción y un especialista ambiental. Involucrar al personal de cada etapa de las operaciones de fabricación incrementará la información de los empleados en la reducción de los residuos y promoverá su aportación y apoyo.

Es importante seleccionar el enfoque de la auditoría en la etapa de preparación. Se debe delimitar si se quiere cubrir la generación de los residuos en un proceso completo, o bien, concentrarse en una selección de operaciones unitarias. El enfoque dependerá de los objetivos de la auditoría de residuos; podría tratarse de una mejora en el cumplimiento ambiental; los residuos peligrosos que generan problemas de procesamiento o disminuir su generación para reducción de los costos de disposición.

En procesos largos, como en las industrias de curtiembres, se puede fraccionar el proceso completo en más pequeños, y de ser el caso, podría enfocarse la auditoría al proceso de curtido que involucra a diferentes operaciones unitarias.

Un buen punto de partida para diseñar la auditoría de los residuos, es determinar los principales problemas/residuos que presenta el proceso.

Como paso preliminar, debe analizarse y cotejarse toda la documentación y la información existente sobre el proceso, la planta o el sector industrial. Puede que ya se hayan efectuado los estudios de planta o regionales; estos podrían proporcionar información útil indicando las áreas que deben considerarse, y mostrarán también la falta de información donde no se disponga de datos.

5.2. PASO 2: DIVIDIR EL PROCESO EN OPERACIONES UNITARIAS

Un proceso industrial está constituido por varias operaciones unitarias. Una operación unitaria puede definirse como un área del proceso o un equipo donde se introducen los materiales, ocurre una función y se extraen los materiales, posiblemente, en diferente forma, composición o estado.

En el proceso de elaboración de pinturas (detallado en la sección 4.3), se tienen las siguientes operaciones unitarias principales: 1) Montaje y premezclado, 2) Dispersión, 3) Molienda, 4) Acabado y 5) Envasado, en esta sección, también se abordó una variante del proceso con dispensador, donde las primeras 4 operaciones se realizan en una sola, y sólo se tiene el mezclado y envasado. De la misma manera, estas operaciones unitarias tienen procesos que las componen, la distribución que se realizó en esta sección busca facilitar la comprensión del proceso, sin embargo, para una auditoría puede ser necesario detallar cada proceso y definir como una operación unitaria. Esta guía ofrece propuestas genéricas de las operaciones unitarias por proceso industrial, pero dependerá de cada caso particular las variaciones que se tengan que realizar para adecuarse a la empresa a auditar.

El auditor debe decidir la manera de describir el proceso en términos de operaciones unitarias, una forma de ayudarse es realizar un recorrido por toda la planta, con el objetivo de conocer y entender sólidamente las operaciones del proceso y sus interrelaciones. En este primer recorrido, es útil registrar observaciones y elaborar esquemas de distribución física, así como sistemas de transferencia de materiales. Otra herramienta útil son las fotografías del recorrido, las cuales servirán para un reporte futuro.

El auditor puede consultar al equipo de producción para obtener los detalles de las condiciones de operación, así como de los problemas de proceso recurrentes.

La identificación de las operaciones de manejo de los materiales que comprenden las materias primas, las prácticas de transferencia y los productos, es un aspecto importante que podría ser un preludeo a un balance de materiales.

5.3. PASO 3: ELABORAR EL DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO ENLAZANDO LAS OPERACIONES UNITARIAS

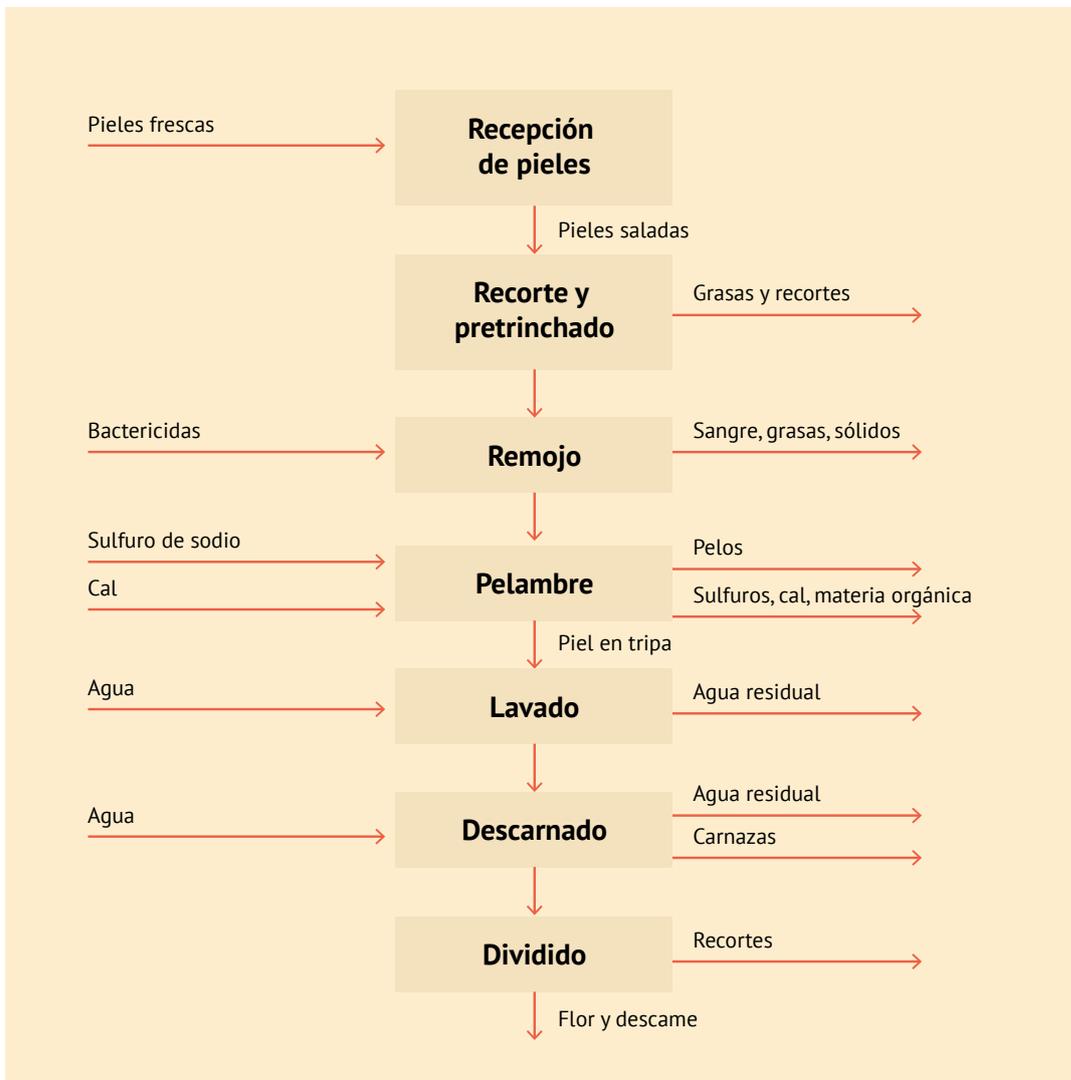
Al conectar entre sí a cada una de las operaciones unitarias en un diagrama de bloques, se puede preparar un diagrama de flujo de proceso.

Para los procesos complejos se puede preparar un diagrama de flujo general, que ilustre las áreas principales del proceso, y se pueden preparar diagramas de flujo detallados para cada una de esas áreas. En este paso, es importante establecer el nivel de detalle que se requiere para alcanzar los objetivos propuestos. Si bien, poco detalle permite abarcar más áreas en la inspección, a mayor detalle y profundidad se pueden identificar los residuos de interés, sin pasar por alto la información relevante.

En el capítulo 4 de la presente guía, se presentan 6 diagramas de flujo con las operaciones generales de un proceso industrial en cada sector propuesto, si bien estas pueden variar según cada proceso, aquí se muestra el diagrama general de la producción de curtiembres con las entradas y salidas de interés.



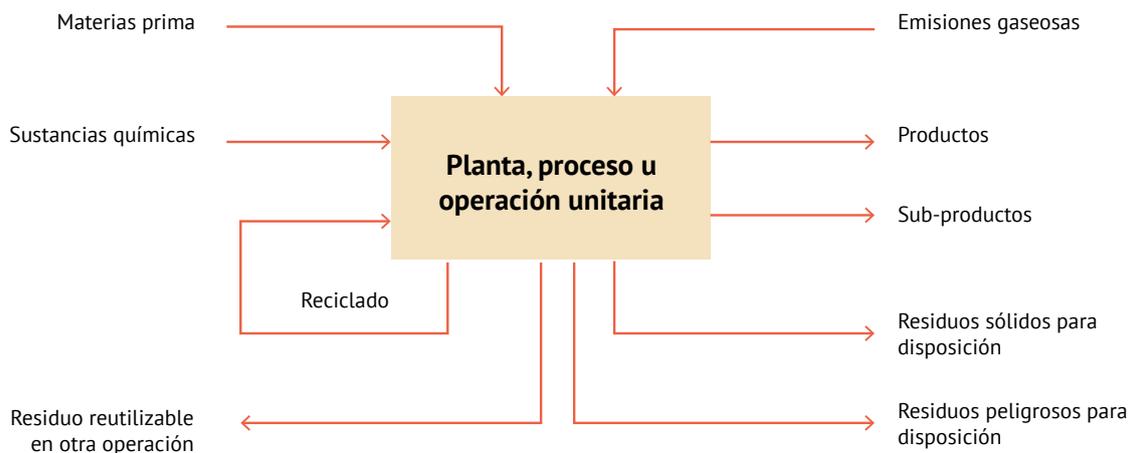
De igual manera, se pueden dividir las operaciones unitarias en más procesos, en este caso se presenta el de ribera desglosado.



5.4. PASO 4: DETERMINAR LAS ENTRADAS

Para la mejor contabilización de los materiales que entran y salen del proceso, es útil realizar un balance de materiales. En este caso, los materiales que nos interesa contabilizar son: las materias primas, las sustancias catalizadoras, los sub-productos, los productos, los residuos reutilizables, los residuos peligrosos y los no peligrosos.

En este balance, se requerirá poner atención en las sustancias y/o los materiales con componentes peligrosos o que tengan alguna característica de peligrosidad, pues los mismos serán clave para tomar medidas de minimización o prevención, posteriormente.



Las entradas a un proceso u operación unitaria pueden incluir materias primas, productos químicos, así como agua, aire y energía. Estos necesitan ser cuantificados por cada operación unitaria.

Como primer paso para cuantificar el consumo de materias primas, se pueden examinar los registros de adquisiciones/compras, así se tendrá la idea de la magnitud de las cantidades involucradas.

En muchas situaciones, las operaciones unitarias donde son más grandes las pérdidas de materias primas, son las de almacenamiento y transferencia de las mismas. Se deben observar estas operaciones junto con los registros para determinar la entrada real neta al proceso.

Para un balance más preciso, se pueden considerar las pérdidas por evaporación, fugas, goteos de tanques de almacenamiento, pérdidas de vapor a través de válvulas.

Una vez determinada la entrada de materias primas, se procede a cuantificar la entrada a cada operación unitaria.

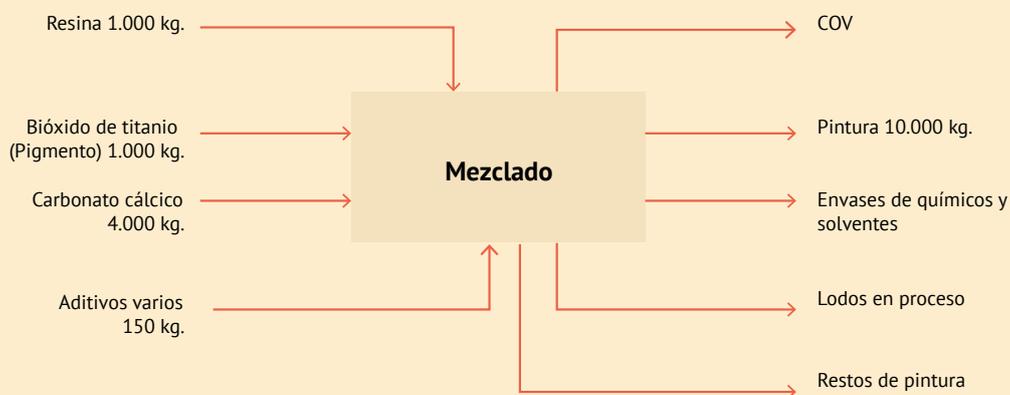
Si no se dispone de información precisa sobre las tasas de consumo de materias primas para las operaciones unitarias individuales, se pueden tomar medidas para determinar las cantidades promedio. Las mediciones deben hacerse durante un intervalo de tiempo apropiado para su extrapolación mensual o anual.

Es posible realizar alguna cuantificación por observación y simples procedimientos de contabilidad.

Para materias primas sólidas, pregunte al operador de la bodega cuántos sacos son almacenados al inicio de la semana, o previo a una operación unitaria; luego, pregúntele de nuevo al finalizar la semana o la operación unitaria. Pese una selección de sacos para confirmar el cumplimiento de las especificaciones.

Para las materias primas líquidas, como los solventes, verifique las capacidades de los tanques de almacenamiento y pregunte a los operadores cuándo fue llenado un tanque por última vez. El volumen de los tanques puede estimarse a partir del diámetro y profundidad de los mismos. Monitoree los niveles del tanque y el número de carros tanque que llegan al local.

En la fabricación de pinturas, una de las operaciones unitarias que tiene mayor ingreso de materias primas y generación de residuos es el mezclado, pudiendo ingresar aditivos, solventes, pigmentos. En el bloque siguiente, referente a la sección 4.3 de esta guía, se establece la operación de mezclado, en un mezclador con agitador tipo helicoidal, con una cantidad total de pintura de 10.000 kg/día.



**Las entradas y salidas no son iguales, debido a que no se consideraron las entradas de agua ni las cantidades de residuos generados.*

Fuente: Alonso, J., Pinturas, barnices y afines: Composición, formulación y caracterización, Universidad Politécnica de Madrid

En esta etapa, se puede tener en cuenta la entrada de energía por operación unitaria. Sin embargo, el uso de energía merece una auditoría completa en sí. Para propósitos de auditoría de residuos, tome nota de la fuente de energía y si puede o no la reducción del residuo disminuir a su vez los costos de energía.

