

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
INDUSTRIALES EN UNA INDUSTRIA DE METALES
NO FERROSOS - ZINC”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**

PRESENTADO POR:

VEGA MONTENEGRO, LUPE MILAGROS

LIMA, PERÚ

2005

Dedicado a Dios por permitirme la culminación de este trabajo y a mis padres por brindarme su apoyo.

Un agradecimiento especial a mi asesora Ing. Amparo Becerra y a todas las personas que colaboraron para la culminación de este trabajo de Tesis.

**“PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES
EN UNA INDUSTRIA DE METALES NO FERROSOS - ZINC”**

	Pág.
Introducción	1
Objetivos	4
Antecedentes	5
Marco Legal	11
<i>CAPITULO I : Residuos Sólidos</i>	25
1.1. Definición	26
1.2. Ciclo de vida del residuo	26
1.3. Clasificación de residuos sólidos	28
1.3.1. Residuos Industriales	28
1.4. Características de Peligrosidad de los residuos sólidos	28
1.4.1. Características de peligrosidad de los residuos en otros países	31
1.5. Minimización de Residuos Sólidos	37
1.5.1. Reducción en la Fuente	37
1.5.2. Sistema de Reciclaje	38
1.5.3. Sistema de Tratamiento	41
1.6. Tendencias del Manejo de Residuos Sólidos industriales en América Latina y el Caribe.	46
1.7. Producción Limpia y Nuevas Tecnologías Limpias Aplicadas	57
<i>CAPITULO II : Proceso Productivo</i>	64
2.1 Introducción	65
2.2 Organización y Distribución del personal	65
2.3 Descripción de los procesos y actividad desarrollada	67

2.3.1	Líneas operativas	67
2.3.2	Administración	71
2.3.3	Servicios	71
CAPITULO III : Identificación y Evaluación de Residuos Sólidos Industriales		72
3.1	Diagnóstico de la Situación Actual	73
3.2	Metodología de Trabajo	76
3.3	Identificación de Residuos Sólidos Industriales generados	77
3.4	Clasificación y Cuantificación Residuos Sólidos Industriales	82
3.4.1	Discusión de Resultados	88
3.5	Análisis de Riesgo	91
3.5.1	Definición de riesgo	92
3.5.2	Accidentes y riesgos ocupacionales	92
3.5.3	Desarrollo del Análisis de Riesgo	93
3.5.4	Discusión de Resultados	100
CAPITULO IV : Plan de Manejo Ambiental de Residuos Sólidos Industriales		101
4.1.	Política Ambiental	103
4.2.	Planificación y Organización	103
4.2.1.	Objetivos	103
4.2.2.	Responsabilidades	104
4.3.	Medidas Propuestas	105
4.3.1.	Perfil de Proyectos	107
4.4.	Implementación	122
4.5.	Monitoreo y Control	124
4.6.	Revisión por la Dirección	124
CAPITULO V : Costos del Plan de Manejo Ambiental de Residuos Sólidos Industriales		125
5.1.	Cuadro de Costos	126

<i>CAPITULO VI : Conclusiones</i>	133
<i>CAPITULO VII: Recomendaciones</i>	137
Bibliografía	143
Anexos	145

INDICE DE ANEXOS		Pág.
Anexo Nº 1	Anexo VIII del Convenio de Basilea.	146
Anexo Nº 2	Anexo III del Convenio de Basilea.	151
Anexo Nº 3	Prueba de lixiviación, según la Normativa de Japón (Ley de Limpieza Pública y Disposición de Residuos del Japón).	153
Anexo Nº 4	Cuadro 6 “Propuesta de clasificación de Residuos Peligrosos” (Guía para la Definición y Clasificación de Residuos Peligrosos - CEPIS).	154
Anexo Nº 5	Producción de Biogás.	161

INDICE DE FIGURAS		Pág.
Figura Nº 1	Ciclo de vida de los residuos sólidos	27
Figura Nº 2	Árbol de decisión para la clasificación de residuos.	35
Figura Nº 3	Clasificación de residuos sólidos industriales.	36
Figura Nº 4	Estimaciones de producción anual de desechos en países encuestados.	48
Figura Nº 5	Generación estimada de desechos peligrosos (lodos y sólidos) per cápita (tonelada / año) en ciertos países.	49
Figura Nº 6	Desglose de tipos de desechos peligrosos basado en resultados de la encuesta realizada en 15 países de la Región.	52
Figura Nº 7	Organigrama de la empresa.	66
Figura Nº 8	Proceso productivo de industria de metales no ferrosos.	68
Figura Nº 9	Producción de Residuos Sólidos por Áreas.	88
Figura Nº 10	Producción Relativa de Residuos Sólidos por Tipo.	88
Figura Nº 11	Producción de Residuos Sólidos en Empresa de Metales No Ferrosos.	89
Figura Nº 12	Comparación Cuantitativa de Residuos Sólidos vs. Producción Mensual	90
Figura Nº 13	Cuantificación en Volumen Anual de Residuos Sólidos Industriales	91
Figura Nº 14	Mapa de Riesgos	99

Figura N° 15	Codificación de contenedores en Almacenamiento Intermedio propuesto	115
Figura N° 16	Área de Suelo Contaminado	119

INDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro N° 1	Manejo de Residuos Industriales.	8
Cuadro N° 2	Legislación sobre desechos peligrosos en algunos países.	23
Cuadro N° 3	Métodos de tratamiento de residuos.	45
Cuadro N° 4	Estimaciones de Producción Anual de desechos en Países Encuestados.	47
Cuadro N° 5	Resumen de producción de residuos peligrosos por industria.	50
Cuadro N° 6	Prácticas de disposición de residuos sólidos en algunos países seleccionados.	54
Cuadro N° 7	Resumen de prácticas de manejo de residuos en países seleccionados de la región.	57
Cuadro N° 8	Comparación entre el control de la contaminación y conductas de producción más limpia.	61
Cuadro N° 9 :	Identificación de residuos sólidos industriales.	81
Cuadro N° 10 :	Cuantificación Mensual de Residuos Sólidos Industriales por Áreas.	83
Cuadro N° 11	Clasificación y Cuantificación Mensual de Residuos Sólidos Industriales.	85
Cuadro N° 12 :	Comparación Cuantitativa de Residuos Sólidos vs. Producción Mensual	87
Cuadro N° 13 :	Cuantificación en Volumen Anual de Residuos Sólidos Industriales	87
Cuadro N° 14 :	Identificación de Riesgos por Residuos Sólidos en las Áreas de trabajo.	95
Cuadro N° 15	Evaluación Cualitativa de Riesgos por Residuos Sólidos en las Líneas Operativas.	97
Cuadro N° 16 :	Opciones de Minimización de Residuos Sólidos Industriales en Empresa de Metales No Ferrosos – Zinc.	108

Cuadro N° 17 :	Acciones del Plan de Manejo Ambiental de Residuos Sólidos Industriales.	123
Cuadro N° 18 :	Costos del Plan de Manejo Ambiental de Residuos Sólidos Industriales.	132

INTRODUCCIÓN

La ignorancia acerca de las implicaciones de tirar los residuos por doquier sin ningún control, ha tenido como consecuencia situaciones graves de contaminación ambiental, sobre todo en los países o regiones más industrializados.

Lo anterior ha traído consigo grandes costos desde la perspectiva de la pérdida de la capacidad de los suelos de sustentar los procesos de degradación de la materia orgánica por la destrucción de los organismos encargados de ello, así como de su fertilidad, o bien desde la perspectiva del deterioro de la calidad del agua en las fuentes de abastecimiento subterráneas o superficiales. A esos costos se suman los del monitoreo de contaminantes para determinar la magnitud del problema y priorizar las acciones de remediación, así como los derivados de dichas acciones.

No menos importantes han sido los costos que ha representado la evacuación e indemnización a poblaciones que inadvertidamente se asentaron sobre entierros de residuos peligrosos líquidos, conteniendo compuestos orgánicos volátiles, depositados inadecuadamente en sitios no autorizados, como sucedió en Love Canal, en Estados Unidos. Aunados a los cuales se encuentran los costos derivados de la depreciación del valor de las propiedades localizadas en la vecindad de sitios gravemente contaminados.

A los ejemplos citados se suman los casos desafortunados de intoxicación humana ocurridos en Japón, tanto por la descarga a la Bahía de Minamata de residuos industriales conteniendo mercurio, que fueron bioacumulados por los peces e intoxicaron a los que los consumieron, como por la descarga a un río de residuos mineros conteniendo cadmio, lo que contaminó cultivos de arroz y provocó el envenenamiento de quienes se alimentaron con el.

El tema de los residuos industriales, su minimización y control, es algo crecientemente importante a la luz de las necesidades concurrentes de protección ambiental y competitividad. De hecho es un tema por excelencia de interfase entre política industrial y medio ambiente. Abordar la problemática de los residuos industriales peligrosos significa en el fondo examinar procesos,

productos, tecnologías, insumos, diseño y administración de calidad en las empresas.

La industria utiliza materias primas para obtener productos finales con valores de mercado positivos, mediante procesos que básicamente separan, transforman y purifican los insumos. Durante los procesos industriales se presentan salidas intermedias en forma de residuos, que tienen características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o patógenos (CRETIP). Estos, se consideran incluidos en la clasificación de *residuos industriales peligrosos*.

En etapas incipientes del proceso de industrialización, el volumen de generación de residuos peligrosos es relativamente pequeño, y permite que éste sea asimilado dentro de las capacidades de carga de suelos, cuerpos de agua y drenajes urbanos. Sin embargo, al avanzar el proceso, el volumen desborda las capacidades biofísicas e institucionales de asimilación y manejo, transgrediendo ciertos umbrales críticos y provocando costos socio-ambientales excesivos.

Por una parte, la sustentabilidad del crecimiento industrial demanda que se respeten las capacidades de carga de los sistemas atmosféricos, hidrológicos y de suelos para transformar y asimilar residuos.

El presente trabajo presenta 4 capítulos, en los cuales se describe lo siguiente:

En el Capítulo I se describe los conceptos y definiciones con respecto a los residuos sólidos, su ciclo de vida, las características de peligrosidad y las técnicas de minimización; así como la tendencias de manejo actual en Latinoamérica y El Caribe, y la tecnología y producción limpia.

En el Capítulo II se realiza la descripción de las instalaciones de la empresa en estudio, con respecto a su organización y proceso productivo en las diferentes líneas operativas.

En el Capítulo III encontramos el diagnóstico actual, identificación, cuantificación y clasificación de residuos sólidos industriales; así como el análisis de riesgo por el manejo y disposición final de los residuos sólidos de la empresa.

En el Capítulo IV se desarrolla el Plan de Manejo Ambiental de Residuos Sólidos Industriales en la empresa materia de estudio, haciendo énfasis en las acciones a ejecutar con respecto al diagnóstico inicial efectuado y un cronograma de actividades.

En el Capítulo V se elabora el análisis de costo para la implementación de las medidas propuestas en el Plan antes mencionado.

Las conclusiones y recomendaciones se redactan en los Capítulos VI y VII respectivamente.

OBJETIVOS

Generales

1. Prevenir y controlar los riesgos existentes durante el manejo de residuos sólidos industriales, en una empresa de metales no ferrosos, con la finalidad de proteger la salud y seguridad del trabajador, y el medio ambiente.

Específicos

1. Presentar y analizar la problemática de los residuos sólidos en una industria de metales no ferrosos.
2. Formular un plan de manejo ambiental de residuos sólidos industriales en una fundición de metales no ferrosos – zinc.
3. Identificar y analizar los riesgos presentes durante el manejo de residuos sólidos en una empresa de metales no ferrosos.

ANTECEDENTES

Los estudios previos en materia de residuos sólidos industriales en Lima – Perú son escasos; a continuación se presenta el siguiente estudio registrado oficialmente:

1. INVENT EN LIMA Y CALLAO

La OPS, mediante su Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), inició formalmente el Programa Regional sobre Manejo de Desechos Peligrosos en 1990. Una de las actividades llevadas a cabo como parte de este programa fue el desarrollo de bases de datos sobre la generación de desechos industriales en Lima y Callao (Perú) y Sao Paulo (Brasil).

El INVENT, desarrollado por el BIRF – Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento, es un programa de computación que permite realizar un diagnóstico de situación y puede ser utilizado como un modelo de predicción de la generación de residuos industriales, o como un instrumento de gestión para el manejo de residuos industriales por áreas y por tipo de actividad industrial.

El objetivo de este trabajo fue validar el modelo INVENT para las condiciones latinoamericanas predominantes. Desarrollado originalmente en Italia, este método estima cargas de desechos de diferentes industrias utilizando el número total de personas empleadas en cada una y una base de datos que proporciona los factores de conversión apropiados (Barnard et al, 1990 y Barnard, 1991). Debido a que este método se desarrolló con datos industriales de Italia, el CEPIS emprendió la realización de estudios en el Perú y el Brasil para desarrollar una base de datos más apropiada que refleje las condiciones en esta Región. Para el trabajo que se informa en este documento sobre las cargas de diferentes tipos de desechos peligrosos (lodos, líquidos, sólidos), el modelo INVENT se empleó junto con la base de datos que se obtuvo en el Perú y el Brasil.

La concentración de la mayoría de las industrias manufactureras del país están en los Distritos de Lima / Callao, Arequipa y Trujillo. La mayor parte de los residuos sólidos industriales, especialmente aquellos clasificados como comunes, pero que pueden contener residuos tóxicos y peligrosos, es recolectada por los camiones del sistema de aseo o a través de contenedores, siendo descargados tanto en rellenos sanitarios, controlados, no controlados (botaderos) o en basurales.

En Lima Metropolitana se encuentran en operación dos rellenos controlados, Zapallal, en el Distrito de Carabayllo y Portillo Grande, en el Distrito de Lurín. A más de estos puntos de destinación, existen 13 áreas de descarga no controlada, clasificadas como botaderos (IPES, 1995), en las localidades de Oquendo, Chuquitanta Huquitanta, Cruz de Hueso, Las Torres, Huáscar, Pampa de los Perros, Nueva Jerusalen, Cacha Uacra, Conejería, Huayco Loro, Lobatón, Chacra Cerro y Caringas.

La misma fuente (IPES / 1995) informa que existen, aún, 43 botaderos clasificados como clandestinos: (i) en la Provincia de Lima - Ancón, Ate, Barranco, Breña, Carabayllo, Chaclacayo, Chorrillos, Cieneguilla, Comas, El Agustino, Independencia, Jesús María, La Molina, La Victoria, Lince, Los Olivos, Lurigancho, Lurín, Magdalena del Mar, Magdalena Vieja, Miraflores, Pachacámac, Pucusana, Puente Piedra, Punta Hermosa, Punta Negra, Rimac, San Bartolo, San Borja, San Isidro, San Juan de Lurigancho, San Juan de Miraflores, San Luis, San Martín de Porres, San Miguel, Santa Anita, Santa María del Mar, Santa Rosa, Santiago de Surco, Surquillo, Villa el Salvador y Villa María del Triunfo, (ii) en la Provincia Constitu. Callao – Callao, Bellavista, Carmen D. Legua Reynoso, la Punta y Ventanilla.

De todos los desechos descargados, cerca de 42% se destinan a rellenos controlados, 36% a botaderos y chancherías, el restante (22%) siendo lanzado en las orilla de los ríos o en vías públicas.

Se estima que 8,5% (300 t/día) del total de residuos sólidos que se producen en Lima sean de origen hospitalario o industrial.

Los sectores que generan mayores volúmenes de residuos industriales son: (i) la industria metalúrgica (68,7%) y las industrias de metales comunes (11%), las imprentas (10,6%), las refinerías de petróleo (6%) y las textilerías y curtiembres (2%).

El cuadro N° 1, a continuación, presenta datos del manejo de residuos industriales en Lima y Callao, en términos de efluentes y residuos sólidos.

Cuadro N° 1 “ Manejo de Residuos Industriales”

CIU	Tipo de Industrias	Tratamiento Efluentes	Sin Tratamiento Efluentes	Reciclaje de Residuos	Disposición Relleno	Disposición Cielo Abierto	Otros
3211	Textiles	21,3%	19,7%	47,4%	4,9%	4,9%	1,8%
3214	Alfombras	No	No	28,6%	71,4%	No	No
3231	Curtiembres	20,0%	30,0%	10,0%	20,0%	20,0%	No
3232							
3411	Papel / Cartón	25,0%	37,5%	12,5%	12,5%	12,5%	No
3420	Imprentas	No	17,6%	43,2%	25,5%	13,7%	No
3511	Química Básica	14,0%	26,6%	42,2%	3,2%	14,0%	No
3512	Fertilizante y Plaguicida	18,8%	18,8%	31,3%	No	25,0%	6,1%
3513	Resinas y Plástico	3,3%	56,7%	26,6%	6,7%	6,7%	No

... Viene de la página anterior

CIU IU	Tipo de Industria	Tratamiento Efluentes	Sin Tratamiento Efluentes	Reciclaje de Residuos	Disposición Relleno	Disposición Cielo Abierto	Otros
3521	Pinturas, Barnices y Lacas	5,1%	12,8%	43,6%	10,3%	28,2%	No
3522	Drogas y Medicinas	6,9%	24,15	6,9%	34,5%	27,6%	No
3530	Refinerías de Petróleo	21,0%	44,7%	10,5%	2,6%	21,2%	No
3540	Derivados del Petróleo y El Carbón	No	33,3%	No	33,3%	33,4%	No
3710	Hierro y Acero	No	23,1%	61,5%	7,7%	7,7%	No
3720	Metales no Ferrosos	No	23,1%	61,5%	No	15,4%	No
3819	Productos Metálicos	No	No	54,5%	18,2%	27,3%	No

Fuente: DIGESA
Año: 1 993

De la encuesta realizada en Lima y Callao, se puede apreciar que en la industria de metales no ferrosos del total de residuos generados se reciclan 61.5%, los residuos, no se disponen en rellenos sanitarios; y el 15.4% de estos residuos son dispuestos a cielo abierto.

MARCO LEGAL

NACIONAL

1. Constitución Política de 1993

En esta Constitución, vigente, se encuentra en el artículo 66°, Capítulo II, que los recursos naturales, renovables, y no renovables, son patrimonio de la Nación y que el Estado es soberano en su aprovechamiento. Establece, aún, que, por Ley Orgánica se fijan las condiciones de su utilización y su otorgamiento a particulares. El artículo 67°, del mismo Capítulo, establece que el Estado determina la Política Nacional del Medio Ambiente y promueve el uso sostenible de sus recursos naturales. En el artículo 68°, del mismo Capítulo, establece que el Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

2. Código del Medio Ambiente y Recursos Naturales

El Código del Medio Ambiente y Recursos Naturales – Decreto Legislativo 613, promulgado el 7 de Setiembre de 1990 – señala, en su artículo III – Título Preliminar, que toda persona tiene derecho a exigir una acción rápida y efectiva ante la Justicia en defensa del medio ambiente y de los recursos naturales y culturales, pudiendo interponer acciones, aún en los casos que no se afecte el interés económico del demandante o denunciante. La 11ª Disposición Complementaria del Decreto Legislativo 757 señala, correctamente, que quien inicie una acción que sea desestimada por el Poder Judicial, será responsable por los daños y perjuicios que hubiera causado.

El Código del Medio Ambiente y Recursos Naturales determina, aún, en su artículo VII, del Título Preliminar, que el ejercicio del derecho de propiedad, conforme al interés social, comprende el deber de actuar en armonía con el medio ambiente.

En el Capítulo I – Política Ambiental del código citado, artículo 1° / 6, se encuentra establecido que efectuar acciones de control de la contaminación ambiental deben ser realizadas, principalmente, en las

fuentes emisoras, los costos de la prevención, vigilancia, recuperación y compensación del deterioro ambiental debiendo correr a cargo del causante del perjuicio.

En su Capítulo III – De la Protección del Medio Ambiente, el código citado, en su artículo 9°, señala que los estudios de impacto ambiental (EIAs) contendrán una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad, en el medio ambiente físico y social (faltó citar el medio biológico), a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica de los mismos, debiendo ser indicadas, igualmente, las medidas necesarias para evitar o reducir el daño a niveles tolerables. La autoridad competente señalara los demás requisitos que debe contener los EIAs. En su artículo 13°, de este mismo Capítulo, determina que a juicio de la autoridad competente, podrán exigirse la elaboración de EIA para cualquiera actividad en curso que esté provocando impactos negativos en el medio ambiente, a efectos de requerir la adopción de medidas correctivas pertinentes.