Algunas operaciones unitarias pueden recibir residuos reciclados de otras operaciones, estos también se deben representar en una entrada.

5.5. PASO 5: MEDIR LOS NIVELES ACTUALES DE REUTILIZACIÓN/ RECICLAJE DE LOS RESIDUOS

Algunos residuos se prestan a la reutilización directa en producción y pueden ser transferidos de una unidad a otra; otros requieren alguna modificación o purificación antes de ser adecuados para reutilizarse en un proceso dado. Estas corrientes de residuos deben ser cuantificadas.

Un ejemplo se encuentra en los procesos de fundición, se utilizan grandes cantidades de arena para la elaboración de moldes y corazones. Este es un residuo que no ha perdido sus propiedades y puede ser reutilizado varias veces. Cierta cantidad de arena debe ser removida regularmente para mantener sus propiedades. De la misma manera, los residuos finos se reciclan.

Si los residuos reutilizados no están cuantificados apropiadamente, puede ocurrir un conteo doble en el balance de los materiales, particularmente, al nivel del proceso o de la planta completa; es decir, un residuo será cuantificado como salida de un proceso y como entrada de otro.

La reutilización o reciclaje de los residuos puede reducir la cantidad de materias primas requeridas para un proceso dado. Mientras se observan las entradas a las operaciones unitarias, se pueden observar las oportunidades para reutilizar y reciclar las salidas de otras operaciones.

5.6. PASO 6. CUANTIFICAR LOS PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS

Para calcular la segunda mitad del balance de materiales, deben cuantificarse las salidas de las operaciones unitarias de todo el proceso.

Las salidas incluyen: el producto principal, los sub-productos, los residuos gaseosos (emisiones a la atmósfera) y los residuos líquidos y sólidos que necesitan ser almacenados y/o transportados fuera del local para su disposición, y los residuos reutilizables o reciclables.

La evaluación de la cantidad de producto principal o de producto final, es un factor clave para conocer la eficacia del proceso u operación unitaria.

Si el producto es enviado fuera del local para su venta, entonces la cantidad producida debe estar registrada. Sin embargo, si el producto es un intercambio que constituye la entrada a otro proceso y operación unitaria (subproducto), la salida puede no ser tan fácil de cuantificar. Las tasas de producción tendrán que ser medidas por un período de tiempo.

En la fabricación de fertilizantes NPK (nitrógeno-fósforo-potasio) líquidos existen diferentes formulaciones, en este caso las materias primas (entradas) son urea, ácido fosfórico (H_3PO_4), cloruro de potasio (KCL) y el disolvente. Como salidas se tiene el producto final, los envases de estos químicos y algunas emisiones de solventes. Es útil realizar balances de materiales en cada una de las operaciones unitarias, en ese caso se presenta el mezclado en la fabricación de agroquímicos.

COMPONENTES	ENTRADAS (KG)	SALIDAS (KG)
Urea	2.610	
Ácido fosfórico	770	
Cloruro de potasio	1000	
Disolvente	5.620	
Fertilizante NPK		10.000
Envases	500	500
Total	10.500	10.500

Aunque este balance teórico tiene las mismas entradas y salidas, en la realidad es difícil obtenerlo, los envases a la salida pueden pesar más porque contienen trazas de las sustancias, así como dependiendo del solvente, este puede volatilizarse y perder un porcentaje de masa en el proceso.

5.7. PASO 7. CONTABILIZAR LOS RESIDUOS HACIA FUERA DE LA PLANTA

El proceso puede generar residuos que no se pueden tratar en la planta. Estos necesitan transportarse fuera de la planta para su tratamiento y/o disposición. Los residuos de este tipo, usualmente, son líquidos no acuosos, lodos o sólidos.

Con frecuencia es costoso transportar y tratar los residuos. Por consiguiente, la minimización de estos residuos resulta un beneficio directo en los costos.

Se debe medir la cantidad y tomar nota de la composición de cualquier residuo involucrado en el proceso que requiere ser transportado fuera de la planta para su disposición. Lo que nos interesa saber a partir de la auditoría es:

- Dónde es originado el residuo.
- Si los procesos donde se origina pueden optimizarse para minimizar su generación.
- Si existen alternativas de materias primas que produzcan menos residuos.
- Hay algún componente en particular que provoque que todo el residuo sea peligroso.

- Si lo hay, ¿hay una forma de aislar el componente para tener menos residuos peligrosos?
- Si los residuos son de valor en otros procesos.

Antes de ser transportados fuera de la planta, estos residuos deben almacenarse. Se debe verificar si el almacenamiento de estos residuos es el adecuado, si causa algún problema de emisión adicional, cuánto tiempo se almacenan, si es seguro el método de apilamiento, entre otras disposiciones legales sobre el almacenamiento temporal de residuos peligrosos que puedan minimizar la exposición de los trabajadores y la propagación en el ambiente.

5.8. PASO 8. ESTRUCTURAR LA INFORMACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS

Una de las leyes básicas que se aplican en ingeniería química es el balance de materiales, que establece que el total de las entradas equivale a las salidas. El balance de materiales estará a la escala apropiada para el nivel de detalle requerido según los objetivos a cumplir.

La preparación de un balance de materiales está destinada a ganar una mejor comprensión de las entradas y salidas, especialmente de los residuos, de una operación unitaria o proceso, de tal forma que las áreas donde se carece de información o está incompleta, puedan identificarse. Los desbalances requieren una investigación a fondo. Un balance inicial perfecto es difícil de conseguir, pero será una evaluación aproximada que debe ser revisada y perfeccionada.

Se debe decidir si la estructuración de las entradas y salidas para cada operación unitaria tendrá todas las entradas y salidas, o sólo las esenciales para entender y poner énfasis en esas corrientes.

Las unidades de medición deben estar estandarizadas (litros, kilogramos, toneladas) en base diaria, mensual o anual.

5.9. PASO 9: OBTENER UN BALANCE DE MATERIALES

En este paso, es posible terminar un balance preliminar de materiales. Se espera presentar la información de forma clara.

Se debe considerar que en un balance de materiales, con frecuencia se presentan las corrientes en unidades de peso, ya que los volúmenes no siempre se conservan. Donde haya que convertir unidades de volumen a unidades de peso, se debe tener en cuenta la densidad del líquido, el gas o el sólido involucrado.

Una vez que se ha terminado el balance de materiales para cada operación unitaria con entradas de materias primas y salidas de residuos, se puede considerar repetir el procedimiento respecto a cada contaminante o residuos de interés. Los balances de materiales individuales pueden ser sumados para dar un balance para el proceso completo o un área de producción o plantas completas.

La forma de presentar el balance de materia de cada operación unitaria tendrá que ser el siguiente, a continuación se enlistan los conceptos que tendrían que cuantificarse para entradas y salidas.

Entradas (Cantidades en unidades estándar por unidad de tiempo o de producción)
Materia prima 1
Materia prima 2
Materia prima 3
Reuso/Reciclaje de residuos
Total

Operación unitaria

Salidas (Cantidades en unidades estándar por unidad de tiempo o de producción)
Productos
Subproductos
Pérdidas de materia prima medidas durante almacenamiento y manejo
Residuos reusados/reciclados o transportados fuera de la planta para recuperación
Residuos líquidos y sólidos (o lodos) peligrosos
Residuos líquidos y sólidos (o lodos) no peligrosos
Total

Diferencia de entradas y salidas = masas no identificadas

5.10. PASO 10: EVALUAR Y REVISAR EL BALANCE

Los totales individuales y sumados que componen el balance, deben revisarse para detectar la falta de información o las imprecisiones, si se encuentra un desbalance significativo, se requiere investigar con mayor profundidad.

En este paso, se debe tomar el tiempo para reexaminar las operaciones unitarias con el fin de identificar dónde pueden estar ocurriendo pérdidas inadvertidamente. De ser necesario, se repetirán algunas actividades de recolección de datos.

Tomando el ejemplo de la sección 5.8, el balance puede no ser preciso, por lo que se requiere recalcular, estimar o corroborar ciertos datos para que nos muestre lo que nos interesa conocer. Prestando atención a los almacenes, tanto de materia prima y de residuos, se pueden pesar los componentes. En este caso, se pudo encontrar que los envases generados no se consideran en su totalidad salidas, pues el 50% de ellos se reutiliza para contener los mismos componentes, lo que genera una corrección en el balance. Por otro lado, se identificó mediante cálculos, que existen emisiones de solvente que generan una disminución en el producto final.

COMPONENTES	ENTRADAS (KG)	SALIDAS (KG)
Urea	2.610	
Ácido fosfórico	770	
Cloruro de potasio	1000	
Solvente	5.620	20
Fertilizante NPK		9.980
Envases	500	250
Envases reutilizados		250
Total	10.500	10.500

Estos pequeños detalles serán de utilidad para determinar las prácticas que se deben modificar o mejorar en el proceso, todo dependerá del detalle y el objetivo de minimización de los residuos peligrosos.

El balance de materiales no sólo refleja una adecuada recolección de datos, sino que asegura que se tenga un entendimiento sólido del proceso involucrado, lo que permitirá hacer las modificaciones pertinentes para minimizar o prevenir la generación de residuos.

Idealmente, las entradas deben equivaler a las salidas, pero en la práctica esto rara vez sucede. Se requiere el criterio del auditor para determinar qué nivel de precisión es aceptable en el balance, y si se necesita corroborar la información o realizar otra vez cálculos.

En el caso de los residuos peligrosos, se necesitan medidas precisas para diseñar las opciones de reducción. La recopilación de datos precisos y completos es esencial para una audi-

toría satisfactoria de los residuos, y el consiguiente plan de acción para su minimización. No se puede reducir algo que no se sabe que hay.

Una vez que el auditor complete el balance y esté satisfecho con la precisión del mismo, se procede a la examinación y el análisis de las medidas para la reducción de los residuos peligrosos. En el siguiente capítulo, se proponen las medidas de producción más limpia que se pueden implementar en los sectores, sin ser restrictivas a los demás que se han expuesto en el capítulo 4 de esta guía.

5.11. CONSEJOS Y ERRORES COMUNES EN LA ELABORACIÓN DEL BALANCE DE MATERIA

Uno de los errores más comunes al realizar el balance de materia, es no estandarizar las unidades de medición (litros, kilogramos o toneladas); las unidades de tiempo (por hora, día, mes o año) y la referencia para calcular los consumos específicos (por unidad de producción o por unidad de materia prima). Todos los valores deben estar en las mismas unidades, entonces, si se tienen líquidos y estamos trabajando en unidades de masa, es necesario convertir las unidades de volumen en unidades de masa, y para esto debemos conocer la densidad de la sustancia y multiplicarla por el volumen, cuidando que las unidades sean concordantes.

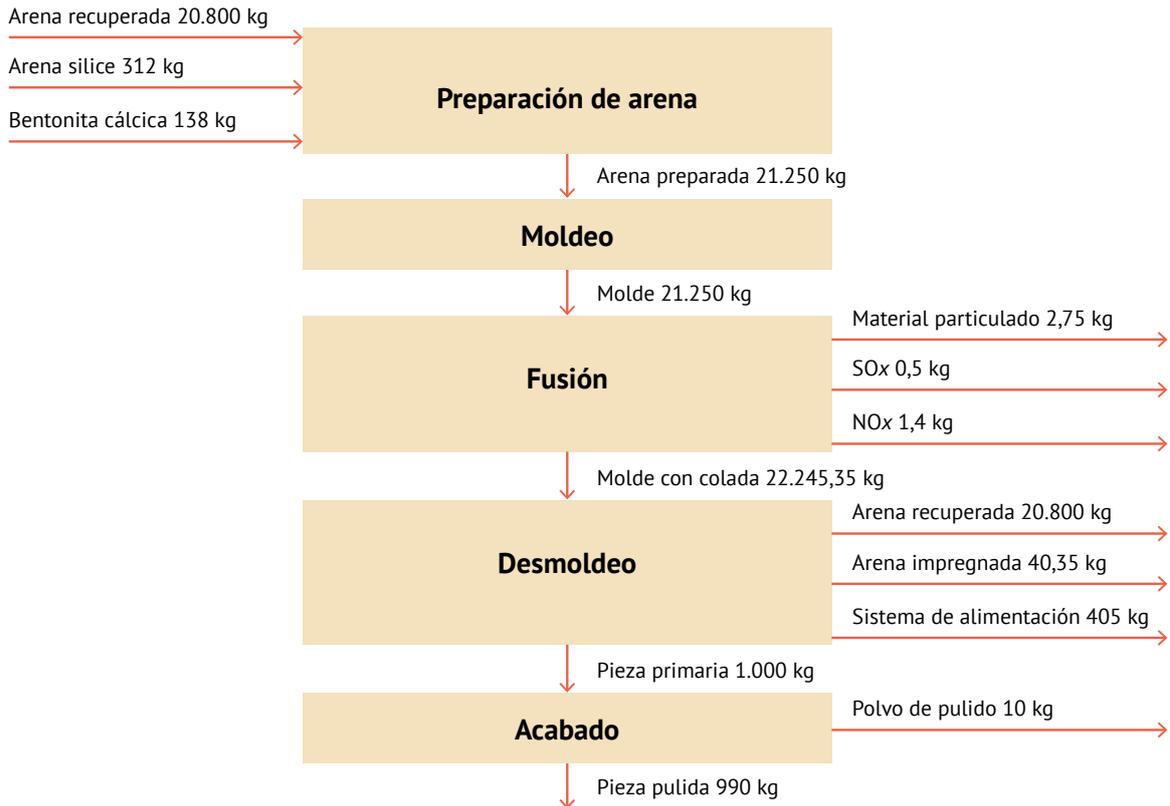
En la elaboración de acabado en húmedo de las cortiembres ingresan aceites minerales, con densidad $\rho = 0,905$ kg/litro, sabemos que en la operación unitaria ingresan 10.000 litros por tonelada producida. Para conocer la masa tendremos que multiplicar la densidad por el volumen, es decir:

$$10.000 \text{ litros} \times 0,905 \text{ kg/litros} = 9.050 \text{ kg de aceite}$$

$$m \text{ (masa)} = \rho \text{ (densidad)} \times v \text{ (volumen)}$$

Un error común en la elaboración de balances es no cuantificar todas las entradas y salidas, incluidas las entradas de agua que sean parte del proceso, así como las emisiones de gases que puedan ocurrir en una operación unitaria. Aunque conocer con exactitud la masa de las emisiones que se desprendieron durante el proceso puede ser algo complicado, existen factores para los contaminantes gaseosos que se pueden emitir, como los COV en un proceso de mezclado de pintura.