En su Capítulo IV – De las Medidas de Seguridad, el código citado, en el artículo 14°, determina que es prohibida la descarga de sustancias contaminantes que provoquen la degradación de los ecosistemas o alteren la calidad del ambiente, sin adoptarse las precauciones para la depuración, determinando aún que la autoridad competente se encargará de aplicar las medidas de control y muestreo para velar por el cumplimiento de esta disposición. En su artículo 15°, el código citado, señala que queda prohibido verter o emitir residuos sólidos o gaseosos u otras formas de materia o de energía que alteren las aguas en proporción capaz de hacer peligrosa su utilización, la autoridad competente efectuará muestreos periódicos de las aguas para velar por el cumplimiento de esta norma.

3. Código Sanitario

El Código Sanitario fue establecido por el Decreto Ley 17505 (Marzo de 1990). En este código se encuentra una Sección Cuarta – Saneamiento Ambiental – que en su artículo 144° señala que las aguas negras y las

basuras constituyen recursos susceptibles de aprovechamiento, mediante adecuados procedimientos técnico sanitarios. En el artículo 146°, el código determina que las industrias, las entidades nacionales o extranjeras y todas la personas deben acatar bajo responsabilidad las normas de salud pública para preservar los cursos de agua.

4. Código Penal - Decreto Legislativo N° 635- (08/04/91)

El Código Penal – Decreto Legislativo 635, en su Título XIII, Delitos Contra la Ecología, Capítulo Único – Delitos Contra los Recursos Naturales y el Medio Ambiente, prescribe que el que, infringiendo las normas sobre protección del medio ambiente, lo contamina vertiendo residuos sólidos, líquidos, gaseosos o de cualquier otra naturaleza, por encima de los límites establecidos, y que causen o puedan causar perjuicio o alteraciones en la flora, fauna y recursos hidrológicos, será reprimido con pena privativa de libertad no menor que uno y no mayor de tres años o con ciento ochenta a trescientos sesenta y cinco días multa. Si el agente actuó por culpa, la pena será privativa de libertad no mayor de un año o prestación de servicio comunitario de diez o treinta jornadas.

SUMILLA:

Se establece pena privativa de libertad a la persona que deposite, comercialice o vierta desechos industriales o domésticos en lugares no autorizados. Se establece mayor sanción si el agente es funcionario o servidor público.

Art. 293°.- El que, en lugares públicos, vende, preparados o no, animales alimentados con desechos sólidos, contraviniendo leyes, reglamentos o disposiciones establecidas, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años y ciento ochenta a trescientos sesenta y cinco días- multa.

Art. 304°.- El que, infringiendo las normas sobre protección del medio ambiente, lo contamina vertiendo residuos sólidos, líquidos, gaseosos o de

cualquier otra naturaleza por encima de los límites establecidos, y que causen o puedan causar perjuicio o alteraciones en la flora, fauna y recursos hidrobiológicos, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de tres años o con ciento ochenta a trescientos sesenta y cinco días- multa.

Si el agente actuó por culpa, la pena será privativa de libertad no mayor de un año o prestación de servicio comunitario de diez a treinta jornadas.

Art. 305°.- La pena será privativa de libertad no menor de dos ni mayor de cuatro años y trescientos sesenta y cinco a setecientos treinta días- multa cuando:

1. Los actos previstos en el artículo 304° ocasionan peligro para la salud de las personas o para sus bienes.
2. El perjuicio o alteración ocasionados adquieren un carácter catastrófico.
3. El agente actuó clandestinamente en el ejercicio de su actividad.
4. Los actos contaminantes afectan gravemente los recursos naturales que constituyen la base de la actividad económica.

Si, como efecto de la actividad contaminante, se producen lesiones graves o muerte, la pena será:

- a) Privativa de libertad no menor de tres ni mayor de seis años y de trescientos sesenta y cinco a setecientos días- multa, en caso de lesiones graves.
- b) Privativa de libertad no menor de cuatro ni mayor de ocho años y de setecientos treinta a mil cuatrocientos sesenta días multa, en caso de muerte.

Art. 307°.- El que deposita, comercializa o vierte desechos industriales o domésticos en lugares no autorizados o sin cumplir con las normas sanitarias y de protección del medio ambiente, será reprimido con pena privativa de libertad no mayor de dos años.

Cuando el agente es funcionario o servidor público, la pena será no menor de uno ni mayor de tres años, e inhabilitación de uno a dos años conforme al artículo 36°, incisos 1, 2 y 4.

Si el agente actuó por culpa, la pena será privativa de libertad no mayor de un año.

Cuando el agente contraviene leyes, reglamentos o disposiciones establecidas y utiliza los desechos sólidos para la alimentación de animales destinados al consumo humano, la pena será no menor de dos ni mayor de cuatro años y de ciento ochenta a trescientos sesenta y cinco días- multa.

Art. 451°.- Será reprimido con prestación de servicio comunitario de quince a treinta jornadas o hasta con ciento ochenta días multa.

5. Ley General de Residuos Sólidos N° 27314 - (Julio del 2000)

Esta ley presenta la definición, clasificación y caracterización de residuos sólidos, lineamientos generales para el manejo, transporte y disposición de residuos sólidos industriales; así como, el manejo de Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos y Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos.

6. Ley General De Salud - Ley No 26842 - (20/07/97)

SUMILLA:

Establecen principios que guían las políticas en materia de Salud.

Regulan la disposición final de residuos peligrosos, señalando que no deben verterse directamente a las fuentes, cursos o reservorios de agua, suelo o aire, bajo responsabilidad.

Toda persona natural o jurídica debe adoptar precauciones de depuración al verter desechos o sustancias contaminantes en el agua, aire o suelo.

TITULO PRELIMINAR

I. La salud es condición indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo.

- II. La protección de la salud es de interés público. Por tanto, es responsabilidad del Estado regularla, vigilarla y promoverla.
- IX. La norma de salud es de orden público y regula materia sanitaria, así como la protección del ambiente para la salud y la asistencia médica para la recuperación y rehabilitación de la salud de las personas.
Nadie puede pactar en contra de ella.
- X. Toda, persona dentro del territorio nacional está sujeta al cumplimiento de la norma de salud. Ningún extranjero puede invocar su ley territorial en materia de salud.
- XI. En caso de defecto o deficiencia de la norma de salud, se aplican los principios generales del derecho.
- XII. El ejercicio del derecho a la propiedad, a la inviolabilidad del domicilio, al libre tránsito, a la libertad de trabajo, empresa, comercio e industria así como el ejercicio del derecho de reunión están sujetos a las limitaciones que establece la ley en resguardo de la salud pública.
Las razones de conciencia o de creencia no pueden ser invocadas para eximirse de las disposiciones de la Autoridad de Salud cuando de tal exención se deriven riesgos para la salud de terceros.
- XIII. El uso o usufructo de los bien es en condiciones higiénicas y sanitarias inoperantes para el fin que están destinadas, constituye un abuso del derecho, cualquiera que sea el régimen a que están sujetas.
- XIV. La información en salud es de interés público. Toda persona está obligada a proporcionar a la Autoridad de Salud la información que le sea exigible de acuerdo a ley. La que el Estado tiene en su poder es de dominio público, con las excepciones que establece la ley.
- XV. El Estado promueve la investigación científica y tecnológica en el campo de la salud, así como la formación, capacitación y entrenamiento de recursos humanos para el cuidado de la salud.
- XVI. El Estado promueve la educación en salud en todos los niveles y modalidades.

Art. 99°.- Los residuos procedentes de establecimientos donde se fabriquen, formulen, envasen o manipulen sustancias y productos peligrosos deben ser sometidos al tratamiento y disposición que señalen

las normas correspondientes. Dichos residuos no deben ser vertidos directamente en las fuentes, cursos o reservorios de agua, al suelo al aire, bajo responsabilidad.

TITULO II

CAPITULO VIII

DE LA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE PARA LA SALUD

Artículo 103°.- La protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares que, para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente.

Artículo 104°.- Toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.

Artículo 105°.- Corresponde a la Autoridad de Salud competente, dictar las medidas necesarias para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia.

Artículo 106°.- Cuando la contaminación del ambiente signifique riesgo o daño a la salud de las personas, la Autoridad de Salud de nivel nacional dictará las medidas de prevención y control indispensables para que cesen los actos o hechos que ocasionan dichos riesgos y daños.

Artículo 107°.- El abastecimiento de agua, alcantarillado, disposición de excretas, reuso de aguas servidas y disposición de residuos sólidos quedan sujetos a las disposiciones que dicta la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento.

7. Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera – Decreto Supremo 019 / 97

En su artículo 2º, del Capítulo I – De las Obligaciones de los Titulares de Actividades de la Industria Manufacturera, Consultores y Auditores Ambientales, este reglamento define los lineamientos a ser seguidos, en términos de la política ambiental a ser adoptada por el Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales, como:

- i. Incorporar el principio de prevención en la gestión ambiental, privilegiando y promoviendo prácticas de prevención de la contaminación que reduzcan o eliminen la generación de elementos o sustancias contaminantes en la fuente generadora; que coadyuven a que la industria manufacturera realice cambios en los procesos de producción, operación, uso de energía y de materias primas en general, con el objeto de reducir prioritariamente la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes que ingresan al sistema o infraestructura de disposición de residuos o que se viertan o emitan al ambiente;
- ii. Cuando sea posible la reducción o eliminación de elementos contaminantes en la fuente de origen promover y se apoyará prácticas de reciclaje y reutilización de desechos, como medio de reducir los niveles de acumulación de estos;
- iii. En caso no sea posible, recurrir a prácticas de tratamiento y control de la contaminación y adecuada disposición de desechos;
- iv. Establecer mecanismos de participación del sector productivo privado de la sociedad civil organizada y de la población, que proporcionen elementos para la definición y ejecución de la política ambiental de sector, incorporando, entre otros el acceso libre a la información y a la audiencia pública;
- v. Crear y mantener, de forma constante, informaciones técnicas y especializadas, con el objeto de medir y documentar los niveles y variaciones de contaminantes generados por la actividad productiva, conocer los resultados de las medidas de prevención y control adoptadas, así como registrar la reducción de elementos contaminantes,

con la respectiva incidencia en los costos y beneficios de tales acciones. La creación, mantenimiento, sistematización y difusión de esta información deberá ser coordinada por el Consejo Nacional del Ambiente – CONAM;

- vi. Facilitar la coordinación intersectorial que se realice a través del CONAM;
- vii. Propiciar la implementación futura de instrumentos económicos para promover la prevención de la contaminación, el reciclaje y fomentar la adopción de tecnologías limpias;
- viii. Propiciar el ejercicio descentralizado de las funciones ambientales del sector; y
- ix. Promover la capacitación y el entrenamiento destinado a un adecuado cumplimiento de las obligaciones contenidas en el citado reglamento.

En su artículo 6º, aún de su Capítulo I, el reglamento determina que son obligaciones del titular de cualquiera actividad de la industria manufacturera:

- i. Poner en marcha y mantener programas de prevención de la contaminación, a fin de reducir o eliminar la generación de elementos o sustancias contaminantes en la fuente generadora, reduciendo y limitando su ingreso al sistema o infraestructura de disposición de residuos, así como su vertimiento o emisión al ambiente;
- ii. Evitar e impedir que, como resultado de las emisiones, vertimientos, descarga y disposición de desechos, no se cumplan los patrones ambientales, adoptándose para tales efectos, las medidas de control de la contaminación que correspondan;
- iii. Ejecutar los programas de prevención y las medidas de control contenidas en el EIA, DIA o PAMA;
- iv. Adoptar sistemas adecuados de muestreo y análisis químicos, físicos, biológicos, mecánicos y otros que permitan monitorear en forma estadísticamente válida los efluentes o residuos líquidos y sólidos, las emisiones gaseosas, los ruidos y otros que pueda generar su actividad, en cada uno de sus procesos. Los programas de seguimiento y control deberán ser permanentes y mantenerse actualizados, consignándose en

ellos informaciones referida al tipo y volumen de los efluentes o residuos, y las concentraciones de las sustancias contenidas en esto. El tipo, numero y ubicación de los puntos de control estarán de acuerdo a las características geográficas de cada región donde se encuentra ubicado el centro productivo y sus áreas de influencia. Se llevará un registro de todos los muestreos realizados, los respectivos análisis y la información tablada. Estos registros estarán a disposición de la Autoridad Competente cuando lo solicite, bajo responsabilidad;

- v. Llevar un registro de los muestreos periódicos realizados y sus respectivos análisis, antes y después del uso de aguas por plantas industriales o instalaciones fabriles, cuando su utilización provenga de cuerpos de agua que contengan sustancias contaminantes que se encuentren encima de los patrones ambientales establecidos;
- vi. Los registros deben contener información cuantitativa de los volúmenes de desechos sólidos vertidos o almacenados, así como cualitativa, incluyendo métodos de tratamiento de los mismos;
- vii. Contar con medios que controlen y minimicen la descarga de contaminantes que afecten negativamente la calidad del aire, agua o suelos; y
- viii. adoptar las medidas necesarias para disminuir y mitigar el impacto de las actividades que realizan.

El Capítulo II, del reglamento en causa, trata de requerimientos para nuevas actividades y ampliaciones o modificaciones en establecimientos industriales

En sus artículos 10° y 11°, establece que los titulares de las industrias manufactureras, en casos de nuevas actividades o ampliaciones, deberán presentar un EIA o una DIA como requisito previo al inicio de nuevas actividades y un EIA o una DIA para realizar incrementos en la capacidad de producción, de tamaño de planta o instalación fabril, diversificación, reubicación o re-localización, a ser presentado a la Autoridad Competente.

En su Capítulo III – Requerimientos para Actividades en Curso, artículo 18°, se queda determinado que la adecuación de las industrias manufactureras a las regulaciones ambientales a que se encuentran obligadas, se hará a

través de los PAMAs. El reglamento en causa define la forma y casos en que deben ser aplicados los EIA, DIA y PAMA. El reglamento define, aún, la forma y condiciones de presentación de Informe Ambiental y de realización de Auditorías Ambientales periódicas, destinadas a verificar lo cumplimiento de las recomendaciones constantes de los DIA, EIA o PAMA.

8. Proyecto de Reglamento de Ley N° 27314

Este proyecto contiene obligaciones del generador, de la empresa prestadora de servicios de residuos sólidos y empresa comercializadora de residuos sólidos; describe aspectos sobre la minimización, reaprovechamiento y comercialización de residuos sólidos; así como, sobre la fiscalización, auditorías e incentivos y sanciones por incumplimiento a este reglamento.

9. Ordenanza N° 295/MML Sistema Metropolitano de Gestión de Residuos Sólidos

10. Reglamento de Ordenanza N° 295/MML (Decreto de Alcaldía N° 147)

INTERNACIONAL

1. Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, adoptado por la Conferencia de Plenipotenciarios del 22 de marzo de 1989.

El Convenio de Basilea fue adoptado con sus seis anexos el 22 de marzo de 1989 por 116 países signatarios y entró en vigor el 5 de mayo de 1992.

Principales disposiciones del Convenio de Basilea

Artículo 4. *Establece las obligaciones generales de los países miembros de la Convención. Entre otras se prevén las relativas al principio del PIC y la imposibilidad de exportar residuos a aquellos países miembros que hayan prohibido la importación de tales residuos. También destaca la obligación de asegurar la reducción de la generación*

de residuos al máximo, así como el no permitir la exportación de residuos a un país o grupo de ellos pertenecientes a una organización económica o política si se tiene razón para creer que carecen de los medios para dar un manejo ambientalmente seguro a los residuos importados. Finalmente, este artículo establece la obligación de no permitir la exportación o la importación a países no miembros del Convenio.

Artículo 6.- *Quizá el más importante desde el punto de vista instrumental, contiene las disposiciones relativas a los movimientos transfronterizos de residuos entre las Partes del Convenio. En éstas se reitera y detalla la instrumentación del Consentimiento Previo Informado.*

Artículo 11. *Prevé la posibilidad de acuerdos paralelos relativos a los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos celebrados entre países miembros y no miembros a nivel bilateral, regional o multilateral siempre y cuando éstos estipulen medidas no menos estrictas ambientalmente que aquéllas prescritas por el Convenio de Basilea.*

Legislación de Desechos Peligrosos en otros países

El siguiente análisis presentado en el cuadro N° 2 se ha derivado de dos fuentes: información sobre legislación, que se obtuvo con el cuestionario realizado en 1993 para el Programa Regional sobre Manejo de Desechos Peligrosos (OPS y CEPIS), y una revisión de los archivos de la OPS. Con respecto a esto último, sólo se tuvo en cuenta la legislación que trata directamente diversos aspectos del control de desechos peligrosos. No se enumeran otros, como los que tratan de plaguicidas, solventes, explosivos, transporte de materiales químicos, mal uso de medicamentos, etc.

Cuadro N° 2 “Legislación sobre desechos peligrosos en algunos países”

País	Tipo de Legislación	Año	Contenido
Costa Rica	Decreto	1989	Prohíbe la importación y tránsito de desechos tóxicos
Ecuador	Código Sanitario	1971	Contiene disposiciones para la eliminación de sustancias tóxicas
México	Decreto	1988	Proporciona reglamentos sobre desechos peligrosos en virtud de la ley general de ecología y protección ambiental
Panamá	Ley	1991	Prohíbe la importación de todos los desechos tóxicos
Paraguay	Ley	1990	Prohíbe a particulares y empresas la importación de materiales clasificados como desechos tóxicos industriales
Uruguay	Decreto	1989	Prohíbe la importación de todo clase de desechos peligrosos
Venezuela	Decreto	1987	Aprueba las normas para el control y transporte de desechos tóxicos

Fuente: Bolis
Año: 1 993

Gran parte de la legislación que figura en el Cuadro N° 2 trata la prohibición de la importación de desechos peligrosos. Con respecto al desarrollo de legislación sobre desechos peligrosos, la Argentina, el Brasil, México y Venezuela son probablemente los más avanzados (CEPIS, 1993). En el caso del Brasil, el manejo de los desechos peligrosos se delega a los estados, como resultado de lo cual los estados más industrializados con economías más avanzadas, como São Paulo y Río de Janeiro, tienen programas bien estructurados. México ha emitido varios reglamentos a nivel nacional bajo la ley general de ecología y protección ambiental. Sin embargo, la aplicación de las normas es deficiente debido al hecho de que no se han consolidado las estructuras gubernamentales apropiadas. Finalmente, Venezuela y la Argentina se hallan en una situación similar; existe legislación pero no hay infraestructura para implantar y supervisar su aplicación.

Cabe señalar, sin embargo, que estos dos últimos países han empleado el Convenio de Basilea como base para la clasificación de sus desechos. Además, la información recibida de Cuba indica que este Convenio está empleándose para el desarrollo de su propia legislación.

Los países restantes sólo tienen leyes limitadas con un mínimo de infraestructura para el control. Esto es evidente dado el gran número de países que no tienen un sistema para la clasificación de desechos peligrosos, lo cual se considera un requisito fundamental para la legislación en esta área. Debe observarse, por otro lado, que algunos países recientemente han tomado las primeras medidas para asumir el control del manejo de los desechos industriales.

Por ejemplo, en Chile, el Gobierno Regional Metropolitano (que representa más del 70 % de la producción nacional) ha aprobado una resolución que cubre el establecimiento de un sistema para la declaración y el seguimiento de los residuos sólidos industriales. Esta resolución permitirá preparar un inventario mediante el cual será posible comenzar a manejar la eliminación inocua de estos desechos. En forma similar, el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias en Quito está llevando a cabo una encuesta dentro del marco del Registro Industrial. También en el Uruguay se está iniciando un programa de manejo de desechos peligrosos, la primera fase del cual incluye una encuesta nacional sobre la producción de desechos peligrosos.

CAPITULO I
RESIDUOS SÓLIDOS

1.1. Definición

Según la normativa Peruana se consideran residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o esta obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y al ambiente. (Ley N° 27314).

Según la normativa de Estados Unidos (Resource conservation and Recovery Act, Ley 94-580 del 21 de octubre de 1976. Environmental Protection Agency, 1976) define residuo sólido como “cualquier basura, desperdicio o fango proveniente de una planta de tratamiento de agua, o de una instalación de control de contaminación del aire, y cualquier otro material que se descarte incluyendo materiales sólidos, líquidos, semisólidos o gaseosos confinados, provenientes de operaciones industriales, comerciales, mineras y agrícolas, y de las actividades de la comunidad, pero no incluyen materiales sólidos o disueltos contenidos en desagües domésticos, ni materiales sólidos o disueltos en el caudal de reflujo de las aguas de irrigación o en las descargas industriales, que son descargas fijas sujetas a la obtención permisos” bajo la sección 402 de la Ley Federal de Control de Contaminación de Aguas, según sus enmiendas (86 stat. 880),o material de fuente nuclear o subproducto tal como se define en la Ley de Energía Atómica de 1954,según sus enmiendas (68 stat.923).