Como se puede ver en el siguiente proceso de fundición, la arena recuperada se reutiliza, por lo que se considera tanto en la entrada de la operación “Preparación de arena”, como en la salida de “Desmoldeo”, esto es importante para que a la hora de realizar los cálculos no sobre o falte materia por considerar.



Una forma de comprobar las entradas y las salidas, es haciendo las sumas y comparaciones por operación unitaria, como se presenta en la tabla siguiente, donde se establecen los balances por operación unitaria.

MATERIAL	PREPARACIÓN DE ARENA (KG)		MOLDEO (KG)		FUSIÓN (KG)		DESMOLDEO (KG)		ACABADO (KG)	
	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
Arena recuperada	20.800							20.800		
Arena sílice	312									
Bentonita cálcica	138									
Arena preparada		21.250	21.250							
Molde				21.250						
Chatarra lámina				1.000						
Material particulado						2,75				
SOx						0,5				
NOx						1,4				
Molde con colada						22.245,35	22.245,35			
Arena impregnada								40,35		
Sistema de alimentación								405		
Pieza primaria								1.000	1.000	
Polvo de pulido										10
Pieza pulida										990
Total	21.250	21.250	21.250	21.250	22.250	22.250	22.245,35	22.245,35	1.000	1.000





CAPÍTULO 6.

IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS Y CUANTIFICACIÓN DE BENEFICIOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS

Para frenar la contaminación a nivel industrial, se requiere ampliar la visión e ir más allá de las operaciones que se llevan a cabo durante los procesos genéricos de fabricación de bienes y servicios.

Una solución integral a la contaminación se construye desde el origen del proceso, es decir, desde una concepción ambiental que considere el ciclo de vida del producto o servicio, con esto se puede lograr evitar el desperdicio de insumos, las fugas energéticas, y la subsecuente generación de externalidades o pasivos ambientales.

Contrario al enfoque correctivo que busca controlar la contaminación mediante métodos paliativos y acciones al final de los procesos una vez que la contaminación ya se ha producido, el enfoque preventivo y de análisis del ciclo de vida se centra, sobre todo, en evitar que la contaminación suceda, con lo cual los costos en tiempo y recursos para el tratamiento de los residuos se reducen considerablemente.

La auditoría de los residuos utiliza una metodología sistemática que analiza cada proceso con la finalidad de definir, evaluar, seleccionar e implementar, las medidas adecuadas que permitan la prevención de la contaminación.

Para que las acciones implementadas perduren, se requiere la optimización de las inversiones, mediante la capacitación e innovación constante, así como el cambio de malas prácticas del personal en el desarrollo de su trabajo.

De acuerdo con una guía para el sector privado elaborada por el Centro de Producción más limpia de Gujarat India, existen diversas acciones concretas que las empresas pueden aplicar para reducir su producción de residuos, entre las que se encuentran: las buenas prácticas de manejo, los cambios de proceso, la sustitución de la materia prima, el mejor control en los procesos, los cambios de tecnología, las modificaciones en el equipo, la recuperación in-situ, el reciclaje y las modificaciones de producto, entre otras. A continuación, se detallan algunas de ellas.

- **Prevención de residuos desde el origen:** Este punto recalca la importancia que tienen la vigilancia constante de los procesos y el buen mantenimiento de las instalaciones, para asegurar que las operaciones unitarias se llevan a cabo en condiciones normales, sin fugas, sin pérdidas de energía, sin desperdicio de insumos y acorde a los parámetros establecidos por los procedimientos de producción. También contempla el hecho de concebir los procesos y las operaciones unitarias de tal forma que se evite, en la medida de lo posible, la generación de externalidades o residuos que no puedan ser integrados a la cadena productiva. Por ejemplo, verificar periódicamente que no existan goteos en los tanques de solventes, ya que implica desperdicio de insumos, y posterior a la limpieza se generan residuos peligrosos.
- **Buenas prácticas de manejo:** Se trata de gestionar y disponer de los residuos generados de una forma ambientalmente adecuada y acorde a los estándares aplicables para el manejo de cada corriente o flujo de residuos, por ejemplo, si se sabe que el proceso genera residuos líquidos contaminantes, se debe contar con una planta de tratamiento acorde a las necesidades del efluente a neutralizar.
- **Cambios de proceso:** Este aspecto considera el hecho de realizar un análisis del proceso y sus operaciones unitarias con la finalidad de encontrar oportunidades de mejora que puedan corregirse mediante controles de ingeniería, por ejemplo, cambiar cierto tipo de combustible, como el combustóleo, utilizado para la generación de energía dentro de la planta, por otro que tenga un menor impacto ambiental o sea menos contaminante, como el biogás.
- **Sustitución de materia prima:** Busca dar preferencia a aquellos insumos que tengan un impacto ambiental menor por encima de otros que involucren un mayor grado de toxicidad ambiental o humana, o bien, que su extracción genere desequilibrios importantes en los ecosistemas, por ejemplo, la utilización de agua en vez de solventes, y/o solventes no halogenados por encima de los solventes clorados. En este aspecto, es de gran utilidad el enfoque del análisis de ciclo de vida.

- **Mejor control del proceso:** Se refiere a optimizar los parámetros y/o condiciones del proceso de manera tal que se genere la menor cantidad de residuos y se optimicen las operaciones, por ejemplo, cambios en el pH, la temperatura, la presión, el tiempo de residencia, etc. Este punto requiere del entrenamiento de los operadores y la supervisión del jefe de operaciones o departamento de ingeniería, para llevar un mejor control sobre los procesos.
- **Cambios de tecnología:** En ocasiones, la tecnología o método utilizado para la fabricación industrial de cierto bien o servicio, ya se encuentra obsoleto; y existen otras técnicas, insumos o materiales mejores con menor impacto ambiental, siendo así, se deben explorar las mejores técnicas disponibles, y fomentar la innovación. Por ejemplo, la utilización de CFC's en los aparatos de refrigeración industrial, puede ser sustituida por otros gases refrigerantes menos nocivos para la capa de ozono.
- **Modificaciones en el equipamiento:** Se refiere a la realización de pequeños cambios en el equipo existente (bombas, mecanismos de control de nivel, bandejas de goteo, etc.) para subsanar la generación de residuos provocada por un diseño obsoleto o ineficiente para el proceso. Aquí, cabe recalcar que también se debe capacitar a los operadores y agregar controles operacionales para asegurar el buen funcionamiento.
- **Recuperación in situ:** Aplicando los principios de la “economía circular”, se pueden recuperar algunas externalidades consideradas como “residuos” en primera instancia, otorgándoles un uso similar o diferente, como por ejemplo: la recuperación de aguas de lavado para utilizar en otros procesos dentro de la fábrica que no requieran de agua de alta pureza.
- **Reciclaje:** Los residuos generados pueden ser utilizados dentro de la instalación, o comercializados o incorporados a la cadena de valor con otras empresas o sectores que puedan reciclarlos, por ejemplo, los residuos orgánicos generados por la industria de curtiembres pueden venderse a empresas que los usen como composta, para producir biometanización, o recuperarlos para carnazas, colágenos, gomas, etc.
- **Modificaciones del producto:** Requieren de realizar alteraciones o cambios en el producto de tal forma que se reduzca la cantidad de residuos asociados a su producción en diversos ámbitos, por ejemplo, durante la manufactura, el empaquetado y el transporte. Este punto considera también el análisis del ciclo de vida.

Para contextualizar lo anterior, hay que mencionar que el balance de materiales es necesario para conocer lo que se consume y lo que se elimina, y requiere tener un entendimiento previo del desempeño.

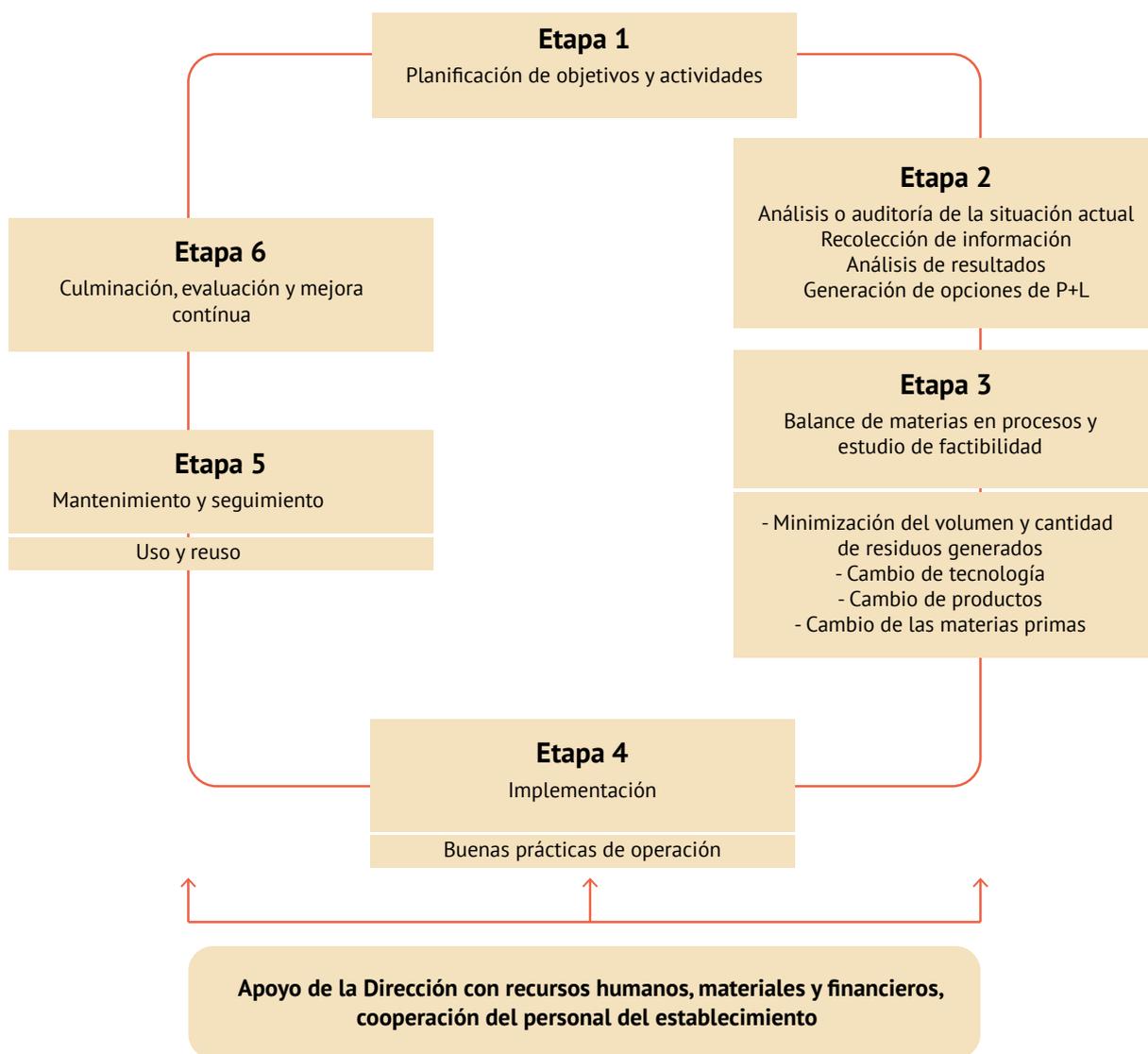
6.1. BENEFICIOS Y METODOLOGÍA

Beneficios al adoptar las medidas para una auditoría de residuos.

Realizar una auditoría de residuos es más efectivo que los métodos tradicionales de control de contaminación al final de cada proceso desde un punto de vista económico, de responsabilidad ambiental y social, ya que al realizar la auditoría también se adoptan medidas de producción más limpia:

- **Se mejora la calidad de la salud e higiene laboral**, y se disminuyen los riesgos de accidentes y enfermedades, debido a la exposición profesional de sustancias nocivas a los trabajadores y al ambiente.
- Adicionalmente, **se generan beneficios ambientales** que facilitan el cumplimiento de los requisitos que solicita la autoridad y las normativas ambientales vigentes.
- **Mayor eficiencia en la producción.**
- **Mejora en la seguridad y la higiene ocupacional.**
- **Menor contaminación.**
- Posibilidad de **recuperar los costos** por recuperación de materiales. La minimización de residuos que deben ser tratados fuera de la instalación, beneficia directamente a los costos de la empresa.
- **Menores costos de tratamiento de residuos.** Hay que recordar que la eficiencia del proceso es sinónimo de minimización de residuos.
- **Mejora en la imagen** corporativa.

Aunado a los beneficios, hay que mencionar que las diversas medidas para la reducción de residuos van a requerir de tiempo, esfuerzo y recursos económicos, por lo que se debe establecer un equipo de trabajo que contenga a las personas de todos los niveles y departamentos en la empresa, es decir, el nivel directivo y/o gerencial, departamento de contabilidad y/o finanzas/compras, la producción y operaciones, el departamento técnico (sección de suministros y mantenimiento) y recursos humanos.



Adicionalmente, es altamente deseable la participación de un consultor externo, que funja a modo de facilitador para implementar los pasos del proceso de la auditoría de los residuos.

A continuación, se enlistan seis pasos para la **Auditoría de los Residuos**, con el fin de fomentar una producción más limpia, dichos pasos son sujetos a adaptarse a las necesidades de cada empresa.

1. Establecer metas y objetivos.
2. Realizar una auditoría de la situación actual para recolectar información sobre las operaciones unitarias del proceso y definir soluciones potenciales para la reducción de residuos.
3. Validar las opciones de producción más limpia, mediante un balance de materias de procesos y un estudio de factibilidad, en donde se consideren los cambios pertinentes para optimizar las operaciones unitarias.

4. Seleccionar e implementar las opciones de producción más limpia y las buenas prácticas de operación.
5. Mantenimiento y seguimiento a las acciones aplicadas, en donde se busca el uso y reúso de materiales y/o energía.
6. Culminación, evaluación y mejora continua.

Hay que precisar que las medidas de reducción de residuos pueden dividirse en:

1. **Medidas evidentes de reducción de residuos**, tales como mejoras en las técnicas y procedimientos de administración y mantenimiento, que se implementan de forma fácil y económica. Aquí entran las opciones de reciclaje y la reutilización.
2. **Medidas de reducción a largo plazo** que involucren modificar o sustituir algún parámetro en el proceso, con el fin de eliminar los problemas de residuos.

En el caso de los residuos peligrosos o muy concentrados, se requiere de medidas precisas para diseñar las medidas de reducción, y es probable que se deba analizar el balance de materia de una operación unitaria varias veces, con el fin de comprender los elementos y las condiciones que generan el problema.

El balance de materia requiere que se tengan en cuenta las unidades de peso, por ejemplo, si se debe convertir volumen a peso, se debe considerar la densidad del líquido, el gas o el sólido en cuestión. En caso de haber un desbalance significativo en el proceso, se requiere analizar a profundidad la causa. La finalidad es analizar el balance de materia para cada operación unitaria y el proceso como un todo. Hay que recordar que el balance de materia es la clave para identificar las fuentes principales de residuos, con lo cual se identifican las no conformidades con la normativa en términos de producción de residuos.

De igual forma, se deben cuantificar los residuos potenciales y actuales, y en caso de dificultad para medir directamente, se debe estimar la estequiometría, y se deben considerar también las emisiones gaseosas que a menudo son olvidadas, al igual que el principio básico que enuncia que la suma del agua de desecho que se genera en cada operación unitaria debe ser aproximada a la misma cantidad que se introdujo en el proceso, considerando las pérdidas por evaporación, fugas, goteos de tanques, pérdidas de vapor a través de válvulas, entre otros. Este principio, también puede aplicarse de forma provechosa con las compras de las materias primas y las pérdidas en el almacenamiento en relación a la entrada neta del proceso; hay que considerar los intervalos de tiempo apropiados.

En caso de que no sea posible conocer la concentración de contaminantes en el sitio, se debe tomar muestra y recurrir al análisis de un laboratorio verificado para determinar los

parámetros de cada residuo. Es de suma importancia conocer la composición del agua que sale de la instalación hacia el drenaje, para ello, se debe identificar el (los) punto(s) de o área de emisión y contaminación más relevantes. En cuanto a las emisiones líquidas, utilizar menos agua en los procesos puede representar un ahorro en los costos, el enjuague contracorriente y el reciclaje de agua de enjuagues, son buenas alternativas siempre y cuando los procesos lo permitan, de lo contrario es altamente sugerible llevar un registro del consumo del agua por áreas.

En cuanto a los residuos sólidos, hay que destacar que algunos de ellos se prestan a la reutilización directa en la producción, otros requerirán de alguna modificación antes de poder ser reincorporados a la cadena de valor, en este caso, las corrientes de residuos deben cuantificarse.

6.2. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

En este proceso, la generación de residuos peligrosos se encuentra en las etapas de mantenimiento y limpieza, así como en el final de vida de un transformador BPC. Al estar en desuso, se considera un residuo peligroso si ha contenido o estado en contacto con bifenilos policlorados.

Lo primero es identificar el tipo de residuo que se genera, aunque los aceites dieléctricos gastados son peligrosos por las sustancias tóxicas que contienen, también pueden ser residuos de COP. En la placa de identificación del transformador se debe notar el tipo de aceite o fluido aislante que utiliza; si el nombre del fluido aislante es comercial, existe una lista de nombres comerciales de BPC para identificarlo, por otro lado, si la especificación de este líquido empieza con la letra "L" (como LFAF, LFAN, LFWN, LNP, LNS, LNW y LNWN) dicho transformador contiene BPC.

Si el transformador no tienen placa de identificación, es recomendable recurrir a la factura de compra e identificarlo o realizar un análisis cromatográfico de BPC, para determinar si contiene o no estas sustancias.

Una forma de contaminación se da mediante las fugas, en ellas los materiales absorbentes que la contuvieron o se utilizaron para el mantenimiento y limpieza se considerarán residuos peligrosos. Dichos materiales pueden ser: aserrín, carbón activado, trapos, tierra con gran cantidad de humus, entre otros, y tendrán que disponerse como tal.

Para disminuir la generación de residuos peligrosos, es indispensable un mantenimiento preventivo de los equipos, que permita prevenir las fugas y los derrames de aceite dieléctrico.

6.3. CURTIEMBRES

El curtido es el proceso de transformación y tratamiento industrial de pieles de animales en cuero.

Para lograrlo, se llevan a cabo diversas operaciones unitarias que incluyen la acción de métodos químicos y mecanismos que generan contaminación de diversos tipos en el agua, el aire y el suelo.

A continuación, se presentan algunas técnicas generales para la prevención de la contaminación en el sector de curtiembres, y algunas oportunidades para la revalorización y reutilización de los residuos.

Para el ahorro de energía eléctrica, se pueden utilizar máquinas para secado a baja temperatura, y programar los ciclos de secado para abarcar la mayor cantidad posible, utilizando la menor cantidad de calor. Se pueden realizar las adecuaciones de ingeniería necesarias para la automatización e informatización de los bombos. Se sugiere también llevar un registro mensual de la lectura de los medidores, para conocer la demanda energética de las ablandadoras, los esmeriles, y otras máquinas utilizadas, y comparar el consumo de electricidad de forma mensual.

Para la etapa de ribera se puede solicitar al matadero las pieles previamente descarnadas; con ello, las actividades de limpieza realizadas y el uso del agua en la instalación, disminuirán considerablemente. Adicionalmente, la instalación debe tener un sistema de separación de efluentes aislado de las áreas de trabajo para facilitar su posterior tratamiento, siempre que sea posible se debe reutilizar el agua de salida y construir un sistema de captación pluvial.

Al retirar el exceso de sales de la piel durante la etapa de alistamiento, mediante un sacudido mecánico (bombo) o manual (sacudido o barrido), se disminuye la contaminación del agua y el tiempo de remojo; la sal recuperada puede usarse o comercializarse en industrias de fabricación de cerámicas y ladrillos. En esta fase, aquellos residuos que contengan mucha materia orgánica (grasa subcutánea, recortes de piel, etc.), pueden utilizarse para la producción de biogás y compostaje. También se debe fomentar y dar preferencia al trabajo con pieles frescas, pues con ello se disminuye el consumo de insumos químicos.

Valorizar los retales (restos de piel en tripa, cola, tetillas, orejas, etc.), los sebos y las grasas subcutáneas durante las etapas de limpieza, desorillo y dividido, optimizará la capacidad de los bombos, y disminuirá la carga de materia orgánica que va a los afluentes. Dichos restos anatómicos pueden comercializarse como insumos para la producción de colágeno hidro-

lizado, gelatinas, alimentos o juguetes para mascotas, jabones, y en la producción de cola para carpinterías, o como envoltura para embutidos.

Durante la etapa de remojo, se puede reutilizar el baño de remojo, y utilizar este segundo lavado como el primer baño de lavado en el siguiente lote de producción, para ahorrar agua y prevenir la contaminación. La eliminación de tensioactivos fenólicos no-iónicos reducirá la toxicidad y la demanda química de oxígeno, de igual forma, el adicionar bactericidas tensioactivos biodegradables y enzimas que actúen como lipasas biodegradables, reducirá la cantidad de DQO, minimizará los ataques bacterianos y mejorará la humectación de la piel.

Durante la etapa de encalado, aplicar el pelambre con sulfuro ácido de sodio y cloruro de calcio evita la producción de lodos de cal, reduce la carga contaminante orgánica del efluente y permite la recuperación del pelo, el cual puede utilizarse en compostaje.

Para el descarnado, se recomienda realizar un predescarnado y tener bien afiladas las cuchillas para potencializar la uniformidad del corte y obtener carnazas más limpias. La recuperación y valorización de las virutas, puede darse mediante la comercialización a las empresas de fabricación de cuero reconstituido, aglomerado o ladrillo y/o adhesivo, adicionalmente, se evita la generación de residuos y la contaminación del agua y el suelo.

Las operaciones unitarias realizadas en la etapa del curtido, presentan varias oportunidades desde el punto de vista de la producción más limpia; por ejemplo, la realización del desencalado mediante productos libres de nitrógeno (ácidos orgánicos, sus sales y ésteres), de baja volatilidad y corrosividad, resulta menos contaminante ya que los efluentes estarán libres de amonio, nitrógeno y cloruros, y se evita el hinchamiento de las pieles. Si el desencalado se realiza con dióxido de carbono en vez de sales amónicas se disminuirá el nitrógeno amoniacal. La purga enzimática, puede realizarse con enzimas de tipo pancreático en polvo, no obstante, el personal a cargo necesita usar equipo de protección personal adecuado.

La realización del piquelado sin sal, mediante un agente piquelante (polisulfona ácida modificada) o un ácido orgánico, reduce la carga de cloruros e iones sódicos en el efluente y ahorra costos en tratamiento. También se puede recircular el baño del piquelado, reincorporando el licor cuidando de no filtrar grasas y evitar posibles daños.

En lo que concierne al curtido, se puede recurrir a la recirculación de baños de cromo y la recuperación por medio de precipitación y redisolución, reduciendo así la carga de sal y otros agentes del proceso en el efluente, previamente, es necesario filtrar los residuos suspendidos. También se puede evaluar la posibilidad de realizar curtido vegetal, o utilizar titanio o zirconio en vez de cromo.

Durante las fases de acabado seco y húmedo en seco, se pueden utilizar productos sin amoníaco y a un pH suficientemente bajo, con lo que se reduce la DQO y el nitrógeno de los efluentes. Para el teñido, se pueden sustituir los solventes orgánicos por disoluciones acuosas; y el engrase, puede llevarse a cabo de una forma más amigable con el ambiente si se sustituyen los aceites a base de parafinas sulfocloradas y los aceites con contenido de alquilfenoles etoxilados, debido a su toxicidad.

Para el secado, se pueden utilizar las máquinas a baja temperatura para un mayor ahorro de energía. Y se pueden recuperar los polvos del esmerilado para la venta a la industria del cuero reconstituido o aglomerado, para compostaje y/o para la generación de energía por incineración.

Uno de los principales impactos ambientales del sector de curtiembres es la emisión de aguas residuales contaminadas, por lo que resulta indispensable contar con una planta de tratamiento del agua, para poder descontaminar el agua que proviene de las instalaciones. Durante el tratamiento primario se debe monitorear la correcta coagulación, floculación y sedimentación con la finalidad del efluente, a fin de asegurar la remoción de materia orgánica (DBO, DBQ), sulfuros y cromo. Para el tratamiento secundario se debe monitorear la actividad microbiana de los lodos, la aireación y la correcta oxigenación de los tanques. Debido a las características de las aguas residuales cargadas en amoníaco, se sugiere contar una planta de tratamiento terciario, en el cual se pueda llevar a cabo la nitrificación (realizar la oxidación biológica del nitrógeno amoniacal a nitrato) y la desnitrificación (conversión del nitrato a nitrógeno, que es emitido a la atmósfera).

Generalmente, y debido al alto contenido en elementos minerales, los lodos provenientes de la planta de tratamiento pueden disponerse para incineración o para relleno en una celda de seguridad; o dependiendo de sus características, pueden ser tratados por digestión aerobia o anaerobia. Los tanques de sedimentación vertical de acero, fibra de vidrio concreto o madera, presentan mayor eficiencia para la sedimentación correcta de los lodos. Los malos olores pueden ser neutralizados espolvoreando cal hidratada (pH entre 11 y 12) en la superficie de los lechos de secado, por un tiempo mínimo de 2 horas.

6.4. PINTURAS

Dentro de las actividades del proceso productivo en la industria de las pinturas y barnices, se llevan a cabo diversas operaciones unitarias que generan contaminación de diversos tipos.

Debido a la frecuencia del uso de disolventes orgánicos y compuestos orgánicos volátiles (COV), el presente apartado se centra en las medidas adecuadas para combatir la conta-

minación por solventes. En general, la principal contaminación generada durante la fabricación de pinturas, se debe a la mezcla de distintos compuestos entre sí, que pueden ser absorbidos por filtros o mangas de carbón activo.

Por lo general, los esmaltes tienen un potencial de contaminación menor que las pinturas, ya que estas utilizan pigmentos que presentan en su formulación metales pesados, como el cromo, zinc, cadmio y titanio, entre otros.

Las empresas que utilizan disolventes pueden abordar los siguientes puntos para tener una producción más limpia, comenzando por la sustitución, la minimización y el reciclaje.

Dentro de la industria de las pinturas, se pueden llevar a cabo medidas de sustitución y disminución, ya que las pinturas a base de agua suelen ser menos dañinas para el ambiente, que aquellas que tiene base solvente. No obstante, si se utiliza agua se requiere de instalaciones de acero inoxidable.

También pueden utilizarse pigmentos vegetales que no deriven de minerales. Las tintas vegetales presentan un mayor grado de biodegradabilidad. En la industria de las pinturas, la elaboración de pigmentos resulta ser un proceso con un potencial de contaminación muy alto.

Para aplicaciones industriales especializadas, se pueden realizar análisis de factibilidad para la disminución de la cantidad o el porcentaje de solventes utilizados.

En caso de no ser posible la sustitución de una pintura a base solvente por una a base de agua, ni tampoco la disminución del porcentaje de solvente, entonces los esfuerzos pueden abocarse hacia el cambio de los solventes clorados o halogenados, por otros no halogenados o por otras sustancias menos contaminantes.

El reciclaje y el tratamiento de los residuos en la industria de las pinturas aporta beneficios considerables desde el punto de vista de la revalorización de los insumos ya que, actualmente, diversos productores y suministradores de disolventes tienen sistemas de recolección y tratamiento de solventes gastados, que son regenerados y devueltos a la cadena productiva. Es importante verificar que dichos establecimientos se encuentren en conformidad con las medidas de seguridad, higiene y protección ambiental adecuadas a sus actividades.

Durante la fabricación de pinturas se generan lodos, fangos y filtros contaminados con restos de pintura, solventes, aditivos y pigmentos; la mejor forma de prevenir estos residuos, consiste en la planificación y el cálculo correcto de la cantidad de pintura a preparar en cada ciclo de producción, y en automatizar los procesos de llenado y mezcla, para tener las cantidades correctas.

Es frecuente la generación de envases, tambores y contenedores contaminados; para prevenirla se deben evitar, en la medida de lo posible, aquellos que sean de un sólo uso, y teniendo en cuenta las medidas de seguridad en cuanto a la compatibilidad química, analizar la posibilidad de la reutilización de envases con sustancias inertes.