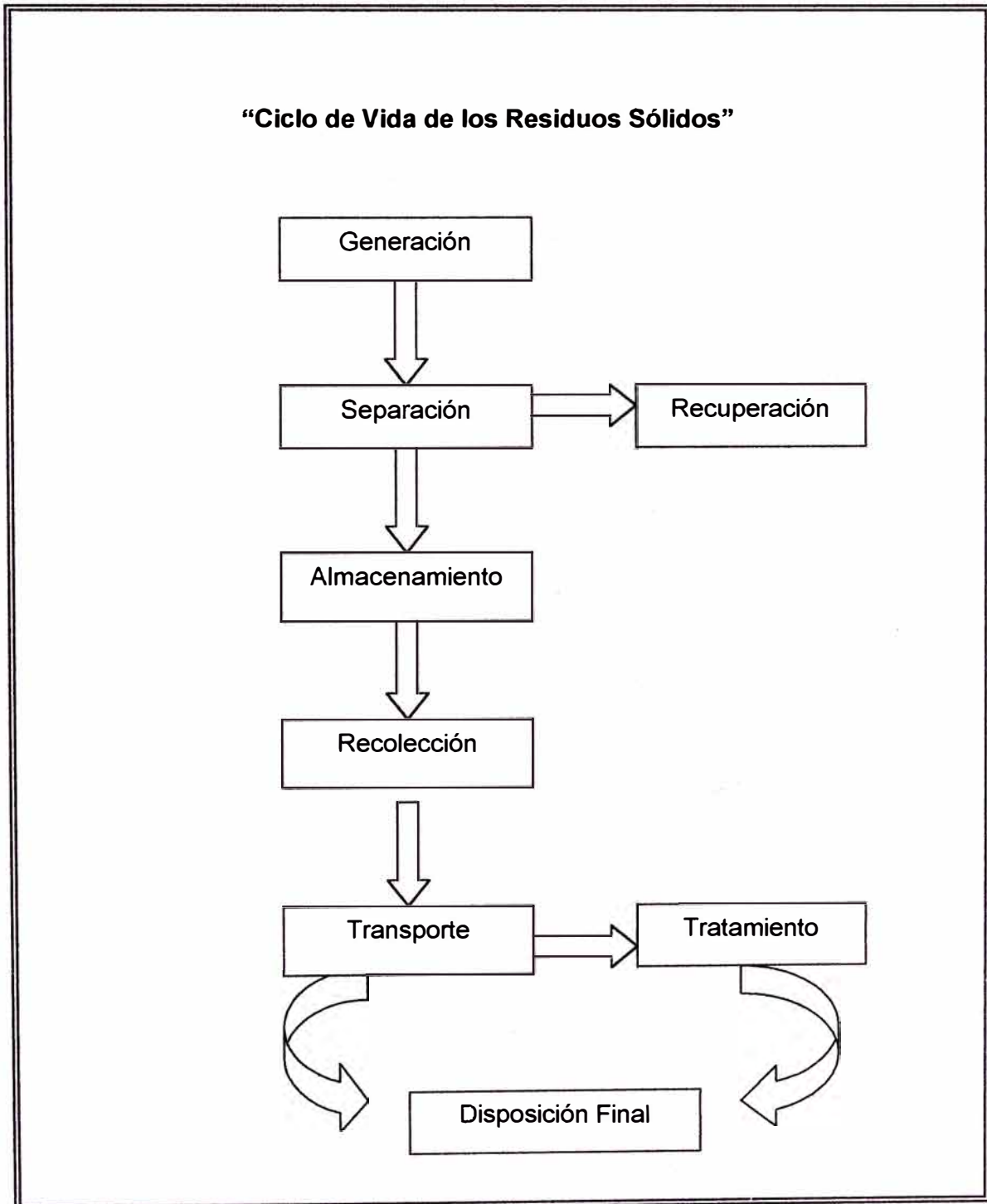
1.2. Ciclo de Vida del Residuo

Los residuos sólidos en general presentan las siguientes etapas:

- Generación
- Almacenamiento
- Recolección
- Transporte
- Disposición Final

En la figura N° 1 se puede apreciar el ciclo de vida de los residuos sólidos.

Figura N° 1



1.3. Clasificación

Según su origen, los residuos sólidos se clasifican en :

- a. Residuos domiciliarios.
- b. Residuos comerciales.
- c. Residuos de Limpieza en espacios públicos.
- d. Residuos de establecimientos de atención de salud.
- e. Residuos industriales.
- f. Residuos de las actividades de la construcción.
- g. Residuos de instalaciones o actividades especiales.

1.3.1. Residuos Industriales

Son aquellos residuos generados en las actividades de las diversas ramas industriales, tales como: manufacturera, minera, química, energética, pesquera y otros similares.

Estos residuos se presentan como: lodos, cenizas ,escorias metálicas, vidrios, plásticos, papel, cartón, madera, fibras, que generalmente se encuentran mezcladas con sustancias alcalinas o ácidas, aceites pesados, entre otros, incluyendo en general los residuos considerados peligrosos.

En el presente trabajo se clasificará los residuos sólidos según su peligrosidad en:

- Residuos sólidos peligrosos
- Residuos sólidos no peligrosos

1.4. Características de Peligrosidad de los Residuos Sólidos

Según la Normativa Peruana (Ley 27314) son residuos sólidos peligrosos aquellos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente. Sin perjuicio de lo establecido en las normas internacionales vigentes para el país o las reglamentaciones nacionales específicas, se

consideraran peligrosos los que presenten por lo menos una de las siguientes características: autocombustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radioactividad o patogenicidad.

Según el Proyecto de Reglamento de la Ley N° 27314 La determinación de que un residuo es peligroso, es en sujeción al Anexo VIII del Convenio de Basilea, Resolución Legislativa N° 26234. La DIGESA mediante la Resolución Directoral puede declarar como peligrosos a otros residuos, cuando presenten alguna de las características establecidas en el Artículo 22° de la Ley o en el Anexo III del Convenio indicado anteriormente, o en su defecto declararlos de igual forma, como no peligrosos, cuando no representen mayor riesgo para la salud y el ambiente.

En el Anexo N° 1 se presenta el anexo VIII del Convenio de Basilea y en el Anexo N° 2 se presenta el Anexo III del Convenio de Basilea.

Según la “Guía para la definición y clasificación de Residuos Peligrosos” (CEPIS): Se ha puesto énfasis en las características de peligrosidad tal como se utilizan en los Estados Unidos y en otros países, y se han incluido las características de explosividad y patogenicidad. Por otro lado, los residuos radiactivos, aunque en términos reales presentan un peligro al ambiente, son por sus características de alto riesgo generalmente controlados por agencias y organismos diferentes de la autoridad ambiental y no se incluyen en la definición de residuos peligrosos.

A continuación se dan definiciones para las características de peligrosidad:

CORROSIVIDAD (Environmental Protection Agency, 1980):

Un residuo es corrosivo si presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- a. Ser acuoso y presentar pH menor o igual a 2 , mayor o igual a 12.52
- b. Ser líquido y corroer el acero a una tasa mayor que 6.35mm al año a una temperatura de 55 °C, de acuerdo con el método NACE (National Association Corrosion Engineers) Standard TM-01-693 o equivalente.

REACTIVIDAD (Environmental Protection Agency, 1980):

Un residuo es reactivo si muestra una de las siguientes propiedades:

- a. Ser normalmente inestable y reaccionar de forma violenta e inmediata sin detonar.
- b. Reaccionar violentamente con agua.
- c. Generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud o al ambiente cuando es mezclado con agua.
- d. Poseer, entre sus componentes, cianuros o sulfuros que, por reacción libere gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo a la salud humana o al ambiente.
- e. Ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados.

EXPLOSIVIDAD (Environmental Protection Agency, 1980):

Un residuo es explosivo si muestra una de las siguientes propiedades:

- a. Formar mezclas potencialmente explosivas con el agua.
- b. Ser capaz de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25 °C y 1 atm.
- c. Ser una sustancia fabricada con el objetivo de producir una explosión o efecto pirotécnico.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), considera a los residuos explosivos como un subgrupo de los residuos reactivos.

TOXICIDAD

Un residuo es tóxico si tiene el potencial de causar la muerte, lesiones graves, efectos perjudiciales para la salud del ser humano si se ingiere, inhala o entra en contacto con la piel. Se ha optado por una definición de toxicidad totalmente cualitativa para evitar análisis sofisticados de laboratorio para la clasificación de los residuos. Sin embargo, una definición más exacta requiere la utilización de límites cuantitativos de

contenido de sustancias tóxicas, el uso de definiciones que establecen la LC50(concentración letal media que mata al 50% de los organismos de laboratorio),tales como las que se usan los Estados Unidos (Environmental Protection Agency,1980) o en el Estado de Sao Paulo, Brasil (CETESB,1985).

INFLAMABILIDAD

Un residuo es inflamable si presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- a. Ser líquido y tener un punto de inflamación inferior a 60°C, conforme al método del ASTM D73-79 o al método ASTM-D-3278-78(de la American Society for Testing and Materials 4),con excepción de las soluciones acuosas con menos del 24% de alcohol en volumen.
- b. No ser líquido y ser capaz de, bajo condiciones de temperatura y presión de 25°C y 1atm,producir fuego por fricción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas, y, cuando se inflama, quema vigorosa y persistentemente, dificultando la extinción del fuego.
- c. Ser un oxidante que puede liberar oxígeno y como resultado, estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material.

PATOGENICIDAD (CETESB,1985)

Un residuo es patógeno si contiene microorganismo o toxinas capaces de producir enfermedades. No se incluyen en esta definición a los residuos sólidos o líquidos domiciliarios o aquellos generados en el tratamiento de efluentes domésticos.

1.4.1. Características de Peligrosidad de los Residuos en otros países:

Según la Normativa de Japón (Ley de Limpieza Pública y Disposición de Residuos del Japón): Los empresarios cuyos procesos industriales pudieran producir sustancias químicas peligrosas según la clasificación de Japón, deben realizar la prueba de lixiviación descrita en el Anexo 3

Los residuos industriales peligrosos son definidos legalmente como tales, cuando los mismos no aprueban la prueba de lixiviación; aquellos que no lo aprueben deben emplear como disposición final el método de relleno sanitario utilizando contenedores de concreto que no permitan ningún tipo de conexión hidráulica con las aguas naturales.

Según la Normativa de Estados Unidos: Resource Conservation and Recovery Act. Ley N° 94-580 del 21 de octubre de 1976. (Environmental Protection Agency, 1976), residuo peligroso se refiere a un residuo sólido, o a una combinación de residuos sólidos, que debido a su cantidad, concentración o a sus características físicas, químicas, o infecciosas pueden:

- a. Causar, o contribuir significativamente al incremento de la mortalidad o al incremento de las enfermedades irreversibles y serias o reversibles o incapacitantes;
- b. Ocasionar peligro sustancial, de inmediato o a largo plazo, a la salud humana o al ambiente cuando es tratado, almacenado, transportado, dispuesto o manejado de forma inadecuada.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) también ha definido al residuo peligroso tomando como base cuatro criterios: Flamabilidad, Corrosividad, Reactividad y toxicidad.

Estos criterios de peligrosidad han sido mencionados anteriormente.

Enfoques para la Clasificación de Residuos Peligrosos

Existen tres enfoques para la clasificación de los residuos peligrosos: (Yakowitz, 1988)

- A través de una descripción cualitativa por medio de listas que indican el tipo, origen y componentes del residuo.
- La definición del residuo a través de ciertas características que involucran el uso de pruebas normalizadas, por ejemplo pruebas de lixiviación donde el contenido de ciertas sustancias en el lixiviado determinan si el residuo es peligroso o no.

- La definición del residuo con relación a límites de concentración de sustancias peligrosas dentro del mismo residuo.

Cada una de estas tres alternativas tienen sus ventajas y desventajas. Mientras que la primera es más fácil de administrar, las otras dos presentan una descripción más clara y precisa de los residuos. Frecuentemente, los países utilizan una combinación de estos sistemas, dándole más énfasis a uno sobre el otro.

En la figura N° 2 se describe pautas para la clasificación de los residuos sólidos peligrosos o no.

La “Guía para la Definición y Clasificación de Residuos Peligrosos” (CEPIS): tiene como objetivo presentar definiciones relacionadas con los residuos peligrosos y un sistema de clasificación viable y fácil de aplicar en los países de América Latina y el Caribe, además, esta dirigida especialmente a las autoridades de control de aquellos países que aun no han establecido un sistema de clasificación de residuos sólidos peligrosos.

En esta Guía no se utiliza el Sistema de Clasificación de Residuos Peligrosos para el Transporte Transfronterizo, establecido en el Convenio de Basilea - PNUMA, 1989 - (Ver anexo 1 y 2), por ser bastante genérico, sin embargo, ha servido de referencia para la propuesta de clasificación del presente trabajo.

En la Guía para la Definición y Clasificación de Residuos Peligrosos – CEPIS - se ha adoptado un sistema de clasificación que se basa en la composición, estado físico y origen de los residuos (Ver anexo 4°), es decir, se utilizan listas cualitativas de residuos. Se ha seleccionado esta clasificación por los siguientes motivos:

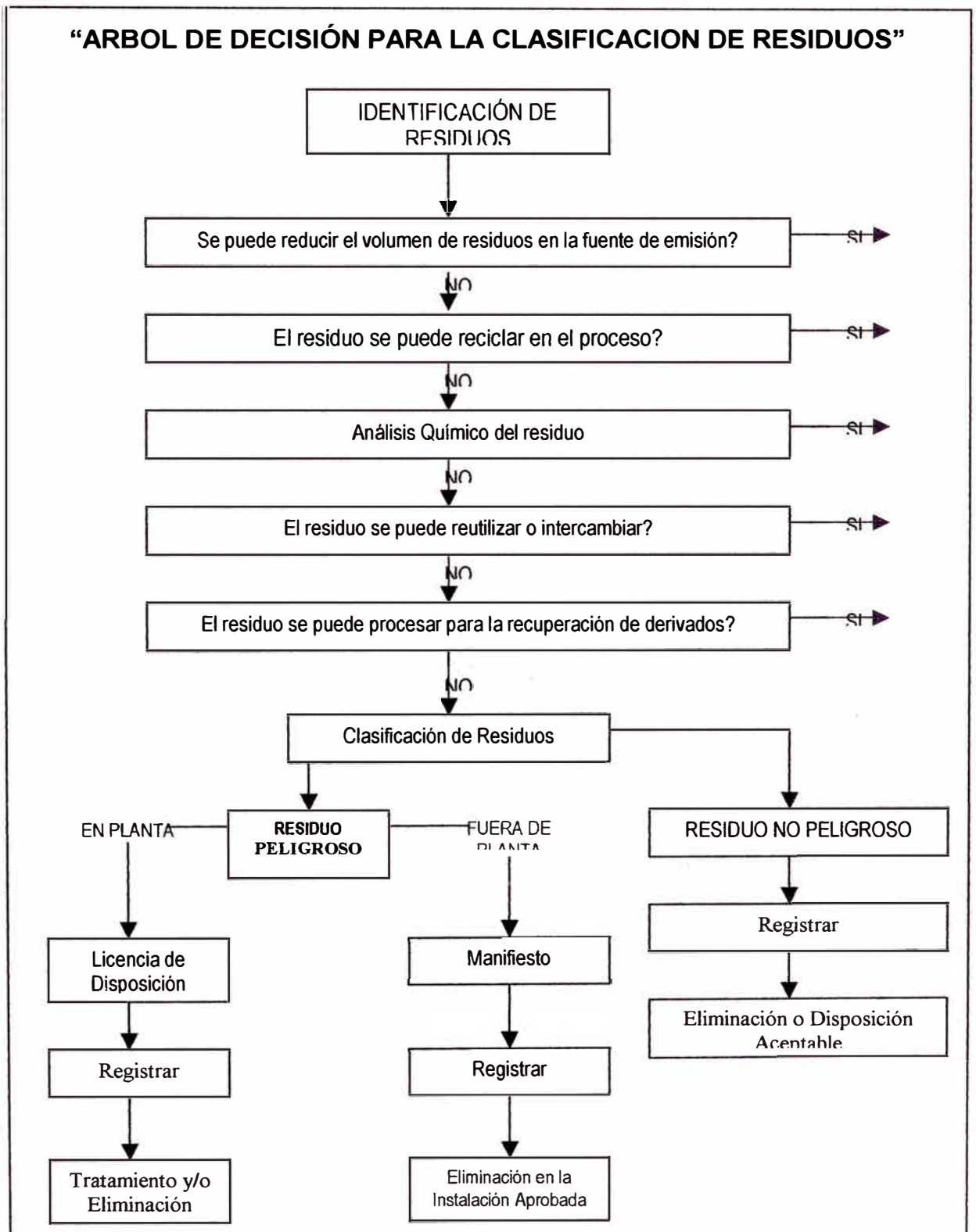
- a. Facilitar la gestión ambiental de los residuos peligrosos y agiliza el sistema legal de control al reducir trámites burocráticos.

- b. Evitar el uso de pruebas normalizadas o el establecimiento de límites de concentración de sustancias peligrosas, los que implican un alto costo de monitoreo y control.
- c. Evitar análisis de laboratorio que requieren de una sofisticada infraestructura y personal especializado, que actualmente no existen en muchos países de la región.

Para efectos de la presente tesis, se considera la lista de clasificación de residuos peligrosos de esta guía del CEPIS.

Además, en la figura N° 3 se describe la clasificación de residuos sólidos industriales establecida en la presente tesis.

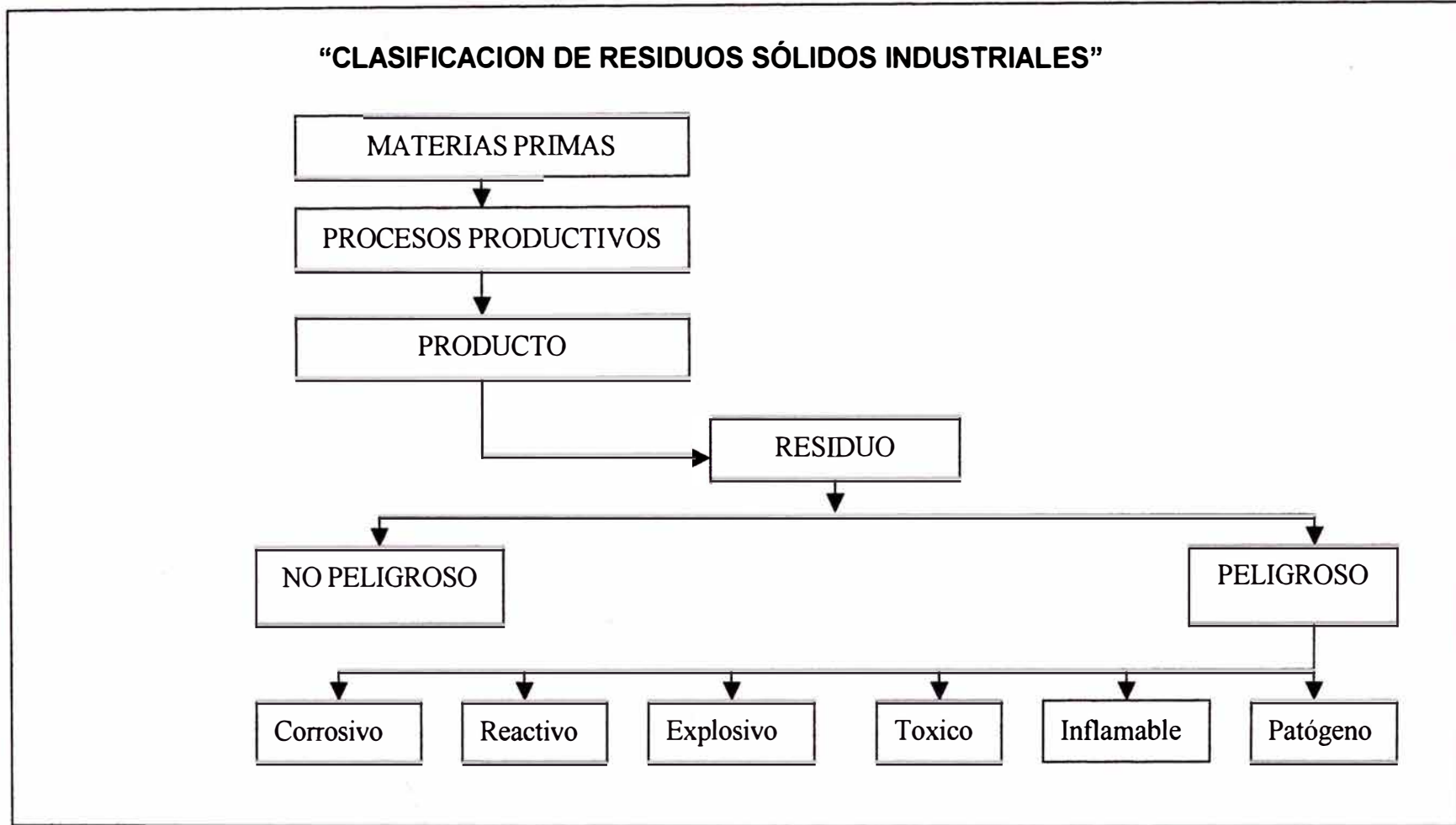
Figura N° 2



Fuente: Propia

Año : 2004

Figura N° 3



Fuente: Propia

Año: 2004

1.5. Minimización de Residuos Sólidos

La minimización de residuos tiene las siguientes técnicas:

- Reducción en la Fuente
- Sistema de Reciclaje
- Sistema de Tratamiento

1.5.1. Reducción en la Fuente

La reducción en la fuente es el componente mas importante de la minimización de residuos y consiste en la sustitución de productos y el control en la fuente de acuerdo a los siguientes conceptos:

a.- Sustitución de productos

- Alteración de la composición del producto;
- Alteración del uso del producto.