La prevención de las emisiones difusas, las fugas y los derrames es clave para las instalaciones que trabajan con solventes, como es el caso de la industria de las pinturas. Las pérdidas por evaporación no controladas o emisiones difusas de disolventes resultan problemáticas, principalmente, por los costos asociados a la pérdida de materia, debido a que generan contaminación atmosférica y aumentan el riesgo de incendios y de enfermedades en los empleados.

Para contrarrestar este punto, es necesario conocer las fichas técnicas u hojas de seguridad de cada sustancia, y establecer medidas de contención y seguridad acorde a las propiedades fisicoquímicas de cada solvente, con el fin de asegurar su estabilidad. Es importante conocer, por ejemplo, el punto de ebullición y de evaporación, y mantenerlos a baja temperatura en contenedores herméticos hechos de materiales especiales, alejados de la luz y de las corrientes de aire de ser necesario.

Es importante que la instalación de la empresa cuente con unos dispositivos detectores de solventes y que los contenedores tengan la solidez estructural adecuada para el producto que contienen, evitando así cualquier tipo de corrosión. Los contenedores deben mantenerse aislados del suelo mediante plástico o madera; y la instalación debe contar con los controles de ingeniería necesarios para la recolección y separación de líquidos en caso de accidente.

La limpieza sistemática de las piezas y los equipos es un factor clave que no debe pasarse por alto, para la fabricación de pinturas y barnices. La utilización de máquinas de limpieza de circuito cerrado pueden ayudar a prevenir pérdidas de material, pero en caso de que no sea posible, se puede estudiar la posibilidad de optar por recubrimientos que no requieran una limpieza constante para su buen funcionamiento, o utilizar métodos mecánicos para la remoción de la suciedad, el sistema de lavado a presión; o programar las limpiezas en el momento adecuado del ciclo productivo (por ejemplo, cuando la pintura todavía es fresca y fácil de remover). Posteriormente, se debe analizar el mejor producto para realizar la limpieza, dando preferencia a aquellos que tengan menor potencial contaminante, por ejemplo, en orden ascendente se enuncia al agua o aire, abrasivos en agua o aire, disoluciones acuosas con detergentes, álcalis o ácidos y disolventes.

El llenado de tanques por el fondo durante el trasvase disminuye considerablemente las emisiones difusas.

La utilización de tanques de techo móvil, reduce la evaporación producida entre la superficie del fluido y el techo del tanque.

Para evitar las mezclas que generen residuos peligrosos, es importante segregar los diferentes tipos de solventes o fluidos que se generan durante la producción. Concretamente, la separación de solventes clorados de los no clorados representa una disminución de los costos y del volumen de los residuos peligrosos. También pueden segregarse según las características fisicoquímicas o el tipo y color de la pintura, tinta o pieza que ha sido limpiada, así se consigue la reutilización del disolvente para varias ocasiones, y en este sentido la segregación es importante.

6.5. AGROQUÍMICOS

La síntesis de agroquímicos genera residuos peligrosos, como los envases vacíos y el material contaminado utilizado anteriormente para la limpieza de derrames o fugas. Por otro lado, al mezclar los ingredientes activos, se utilizan solventes muchas veces volátiles que pueden desperdiciarse y afectar a la salud de los trabajadores.

Algunas acciones para minimizar esta generación de residuos y emisión de contaminantes, se presentan a continuación.

Una opción para evitar los derrames y la exposición de los trabajadores a los solventes, es la instalación de un sistema de control automático que suministre los reactivos, de esta manera, se minimizarán los derrames y los envases vacíos, ya que puede adquirirse el químico inicial y dispensarlo en el sistema.

Por otro lado, para evitar que los vapores se dispersen por toda la planta, una opción es la instalación de una línea de extracción o venteo; aunque el residuo de estos equipos se considera peligroso, no estará el personal expuesto a las sustancias. Otra alternativa, es la colocación de cubiertas a los tanques atmosféricos, con ello se reduciría la dispersión de vapores y no se generaría otro residuo peligroso potencial.

En los tanques de almacenamiento suelen contenerse los agroquímicos terminados antes del llenado de envases; en los productos con solventes volátiles se presentan vapores que se esparcen por el ambiente; una alternativa es la colocación de cubiertas a los tanques atmosféricos, con ello se reduciría la dispersión de vapores y no se generaría otro residuo peligroso potencial. Esta opción puede implementarse fácilmente, ya que las cubiertas no necesitan estar totalmente selladas; mantener un sello crearía un problema de presión o vacío que causaría más dificultades operativas.

Entre los residuos que se generan en mayor medida en la producción de agroquímicos, están los envases contaminados con químicos para la elaboración de compuestos activos o solventes; una alternativa para reducir la generación de los mismos, es implementar una mejora tecnológica en la forma que se vierten estos químicos. Una opción es la colocación de tanques de almacenamiento conectados mediante tuberías a las mezcladoras, de esta forma, los proveedores podrán rellenar el tanque de almacenamiento de materia prima y no será necesario desechar los envases en los que puedan venir. Es necesario considerar la capacidad de producción para dimensionar los tanques, así como la implementación de bombas que suministren las sustancias a los equipos que las requieran.

En las áreas de almacenamiento, donde la exposición solar no afecte a las sustancias o los productos terminados, se pueden colocar paneles traslúcidos para permitir el paso de luz durante el día; ello generaría un ahorro en la energía eléctrica que se utiliza para iluminar un área en la que los trabajadores no están constantemente.

Otra directriz de la producción más limpia, es la sustitución de sustancias potencialmente contaminantes, por otras con las mismas características en el producto final, pero menos tóxicas. En la industria de agroquímicos, muchos de los ingredientes activos son tóxicos; una alternativa es la investigación y la sustitución de estas sustancias por otras que tengan propiedades pesticidas, pero que no contribuyan con la contaminación e intoxicación del suelo y las plantas de cultivo. Aunque sustancias como el DDT han estado vetadas desde hace muchos años, aún hay componentes en los agroquímicos que los vuelven dañinos para la salud humana y el ambiente.

6.6. SALUD

Los residuos peligrosos que se generan en las diferentes etapas de la atención a la salud, se pueden clasificar en: infecciosos y especiales. El correcto manejo de los mismos, permitirá la minimización en su generación y el cuidado a la salud de las personas que manipulen dichos residuos. Una clasificación adecuada de los residuos que se generan en un hospital, permite que su manejo sea eficiente, económico y seguro.

La clasificación facilita una apropiada segregación de los residuos, reduciendo riesgos sanitarios y costos en el manejo de ellos, ya que los sistemas más seguros y costosos se destinarán sólo a la fracción de residuos que lo requieran y no a todos.

Se debe realizar una buena clasificación según el tipo de residuos, de acuerdo con los criterios previamente establecidos y divulgados dentro del hospital, como: residuos ordinarios, residuos infecciosos y residuos especiales, conociendo sus características y riesgos.

Las estrategias de producción más limpia para el sector salud están enfocadas, principalmente, en la prevención de la contaminación, reducirla o minimizarla desde su origen, y en disminuir la generación tanto de los residuos comunes como los infecciosos y químicos, los materiales, los insumos, las emisiones o los vertimientos dentro de la institución. Se fundamentan como buenas prácticas durante la prestación de servicios o desarrollo de los procedimientos, la sustitución de algunos insumos con características peligrosas, los cambios en los procedimientos y el mejoramiento tecnológico.

Durante la inspección y diagnóstico, pueden implementarse buenas prácticas operativas como la optimización del uso de los reactivos e insumos, y la correcta segregación de residuos, para que los residuos peligrosos no estén en contacto con los residuos comunes.

Otra medida en estas dos etapas, es el reemplazo de los termómetros y los manómetros de mercurio por los aparatos digitales, así como la reducción en el consumo de los reactivos en el laboratorio mediante la automatización de los ensayos. Asimismo, en el área de la odontología se producen residuos mercuriales generados en la aplicación de amalgamas dentales; para este caso es recomendable cambiar de insumos en las prácticas odontológicas y capacitar a los odontólogos sobre el manejo de los residuos de mercurio que puedan generar.

Por otro lado, para minimizar el gasto energético durante las intervenciones quirúrgicas, se deben reportar las fallas en el equipo y se pueden sustituir las soluciones de limpieza por una solución multipropósito, para la limpieza de varios equipos, en lugar de solventes distintos para cada uno. En las áreas de oficinas o pasillos, una medida de implementación para la reducción de gastos por energía eléctrica, es la colocación de sensores de movimiento así como de bombillas ahorradoras o led, con lo cual las luces se apagarán si no hay una persona caminando por el pasillo o en alguna habitación administrativa, y se consumirá menos energía eléctrica.

Para optimizar el consumo energético, se debe asegurar su correcto funcionamiento en neutralización y evitar la dispersión de gases a la atmósfera. Los sistemas de tratamiento in-situ, como las autoclaves, deben estar en constante monitoreo y mantenimiento preventivo periódico.

6.7. FUNDICIÓN

A continuación, se presentan algunas acciones y técnicas generales sobre el uso eficiente de materiales y equipos.

Durante la selección de la chatarra de hierro y acero, hay que evitar la excesiva oxidación y que con ello se dificulte la transmisión de calor. Un almacenamiento correcto de la chatarra aumenta la eficiencia energética y reduce la cantidad de escorias.

Para alargar la vida útil del horno, se debe establecer un procedimiento de carga correcto, en donde se evite que la chatarra alimente de forma excesiva y que posea dimensiones mayores a las del horno, esto evitará que se dañe el material refractario del horno.

Durante el vaciado, es recomendable el uso de contrapesos para una mayor agilidad y rapidez en el vaciado a los moldes y disminuir el riesgo de accidentes por quemaduras.

Para reducir el consumo de arena, se puede realizar un registro del consumo de arena sílica en cada proceso, con el fin de identificar qué tipos de molde demandan un mayor consumo de arena; adicionalmente, se pueden implementar controles de ingeniería para la optimización del proceso de recuperación de arena, y se puede favorecer la optimización de los moldes permanentes.

La vida útil de los discos de corte y las lijas de esmeril puede alargarse si se solicita al proveedor productos de mejor calidad, lo cual va ligado al hecho de establecer un área de control de calidad, con la finalidad de asegurar que las materias primas y los productos finales cumplen con las especificaciones requeridas.

Para aumentar la eficiencia energética de los hornos, se sugiere mantener las puertas cerradas durante el mayor tiempo posible, para evitar las pérdidas de energía y la contaminación acústica.

En este sentido, también se recomienda utilizar chatarra con un contenido menor de escorias; utilizar cal metalúrgica; y cuantificar de alguna forma la cantidad de escoria generada, con estas acciones también mejora la calidad del metal fundido.

Para optimizar el consumo de combustibles, se sugiere la instalación de controles automáticos para mantener un balance entre el flujo aire-combustible en hornos de tratamiento térmico, lo anterior es un factor crítico, ya que un exceso de aire limita la temperatura máxima de la flama.

Como medidas adicionales para promover la producción más limpia a largo plazo en las fundidoras, se puede realizar cambios en los equipos o instalaciones, promover la automatización, cambios en las condiciones del proceso de fundido; como en los tiempos de retención, las temperaturas, la presión; sustitución de procesos de tecnología más limpia, diseñar procesos de vigilancia para revisar las emisiones y residuos de cada operación unitaria; realizar un mantenimiento regular para evitar las pérdidas de energía y calor; realizar una caracterización de los residuos más problemáticos (ya sea por peligrosidad y/o volumen/

manejo especial); y una lista de acciones de reducción o revalorización. Implementar un control de calidad hacia los proveedores de chatarra o aleantes. Se debe medir la cantidad de metales de los efluentes líquidos y residuos sólidos para garantizar el cumplimiento de los límites máximos permisibles, acorde a la legislación, también para garantizar que se está haciendo un uso adecuado de la materia prima y que los procesos unitarios son efectivos.

6.8. TALLERES MECÁNICOS

De acuerdo con la guía para empresarios “Oportunidades de producción más limpia en el sector del servicio automotriz”, elaborada por el programa ACERCAR de Colombia, existen diversas recomendaciones que el sector de talleres automotrices puede adoptar para mejorar el impacto ambiental de sus actividades.

Uno de los impactos ambientales más significativos de los talleres automotrices se basa en el consumo y la contaminación del agua. Para garantizar un manejo adecuado del agua, se debe realizar una revisión periódica para evitar fugas, automatizar las llaves y grifos de agua, también llevar un registro cotidiano del consumo mediante la lectura de medidores y comparar con los meses anteriores; se pueden instalar sistemas de captación pluvial, y se puede realizar el cambio por hidrolavadoras o pistolas de bajo consumo hidráulico durante las operaciones de lavado, se sugiere utilizar un balde y nunca la manguera directamente sobre la superficie a lavar.

Para el mejor control del agua residual, adicionalmente, se sugiere realizar una separación de las redes hidráulicas y sanitarias del taller o la instalación, con la finalidad de separar el agua limpia o el agua de lluvia del agua residual, y de conducir el agua contaminada hacia un sistema de tratamiento o caja de aforo, previo a la incorporación al desagüe público. El sistema de tratamiento debe contemplar al menos la incorporación de trampas de sólidos y trampas de grasas, acorde al volumen generado.

Para el manejo de los lodos, se debe contar con un sistema que facilite su deshidratación y posterior manejo en bolsas o sacos convencionales y recolectados por una empresa autorizada; se debe realizar la limpieza del fondo de la estructura para asegurar su óptimo funcionamiento. Es importante contar con extintores dentro del taller y en las áreas donde los lodos generen gases de descomposición o existan combustibles y aceites, y otros líquidos inflamables de mantenimiento.

En cuanto al orden y el aseo de las instalaciones, los residuos deben depositarse siempre en contenedores, considerando que si el material de limpieza u otro se encuentra en contacto con los residuos o las sustancias peligrosas, por ende también se volverán residuos peligrosos; por ejemplo, si se usan trapos para limpiar un goteo de pintura con solventes, los trapos

contaminados serán también residuos peligrosos. No se deben mezclar residuos inertes con residuos peligrosos; el almacén y las sustancias deben permanecer ordenados y los pasillos despejados para facilitar el movimiento. Para las manchas de grasa en el suelo, se puede usar aserrín o productos absorbentes, y tanto el suelo como el resto de las instalaciones pueden lavarse con productos biodegradables.