La sustitución de productos significa, el reemplazo de un producto original por otro producto que tenga como característica el mismo uso final, o la alteración del uso de un producto original que resulta en un descenso o eliminación de la generación de residuos peligrosos. Como ejemplos se menciona el reemplazo de maderas tratadas por concreto en construcción marina, el reemplazo de caucho sintético por caucho natural, o el reemplazo de pinturas por pinturas plásticas de mayor duración.

b.- Control de la fuente

El control en la fuente significa la reducción o eliminación de la generación de residuos peligrosos en un proceso a través de la alteración de materias primas, de tecnologías o de cambios en

procedimientos o institucionales (prácticas de buena operación o manejo del proceso).

b.1.- Alteración de materia prima

- Purificación de materia prima
- Sustitución de materia prima

b.2.- Alteración Tecnológica

- Cambios en el proceso
- Cambios en equipos, cañerías o diagramas;
- Automatización adicional;
- Cambios en los valores operacionales
- Conservación de energía
- Conservación de agua

b.3.- Cambios de Procedimientos

- Medidas de procedimiento
- Prevención de pérdidas;
- Prácticas del personal;
- Segregación de efluentes
- Manejo de materiales
- Aumento de eficiencia

1.5.2. Sistema de Reciclaje

Visto en forma general, "reciclaje" significa el reuso o recuperación de productos. Las actividades de reciclaje se refieren tanto a la recuperación de materiales como de energía. La decisión de reciclar un material depende de las características del residuo o mezcla de residuos. Donde se debe efectuar el tratamiento del residuo (ya sea

internamente o externamente de la planta) es una función de las practicas de manejo de la empresa generadora de residuos lo cual incluye:

- Proximidad a las instalaciones de reciclado,
- Costo asociado al transporte de los residuos,
- El volumen de residuos disponibles para procesar,
- Costos relativos al almacenamiento interno o externo de los residuos.

El reciclaje esta caracterizado por tres grandes aplicaciones:

- EL uso directo o re-uso de un residuo en un proceso;
- La recuperación de un material secundario para un uso final separado tal como la recuperación de un metal de una borra, y
- La remoción de impurezas de un residuo para obtener una sustancia relativamente pura reutilizable.

a.- Recuperación de materiales

Aunque inicialmente el reciclaje interno ha sido mas utilizado, el reciclaje externo se esta haciendo cada vez mas común, con el desarrollo de empresas de reciclaje y con la transferencia directa de residuos de los generadores a otras empresas que reutilizan los residuos. Los residuos reciclado se usan como materias primas en ciertos procesos o como sustitutos de algunos productos químicos comerciales. Como ejemplo podemos citar:

- El re-uso de solventes para limpieza de equipos;
- El reciclado de polvos de pesticidas recolectados;
- El re-uso de residuos de cloruro férrico de la fabricación de dióxido de titanio para el tratamiento de aguas.

La proporción de residuos que son reciclados dependen tanto del tipo de industria como del tipo de residuo. En general residuos tales como solventes tienden a ser mas reciclados que otros como pesticidas por ejemplo. Los factores que influyen si una industria reciclo o no sus residuos incluyen; el tipo de proceso de generación de residuos; el volumen, composición y uniformidad de los residuos; si se han identificado usos o reutilizaciones de los residuos; y disponibilidad y precios de materiales puros comparados con los costos de reciclar y almacenar los residuos. La toxicidad de los residuos no aparece como un factor directo en el proceso de reciclaje de los residuos generados, aunque grandes volúmenes de residuos que son menos tóxicos son reciclados a menudo.

Los solventes tienden a se recuperados en mayor proporción que otros residuos. Esto se debe a que existe tanto tecnología como el mercado para los solventes reciclados. La tecnología disponible (destilación por ejemplo) es relativamente fácil de operar y puede entregar altas purzas (95% o mayor) . En otros casos los procesos de producción generan residuos cuya recuperación no es practica puesto que no tienen usos directos en la producción.

b.- Recuperación o conservación de energía

Hasta los fines de los 80 el reciclo de materiales ha sido mas popular que el reciclo de energía o combustibles. Esto se debe a que los residuos que pueden ser reciclados para la recuperación de energía destruye el material. Solamente cuando el residuo es demasiado "sucio" o contaminado se considera para recuperar energía. Actualmente existen nuevas tecnologías para la recuperación de energía, y residuos que contienen solventes están siendo usados por su alto valor energético. Una gran cantidad de residuos con alto poder calorífico se están utilizando en plantas de producción de cemento y en hornos de calcinación.

c.- Otras tecnologías de reciclaje:

Los residuos que se seleccionan para su recuperación o reciclaje deben tener usualmente altas concentraciones, además deben ser uniformes, es decir no contener mas de un contaminante. Otros factores que deben cumplir para ser reciclados incluyen:

- Un mercado para el material reciclado que sea económicamente viable,
- El material reciclado debe cumplir con requisitos de pureza para los procesos de manufactura.

Debido a que los residuos reciclables deben ser competitivos con los materiales originales que reemplazan, estos deben a menudo ser procesados antes de ser reutilizados. La recuperación de residuos incluyen procesos tales como separaciones químicas, físicas y electroquímicas. Algunas de las tecnologías que se usan incluyen:

- Destilación de residuos con solventes;
- Declorinación de residuos halogenados
- Concentración de metales con técnicas tales como lixiviación, extracción por solventes, intercambio iónico, precipitación, cristalización y evaporación para tratar residuos diluidos de borras metálicas.

1.5.3. Sistemas de Tratamiento

Los tratamientos de los residuos peligrosos mas importantes se pueden clasificar como: tratamientos Físicos, Químicos, tratamientos Biológicos y Estabilización / Solidificación (ver cuadro N° 3).

a.- Tratamiento Físico

Incluye procesos de compactación, separación, destilación y evaporación, todos ellos tendientes a reducir el volumen de los desechos. Luego viene una etapa de separación para recuperar aquellos materiales reciclables.

b.- Tratamiento Químico

Puede ser la neutralización de materiales ácidos o alcalinos, precipitación de sustancias disueltas, dechlorinación química e incineración. Merece especial atención la incineración, que es quizás la técnica más controversial en el tratamiento de los residuos. Consiste en alimentar los desechos sólidos a cámaras de combustión, produciéndose a veces energía eléctrica como subproducción. Sin embargo existe oposición por parte de la comunidad por posibles daños a la salud y al medio ambiente. La incineración cambia la forma del desecho, reduce su volumen y peso, pero no destruye muchos compuestos peligrosos. De hecho, libera peligrosas sustancias que estaban en el material sólido y se generan dos nuevas formas de residuos; emisiones gaseosas y cenizas sólidas. Los gases, conteniendo pequeñas partículas de ceniza, salen por las chimeneas con o sin tratamiento. Los más importantes tóxicos generados son las dioxinas, los furanos y metales tóxicos (plomo, cadmio, arsénico, mercurio, selenio y berilio). Otros metales identificados son níquel, aluminio, zinc, cobre y manganeso. Muchos de ellos causan cáncer y producen enfermedades al sistema nervioso, riñón, hígado, sangre y otros órganos. Las dioxinas y furanos son potenciales causas de cáncer y otras enfermedades. Hay que saber que cuando una basura se quema, la forma física o química de los metales puede ser cambiada, haciéndose incluso más peligroso. Otra crítica a la incineración es que reduce el incentivo de reciclar. Muchos ambientalistas creen que hay un lugar para la incineración en la variedad de procesos de tratamiento, pero solo

después de separar potenciales productos peligrosos y solo si las emisiones gaseosas son controladas en forma apropiada y los residuos sólidos enterrados correctamente.

c.- Tratamiento Biológico

Muchos residuos industriales son tratados por métodos biológicos similares a los usados para el tratamiento de efluentes. Los residuos Peligrosos a menudo pueden usar este tipo de tratamiento a pesar de que las concentraciones de materiales tóxicos son letales a los microorganismos.

El co-tratamiento de residuos industriales y domésticos con la adición de nutrientes en sistemas biológicos es a menudo un sistema práctico y que ha sido probado en India como un método económico y efectivo comparándolo con los tratamientos químicos.

Consiste en la introducción de microorganismos que consumen, alteran y detoxifican los desechos. Esto es lo que se llama procesamiento secundario.

d.- Estabilización / Solidificación

La estabilización / solidificación es una tecnología donde un material residual es mezclado con materiales que tienden a fijarse a un sólido, capturando o fijando el residuo dentro de la estructura del sólido.

Aunque los términos solidificación y estabilización son, usualmente, usados indistintamente, ellos representan conceptos distintos para el control de materiales residuales.

d.1.- Solidificación

Se refiere a la producción de un sólido, de masa monolítica con suficiente integrada, para ser transportado en piezas de tamaños convenientes sin requerir algún envase secundario.

d.2.- Estabilización química

Se refiere a la inmovilización de sustancias tóxicas mediante reactivos químicos para formar compuestos insolubles en un enrejado cristalino estable.

d.3.- Estabilización física

Envuelve el mezclado de lodos o semilíquidos con un agente abultante, tal como el pulverizado de cenizas muy finas (PSH), para producir sólidos de grano grueso, cuya consistencia es semejante a la del suelo, que puede ser fácilmente transportado por camiones, correas transportadoras o rieles hacia un sitio de disposición. El primer objetivo de este proceso de mezclado es la generación de un secado, transportando productos residuales con aceptables propiedades medioambientales.

Otras técnicas de fijación incluyen procesos basados en arcilla y varias formas de encapsulamiento usando polímeros orgánicos que se endurecen durante el tratamiento.

El primer objetivo en todos estos procesos, es convertir las corrientes de residuos tóxicos a un inerte, masa físicamente estables, teniendo muy baja lixiviabilidad y con suficiente fuerza mecánica para permitir la recuperación de la tierra o rellenos sanitarios.

Cuadro N° 3 “Métodos de Tratamiento de Residuos”

Tratamiento			
Físico	Químico	Biológico	Estabilización / Solidificación
Desorción con aire	Catálisis	Lodos Activados	Procesos basados en cemento
Congelamiento por suspensión	Clorinolisis	Lagunas Aireadas	Procesos basados en limo
Adsorción con carbón	Electrolisis	Digestión Anaeróbica	Encapsulación termoplástico
Centrifugación	Hidrólisis	Compostaje	Micro encapsulación por fraguado térmico
Diálisis	Descarga por microondas	Tratamiento Enzimático	Macro encapsulación
Destilación	Neutralización	Filtros de Chorro	Técnicas cementosas
Electro diálisis	Oxidación	Piscinas de Estabilización	Vitrificación
Electroforesis	Ozonólisis		
Evaporación	Fotolisis		
Filtración	Precipitación		
Floculación	Reducción		
Flotación			
Cristalización	Químico-Térmica		
Secado por frío	Oxidación térmica - incineración		
Separación Magnética	Pirolisis		
Intercambio Iónico			
Destilación con vapor			
Adsorción con resinas			
Osmosis Reversa			
Sedimentación			
Extracción L-L de orgánicos			
Desorción con vapor			
Ultrafiltración			

Fuente: Propia

Año: 2004

1.6. Tendencias del Manejo de Residuos Sólidos industriales en América Latina y el Caribe.

En 1993 se realizó una encuesta en 21 países de la Región: Anguila, Argentina, Brasil, Bolivia, Colombia, Chile, Cuba, Dominica, Ecuador, Guatemala, Guyana, Jamaica, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, Santa Lucía, San Vicente, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela. En el caso de cinco países (Anguila, Dominica, Guyana, Santa Lucía y San Vicente), sólo se incluyeron en este trabajo los resúmenes de cantidades de desechos peligrosos producidas por las establecimientos de atención de salud

Estimaciones de los desechos peligrosos industriales

El cuadro N° 4 muestra las estimaciones para cada país de los diferentes tipos de desechos peligrosos y no peligrosos generados. Según la encuesta realizada en los países de América Latina y El Caribe, los residuos sólidos peligrosos en el Perú representan el 1.17×10^6 Tons y en cuanto a los residuos sólidos no peligrosos se estimaron 0.27×10^6 Tons. Además se aprecia que la generación de lodos peligrosos es de 2×10^6 Tons y de 0.052×10^6 Tons de lodos no peligrosos,

Como se puede apreciar en el siguiente cuadro, a comparación de los otros países encuestados, Brasil y México presentan la mayor generación de residuos sólidos peligrosos variante entre 14.74 y 25.03×10^6 Tons; en cambio en Trinidad y Tobago se presentan los valores mas bajos de generación de residuos sólidos peligrosos con 0.01×10^6 Tons anuales.

Cuadro N° 4

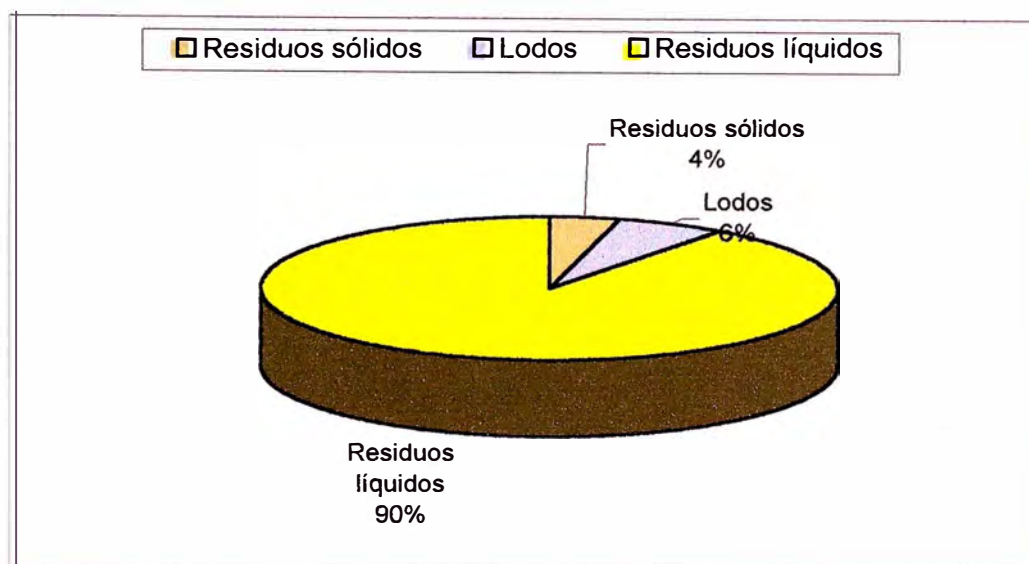
"Estimaciones de Producción Anual de desechos en Países Encuestados"

País	N.P. Lodos (x 10 ⁶ tons)	P. Lodos (x 10 ⁶ tons)	N.P. Líquidos (x 10 ⁶ tons)	P. Líquidos (x 10 ⁶ tons)	N.P. Sólidos (x 10 ⁶ tons)	P. Sólidos (x 10 ⁶ tons)
Argentina	0.27	6.05	21.39	172.59	0.86	2.35
Bolivia	0.007	0.24	0.618	13.19	0.02	0.17
Brasil	0.82	35.55	65.98	2.15	6.68	14.74
Colombia	0.075	0.82	4.00	40.16	0.30	1.31
Cuba	0.00	0.53	0.009	24.96	0.02	0.57
Chile	0.054	1.01	4.03	94.20	0.30	1.68
Ecuador	0.016	0.43	1.32	29.41	0.07	0.37
Guatemala	0.006	0.08	0.40	5.89	0.02	0.08
Jamaica	0.002	0.03	0.20	1.15	0.01	0.03
México	0.321	10.62	18.12	429.73	5.32	25.03
Nicaragua	0.003	0.19	0.28	11.36	0.02	0.05
Paraguay	0.031	0.18	2.46	4.48	0.04	0.17
Perú	0.052	2.00	4.14	95.22	0.27	1.17
Trinidad y Tobago	0.001	0.22	0.07	3.58	0.02	0.01
Uruguay	0.07	0.65	6.00	26.97	0.06	0.26
Venezuela	0.008	5.55	1.73	88.98	0.30	0.13

Fuente: Desechos peligrosos y Salud en América Latina y El Caribe
Año: 1994

La información que se presenta en el cuadro anterior sobre desechos peligrosos se resume en las Figuras N 4 y 5.

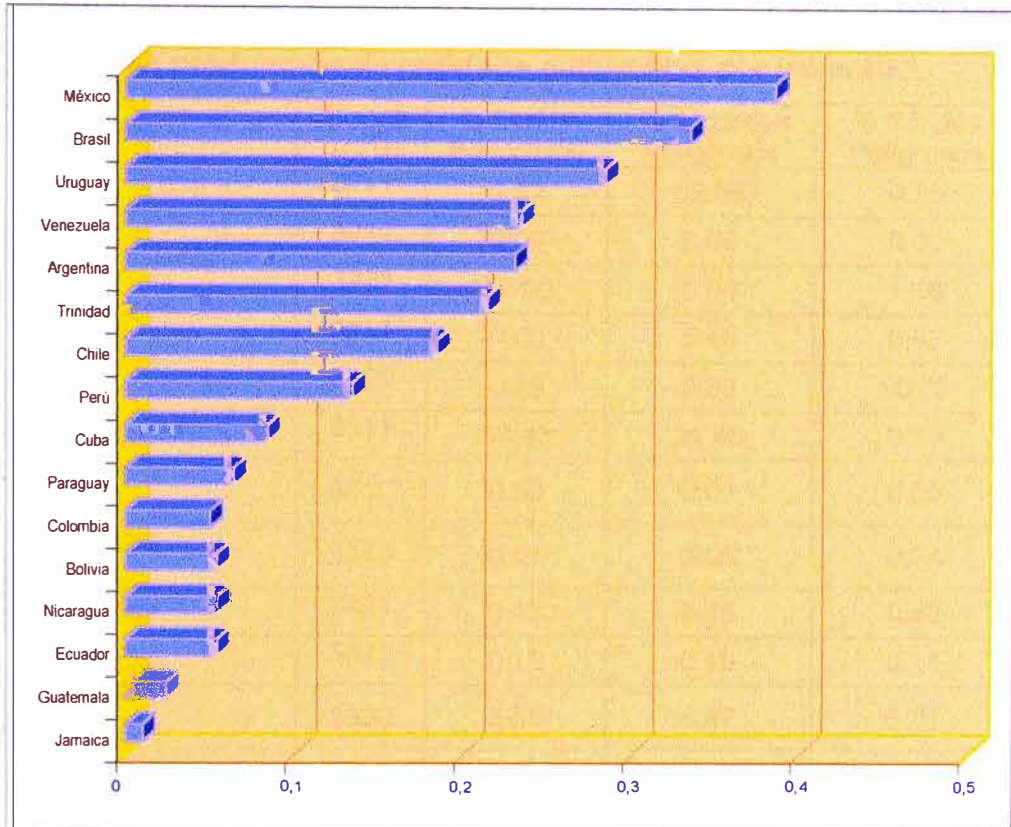
Figura N° 4
“Estimaciones de producción anual de desechos en países encuestados”



Fuente: Desechos peligrosos y Salud en América Latina y El Caribe
Año: 1 994

La Figura 4 indica que el 90% de los desechos está en forma líquida; cerca del 10% está en forma de lodo y sólidos. El componente de desechos peligrosos líquidos es relativamente grande cuando se lo compara con los resultados de otros estudios llevados a cabo en Suecia y el Reino Unido, que informaron 62% y 58%, respectivamente, en esta categoría (Forester et al, 1987). El motivo de esta diferencia es que en el estudio que se informa en este documento el componente de efluente incluye tanto líquidos peligrosos como agua contaminada con sustancias peligrosas. Esto último, que incluye cantidades sustanciales de agua de lavado, se presta al tratamiento y no siempre se incluye en todas las encuestas de desechos peligrosos. También debe observarse en este sentido que, si se trata el agua efluente para quitarle sustancias peligrosas, este proceso constituye en sí otra fuente de desechos peligrosos.