En cuanto al consumo de energía, se puede asignar a un operador para registrar la lectura de los medidores por áreas, comparar con la lectura de los consumos pasados y trazar metas de ahorro. De ser posible, cambiar la instalación eléctrica por lámparas ahorradoras; para superficies amplias y altas se sugiere el uso de balastos electrónicos. Se debe capacitar al personal sobre la importancia del ahorro de energía y revisar periódicamente las instalaciones eléctricas, conexiones, fusibles, etc.

Se debe dar preferencia a la iluminación natural y apagar las luces y aparatos cuando no se usen.

Una de las medidas que se puede tomar para el manejo adecuado de los aceites usados es la definición y señalización del área de lubricación, que se encuentre alejada de conexiones de alcantarillado. En el almacenamiento, se puede construir un dique de contención para garantizar la confinación del aceite usado almacenado, de igual manera, se debe asegurar que los contenedores temporales no almacenen más del 75% de su capacidad y estén etiquetados con la leyenda del residuo. En los almacenes temporales de residuos, es indispensable evitar las mezclas de sustancias, pues esto genera mayores costos de disposición e interfiere en una posible reutilización o reciclaje.

En cuanto al uso de pistolas de pintura HVLP (High Volume Low Pressure), se debe comprobar que el suministro de aire se encuentre en la presión sugerida por el fabricante; pulverizar primero los bordes de la pieza y luego el resto de la superficie e instalar una cabina de pintura para evitar que se genere la aspersion de contaminantes y COV a la atmosfera.

Sobre el manejo de llantas usadas, se debe designar un lugar cerrado y protegido de la intemperie para el almacenamiento temporal de las mismas, y considerar las opciones de revalorización o reciclaje del caucho. De igual modo, para tener un manejo adecuado de las baterías se debe designar un espacio en el taller para su almacenamiento temporal, el cual se encuentre protegido de la intemperie con piso impermeable sin acceso al drenaje público, o bien, con un canal de recolección para derrames accidentales, o en un recipiente hermético y resistente al ácido, igualmente, se pueden considerar las opciones de reciclaje de baterías con recicladoras autorizadas. Se debe verificar que las baterías no tengan grietas o escapes al llegar al taller, y señalar de forma adecuada la interdicción de fumar, la presencia de sustancias corrosivas y el área de almacenamiento de baterías.





CAPÍTULO 7.

PLAN DE SEGURIDAD, DE SALUD OCUPACIONAL Y DE EMERGENCIA PARA LOS TRABAJADORES.

En el marco de la prevención de riesgos laborales, el Paraguay cuenta con un marco legislativo en el que se establecen los lineamientos que regulan la conducta de los empleadores y los trabajadores, para ello, el Sistema Nacional de Riesgos Laborales es un conjunto de normas y procedimientos que tienen por objetivo proteger y atender a los trabajadores de las enfermedades y los accidentes que puedan ocurrirles como consecuencia del trabajo que desarrollan. El Decreto N° 14.390/92, aprueba el reglamento general técnico de seguridad, higiene y medicina en el trabajo, en el cual se presentan las especificaciones técnicas y condiciones generales que deben cumplir los empleadores en sus instalaciones de trabajo, por ejemplo: los requisitos que deben cumplirse en cuanto a los medios de extinción de incendios; los locales con riesgo de explosión; la señalización; las instalaciones de alta y baja tensión; los aparatos de presión; los hornos y calderas; las maquinarias y herramientas; los agentes físicos de riesgo; los productos químicos y biológicos en ambientes industriales, etc.

La prevención de riesgos profesionales es responsabilidad de los empleadores. En consecuencia, el empleador debe realizar como mínimo, un plan de prevención de riesgos laborales basado en la mejora continua, la evaluación de riesgos y la planificación de la actividad preventiva, que incluya las medidas necesarias de prevención, reconocimiento, evaluación y control de riesgos laborales, acorde a la maquinaria, las operaciones/actividades, la peligrosidad de las sustancias utilizadas, y otras condiciones que puedan comprometer la seguridad y la salud de los trabajadores.

La prevención de riesgos laborales debe ser integrada en el sistema de gestión general de la empresa; por motivos de practicidad y un mejor seguimiento, muchas empresas suelen tener un sistema de gestión integrado.

Hay empresas que cuentan con un sistema de gestión integrado basado en la mejora continua en relación a ciertos estándares que consideran la calidad de la producción, la prevención de la contaminación y los daños al ambiente, y la seguridad y salud laboral de los trabajadores.

7.1. PLAN DE SEGURIDAD PARA LOS TRABAJADORES

Para la elaboración del plan de seguridad, se necesita considerar al menos la política de la empresa en materia de seguridad ocupacional; el levantamiento y análisis de riesgos; las responsabilidades y descripción de las funciones de los trabajadores; los riesgos asociados a su actividad; las prácticas, controles operativos y procedimientos necesarios para prevenir y mitigar los riesgos; los recursos necesarios para la correcta implementación; y el control, seguimiento o inspección de las acciones bajo la óptica de la mejora continua.

Adicionalmente, se requiere que las organizaciones con 150 o más trabajadores cuenten con un Servicio de Seguridad, un Servicio de Higiene y un Servicio de Medicina, aquellas organizaciones que tengan registrado en su plantilla a menos de 150 trabajadores, deben apoyarse en los servicios externos. De acuerdo a las actividades que se realizan, el empleador también debe clasificar a la empresa, conforme a la actividad principal, en la clase de riesgo que se determina en la Ley 5.804/2017, pudiendo ser de Clase I, II, III, IV, o V, en orden ascendente de riesgo mínimo, bajo, medio, alto o máximo.

Por ejemplo, los estándares aplicables y el Plan de Seguridad serán distintos para un establecimiento de procesamiento con químicos de clase V en donde se trabaje con sustancias peligrosas, a otro de clase II que se dedique al sector alimenticio.

7.1.1 POLÍTICA DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Todo plan de seguridad debe partir de una Política de Seguridad que fungirá como una declaración escrita elaborada por la Alta Dirección/Gerencia, en donde se establece claramente su grado de compromiso con la seguridad laboral de los trabajadores en la instalación.

7.1.2 ANÁLISIS DE RIESGOS

El empleador debe realizar una evaluación inicial de los riesgos que comprometen la seguridad de los trabajadores; en este sentido, es recomendable la realización de una auditoría o un diagnóstico inicial que permita obtener hallazgos e información útil, considerando la naturaleza de la actividad, las características de los puestos de trabajo y de los trabajadores que deban desempeñarlos, las operaciones unitarias, las sustancias químicas y el acondicionamiento del lugar de trabajo, u otros que presentan un riesgo potencial para las instalaciones, los trabajadores y el ambiente, lo anterior se complementa mediante la utilización de una matriz para cuantificar el nivel de riesgo y, en base a ello, implementar las acciones preventivas o los mecanismos de control. Existen diversas metodologías para realizar

los análisis de riesgos¹, dependiendo del tipo de información que se requiera obtener, no obstante, a continuación, se presenta un modelo simple adaptado del método Kinney que puede utilizarse para cuantificar los riesgos.

Para comenzar, se debe realizar una inspección o visita a cada una de las áreas de la instalación con la finalidad de obtener información sobre la probabilidad de que ocurra algún daño, considerando las fallas técnicas, las medidas de control, y los sucesos pasados; posteriormente, se procede a analizar las consecuencias de los daños a los trabajadores, a la instalación, al ambiente y a la empresa misma, las cuales se tendrían en caso de que sucediera un accidente.

Ejemplo: Una empresa de curtiembres que trabaje con cromo, debe realizar el análisis de riesgo en base a la frecuencia de exposición de sus trabajadores, así como tener en cuenta la gravedad de los padecimientos que puede provocar una exposición profesional inadecuada.

- Probabilidad:

Se debe analizar qué tan probable es que ocurra la fuente del daño, por ejemplo:

NIVEL	DESCRIPCIÓN
1	Improbable
2	Raro
3	Ocasional
4	Probable
5	Frecuente

- Severidad del impacto:

Para este punto, hay que considerar qué consecuencias, o cuál sería la gravedad si ocurriera un daño, si se tratase de un incidente mayor*, entonces la severidad del impacto podría representarse de forma diferente.

.....
 1 "AFO /HAZOP" (Análisis funcional de operatividad/ Hazard and Operability), sirve para analizar las causas y las consecuencias de las desviaciones asociadas al diseño de los procesos relacionados al funcionamiento y/o la modificación, la instalación o los equipos.

"What if?" sirve para dar respuesta a cuestionamientos hipotéticos del tipo "Qué sucede si...", partiendo de información específica del proceso y durante la "vida" de una instalación industrial.

Zurich Hazard Analysis (ZHA), identifica los peligros, sus causas y como afectan al funcionamiento de una determinada instalación.

Fault Tree Analysis (FTA), técnica deductiva que sirve para obtener datos cualitativos y cuantitativos acerca de un suceso accidental en particular, y para determinar las causas por las que dicho accidente tuvo lugar.

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Consta de una base de datos con los posibles fallos de componentes individuales, el modo en que fallarán y los posibles efectos de cada fallo. Sirve para prever situaciones de anomalía con consecuencias directas o indirectas al desarrollo de accidentes de mayor o bien menor importancia, dentro de la instalación.

NIVEL*	DESCRIPCIÓN*	NIVEL	DESCRIPCIÓN
1	Daño mínimo.	1	Evento insignificante
2	Múltiples daños.	2	Impacto menor
3	Daños económicos y/o a la propiedad.	3	Impacto moderado
4	Daños fatales al ambiente o la sociedad.	4	Impacto significativo
5	Catastrófico o fatal.	5	Impacto catastrófico

7.1.3 CUANTIFICACIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGO Y EL PLAN DE ACCIÓN

Una vez realizado el análisis, se cuantifica cada actividad o proceso unitario conforme a la categoría que mejor le aplique, y se procede a realizar un plan de acciones preventivas y medidas control para aquellos riesgos que presentan un grado de gravedad alto o muy alto. En otras palabras, el empleador debe realizar aquellas acciones preventivas para eliminar, reducir o controlar tales riesgos, en el supuesto de que existan actividades que pongan de manifiesto situaciones de riesgo. Como parte del plan de acción, se debe precisar el plazo, la designación de responsables y los recursos necesarios para su ejecución. Cabe mencionar, que el empleador debe identificar la legislación aplicable a su sector específico de actividad, para lo cual se debe contar con una matriz legal actualizable que considere las disposiciones aplicables a su empresa.

Ejemplo: Una vez que se ha determinado un riesgo de exposición profesional alto hacia las sales metálicas en cierta área de la instalación, se debe establecer un plan de acción con medidas concretas para mitigar el riesgo al que se ven expuestos los trabajadores; se determina un procedimiento de trabajo y el equipo de protección personal y los métodos de control y tratamiento que deben seguirse para trabajar adecuadamente con las sales metálicas.

IMPACTO	PROBABILIDAD				
	IMPROVABLE	RARO	OCASIONAL	PROVABLE	FRECUENTE
Catastrófico	2	3	4	4	4
Significativo	2	3	4	4	4
Moderado	2	2	3	3	3
Menor	1	1	2	2	2
Insignificante	1	1	1	1	1

Muy alto	4	Moderado	2
Alto	3	Bajo	1

7.1.4 DESIGNACIÓN DE RECURSOS, CAPACITACIÓN, FUNCIONES Y PUESTOS DE TRABAJO

Tal como se ha mencionado con anterioridad, es importante que el empleador designe los recursos humanos, financieros y técnicos para el diseño, la implementación, la revisión, la evaluación y la mejora en los métodos de prevención y control, para las medidas de gestión eficiente de los riesgos y peligros en las instalaciones. El empleador debe asegurarse de que cuenta con los recursos o las evidencias necesarias para garantizar que opera en conformidad con la normativa nacional aplicable en materia de seguridad y salud en el trabajo.

El empleador debe asegurarse también de que pone a disposición de los trabajadores expuestos a riesgos ocupacionales (sustancias químicas, ruidos, condiciones térmicas extremas, trabajo en altura, trabajo en espacios confinados, etc.) el equipo necesario de protección personal para el desempeño de sus funciones de forma segura.

En relación a la capacitación, el empleador en coordinación con los recursos humanos debe contar un plan o una agenda de capacitación continua, y una evaluación a los trabajadores en materia de seguridad y salud ocupacional, en donde se les capacite e informe acerca de los procedimientos, recursos y riesgos que deben conocer para la realización de sus actividades en forma segura. Por su parte, los trabajadores están obligados a acatar los procedimientos y las medidas requeridos para garantizar su seguridad; de igual forma, deben participar en la identificación de riesgos, y/o situaciones anormales, y deben procurar el cuidado integral de su salud y la de sus compañeros, utilizando el equipo de protección personal asignado, participando en las auditorías y respetando la señalización dentro de las instalaciones.

En relación a los recursos humanos, las funciones y los puestos de trabajo, el empleador y el área de recursos humanos deben asegurar que exista una designación clara de las funciones, responsabilidades y requisitos que cada trabajador debe cumplir en su respectivo puesto de trabajo. Adicionalmente, el empleador debe de documentar y comunicar las responsabilidades específicas en materia de seguridad y salud en el trabajo (por ejemplo, establecer un comité de seguridad y salud, un supervisor de seguridad/jefe de turno, brigadas de rescate, asesor de seguridad, etc.) lo anterior, debe ir aunado a un proceso de rendición de cuentas para asegurar la mejora continua.

Ejemplo: Se deben impartir capacitaciones y comunicaciones periódicas para que los trabajadores estén al tanto de los procedimientos, las buenas prácticas y los comportamientos que deben seguir para trabajar en condiciones seguras. Deben estar al corriente sobre los riesgos que implica su trabajo.

7.1.5 AUDITORIAS PERIÓDICAS, INFORME DE ACTIVIDADES DE RIESGO Y ESTADÍSTICAS LIGADAS A RIESGOS PROFESIONALES

Una vez que se ha obtenido la matriz de riesgos, se realiza un informe sobre las actividades de riesgo. Los riesgos obtenidos deben darse a conocer a los trabajadores, con el fin de que estén al tanto de la situación de exposición profesional del puesto de trabajo en el que se encuentran y que puedan seguir los procedimientos y medidas de protección adecuadas para garantizar su seguridad.

Las empresas deben llevar también un registro de las estadísticas de los accidentes laborales y de las enfermedades profesionales, considerando la gravedad y frecuencia de los accidentes y enfermedades, de conformidad a la ley que establece el sistema de riesgos laborales.

Para asegurar la mejora continua del plan de seguridad y salud laboral, y del sistema de gestión de seguridad y salud, se deben realizar auditorías periódicas en donde se evalúe el grado de conformidad de la empresa de acuerdo al grado de cumplimiento de la legislación aplicable, los estándares a nivel corporativo, la efectividad de las medidas y acciones preventivas y correctivas, así como la capacidad de respuesta de los recursos humanos ante una posible emergencia. La finalidad de las auditorías internas es la de encontrar las oportunidades de mejora y reconocer las buenas prácticas que la empresa tiene en materia de seguridad y salud laboral.

Ejemplo: Se deben realizar inspecciones o visitas periódicas a las áreas de producción para asegurar que el personal realiza sus actividades, acorde a los procedimientos de seguridad aplicables.

7.2. PLAN DE SALUD PARA LOS TRABAJADORES

La salud de los trabajadores de una empresa es un aspecto fundamental que también debe ser considerado. La salud laboral se encuentra fundamentada en el Código del Trabajo y, por ende, las empresas tienen la obligación de asegurar la salud de sus empleados dentro de sus instalaciones. En este sentido, la realización de un plan de salud ocupacional resulta de gran utilidad para la prevención de enfermedades laborales, tal como se ha mencionado anteriormente, muchas empresas integran a la salud ocupacional y la higiene dentro de su plan de seguridad por cuestiones de practicidad en la integración de su sistema de gestión. En los anexos, se presentan algunas plantillas que pueden adaptarse según las particularidades de la empresa.

7.2.1 POLÍTICA DE SALUD EN EL TRABAJO.

Un plan de salud ocupacional consiste en el análisis, la planeación, la organización, la puesta en marcha y la evaluación de distintas actividades multidisciplinarias que tienen por objetivo mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores en sus ocupaciones dentro del lugar de trabajo; al igual que la seguridad ocupacional, la salud ocupacional debe estar incluida dentro de la política de la empresa y debe existir el compromiso de la alta dirección para su correcta ejecución. El plan de salud debe considerar aspectos que se mencionan a continuación.

7.2.2 ANÁLISIS DE RIESGOS PARA LA SALUD Y PLAN DE ACCIÓN

Primeramente, se debe tener en cuenta el panorama general que brinda un diagnóstico integral de las condiciones de trabajo, lo cual puede fundamentarse mediante el análisis de los factores de riesgo, las estadísticas de accidentes, las enfermedades de origen profesional, el absentismo, etc.

Para un correcto diagnóstico de las condiciones de trabajo, hay que considerar la evaluación de los factores de riesgo, la fuente que los genera, la cantidad de trabajadores expuestos, el tiempo de exposición, la ausencia o el grado de controles operacionales, las consecuencias a la salud y la priorización; todo lo anterior, en condiciones de trabajo rutinarias y no rutinarias, así como las operaciones de terceros y de contratistas relacionados con la empresa, y los requisitos legales que aplican en el área de la salud según el ramo de la empresa, por poner algunos ejemplos: si se requiere de un médico de planta en la instalación, cuáles son los límites de exposición y el equipo de protección requerido para el trabajo con cierta sustancia o compuesto químico, los permisos de trabajo y competencias que se requieren para trabajar en espacios confinados, en alturas, con temperaturas extremas, etc.

Una vez que se tiene claridad sobre las condiciones de trabajo y el impacto que tienen sobre la salud de los trabajadores, se establecen objetivos en materia de seguridad y se elabora un “Plan de Salud Ocupacional” con indicadores, el cual debe dar respuesta a qué, cómo, quién, cuándo, dónde y cuánto se debe considerar para el cumplimiento coordinado del plan.

7.2.3 PARTICIPACIÓN INCLUYENTE Y MEJORA CONTINUA DEL PLAN DE SALUD OCUPACIONAL

El plan de salud debe ser sujeto a actualizaciones continuas, lo cual debe realizarse no sólo desde los puestos gerenciales hacia abajo, sino que se debe fomentar de igual forma la participación de los empleados de todas las áreas, ya que estos son los que en muchas

ocasiones detectan áreas de oportunidad y mejora dentro de sus propias áreas de trabajo, que pueden pasar desapercibidas por otros departamentos.

La comunicación es un aspecto de gran importancia para el correcto funcionamiento del programa de salud. Para este punto, se sugiere poner un buzón de sugerencias o elaborar e implementar un formato de autodiagnóstico y mejora continua, en el cual los trabajadores expresen sus inquietudes en cuanto a aspectos de salud ocupacional que les conciernen, tales como la utilización de equipo de protección personal, los procedimientos y el uso de sustancias y equipo, las condiciones de riesgo, etc. Adicionalmente, el empleador está obligado a informar a la autoridad de todos los accidentes que provoquen la muerte de un trabajador o le ocasionen lesiones graves.

Al igual que el plan de seguridad, el plan de salud ocupacional también debe estar sujeto a una mejora continua, por lo cual se deben realizar auditorías de control y seguimiento para evaluar el grado de conformidad de la empresa con sus estándares, sus objetivos y la legislación aplicable en materia de salud.

Para garantizar la salud de los trabajadores, ellos deben estar al tanto de los riesgos que conlleva su exposición profesional, y se deben realizar capacitaciones y evaluaciones periódicas para asegurar que tengan los conocimientos requeridos para desempeñar su puesto de trabajo de forma eficaz y segura.

Finalmente, hay que recalcar que el éxito del “Programa de Salud” depende del involucramiento y la participación efectiva y proactiva de todos los trabajadores.

7.3. PLAN DE EMERGENCIA

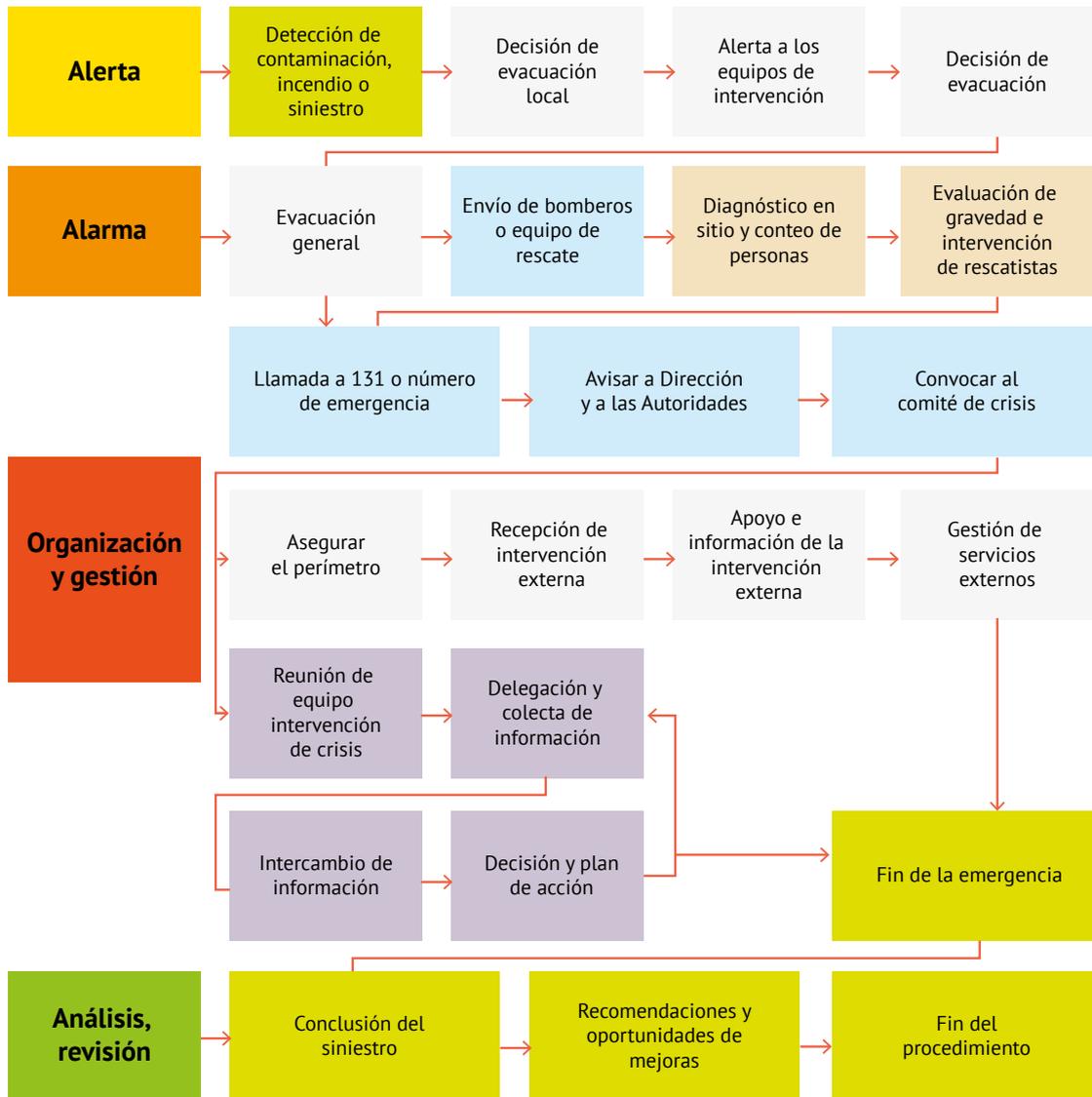
Hay que recalcar que las empresas deben complementar su plan de seguridad y salud ocupacional, con un plan de emergencia, el cual tiene la finalidad de definir una serie de pasos a seguir una vez que, a pesar de las medidas preventivas, ha ocurrido un siniestro. El plan de emergencia tiene la finalidad de minimizar los daños y asegurar que se tenga una incidencia menor o nula sobre las personas, las instalaciones, el ambiente y la continuidad de las actividades.

Adicional a la existencia de un plan de emergencia, es necesaria la coordinación previa de los equipos de intervención (tales como brigadas de emergencia, comisión interna de prevención de accidentes) durante la emergencia potencial, con la finalidad de asegurar la evacuación rápida y ordenada de los locales afectados, un control adecuado de la emergencia, las limitaciones de los daños materiales.

A continuación, se presenta una propuesta genérica para el plan de emergencia, que puede ser adaptada al contexto de cada organización.

Ejemplo: Se debe elaborar un plan de emergencia que contenga las acciones a seguir una vez que se ha producido un siniestro, por ejemplo, una fuga de gran amplitud en un contenedor de solventes que pueda provocar un incendio en una fábrica de pinturas.

Resumen de Plan Genérico de Emergencia



¿En qué circunstancias se debe evacuar?

En caso de alerta por contaminación, fuga grave, pérdida de control del proceso o en caso de siniestro.

¿En qué circunstancias se debe avisar a la Dirección?

Sistemáticamente para saber si se debe notificar a la autoridad.

¿En qué circunstancias se debe avisar a las Autoridades?

En caso de accidente grave, emisión de sustancias peligrosas, incendio o fuga no controlada que provoque desbordamiento fuera de la instalación y/o contaminación ambiental.

Acciones a tomar por:

- Jefe de Seguridad / Turno
- Miembros de equipo de manejo de crisis
- Equipo de Intervención / Rescatistas
- Personal en general

7.4. CONSIDERACIONES FINALES.

Existe un punto de inflexión entre la seguridad, la salud en el trabajo y la auditoría de los residuos, ya que el riesgo de accidentes y de contaminación disminuye cuando se adoptan medidas preventivas y de sustitución en cuanto al uso de insumos químicos o procesos productivos peligrosos o contaminantes.

El hecho de realizar actividades de riesgo o utilizar insumos tóxicos o peligrosos, demanda un especial cuidado en el transporte, el almacenamiento, la manipulación y el tratamiento posterior de estos productos y sus residuos, por lo tanto, el manejo adecuado de los insumos químicos o las actividades riesgosas en el interior de la industria deben formar parte de un sistema de gestión de seguridad, salud y medioambiente integrado, el cual resulta crucial para alcanzar la producción más limpia de forma segura y disminuir los costos asociados a accidentes y tratamiento de residuos peligrosos.

A continuación, se mencionan algunos factores y errores frecuentes que deben evitarse si se desea aumentar el nivel de seguridad y fomentar la adecuada implementación de un programa de producción más limpia dentro de las instalaciones

- **Contar con personal no cualificado** o desmotivado por sus actividades.
- **Poco compromiso**, apoyo o desinterés por parte de la Alta Dirección hacia la mejora continua.
- **Escasez de recursos** materiales y humanos.
- **Sistema inadecuado** de compra, almacenamiento y administración de materia prima.
- **Falta de mantenimiento** de los equipos de control, inadecuada operación o desconocimiento de los procedimientos.
- **Mal diseño** del proceso o del equipo.
- **Instalaciones en mal estado y/o tecnología obsoleta.**

Formatos de utilidad

En la sección de anexos se presentan algunos formatos editables para la prevención y asistencia de riesgos profesionales elaborados por SURATEP, que pueden servir a modo de guía para complementar el plan de seguridad y salud ocupacional, y que pueden adaptarse según el giro específico de la empresa (SURATEP, 2003).



GLOSARIO

Bifenilos policlorados (BPC) o Policlorobifenilos (PCB): Son hidrocarburos que consisten en una molécula bifenílica, que presenta uniones cloro-carbono, sus propiedades dependen de la cantidad y posición de los átomos de cloro en la molécula.

Carbamatos: Compuestos orgánicos derivados del ácido carbámico.

Carburo de hierro: Uno de los varios sustitutos de la chatarra de alta calidad y bajo porcentaje residual para uso en acería de hornos eléctricos.

Chatarra: Material ferroso (de hierro) que puede ser refundido y vaciado para formar acero nuevo.

Chikungunya: Enfermedad vírica transmitida al ser humano por mosquitos infectados. Además de fiebre y fuertes dolores articulares, produce otros síntomas, tales como dolores musculares, dolores de cabeza, náuseas, cansancio y erupciones cutáneas.

Compuestos Orgánicos Volátiles (COV): Compuestos químicos orgánicos que se encuentran en estado gaseoso a temperatura ambiente, o bien son líquidos muy volátiles. Algunos de ellos son perjudiciales para la salud y el ambiente.