Figura 5
”Generación estimada de desechos peligrosos (lodos y sólidos)
per cápita (tonelada/año) en ciertos países”



Fuente: Desechos peligrosos y Salud en América Latina y El Caribe
 Año: 1994

En la figura N 5, se puede apreciar un resumen de la cantidad de desechos peligrosos (lodos y sólidos) en algunos países. Cabe observar que los países más industrializados se presentan en general en la parte superior de la figura, mientras los países menos industrializados aparecen en la parte inferior. La única excepción aquí es Colombia, que se esperaría que apareciera en un lugar más elevado en esta lista. Una explicación de ello puede ser que los datos para este país sólo cubrieron la zona de Bogotá, que quizás no sea suficientemente representativa de todo el país.

En el cuadro N° 5 se presenta un resumen de las contribuciones de cada industria a las diversas categorías de desechos en cada país encuestado.

Cuadro N° 5
"Resumen de producción de residuos peligrosos por industria"

Industria	Código (CIU)	% Lodos Peligrosos	% Líquidos Peligrosos	% Sólidos Peligrosos
Textiles	3211	0.52	62.86	0.35
Alfombras	3214	0.00	0.00	0.00
Curtiembres	3231	12.90	0.04	1.68
Pulpa / Papel	3411	0.00	5.46	0.07
Imprentas	3420	0.19	0.32	10.56
Químicos Básicos	3511	68.43	21.46	0.19
Fertilizantes / Pesticidas	3512	0.00	0.01	0.05
Resinas / Plásticos Sintéticos	3513	0.01	0.00	0.74
Pinturas / Barnices	3521	0.13	0.25	0.48
Drogas / Medicinas	3522	0.13	0.19	0.11
Refinerías de Petróleo	3530	5.58	4.47	6.01
Productos de Aceite / Carbón	3540	0.00	0.00	0.00
Hierro / Acero	3710	0.46	0.09	6.03
Metales No-Ferrosos	3720	11.43	3.36	5.03
Productos Metálicos	3819	0.23	1.47	68.70
		100.00	100.00	100.00

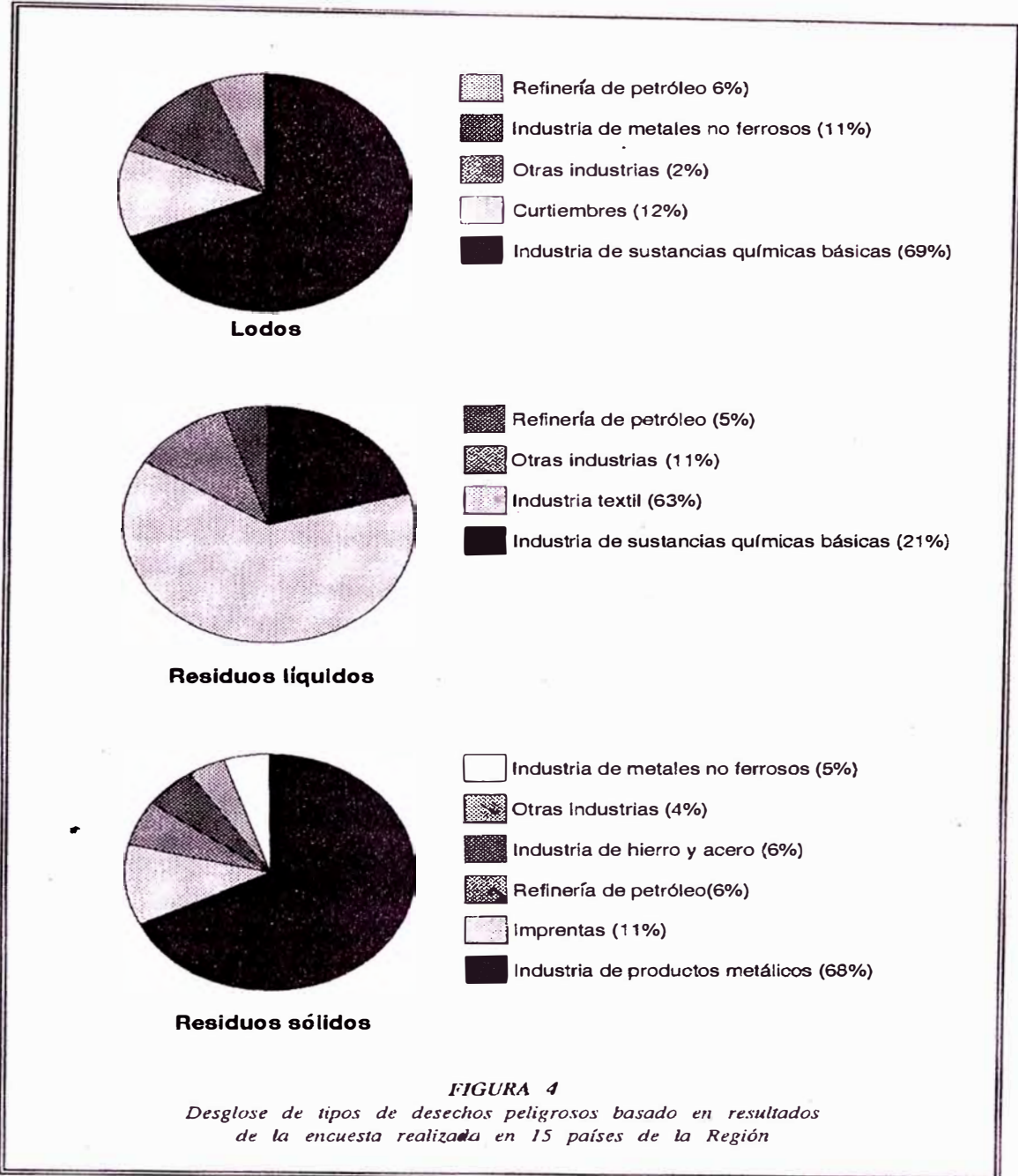
Fuente: Desechos peligrosos y Salud en América Latina y El Caribe
Año: 1994

De acuerdo a este cuadro, se observa que la industria de metales no ferrosos genera el 11.43% del total de lodos peligrosos producidos a nivel de los países encuestados; además, en este tipo de industria se generan el 5.03% de los residuos sólidos peligrosos con respecto al total generado registrados en esta encuesta.

A continuación en la Figura N° 6 se resume la información de este cuadro para los diferentes componentes de desechos peligrosos. Se muestran sólo las industrias que contribuyen con un 5% o más de la carga total en cada categoría. Las contribuciones de las industrias restantes se han incluido en la categoría "otras industrias". En cada una de las categorías de desechos parece que hay una industria que domina: en la categoría de lodo peligroso es la industria química básica, en la de los líquidos peligrosos es la industria textil y en la de sólidos peligrosos es la industria de los productos metálicos.

Figura N° 6

"Desglose de tipos de desechos peligrosos basado en resultados de la encuesta realizada en 15 países de la Región"



Fuente: Desechos peligrosos y Salud en América Latina y El Caribe
Año: 1994

Prácticas de disposición de desechos peligrosos

La información proporcionada por los países que participaron en la encuesta correspondiente a las 15 categorías industriales se presenta en el Cuadro N° 6. Incluye la siguiente gama de prácticas de desecho:

1. Disposición al aire libre
2. Disposición al aire libre / en relleno
3. Disposición en relleno sanitario
4. Almacenamiento
5. Disposición en relleno sanitario / relleno seguro
6. Reciclado
7. Otro
8. Ningún dato

Las prácticas de disposición se han enumerado en orden ascendente de aceptabilidad; las categorías 7 y 8 sólo representan información complementaria. También cabe mencionar que no se indica la incineración aunque se sabe que algunos países (por ejemplo, Brasil y México) han introducido ese método de disposición. En la información del cuadro N° 6 se ha resumido las practicas de disposición de residuos sólidos en algunos países seleccionados.

Los métodos 5 y 6 (disposición en vertedero sanitario o vertedero seguro, y reciclado) se consideran adecuados en el contexto de la encuesta realizada a los países seleccionados. En general, se emplean métodos generalmente inadecuados para eliminar los desechos peligrosos.

Y según el cuadro N° 7, en el Perú no se encuentra un sistema de clasificación definido, ni movimientos transfronterizos de residuos peligrosos registrados hasta esa fecha de realización de la encuesta (1993).

Cuadro N° 6 : "Prácticas de disposición de residuos sólidos en algunos países seleccionados"

CIUU	ARG	BOL			BRA	COL	CUB	CHI	ECU	GUY	GUT	JAM	MEX			NIC	PAR	PER	TRT	URU	VEN
		LP	CB	SC									ZM	GJ	MN						
3211	AM	SA	SA	SI	-	SA	-	CA	CA	ND	ND	-	AM	-	CA	SA	SI	AM	-	SI	SI
3214	AM	SA	SA	-	-	ND	-	-	CA	-	CA	-	ND	-	CA	-	-	SA	-	-	AM
3231	AM	SA	SA	SI	-	SA	-	AM	SA	CA	CA	SA	AM	-	CA	SA	SI	AM	-	AM	SI
3411	AM	SA	CA	SI	-	ND	CA	AM	SA	CA	CA	CA	SI	-	AM	-	-	AM	-	ND	SI
3420	AM	SA	SA	SI	-	SA	RE	CA	SA	CA	CA	CA	ND	-	ND	SA	SI	AM	-	SI	SI
3511	AM	SA	CA	SI	-	AM	-	CA	SA	-	CA	-	SI	-	ND	SA	-	AM	ND	OT	SI
3512	AM	-	-	SI	-	SA	SI	-	SA	-	ND	CA	ND	-	AM	-	-	CA	ND	SI	AL
3513	AM	SA	-	SI	-	SA	CA	CA	SA	-	CA	-	CA	-	ND	SA	-	AM	-	-	SI
3521	AM	SA	-	SI	-	AM	-	AM	SA	CA	CA	SA	ND	-	ND	SA	SI	AM	ND	SI	SI
3522	AM	SA	SA	SI	-	SA	-	-	SA	ND	ND	CA	SI	-	ND	SA	SI	AM	SI	-	SI
3530	AM	-	ND	CA	-	-	SI	-	-	-	CA	CA	-	-	AM	SA	-	AM	ND	ND	SI
3540	AM	-	SA	-	-	SA	-	CA	-	-	CA	CA	ND	-	ND	SA	SI	AM	-	-	SI
3710	AM	SA	SA	AL	-	SA	-	CA	CA	ND	CA	-	AM	-	ND	SA	-	AM	SI	-	SI
3720	AM	SA	SA	SI	-	SA	-	CA	SA	ND	CA	-	ND	-	AM	SA	SI	CA	-	ND	SI
3819	AM	SA	SA	SI	-	AM	-	CA	SA	ND	CA	-	AM	-	AM	SA	SI	AM	-	SI	SI

(1) Ver Anexo VIII para los titulares de las columnas

SI: Disposición en relleno sanitario o de seguridad

SA: Relleno sanitario

CA: Disposición a cielo abierto

RE: Reciclaje total de los residuos

AL: Almacenaje de residuos

OT: Otro, no especificado

ND: No hay datos

-: No existe este tipo de industria en el país o zona

Cuadro N° 7 "Resumen de prácticas de manejo de residuos en países seleccionados de la región"

País	Zona de Encuesta	% Producto Nacional	Nivel	Legislación sobre Residuos Peligrosos			Investigación sobre residuos peligrosos	Inventario generación de residuos peligrosos	Movimiento transfronterizo de residuos peligrosos
				Institución responsable	Pers.	Sistema de clasificación			
Anguilla	Nacional	-	No hay actividad industrial						
Argentina	Nacional	100	Nacional	Sec. de Estado de Recursos Naturales y Ambiente Humano	-	No	No	No	No
Bolivia	La Paz	25.5	Nacional	Ministerio de Asuntos Urbanos	8	No	Si	No	No
	Cochabamba	24.5							
	Santa Cruz	32.3							
Brasil	Canuacao	2	Nacional / Estatal	Conselho Estadual de Protecao Ambiental	9	Si	Si	Si	Si
	Curitiba	3	Nacional / Estatal	Instituto de Pesquisas e Planejamento Urbano/instituto Ambiental do Parana	-	Si	Si	Si	Si
	Rio de Janeiro	10	Nacional / Estatal	Fundacao Estadual de Engeharia de Meio Ambiente	8	Si	Si	Si	Si
	Sao Paulo	40	Nacional / Estatal	Companhia Estadual de tecnologia e Saneamiento Basico	61	Si	Si	Si	Si
Colombia	Santa Fé de Bogotá	26.4	Nacional / Local	Ministerio de Salud Corporación Autónoma Regional de los Ríos Bogotá, Ubate y Suárez	1 15	No	Si	No	No
Cuba	Cienfuegos	-	Nacional	Consejo Nacional del Medio Ambiente y Recursos Naturales	2	-	Si	No	No
Chile	Zona Metropolitana	71.2	No hay	Ministerio de Salud (Residuos Hospitalarios)	5	No ¹	Si	No	No
Dominica	Nacional	100	No	No	-	No	No	No	No
Ecuador	Nacional	100	No hay	Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, Municipio Quito	4	No	Si	No	No

Sigue en la siguiente página...

... Continúa de la página anterior

País	Zona de Encuesta	% Producto Nacional	Nivel	Legislación sobre Residuos Peligrosos			Investigación sobre residuos peligrosos	Inventario generación de residuos peligrosos	Movimiento transfronterizo de residuos peligrosos
				Institución responsable	Pers.	Sistema de clasificación			
Guyana	Nacional	100	No hay	Guyana Agency for Health Sciences	1	No	No	Si	No
Guatemala	Zona Metropolitana	65	Nacional	Consejo Nacional de Medio Ambiente	Si	No	Si	No	Si
Jamaica	Kingston	-	Nacional	National Resources Conservation Authority	-	No	Si	No	No
México	Zona Metropolitana	22	Nacional	Secretaría de Desarrollos Sociales	14	Si	Si	Si	Si
	Monterrey	8					Si	No	
	Guadalajara	7					Si	Si	
Nicaragua	Managua	61	No hay	-	-	No	Si	No	No
Paraguay	Asunción	40	Nacional	Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental	20	No ¹	No	No	No
Perú	Nacional	100	Nacional	Ministerio de Industrias / Ministerio de Salud	2/18	No	Si	Si	No
St. Lucía	Castrics/Basia	-	No hay actividad Industrial						
St. Vincent	Camden Park	Desconocida	No	-	-	No	No	No	No
Trinidad y Tobago	Nacional	100	No hay	Pesticide & Toxic Chemical Control Board	8	Si	Si	Si	No
Uruguay	Nacional	100	Nacional	Dirección Nacional de Medio Ambiente/Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente	12	No	Si	Si	Si
Venezuela	-	-	Nacional	Ministerio de Ambiente y de Recursos Naturales Renovables	Si	No	No	Si	Si

¹ : En elaboración

- : No se indicó esta información

1.7. Producción Limpia y las Nuevas Tecnologías Limpias Aplicadas

PRODUCCIÓN LIMPIA

Los sistemas de producción industrial requieren de recursos: materiales a partir de los que se fabrican los productos, energía que se utiliza para el transporte y para procesar los materiales, así como agua y aire. Los actuales sistemas de producción son lineales o “de la cuna a la tumba” , frecuentemente utilizan sustancias peligrosas y recursos finitos en grandes cantidades y a altas velocidades.

EL objetivo de la Producción Limpia es satisfacer nuestra necesidad de productos de un manera sustentable, es decir, utilizando materiales renovables, no peligrosos y de modo energéticamente eficiente, a la vez que conservando la biodiversidad. Los sistemas de Producción Limpia son circulares y utilizan menos materiales, así como menos agua y energía. Los recursos fluyen a través del ciclo de producción-consumo a tasas mas bajas. Antes que nada, un enfoque de Producción Limpia cuestiona la necesidad misma de un producto o mira de que otra manera esa necesidad podría ser satisfecha o reducida.

La producción Limpia implementa el Principio Precautorio – es un enfoque a las cuestiones ambientales holístico, nuevo e integrado centrado en el producto. Este enfoque reconoce que la mayoría de nuestros problemas ambientales ambientales - por ejemplo calentamiento global, contaminación toxica, perdida de biodiversidad- tienen su origen en la manera y la velocidad a la que se produce y se consume los recursos. También reconoce la necesidad de la participación publica en la toma de decisiones políticas y económicas.

Los cuatro elementos de la producción limpia:

1. El enfoque Precautorio

El enfoque precautorio coloca el peso de la prueba en el potencial contaminador, exigiendo que pruebe que una sustancia o actividad no hará daño al ambiente, en lugar de sobre las comunidades exigiendo que pruebe que si lo hará. Este enfoque rechaza el solo uso de la evaluación cuantitativa de riesgo en la toma de decisiones porque reconoce las limitaciones del conocimiento científico en la determinación de si debe llevarse adelante o no la utilización de un químico o una actividad industrial dada. Este enfoque no ignora la ciencia, sino mas bien reconoce que la producción industrial tiene también impactos sociales y por lo tanto; debe involucrar a otros que toman decisiones publicas y no solamente a los científicos.

2. El enfoque Preventivo

Es mas barato y mas efectivo prevenir el daño ambiental que intentar manejarlo o "curarlo". La prevención requiere ir hacia "rio arriba" en el proceso de producción para evitar la fuente del problema en lugar de intentar controlar el daño "rio abajo". La prevención de la contaminación reemplaza el control de la contaminación. Por ejemplo, la prevención requiere cambios en los procesos y en los productos, para evitar la generación de residuos a incinerar, en lugar de diseños mas sofisticados de incineradores. De manera similar, las practicas de eficiencia energética enfocadas en la oferta y la demanda reemplazan el actual énfasis excesivo sobre el desarrollo de nuevas fuentes de energía fósil.

3. Control Democrático

La producción limpia involucra a todos los afectados por las actividades industriales, incluyendo a los trabajadores, consumidores y comunidades. El acceso a la información y la participación en la toma de decisiones aseguran el control democrático. Como mínimo,

las comunidades deben tener información sobre las emisiones industriales y acceso a los registros de contaminación, como el registro de emisión y transferencia de contaminantes, planes de reducción de la utilización de tóxicos, al igual que datos sobre los ingredientes de cada producto.

4. Enfoque Integrado y Holístico

La sociedad debe adoptar un enfoque integrado de utilización y consumo de los recursos ambientales. Actualmente, el manejo ambiental está fragmentado permitiendo la transferencia de los contaminantes entre el aire, el agua y el suelo. La reducción de las emisiones de contaminantes en los procesos de producción ha conducido a la transferencia del peligro al producto. Estos peligros pueden ser minimizados prestando atención a todos los flujos de material, agua y energía, al ciclo de vida completo del producto y al impacto económico del cambio hacia la producción limpia. La herramienta utilizada para asistir en el mantenimiento del enfoque holístico es el de Análisis de Ciclo de Vida. Un enfoque integrado será esencial para asegurar que a medida que se eliminan gradualmente los materiales peligrosos – por ejemplo PVC- estos no sean reemplazados por materiales que pongan nuevas amenazas ambientales.

Criterios de Producción Limpia en el ciclo de vida incluyen:

- Fase de diseño del producto o tecnología
- Fase de selección de las materias primas y de producción
- Fase de fabricación del producto y de ensamblaje
- Fase de utilización por parte del consumidor
- Manejo, por parte de la sociedad, de los materiales al final de la vida útil del producto.

Para lograr la reducción, reutilización, reciclaje o compactación de los residuos, es necesario aplicar tecnología ambiental o ecológicamente racional. Estas tecnologías “protegen al medio ambiente”, son menos contaminantes, utilizan todos los recursos en forma mas sostenible, reciclan una mayor porción de sus desechos y productos y tratan los desechos residuales en forma mas aceptable que las tecnologías que han venido a sustituir.

Para lograr la minimización de residuos sólidos a ser dispuestos podemos valernos de variadas tecnologías, que serán diferentes según el tipo de empresa.

Dependiendo del proceso si queremos reducir o recuperar recursos o energía, podemos utilizar la incineración, la biodescomposición, la clasificación y la refusión de derivados de petróleo.

Si solo pretendemos reducir los desechos, podemos recurrir a otras tecnologías como son: deshidratación, secado, neutralización, fusión o temperatura, extracción o tratamiento químico, molienda y compactación.

Las diferencias entre el control de la contaminación y la producción mas limpia se pueden apreciar en el cuadro N 8.

Cuadro N° 8

"Comparación entre el control de la contaminación y conductas de
producción más limpia"

Control de la Contaminación	Producción mas Limpia
Los contaminantes se controlan con filtros y métodos de tratamiento de residuos.	Los contaminantes se previenen en origen mediante medidas integrales.
El control de la contaminación se evalúa cuando los procesos y productos ya han sido desarrollados y aparecen los problemas.	La prevención de la contaminación es una parte integral del desarrollo de los productos y procesos.
Los controles de la contaminación y las mejoras medio ambientales se consideran siempre factores de coste para la empresa.	Contaminantes y residuos se consideran recursos potenciales que pueden transformarse en productos y subproductos útiles, al no ser peligrosos.
Los retos medioambientales son responsabilidad de expertos en medio ambiente como los gestores de residuos.	Los retos de mejora medioambiental con responsabilidad de todas las personas de la empresa, incluyendo trabajadores, ingenieros de proceso o diseñadores.
Las mejoras medioambientales han de conseguirse mediante tecnología.	Las mejoras medioambientales incluyen iniciativas no técnicas y técnicas.
Las medidas de mejora medioambiental deben cumplir con los estándares impuestos por las autoridades.	Las medidas de mejora medioambiental deben ser un proceso de trabajo continuado para conseguir mejores estándares.
La calidad se define como la satisfacción de los requerimientos de los clientes.	Calidad total significa la producción de bienes que satisfacen las necesidades de los clientes y que tienen impactos mínimos sobre la salud humana y el medio ambiente.

Fuente: Adaptado de Huisingh Environmental Consultants Inc.
Año: 1 994

NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS- TECNOLOGÍAS LIMPIAS

Los sectores industriales que presentan mayores complejidades para incentivar el uso de tecnologías limpias son aquellos sectores con rentabilidad decrecientes, con escasas probabilidades de invertir, sujetos a una fuerte competencia que se traduce en dificultades para obtener recursos para modernizarse en el empleo de tecnologías limpias.

Cada vez mas se concibe como una asociación virtuosa y obligatoria, la asociación entre tecnologías limpias, rentabilidad y competitividad.

Sin embargo no existe “una tecnología limpia”, ni “un mejor disponible” para cualquier condición.

TECNOLOGÍAS LIMPIAS

En general, las empresas tienen diferentes motivaciones para utilizar tecnologías ambientalmente racionales. Estas pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- La primera, que apuntan a objetivos empresariales mas tradicionales, incluye la reducción de los costos de producción, el mejoramiento de la calidad, la generación de un producto o un servicio nuevo y los proyectos de nuevas plantas industriales.
- La segunda categoría se circunscribe al concepto moderno de sustentabilidad ambiental y obedece a objetivos menos directos, pero igualmente esenciales: elevar la competitividad gracias a la mayor eficiencia en el empleo de los recursos para poder mantenerse en el mercado a largo plazo.

Por otra parte, en economías cada vez mas abiertas, las exportaciones latinoamericanas vivirán bajo la amenaza creciente de ecorechazo al producto por parte de los consumidores de países desarrollados.

El principio de la mejor tecnología disponible, BAT (Best Available Technology), es exigido en los proyectos a ejecutar en E.E.U.U. para

definir los límites fisicoquímicos y de masas de las emisiones de mayor riesgo. Su utilización en consecuencia define de hecho ciertas normativas.

La utilización de la mejor tecnología disponible es discutible en América Latina y El Caribe, al menos para los sectores secundarios y terciarios. Poderosos argumentos pueden conducir al empleo de otras tecnologías. Ejemplo: montos de inversión, dimensión del mercado, mayor utilización de trabajadores, complejidad de la operación y mantenimiento. Este es un tema de reflexión que excede el alcance del presente estudio. Las normas de la mejor tecnología disponible (BAT) pueden resultar apropiadas en la etapa de instalación de la planta, pero los niveles de emisión correspondientes a esas normas no necesariamente logran mantenerse a lo largo de toda la vida útil, ya que pueden producirse problemas técnicos que originen variaciones en la calidad de la carga de fundición, etc.

CAPITULO II
PROCESO PRODUCTIVO

2.1. Introducción

La empresa en estudio es el principal complejo industrial de transformación de zinc del Perú y de Sudamérica, además de procesar otros metales no ferrosos.

Sus operaciones, iniciadas en 1980, abarcan la producción de derivados metalúrgicos del zinc tales como aleaciones, zinc laminado (hojas, tiras, planchas, discos para pilas, planchas para zincogrado, etc.), láminas de plomo y la elaboración de diversos productos químicos tales como el óxido de zinc.

Cuenta con un área de aproximadamente 4 hectáreas.

Los productos de la empresa en estudio son comercializados: el 75.5 % al mercado extranjero y 24.5 % al mercado nacional.

La empresa esta incluida en el Clasificación Internacional Industrial Uniforme CIIU 3720 como Fundición de Metales No Ferrosos.

2.2. Organización y Distribución del Personal

La planta cuenta con 355 trabajadores de los cuales 275 pertenecen al área de producción y 80 son personal administrativo.

El horario de trabajo es de lunes a domingo incluyendo los días feriados en tres turnos:

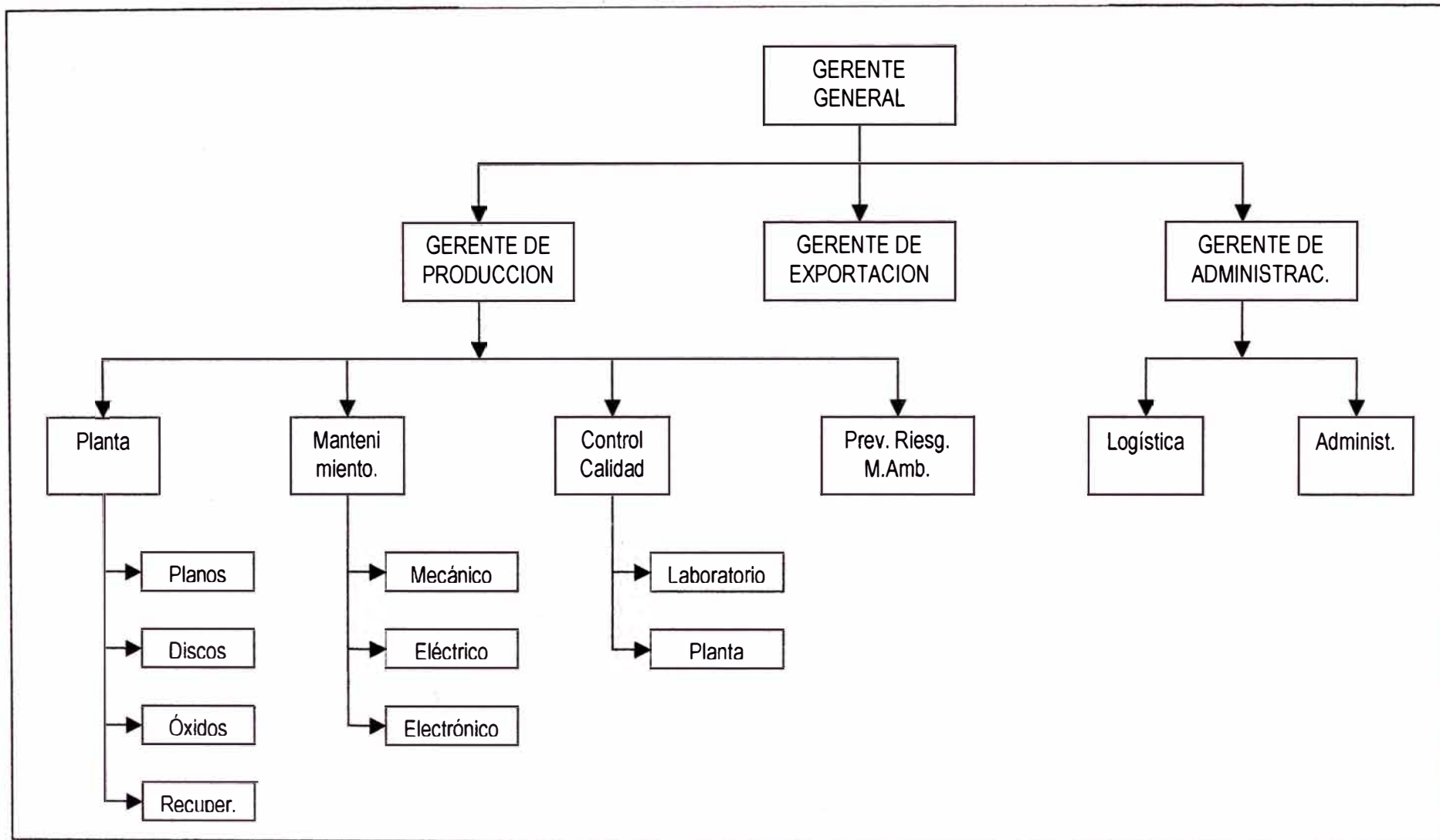
1º turno → 07:00 – 15:00 hr.

2º turno → 15:00 – 23:00 hr.

3º turno → 23:00 – 07:00 hr.

El organigrama de producción muestra la estructura organizativa de la planta. (Ver figura N° 7)

Figura N° 7 : "ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA"



Fuente: Propia

Año: 2004

2.3. Descripción de los Procesos y Actividad desarrollada

La planta procesa en tres líneas de producción que son: línea de planos, línea de discos, línea de óxidos, área de mantenimiento y de control de calidad; además del área de administración y de servicios diversos requeridos en la empresa. (Ver figura N° 8).

2.3.1.-Línea Operativas

2.3.1.1.- Planos

Usa como materia prima principal el zinc, junto con aleaciones de titanio, cobre y aluminio.

Usa como insumo cloruro de amonio para el proceso de escorificación.

Sus principales procesos operativos son:

1.Fundición: en dos hornos eléctricos a gas propano de 15 TM de capacidad cada uno, se alimenta de zinc electrolítico y aleaciones de Zn-Ti, Zn-Cu y Zn-Al. De esta aleación que funde a 430°C, se toman muestras para su análisis químico previo.

2.Colada Continua: en maquina de colada continua, el cual se obtiene la aleación final de zinc en forma de lámina

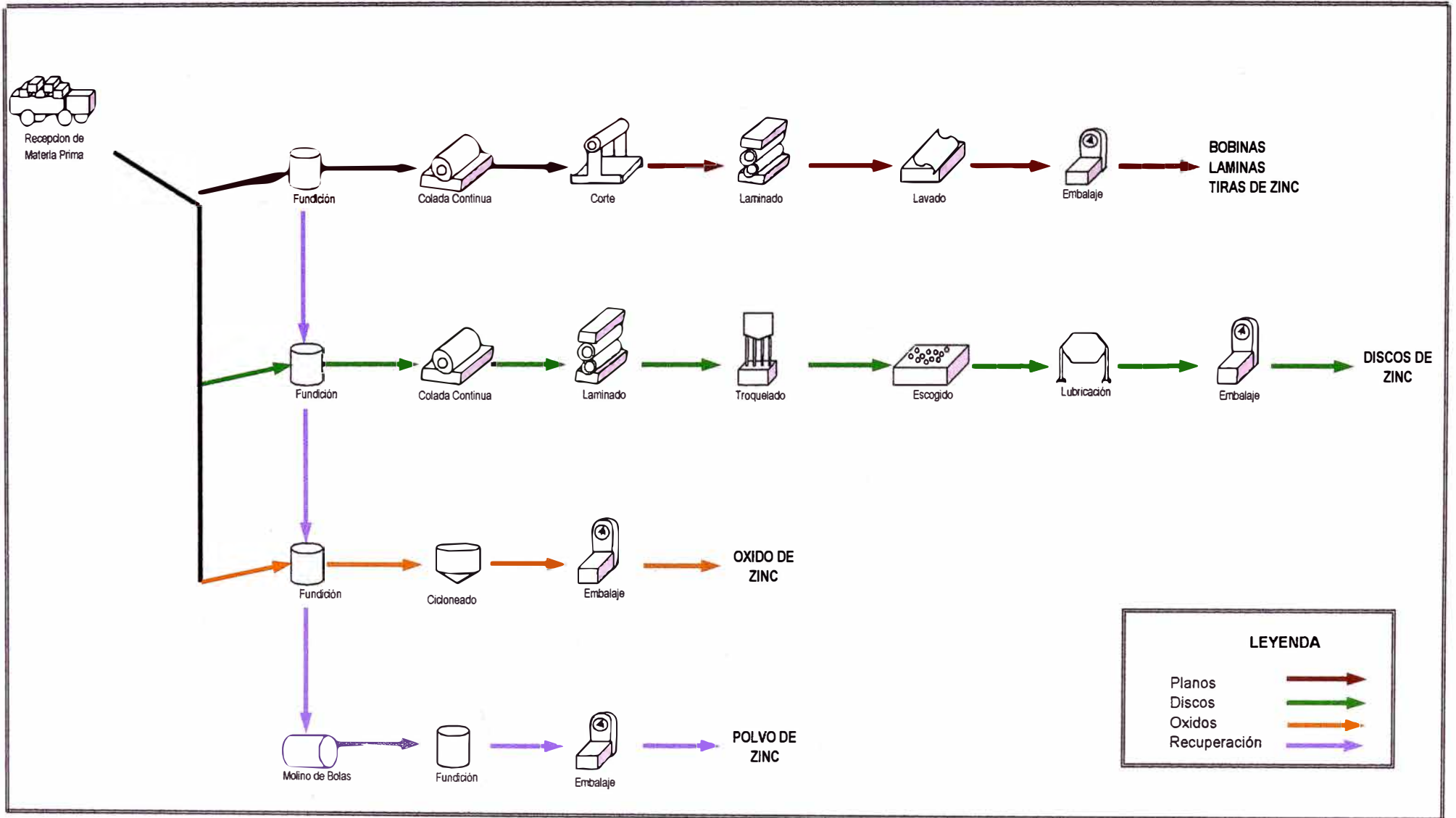
3.Corte y refilado: según el ancho y largo de lámina requerida por el cliente.

4.Laminado: reduciendo la espesor de la lámina.

5.Lavado: permite dejar la lámina limpia de impurezas.

6.Embalaje: las bobinas son pesadas y embaladas para luego ser depositadas en el almacén de producto terminado.

Figura N° 8 "PROCESO PRODUCTIVO DE INDUSTRIA DE METALES NO FERROSOS"



Fuente: Propia
Año: 2004

Productos finales: bobinas, laminas, tiras de zinc.

2.3.1.2.-Línea Discos

Usa como materia principal el zinc, junto con aleaciones de manganeso y metales como: plomo, cadmio, indio, magnesio, telurio.

Usan como insumo cloruro de amonio para el proceso de escorificación.

Sus principales procesos operativos son:

1.Fundición: realizado en un horno eléctrico de 50 TM de capacidad, se alimenta de zinc electrolítico y aleación de manganeso, plomo, cadmio, indio magnesio y telurio. De esta aleación que funde a 420°C, se toman muestras para su análisis químico previo al moldeo.

2.Colada continua: en maquina de colada continua , el cual se obtiene la aleación final de zinc en forma de lámina

3.Laminado: para determinar grosor a través de laminadoras.

4.Troquelado: determina el diámetro del disco de zinc.

5.Escogido: los discos son previamente limpiados a través de bombos de aserrín y pasan a ser escogidos en fajas.

6.Lubricación: con aditivos de grafito y otros para determinados productos.

7.Embalaje: Los discos son embolsados en bolsas de 25 K y estas a su vez, embaladas en paletas de 1 TM . Luego son depositadas en el Almacén de Productos Terminado.

Productos finales: toda la gama de tipo de discos redondos o hexagonales usados en la elaboración de pilas y baterías.

2.3.1.3.-Línea Óxidos

Usan como materia prima zinc "Special High Grade".

Usan como insumo el cloruro de amonio para la escorificación.

Sus principales operaciones son:

1.Fundición: se utilizan hornos crisoles a los que se alimenta con lingotes de zinc (SHG), que a una temperatura de 900°C y en contacto con el aire producen óxido de zinc (polvo blanco).

2.Cicloneado: El óxido de zinc producido es conducido por succión de un ventilador por ductos hacia ciclones, cuartos (el mismo sistema de ciclones pero de forma paralelepípeda) y mangas donde se clasifican de acuerdo a la granulometría, de mayor a menor fineza que es lo que sale de las mangas.

3.Embalaje: El óxido de zinc es embolsado en bolsas de 25 K y estas a su vez, embaladas en paletas de 1 TM . Luego son depositadas en el Almacén de Productos Terminado.

Productos finales: oxido de zinc conocido como "Sello Dorado", con una pureza típica de 99.9 % y otros.

2.3.1.4.- Área de Control de Calidad

Se realizan los diferentes análisis de control de calidad del producto en fase intermedia o final en las diferente líneas productivas, y otros requerimientos que se presenten (análisis de contenido de metales en láminas, discos, etc.)

2.3.1.5.- Área de Mantenimiento

Se realiza la manutención de las maquinarias usadas en el proceso productivo (en las diferentes líneas de producción) contando con: reparación eléctrica, soldadura, mecánica, electrónico, hidráulico y refractarios.

2.3.2.- Administración

2.3.2.1.- Oficinas

La generación de residuos de papel, cartones u otros útiles de escritorio es propia de este tipo de actividad en las oficinas.

2.3.2.2.- S.S.H.H.

2.3.3.- Servicios

2.3.3.1.-Tanques de almacenamiento

Se cuenta con 2 tanques de almacenamiento de residual N° 6 de capacidad 7000 y 8000 galones, y 3 tanques de almacenamiento de diesel N° 2 situados en el patio de tanques con una capacidad de 9000 , 1000 y 800 galones de combustible.

2.3.3.2.- Tanques de tratamiento de agua

Durante el proceso de enfriamiento de la colada de zinc se requiere de un tanque para el tratamiento de agua dura a agua blanda. Este tanque retiene iones de calcio y magnesio, y el residuo generado es responsabilidad de la empresa contratista de este servicio.

2.3.3.3.- Comedor

El requerimiento de alimentación del personal de la empresa esta a cargo del concesionario respectivo, el cual se hace responsable de la disposición adecuada de los residuos orgánicos generados en la prestación de este servicio.

2.3.3.4.- Otros Servicios

Las labores que se realizan en la empresa requieren del uso de diversos equipos de protección personal que varían desde guantes de cuero hasta cartuchos de filtros para gases y vapores orgánicos; generándose equipos de protección personal en desuso.

CAPITULO III
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN
DE RESIDUOS SOLIDOS
INDUSTRIALES

3.1. Diagnóstico de la Situación Actual

- **Revisión Medioambiental inicial**

Esta revisión es el punto de partida de el Plan de Manejo Ambiental de residuos sólidos, considerándose los procesos productivos, productos y servicios realizados dentro de la planta.

Para realizar la identificación, caracterización y cuantificación de residuos sólidos industriales se desarrollo una metodología de trabajo mencionada anteriormente en el Capitulo III , en la cual se especifica el equipo de trabajo para la realización de esta evaluación.

Se desarrollo esta Revisión Medioambiental Inicial entre el Octubre del 2002 a Mayo del 2003.

Panorámica e información general

La empresa en estudio es un complejo industrial de transformación de zinc, además de procesar otros metales no ferrosos.

Sus procesos abarcan la producción de derivados metalúrgicos del zinc, tales como aleaciones, zinc laminado (hojas, tiras, planchas, discos para pilas, planchas para zincograbado, etc.), láminas de plomo y la elaboración de diversos productos químicos tales como el oxido de zinc.

La compañía cuenta con una política medioambiental mencionada anteriormente.

Este sitio de operaciones presenta 4 hectáreas aproximadamente, contando con el siguiente personal: 275 en el área de producción y 80 en el área de administración.

Limita con áreas urbanas y con zona industrial por el otro extremo.

El área usada como almacén interno final de residuos sólidos se encuentra con lixiviados de aceite, grasa y emulsión.

Estudios previos realizados en la empresa determinaron que no se encuentra debajo del área de ninguna napa freática ni aguas subterráneas.

Revisión de las Practicas de Gestión Medioambiental

La empresa cuenta con una Política Medioambiental, pero no cuentan con ningún Sistema de Gestión Ambiental, solamente realizan Monitoreos de Calidad de Aire semestrales y Fumigaciones.

Revisión de las actividades, los productos y los procesos

La descripción del proceso productivo es mencionada en el Capitulo II de esta tesis.

Revisión de Accidentes e Incidentes medioambientales previos

Los registros sobre este tipo de acontecimientos son nulos, contándose solo con información verbal sobre derrames de aceite y emulsión en áreas dentro de la empresa, irritaciones en la vista por exposición a la emulsión caliente, amagos e incendios por mal manejo de aceites y solventes.

Los tres trabajadores encargados del almacenamiento interno de los residuos sólidos han presentado cortes y contusiones durante el manejo de la basura, de los cuales solo uno de ellos esta vacunado contra el tétanos.

Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Sólidos Industriales

La empresa en estudio cuenta con 3 trabajadores dedicados exclusivamente al recojo, reciclaje y disposición de los residuos sólidos. Estos trabajadores laboran de lunes a viernes en horario de 7:00 a.m. a 3:00 p.m.; solo uno de ellos esta vacunado contra el tétanos; cuentan con el siguiente equipo de protección personal:

- Protector respiratorio 8212
- Gorro drill simple
- Casco de seguridad

- Zapatos de seguridad
- Polo, camisa, pantalón y mameluco de trabajo.
- Guantes de nitrilo.