Coque: Combustible básico consumido en los altos hornos en la fundición del hierro. Es un tipo de carbón desgasificado en una coquería.

Dengue: Infección vírica transmitida por mosquitos. La infección causa síntomas gripales y, en ocasiones, evoluciona hasta convertirse en un cuadro potencialmente mortal llamado dengue grave.

Demanda Biológica de Oxígeno: Parámetro que mide la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos para degradar la materia orgánica de un efluente de agua residual.

Demanda Química de Oxígeno: Determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia de los efluentes de agua residual.

Emulsificante: Sustancia que posibilita la mezcla con agua de productos que normalmente no se mezclan con ella, como el aceite. Su molécula tiene un extremo polar hidrofílico, soluble en agua y un extremo no polar lipofílico, soluble en aceites. Una sustancia puede tener una o varias propiedades surfactantes.

Escoria: Impurezas en el hierro fundido.

Hidrocarburos poliaromáticos: Familia de compuestos químicos que tienen un núcleo común; el núcleo del benceno.

NO_x: Los óxidos de nitrógeno son un grupo de gases compuestos por óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂). El término NO_x se refiere a la combinación de ambas sustancias.

Odorizante: Son sustancias de olores repulsivos, que se agregan a algunos plaguicidas de uso agrícola, para evitar la ingestión accidental.

Palé: o palet es una plataforma horizontal y consistente usada para apilar, transportar o manipular diferentes mercancías y materiales por medio de grúas

SO_x: Los óxidos de azufre son un grupo de gases compuestos por trióxido de azufre (SO₃) y dióxido de azufre (SO₂). El más común es el SO₂, ya que el SO₃ es solo un intermediario en la formación del ácido sulfúrico (H₂SO₄).

Venoclisis: Inyección de líquidos en una vena.

ANEXOS

ANEXO 1. DIAGNÓSTICO DE LÍNEA BASE EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

CUMPLIMIENTO Y PLAN DE ACCIÓN								
LEGISLACIÓN	REQUISITO	SI	NO	EVIDENCIA	ACCIÓN CORRECTIVA	RECURSOS NECESARIOS	PLAZO	RESPONSABLE
		CUMPLE						
Se enlista la referencia del decreto, ley, resolución o estándar aplicable.	Se menciona el requisito que debe cubrir la empresa.			Se hace referencia a la evidencia de cumplimiento o incumplimiento.	Se enuncian las medidas para el control o mitigación del riesgo.	Se enlistan los recursos técnicos, humanos y económicos requeridos.	Tiempo de cumplimiento.	Persona a cargo de realizar la acción.

ANEXO 2. MATRIZ PARA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

MATRIZ PARA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS					
ÁREA	FACTOR DE RIESGO	FUENTE	NÚMERO	CONSECUENCIA	PRIORIDAD
Almacén	Químico	Manipulación de productos corrosivos sin EPP adecuado.	4 personas	Intoxicación, quemaduras, enfermedad.	Alta
Planta de tratamiento	Biológico infeccioso	Remoción de lodos sin máscara.	2 personas	Infecciones en vías respiratorias.	Alta

ANEXO 3. PLAN DE ENTRENAMIENTO

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN (AÑO)				
CARGO	OBJETIVOS DE CAPACITACIÓN/ APRENDIZAJE	CONTENIDO	EVALUACIÓN	RESPONSABLE
Ejemplos: a) Técnico de mantenimiento.	Procedimiento para supervisar la planta de tratamiento de aguas acorde a la normativa.	Legislación de límites de contaminantes en efluentes, procedimiento de trabajo.	Ejercicio práctico o examen.	Recursos humanos
b) Obrero de maquinaria.	Uso de equipo de protección personal y riesgos del puesto.	Riesgos ocupacionales y normativa para el uso de EPP.	Ejercicio práctico o examen.	Recursos humanos
c) Auxiliar del almacén.	Etiquetado de sustancias químicas.	Fichas técnicas de productos, lineamientos, 5's	Ejercicio práctico o examen.	Recursos humanos.

ANEXO 4. CONTROLES OPERACIONALES

FACTOR A CONTROLAR	NORMATIVA		CONTROL OPERACIONAL	OBSERVACIONES	SEGUIMIENTO A CARGO DE
	SI	NO			
Parámetros de descargas de aguas residuales.	X		Planta de tratamiento funcionando correctamente.	Se detectan cambios irregulares en el pH de la planta de tratamientos provocados por fallo en tanque 2 y 3.	Jefe de mantenimiento. Operador de la planta.
Concentraciones en efluentes gaseosos.	X		Detectores de contaminantes.	Los detectores funcionan correctamente.	Realizar inspección el mes próximo.

ANEXO 5. AUTOREPORTE

AUTOREPORTE PARA IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA			
ÁREA	FACTOR DE RIESGO	CONSECUENCIA	RECOMENDACIONES O PROPUESTA DE MEJORA
Ejemplo. Área de cortes Producción.	<i>No hay buena iluminación en el área.</i>	Cortaduras, caídas, golpes, estrés y preocupación en el área de trabajo.	Cambiar las lámparas y mejorar la iluminación en la zona de cortes.

ANEXO 6. PLAN DE SEGUIMIENTO DE ACCIONES CORRECTIVAS

PLAN Y SEGUIMIENTO DE ACCIONES CORRECTIVAS			
ACTIVIDADES (QUÉ -CÓMO)	RESPONSABLE (QUIÉN)	FECHA FINALIZACIÓN (CUÁNDO)	INDICADOR
<i>-¿Qué se va a realizar?</i>	<i>¿Quién será el responsable de ejecutar la(s) acción(es)?</i>	<i>¿Para qué fecha debe estar implementado?</i>	<i>¿Cómo puede medirse el progreso en las actividades? ¿Qué evidencia hay?</i>

REFERENCIAS

- Alonso, J. *Pinturas, barnices y afines: Composición, formulación y caracterización*. Universidad Politécnica de Madrid (s/f). Consultado el 08/09/19 en: <http://oa.upm.es/39501/1/ControlCalidadPinturas.pdf>
- ATSDR. (1993). *Toxicological Profile for Lead*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. US Department of Health & Human Services. Atlanta, Georgia.
- BCRC-SEA–Basel Convention Regional Center of South-East Asia. (2005). *National Inventories of Hazardous Waste: Demonstration Project in Philippines*. Basel Convention Regional Centre of South-East Asia; PT Amar Binaya Karsa (Ambika Consultants); Environmental Management Bureau (EMB), Department of Environment and Natural Resources, The Republic of the Philippines. Consultado el 9 de julio de 2019, disponible en: <http://www.bcrcsea.org/?content=publication&cat=2> [Consultado el 02 de julio de 2019].
- Calvo, J. (2009). *Pinturas y recubrimientos. Introducción a su tecnología*. Asociación Española de Técnicos de Pinturas y Afines (AETEPA). Ediciones Díaz de Santos.
- Carrizales, L, Batres L., Ortiz, M, Mejía, J., Yáñez, L., García, E., Reyes, H. y Díaz-Barriga, F. (1999). *Efectos en la Salud Asociados con la Exposición a Residuos Peligrosos*. Scientiae Naturae 2: 5-28.
- CDC. (1991). *Preventing lead poisoning in young children*. Centers for Disease Control US Department of Health and Human Services. Atlanta, Georgia.
- Centro Mexicano para la Producción más Limpia (1998). *Producción más limpia en el sector de la fundición* (Pp. 17-20). México: Instituto Politécnico Nacional
- Centro Nacional de Producción más Limpia. *Hospitales, clínicas y centros de salud*. Colombia
- CEPE. (2003). *Best Available Techniques»(BAT) Note for Coatings Manufacture, Conseil Européen de l'Industrie des Peintures, des Encres d'Imprimerie et de Couleurs d'Art–European Association of Coatings Manufacturers (CEPE), Brussels, March 2003*.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. (1998). *Guía para el control y prevención de la contaminación industrial: Industria elaboradora de pinturas*. Santiago, Chile.
- Consulta de Orden de Inspección de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). (2019).

REFERENCIAS

- Crane, M. (1998). *Producción y distribución de energía eléctrica. En Oficina Internacional del Trabajo, Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Capítulo 76. Ginebra.
- Departamento Nacional de Planeación Colombia, consultado en : <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Portals/0/archivos/documentos/DDE/Pinturas.pdf> el día 4 de Julio de 2019.
- DGEEC. (2016). *Anuario Estadístico del Paraguay*. Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos. 321 pp.
- ECO. (1994). *Epidemiología Ambiental: Un Proyecto para América Latina y el Caribe*. (Finkelman J, Corey G y Calderón R; eds.). Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud OPS/OMS. México.
- Gujarat Cleaner Production Center, Jain Barat. (2016). *Miniguide to cleaner production, a preventive approach towards pollution*. Consultado el 12 de Septiembre de 2019, disponible en: http://gpcenvvis.nic.in/Books/Mini_Guide_to_Cleaner_Production.pdf
- GEF-ONU Medio Ambiente. (2017). *Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes para la República del Paraguay – año 2017*. Paraguay.
- Griffith J, Duncan RC, Riggan WB y Pellom AC. (1989). *Cancer mortality in U.S. counties with hazardous waste sites and ground water pollution*. Arch. Environ. Health 44: 69-74.
- GSMA. (2015). *eWaste in Latin America Statistical analysis and policy recommendations*. United Nations University.
- Guía para la gestión ambiental responsable de los plaguicidas químicos de uso agrícola en Colombia*. s/f. Consultado el 9 de julio de 2019, disponible en: <http://cep.unep.org/repcar/capacitacion-y-concienciacion/andi/publicaciones-andi/Guia%20ambiental%20plaguicidas.pdf>
- Instituto Politécnico Nacional. *Fundición*. (Pp. 17-20). México.
- International Organization for Standardization. (2015). *Norma internacional para sistemas de gestión ambiental ISO 14001: 2015*.
- Investigación para el desarrollo.(2016). *Manejo y gestión eficiente de residuos hospitalarios*. CONACYT. Paraguay.
- Lichtveld MY y Johnson BL. (1994). *Public health implications of hazardous waste sites in the United States*. En: Hazardous Waste and Public Health: International Congress on the Health Effects of Hazardous Waste (Andrews JS, Frumkin H, Johnson BL, Mehlman MA, Xintaras Ch y Bucsela JA; eds.). Princeton Sci. Publ., New Jersey. pp. 14-32.

REFERENCIAS

- Martens, F. (2017). *Guía para el uso adecuado de plaguicidas y la correcta disposición de sus envases*. Boletín de Divulgación N° 41. Argentina. Consultado el 9 de julio de 2019, disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_guia_para_uso_de_plaguicidas__web_.pdf
- Martínez, J., Malló, M., Lucas, R., Álvarez, J., Salavarrey, A., Gristo, P. (2005). *Guía para gestión integral de Residuos Peligrosos. Fundamentos Tomo I y Tomo II*. Red de Centros, Convenio de Basilea América Latina y el Caribe.
- Olivo T, Sierra A, Cebrián M, Díaz-Barriga F, Rodríguez I, Santos MA, Carrizales L, Rojas M. (1995). *Neurologic alterations in children exposed to arsenic, lead and cadmium in San Luis Potosí, Mexico*. International Congress on Hazardous Waste: Impact on Human and Ecological Health. Atlanta, EUA,
- ONU medioambiente. (2017). Convenio de Minamata sobre el mercurio.
- Organización Internacional del Trabajo–OIT. (2019). *Paraguay, seguridad y salud en el trabajo*. Consultado en https://www.ilo.org/dyn/natlex/natlex4.detail?p_lang=es&p_isn=106262&p_count=3&p_classification=14 fecha de acceso: 4/09/2019.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico – OCDE. (2009). *Emission scenario documents on coating industry (paints, laquers and varnishes). Series on emission scenario documents Number 22*. Consultado:[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2009\)24&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2009)24&doclanguage=en) el día 4 de Julio de 2019.
- Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Dirección General de Salud Ambiental-DIGESA. (2011). *Manual de procedimientos para la gestión integral de los residuos generados en los establecimientos de salud y afines*. – Paraguay. Asunción: OPS, 32 p. https://www.paho.org/par/index.php?option=com_docman&view=download&alias=402-manual-de-procedimientos-para-la-gestion-integral-de-los-residuos-generados-en-los-establecimientos-de-salud-y-afines&category_slug=ambiente-y-desarrollo&Itemid=253
- PNUD. (2010). *Guía Técnica de Buenas Prácticas para la Inspección de Transformadores y otros Equipos Eléctricos para la Detección, Muestreo, Recolección y Análisis Químico de Muestras de Aceites Dieléctricos con Bifenilos Policlorados*. México
- PNUD. (2009). *Manejo y Destrucción ambientalmente adecuados de bifenilos policlorados en México*. Consultado el 9 de julio de 2019, disponible en: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/CD001283.pdf>

REFERENCIAS

- PNUMA. (2016). *Guía metodológica para la realización de inventario de desechos peligrosos y otros desechos en el marco del convenio de Basilea.*
- PNUMA. *Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación*
- PNUMA. (2017). *Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP). Texto y anexos.*
- Secretaría Distrital del Ambiente de Bogotá. (2015). *Guía de Producción más limpia para el sector curtiembres de Bogotá, enfoque en vertimientos y residuos.* Bogotá. Consultado en: <http://www.ambientebogota.gov.co/documents/24732/3987253/Guía+de+producción+más+limpia+para+el+sector+curtiembres+de+Bogotá.+Enfoque+en+vertimientos+y+residuos.pdf> fecha de acceso 05/09/2019.
- SURATEP- Prevención y asistencia en riesgos profesionales suramericana.(2003). *Modelo para la elaboración del programa de salud ocupacional con enfoque en sistemas de gestión.* Consultado el 06/09/2019 en: https://www.arlsura.com/pag_serlinea/distribuidores/doc/documentacion/elaboracion_pso.pdf
- Universidad Santiago de Chile. (2019). *Glosario de términos siderúrgicos.* Chile. https://metalurgia.usach.cl/sites/metalurgica/files/paginas/glosario_de_terminos_siderurgicos.pdf



TEKOKHA HA
AKÁRAPU'Á KATUIRÁ
Motenondeha
Ministerio del
AMBIENTE Y DESARROLLO
SOSTENIBLE



■ TETĀ REKUÁI
■ GOBIERNO NACIONAL

*Paraguay
de la gente*