En las áreas de la empresa se encuentran distribuidos 22 cilindros dispuestos de la siguiente manera en las áreas:

- | | |
|------------------------------------|-------------|
| • Planos | 6 cilindros |
| • Discos | 5 cilindros |
| • Oxidos | 4 cilindros |
| • Control de Calidad | 1 cilindro |
| • Mantenimiento | 4 cilindros |
| • Administración y otros servicios | 2 cilindros |

Los cilindros no se encuentran identificados, así como el área de almacenamiento no está señalizado, ni delimitado, no cuenta con piso de concreto o impermeable en caso de producirse lixiviados (emulsión, grasa y aceite), sin techo, sin extintor.

Estos cilindros son recogidos por el personal encargado 2 veces a la semana (lunes y jueves); y llevados al almacén interno de residuos, realizando a continuación el siguiente procedimiento:

- Depositar los residuos de cada cilindro sobre plástico de color blanco.
- Proceder a escoger los discos de zinc, zunchos, maderas, fierro y otros. Usar zarandas para escoger el material de zinc mezclado con la tierra de barrido de las áreas.
- Una vez escogido el cilindro retornar la basura hacia el cilindro escogido.
- Continuar el mismo procedimiento con los cilindros restantes.
- Colocar nuevamente los cilindros en las áreas respectivas.
- El camión de basura lo lleva hacia "Huaycoloro" (relleno sanitario de residuos sólidos municipales).

Estos materiales reciclados son dispuestos de la siguiente manera:

- Al almacén para venta: maderas, zunchos, fierros.
- Al área de Recuperación para su reaprovechamiento: discos de zinc, material de zinc, etc. En esta área se encuentran 10 trabajadores con horario de 7:00 a.m. a 3: p.m. de lunes a sábado, usando equipo de protección personal (respirador 8212, guante de cuero 12", uniforme de seguridad, mandil de cuero, zapatos y casco de seguridad).
- Los cilindros de emulsión, aceite y solvente usado se encuentran almacenados.
- El aserrín usado se acumula, para su venta posterior.

3.2. Metodología de Trabajo

Para identificar y evaluar las características de los residuos sólidos industriales se constituyó un equipo de trabajo que contó con la participación de profesionales de diversas disciplinas como son:

- Ing. Químico.
- Ing. de Higiene y Seguridad Industrial.
- Colaboración completa de todas las líneas productivas.
- Bach. de Ing. de Higiene y Seguridad Industrial.

Este equipo, realizó un trabajo técnico basado en lo siguiente:

1. **Identificación de áreas generadoras de residuos sólidos:** El conocimiento del proceso productivo completo se obtiene a través de información solicitada a las áreas respectivas registrándose los residuos sólidos generados en cada unidad operativa.

Con esta información se logra elaborar un registro inicial de actividades y sitios de generación que revela la situación actual de la empresa.

2. **Clasificación y Cuantificación de residuos:** para un conocimiento detallado se realiza una encuesta a los responsables de áreas respectivas. Las encuestas se han elaborado de modo que dejen expresa toda información de los siguientes aspectos:

- del residuo: nombre, frecuencia de generación.
- de ubicación: lo que permite la detección física de los lugares de generación.
- de cuantificación: para estimar cantidades generadas.
- de destino final actual.
- y de identificación de manipuladores: para reconocimiento de los responsables del uso y manejo de residuos sólidos.

3. **Análisis de Riesgos:** el estudio se complementa con un análisis cualitativo de riesgos. Este contribuye a evaluar y calificar la situación actual. Aporta, además, elementos que permiten definir las acciones a seguir en el futuro para dar solución a la problemática de los residuos sólidos en la empresa en estudio.

3.3. Identificación de Residuos Sólidos Industriales Generados

De los informes emitidos por las diferentes áreas se pudo obtener la siguiente información:

3.3.1. Líneas Operativas

3.3.1.1. Planos

El material de zinc, cobre, titanio y aluminio ingresa a los hornos de fundición, previamente se retira el zuncho metálico. A esta aleación se le adiciona Cloruro de Amonio (ClNH_4) quedando como residuo las bolsas vacías de este producto.

Durante el proceso de formación de laminas de zinc aleadas se coloca fieltros para evitar que el material particulado se adhiera a la superficie de la lamina.

Los trapos son utilizados para limpieza y otras actividades en las que se requieran.

3.3.1.2. Discos

El material de zinc, plomo, cadmio, manganeso, indio y magnesio ingresa a los hornos de fundición, previamente se retira el zuncho metálico. A esta aleación se le adiciona Cloruro de Amonio (ClNH_4) quedando como residuo las bolsas vacías de este producto.

Al obtenerse los discos de zinc aleado, son procesados en el área de troquelado donde se limpian con aserrín, resultando como residuo el aserrín usado.

Los trapos y waypes son usados para limpieza y otras actividades en las que se requieran.

3.3.1.3. Oxido

El material de zinc ingresa a los hornos de fundición, previamente se retira el zuncho metálico.

Los trapos son usados para limpieza y otras actividades en las que se requiera.

Durante el embalaje se obtienen bolsas rotas de papel con residuos de ZnO (Oxido de zinc, ecotóxico).

3.3.1.4. Mantenimiento

Mantenimiento en el área Planos rectifica los rodillos de la laminadora, obteniéndose como residuo 988 kg de polvo fino de acero al mes.

Este proceso se realiza en otra zona fuera de planta, pero los residuos del rectificado (polvo fino) son almacenados en planta.

En el área de Discos: el proceso de colada continua requiere el cambio de bandas metálicas de Soldur de acero dulce produciendo una cantidad mensual de residuo de 284 kg.

En el cambio de piezas del área de troquelado se retira como residuo piezas de fierro gastadas.

En el área de Óxidos se realiza el mantenimiento de los hornos de fusión del óxido de zinc; produciéndose residuos de crisoles, mangas y tolvas quemadas.

En el área de recuperación de los hornos Reverberos como residuo crisoles, tolvas quemadas y trapos que son utilizados para limpieza y otras actividades que se requieren.

En planta se realiza el cambio de aproximadamente 27 luminarias mensualmente.

Para el pintado de áreas de planta y otras (mantenimiento de la señalización) se obtienen como residuo 17 galones vacíos de pintura mensualmente.

3.3.1.5. Control de Calidad

Las pruebas realizadas en laboratorio requieren el uso de 20 unidades de Kit de bacterias y hongos mensualmente.

3.3.2. Administración

3.3.2.1. Oficinas

Los desechos obtenidos son básicamente : cartón, papel de baño, útiles de escritorio, lapiceros.

3.3.2.2. Servicios Higiénicos

Se obtienen residuos de papel higiénico y demás residuos propios de este servicio.

3.3.3. Servicios

3.3.3.1. Tanques de Almacenamiento

La limpieza de los tanques se realiza anualmente obteniéndose 120 Kg. de borra de los tanques de diesel N° 2 y residual N° 6.

3.3.3.2. Tanques de Tratamiento de Agua

El mantenimiento de estos tanques se realiza a través de una empresa contratada, la cual se hace responsable de la disposición de los residuos generados en este servicio.

3.3.3.3. Comedor

El concesionario contratado dispone de los residuos sólidos orgánicos y demás diariamente de acuerdo a contrato.

3.3.3.4. Otros servicios

El equipo de protección personal deteriorado por el uso de los trabajadores varía desde zapatos de seguridad, guantes, ropa de trabajo, casco, lentes, protectores auditivos y respiratorios; obteniéndose residuos sólidos impregnados de distintos contaminantes que se producen durante la labor de trabajo.

La recopilación de la información emitida por las diferentes áreas de la empresa en estudio se presenta a continuación en el cuadro N° 9.

CUADRO N° 9 "IDENTIFICACION DE RESIDUOS SOLIDOS INDUSTRIALES"

Residuos sólidos	TRAPO INDUSTRIAL	WAYPE INDUSTRIAL	RETAZOS ZUNCHOS	BOLSAS CLMHA VACIAS	ENVASES Y GALONES VACIOS	POLVO FINO DE RECTIFICADO	CRISOLES	MANGAS - TOLVAS QUEMADAS	LUMINARIAS	KIT DE BACTERIAS	BORRA LIMPIEZA DE TKS.	EPP USADO	PAPEL Y CARTON	BOLSA PAPEL CON ZNO	MADERAS	FILTROS	ASERIN	BANDA SOLDUR AGERO DULCE	ACEITE	FIERRO	EMULSION	SOLVENTE	FILTROS	OTROS (*)
Area	PLANOS	DISCOS	OXIDO	RECUPERACION	MANTENIMIENTO	CONTROL DE CALIDAD	ADMINISTRACION	SERVICIOS																
	X	X	X	X	X	X	X	X								X			X	X	X	X	X	X

(*): grasa, cables electricos, plastico de embalaje con grasa, lijas, tierra de barrido, sirech film, tinta de impresoras, utiles de escritorio.

Fuente: Propia

Año: 2004

3.4. Clasificación y cuantificación de Residuos Sólidos Industriales

La cuantificación se realizó a través de formatos llenados por las áreas respectivas sobre los residuos sólidos generados durante el proceso productivo.

Las cantidades reportadas fueron estimadas con respecto a la salida de materiales diarios, semanales y mensuales del almacén principal o realizando el pesaje respectivo en una balanza electrónica.

Para la clasificación se consideró como criterios la “Guía para la Definición y Clasificación de Residuos Peligrosos” del CEPIS, así como tomando en cuenta las Hojas de Seguridad de Materiales (MSDS), su composición, contenido y forma física en la cual se encuentra (polvo, fibras, bloques, etc.). Los insumos tales como el plomo, cadmio, zinc, cobre, aluminio se presentan en forma de lingotes o varillas, y vienen envasados en cajas de madera o en zunchos por lo cual estos envases no se consideran un residuo a caracterizarse como peligroso.

Muchos de los envases de los aditivos usados en laboratorio, mantenimiento y otras actividades eventuales no han sido considerados debido al desconocimiento de sus MSDS por parte del personal; debido a ello se están inventariando estas hojas para definir si los envases o los restos al utilizar estos productos son residuos con alguna característica de peligrosidad o no. Este proceso de inventariado está llevándose a cabo con la recopilación de las MSDS de los productos usados, los cuales una vez identificados serán clasificados y cuantificados para su manejo adecuado.

Las cantidades mensuales de residuos sólidos industriales reportadas por las diferentes áreas de la empresa se muestran en el cuadro N° 10.

En el cuadro N° 11 se presenta la clasificación y cuantificación mensual por tipo de residuos sólidos industriales (peligroso y no peligroso).

CUADRO N° 10 "CUANTIFICACION MENSUAL DE RESIDUOS SOLIDOS INDUSTRIALES POR AREAS"

Residuos Sólidos	Cantidad (kilos)							
	Planos	Discos	Oxido	Recuperación	Mantenimiento	Control de Calidad	Administración	Servicios
Trapo Industrial	156	80	36	4				
Waype Industrial		150						
Retazos de Zunchos	540	1575	810					
Bolsas CIN4 Vacias	0.06	0.06						
Envases y galones vacios	0.595				0.245			
Polvo fino de rectificado					988			
Crisoles			500	75				
Mangas - Tolvas quemadas			8.2	18.2				
Luminarias					1.08			
Kit de bacterias						0.2		
Borra limpieza de tk								300
Epp usado								254
Papel, carton							496	
Subtotal (kilos)	696.655	1805.06	1354.2	97.2	989.325	0.2	496	554

Continua en la siguientes página...

Residuos Sólidos	Cantidad (kilos)							
	Planos	Discos	Oxido	Recuperación	Manteni miento	Control de Calidad	Administra cion	Servicios
Bolsa de papel con ZnO			3.28					
Maderas	52	256	216					
Fieltro	98							
Aserrin		14501						
Bandas Soldur acero dulce		284						
Aceite	0.412	0.412						
Fierro	48	152	120					
Emulsion	2.015	2.015						
Solvente	0.744							
Filtros	0.21							
Otros (*)	209.75	211.85	209.75	209.75				
Subtotal (kilos)	411.131	15407.277	549.03	209.75	0	0	0	0
TOTAL (kilos)	1107.786	17212.337	1903.23	306.95	989.325	0.2	496	554
TOTAL (kilos)	22569.8							
TOTAL (toneladas)	22.6							

(*): grasa, cables electricos, plastico de embalaje con grasa, lijas, tierra de barrido, stretch film, tinta de impresoras, utiles de escritorio.

Fuente: Propia

Año: 2004

CUADRO N° 11 "CLASIFICACION Y CUANTIFICACION MENSUAL DE RESIDUOS SOLIDOS INDUSTRIALES"

Residuos Sólidos	Total (kilos)	Observación	Tipo	Características de Peligrosidad (**)
Trapo Industrial	276		Peligroso	I,T
Waype Industrial	150		Peligroso	I,T
Retazos de Zunchos	2925	Venta	No peligroso	---
Bolsas CINH4 Vacias	0.1		Peligroso	T
Envases y galones vacios	1		Peligroso	T
Polvo fino de rectificado	988		Peligroso	T
Crisoles	575		No peligroso	---
Mangas - Tolvas quemadas	26	Venta	Peligroso	T
Luminarias	1		Peligroso	
Kit de bacterias	0.2		Peligroso	P
Borra limpieza de tk	300	Anual	Peligroso	I
Epp usado	254		Peligroso	T
Papel, carton	496		No peligroso	---
Subtotal (kilos)	5993			

Continúa en la siguientes página...

...viene de la página anterior

Residuos Sólidos	Total (kilos)	Observación	Tipo	Características de Peligrosidad (**)
Bolsa de papel con ZnO	3		Peligroso	T
Maderas	524	Venta	No peligroso	---
Fieltro	98		Peligroso	T
Aserrin	14501	Reutilizado - Venta	Peligroso	I, T
Bandas Soldur acero dulce	284	Semanal -Venta	No peligroso	---
Aceite	1	Reutilizados - Venta	Peligroso	I
Fierro	319	Venta	No peligroso	---
Emulsion de aceite	4	Venta	Peligroso	T
Solvente	1	Reutilizado - Venta	Peligroso	I
Filtros	0.2		Peligroso	T
Otros (*)	841	Residuos mezclados	Peligroso	I
Subtotal (kilos)	16576			
TOTAL (kilos)	22569.8			
TOTAL (toneladas)	22.6			

(*): grasa, cables electricos, plastico de embalaje con grasa, lijas, tierra de barrido, stretch film, tinta de impresoras, utiles de escritorio.

(**): T = Tóxico

I = Inflamable

P = Patógeno

Fuente: Propia

Año: 2004

La cantidad de residuos sólidos generados con respecto al peso (Toneladas) de la producción mensual en la empresa materia de estudio se presenta a continuación en el cuadro N° 12.

CUADRO N° 12 "Cuantificación de Residuos Sólidos vs. Producción Mensual"

	Peso Mensual (T)
Residuos Sólidos	22.6
Productos	2206.1

El tipo de residuos sólidos industriales peligrosos y no peligrosos fueron cuantificados con respecto a su volumen (ver cuadro N° 13).

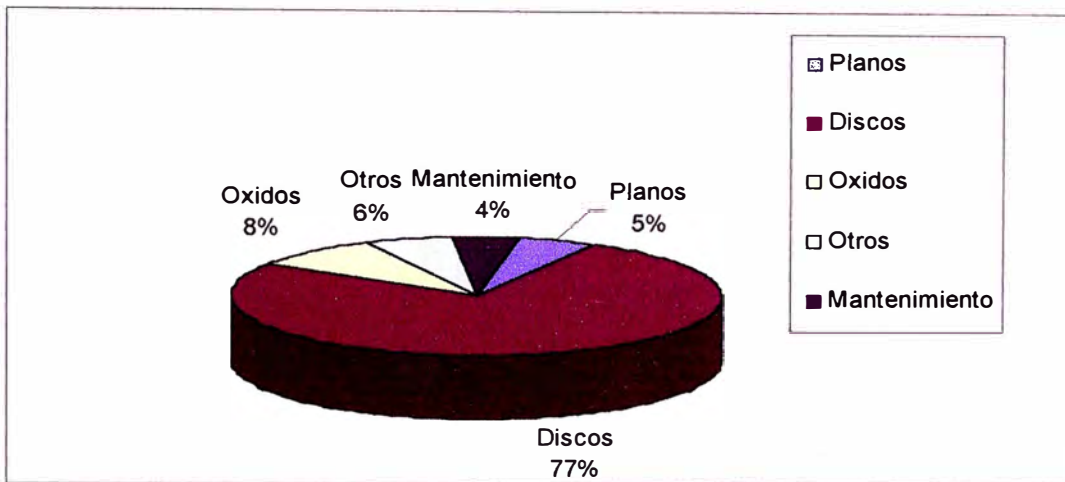
CUADRO N° 13 "Cuantificación en Volumen Mensual de Residuos Sólidos Industriales"

Tipo de residuos		Volumen (m³)
Peligrosos	Emulsión, aceite y solvente	4.9
	Aserrín	57.2
	Otros Peligrosos	42
No Peligrosos		4.3
Total		108.6

3.4.1. Discusión de Resultados:

De la figura N° 9 encontramos el mayor porcentaje de residuos sólidos en el área de Discos con un 77 %, seguidos de Óxidos y Planos con un 8 y 5 % respectivamente.

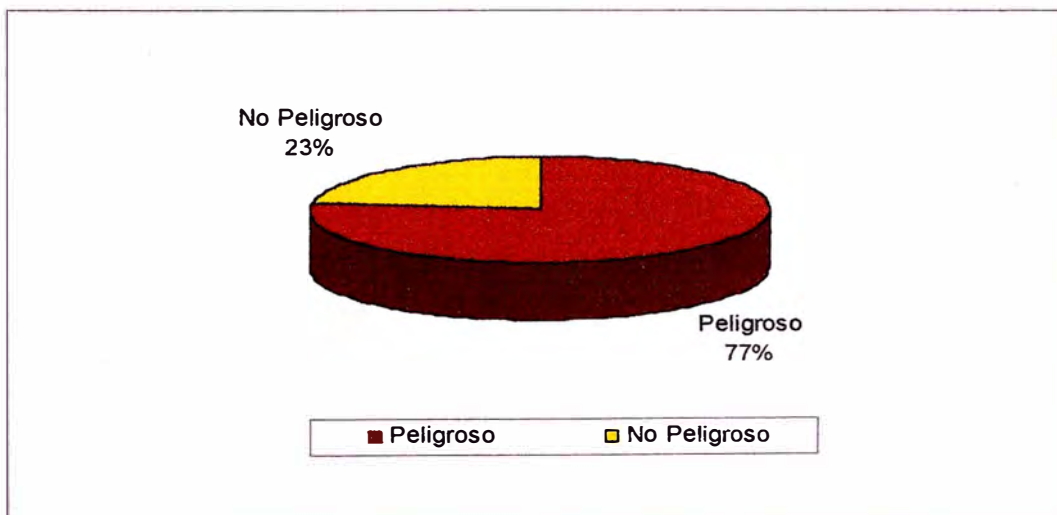
Figura N° 9 “Producción de Residuos Sólidos por Areas”



Fuente: Propia
Año: 2004

En la figura N° 10, se aprecia que del total de residuos sólidos el 77 % es peligroso y 23% es no peligroso.

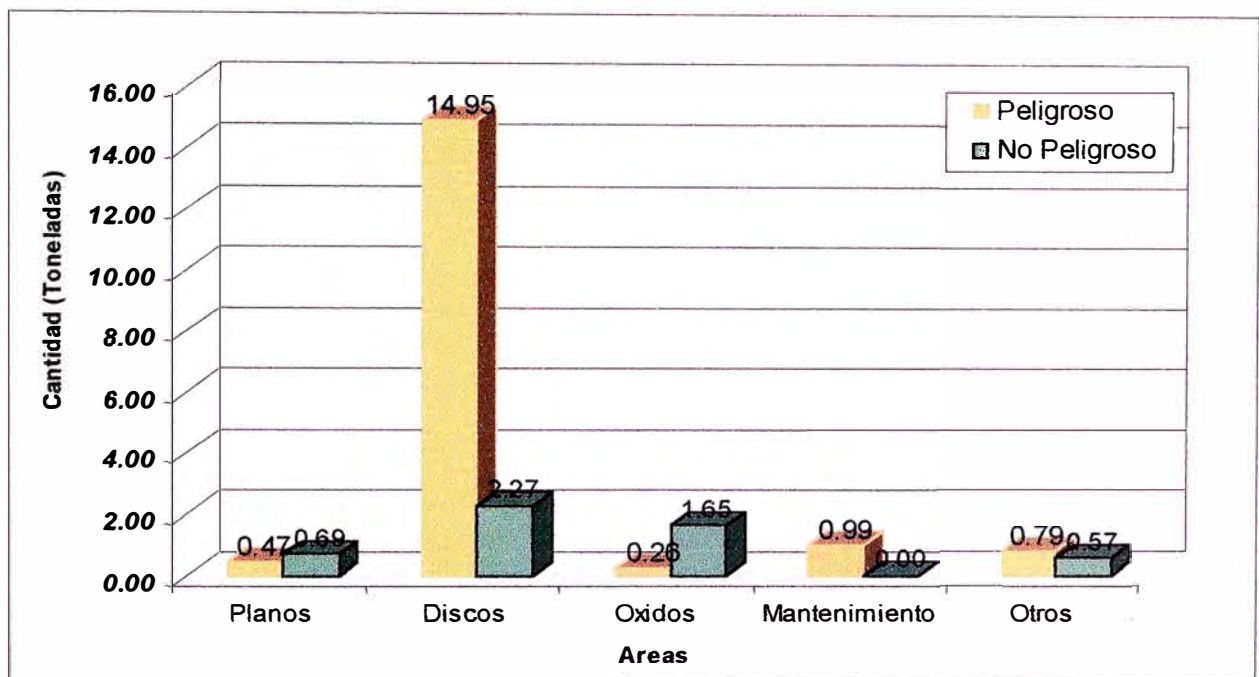
Figura N° 10 “Producción Relativa de Residuos Sólidos por Tipo”



Fuente: Propia
Año: 2004

De la figura N° 11 se encontró 15 000 Kg. de residuos sólidos peligrosos generados por el área de Discos, seguidos por Planos y Óxidos de aproximadamente 470 y 260 kg. respectivamente.

Figura N° 11 “Producción Mensual de Residuos Sólidos en Empresa de Metales No Ferrosos - Zinc”



Fuente: Propia
Año: 2004

Cabe destacar que el aserrín utilizado durante el proceso de lubricación en el área de Discos es aproximadamente 14 501 kilos mensuales, lo cual representa el 85.7 % de la cantidad de residuos sólidos peligrosos generados por la empresa.

Este tipo de residuo es reutilizado en el área de Lubricación de discos de zinc, tres veces, después de las cuales es desechado.

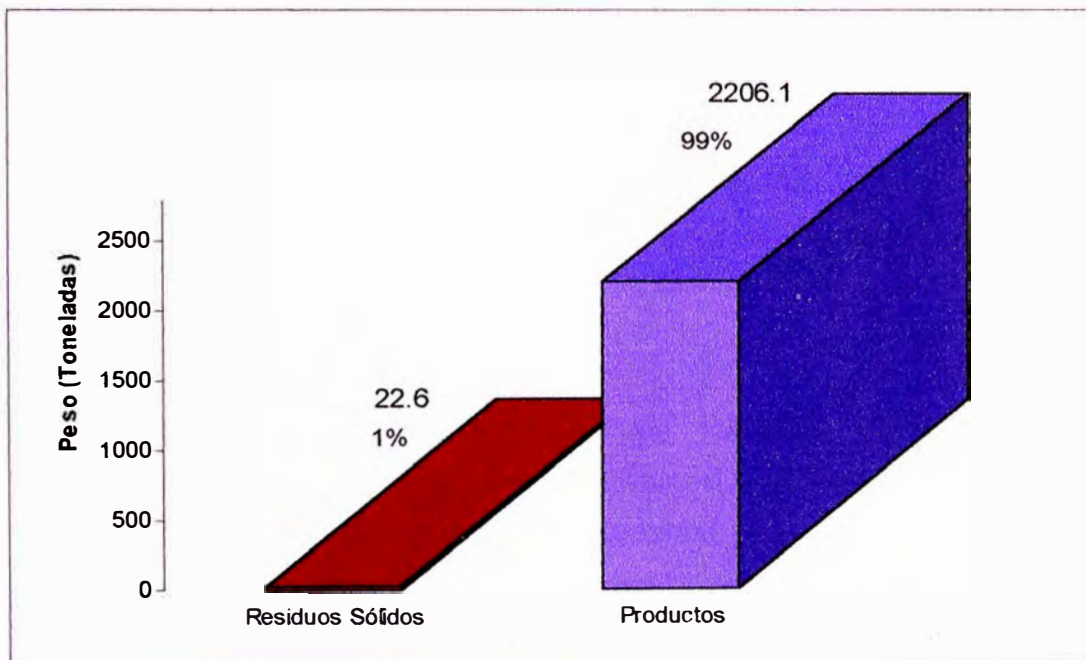
Este aserrín contiene trazas de partículas de zinc, además de trazas de emulsión.

Durante el proceso de producción se genera escoria, la cual es tratada en el área de Recuperación. Debido a ello, no se considera como residuo a la

escoria, por ser procesada y convertida en subproducto (polvo de zinc y material de recirculación) que es comercializado a nivel local y nacional.

Con respecto a la producción mensual de residuos sólidos de 22,6 toneladas en comparación con 2206,1 toneladas de productos elaborados en la empresa, los residuos sólidos representan el 1% en peso (ver figura N° 12).

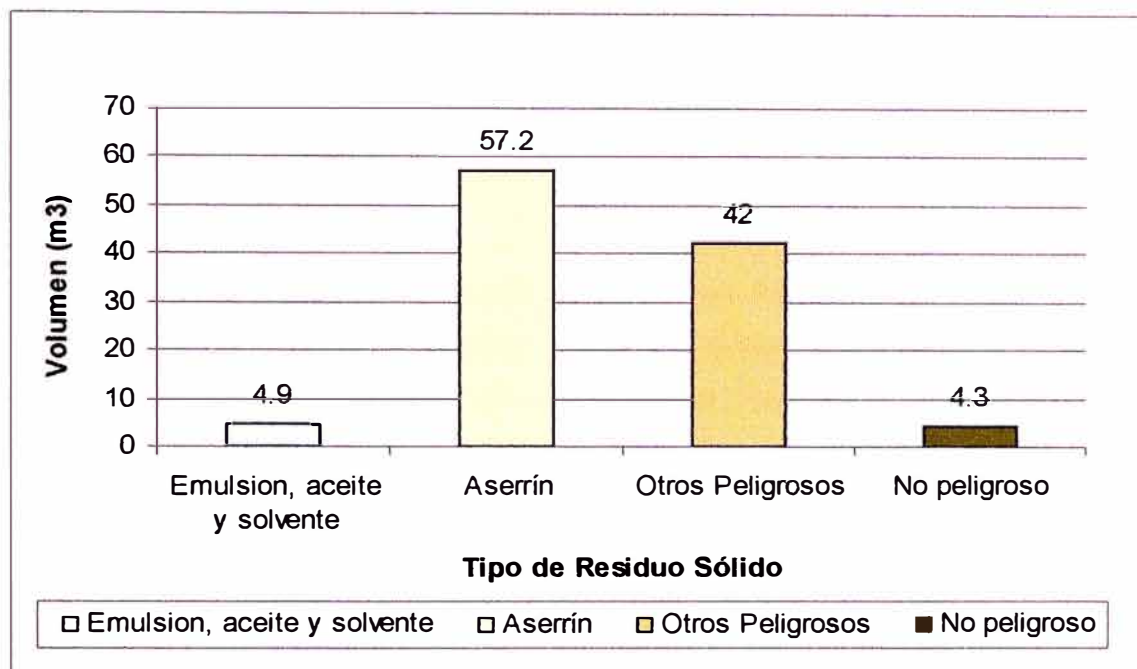
Figura N° 12 “Comparación Cuantitativa de Residuos Sólidos vs Producción Mensual”



Fuente: Propia
Año: 2004

En la figura N° 13, se observa que el mayor volumen de residuos sólidos generados mensualmente es de 578,2 m³ de aserrín, lo cual representa el 53% de residuos sólidos en volumen. Los residuos sólidos peligrosos como trapos, waypes, refractarios, equipos de protección usados, etc., representan el 39 % de los residuos generados en la empresa.

Figura N° 13 “Cuantificación en Volumen Mensual de Residuos Sólidos Industriales”



Fuente: Propia
Año: 2004

En general, podemos concluir que los residuos sólidos peligrosos representan en peso el 77% y en volumen el 96% del total de residuos sólidos generados en la empresa mensualmente.

El aserrín se presenta como el residuo sólido peligroso más representativo tanto en volumen como en peso representando un 53% y 85,7% respectivamente.

3.5. Análisis de Riesgo

Lo que se expone a continuación con respecto al peligro y los riesgos de los residuos, hace ver que su gestión requiere de la participación de profesionales de distintas disciplinas, así como la obtención, análisis y evaluación ponderada de diferentes tipos de datos; poniendo de relieve la complejidad de la demostración de los riesgos que pueden derivar del manejo de los residuos, particularmente los considerados como peligrosos. Es basándose en estas consideraciones, que las políticas en la materia

enfatan la importancia del enfoque preventivo, basado en el conocimiento y en las experiencias que muestran que es más barato prevenir que remediar y en la constatación de que se puede llegar a evitar la generación de residuos y a establecer sistemas de control efectivos que permitan su manejo seguro y ambientalmente adecuado.

3.5.1. Definición de riesgo

Para que un residuo pueda considerarse como un riesgo no basta con que presente propiedades que lo hagan peligroso, para ello, se requiere que entre en contacto con los posibles receptores (seres humanos, flora, fauna o materiales) en una cantidad y durante un tiempo suficiente para que ejerza sus efectos indeseables. Es por lo anterior, que el riesgo se define como se indica a continuación:

El riesgo se define como la probabilidad de que un residuo peligroso produzca un efecto adverso o dañino en función de la exposición.

En caso de materializarse el riesgo, la magnitud o intensidad del efecto o del daño dependerá del número de individuos que pueden ser afectados, tanto actualmente como en el futuro.

3.5.2. Accidentes y riesgos ocupacionales

La salud de los trabajadores involucrados en los procesos de operación de los sistemas de residuos sólidos, está relacionada no sólo a los riesgos ocupacionales inherentes a los procesos, sino también a sus condiciones de vida.

Algunos de los accidentes más frecuentes entre los trabajadores que manejan directamente los residuos sólidos son:

- **Cortes con vidrios:** es el accidente más común entre los trabajadores de recolección, en los trabajadores de plantas de recuperación y reciclaje y

entre los segregadores informales. La causa principal de estos accidentes se debe a la falta de información y educación de la población en general que no se preocupa de aislar o separar los vidrios rotos de los otros residuos. El uso de guantes atenúa la incidencia de cortes pero no impide la mayor parte de estos accidentes.

- **Cortes y perforaciones:** con otros objetos puntiagudos como agujas de jeringas, clavos, espinas y otros son también frecuentes.
- **Caídas del vehículo:** principalmente en la recolección y en la limpieza de vías, debido a que los trabajadores están en el estribo trasero del vehículo sin ninguna protección. Otro factor se relaciona con la elevada incidencia de alcoholismo entre los trabajadores que manejan residuos sólidos, lo que aumenta los riesgos de accidentes.
- **Atropellamiento:** están expuestos los trabajadores de recolección, de estaciones de transferencia, de barrido de calles y los de disposición final de residuos. Además con igual o mayor riesgo están los segregadores informales de los vaciaderos de basura y de rellenos no controlados.

Otros: también ocurren accidentes, algunos fatales o mutilaciones por aplastamiento o presión de equipos de compactación y otras máquinas; mordedura de animales (perros, ratas), exposición a hongos y bacterias, y picadura de insectos.

3.5.3. Desarrollo del Análisis de Riesgo

Se considera como “análisis de riesgo” al proceso en el que se identifican los sucesos con capacidad de producir daño (peligro/ factores de riesgo) y se estima la magnitud de los riesgos que pueden ocasionar en el caso de que se materialicen.

El proceso de análisis de riesgo comprende las siguientes etapas:

- **Proceso de evaluación de los riesgos identificados en las diferentes áreas:** a través del reconocimiento de los residuos sólidos existentes en cada área, así como del riesgo asociado al manejo de ese residuo.

- **Proceso de evaluación cualitativa:** donde se realizó la categorización de los riesgos, en las líneas operativas, usando criterios de valoración cualitativa.

3.5.3.1. Evaluación de los riesgos identificados en las diferentes áreas

Se consideró las líneas operativas por ser las áreas, de acuerdo a la clasificación y cuantificación de residuos se encuentra la mayor cantidad de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.

Se procedió a recoger información a través de las inspecciones para identificar los riesgos asociados al manejo de residuos sólidos de las áreas en cada línea operativa (ver cuadro N° 14).

Cuadro N° 14 "Identificación de Riesgos por Areas"

Lineas Operativas	Area	Residuos		Riesgo
		Operación	Mantenimiento	
Planos	Fundicion	Trapos, Zunchos, bolsas de CLNH4 vacias		R5,R6,R3,R7
	Colada Continua	Trapos, fieltros		R5
	Corte	Trapos		R5
	Laminado	Trapos, Emulsion, fieltro	Polvo fino de rectificado	R5,R9,R2
	Lavado	Solvente, trapo, frascos vacios de aditivo		R4,R5,R7
	Embalaje	Papel, Cartón		---
Discos	Fundicion	Trapo, Waype, bolsas de CINH4 vacias	Bandas de Soldur	R5, R6, R3,R7
	Colada Continua	Trapos		R5
	Laminado	Trapos		R5
	Troquelado	Trapos		R5
	Escogido	Trapos		R5
	Lubricacion	Aserrín		R3, R5,R2
	Embalaje	Papel, Cartón		---
Oxidos	Fundicion	Trapos	Crisoles	R5,R8
	Cicloneado		Mangas y tolvas quemadas	R1, R3, R5
	Embalaje	Bolsas con restos de ZnO		R3, R5
Recuperación	Molino de Bolas			---
	Fundicion	Trapos, Bolsas de CINH4 vacias	Mangas y tolvas quemadas, crisoles	R5, R3, R7
	Embalaje	Bolsas con restos de Polvo de Zinc		R3, R5,R2
C.C.	Laboratorio	Kit de Bacterias		R5

Fuente: Propia
Año: 2004

"Códigos para Análisis Cualitativo de Riesgos"

Código	Tipo de Riesgo
R1	Caida de personas a distinto nivel
R2	Contaminacion al medio ambiente
R3	Exposicion por inhalacion a material particulado
R4	Exposicion por inhalacion a solventes u otros tóxicos
R5	Contacto por piel
R6	Cortes
R7	Incendio
R8	Golpes
R9	Contacto con los ojos

Fuente: Adaptada del Método de Fine Williams
Año: Publicación 2002

3.5.3.2. Evaluación Cualitativa

Se utilizaron criterios de valoración, con el objeto de clasificar a los riesgos en categorías: clase A, B, C, D, E y F.

Estos criterios de valoración consideran factores como pérdida máxima estimada, efectos sobre el personal y la planta, daño al medio ambiente, imagen corporativa y efectos sobre la población. Las categorías son definidas como catastrófico, muy crítico, crítico, apreciable, mínimo y bajo riesgo.

Debido a la falta de archivos con respecto a incidentes ocurridos por el manejo de residuos sólidos en la empresa y a la no existencia de un análisis de riesgo, se propone la clasificación en el cuadro N° 15.

Además en la figura N° 14 se presenta gráficamente un mapa de riesgos por el manejo de residuos sólidos en la empresa materia de estudio.

Cuadro N° 15 " Evaluación Cualitativa de Riesgos por Líneas Operativas"

Lineas Operativas	Clase	Tipo de Riesgo
Planos	B	R7, R2
	F	R3, R4
	E	R5, R6
Discos	B	R7, R2
	F	R3
	E	R5, R6
Oxidos	C	R1
	E	R8, R5
	F	R3
Recuperación	B	R7, R2
	F	R3
	E	R5
C.C.	F	R5

Fuente: Propia
Año: 2004

Continua en la siguiente página...

...viene de la página anterior

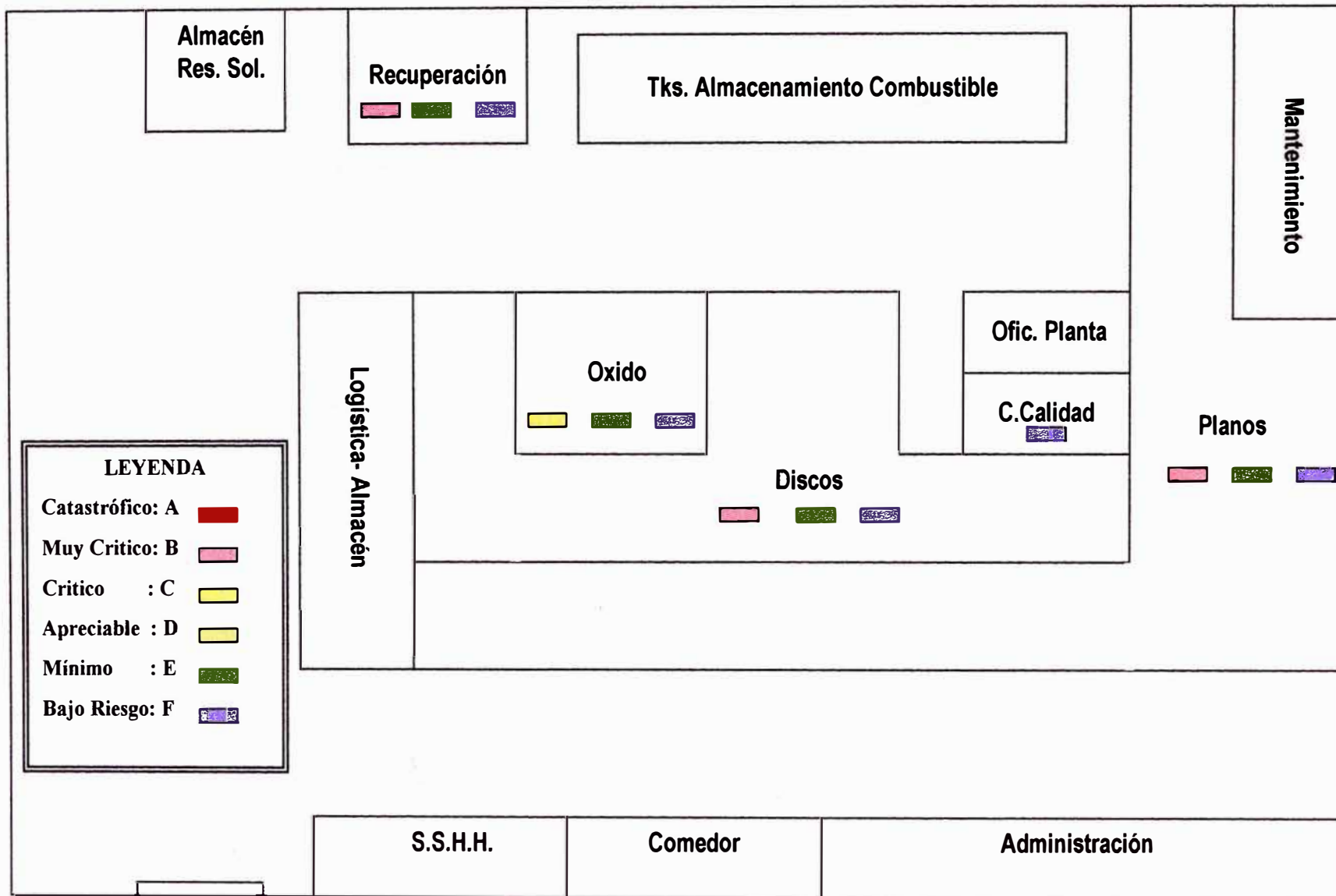
Codificación de Factores para Evaluación Cualitativa de Riesgos

Clase	Categoría	Perdida Maxima Estimada (millones de dolares)	Efectos sobre el personal	Efectos sobre la planta	Daño al medio ambiente	Imagen corporativa	Efectos sobre la población
A	Catastrófico	100-1000	Multiples fatalidades	Daño total	Importante	Perdida total	Una o mas fatalidades
B	Muy critico	10-100	Una fatalidad	Daño severo	Apreciable	Perdida importante	Probabilidad de 1/10 de fatalidad
C	Critico	1-10	Probabilidad de 1/10 de fatalidad	Daño menor	Menor	Menor	Hospitalizacion
D	Apreciable	0,1-1	Un herido grave	Ninguno	Minimo	Ninguno	Reclamo sobre emanaciones
E	Minimo	0,01-0,1	Varios heridos no graves	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
F	Bajo riesgo	0-0,01	Sin heridos	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno

Fuente: Less Frank "Loss Prevention in the Process Industries"

Año: 1 988

Figura N° 14 “Mapa de Riesgo”



3.5.4. Discusión de Resultados

En el área planos, discos y recuperación se han categorizado riesgos muy críticos debido a la posibilidad de incendio y contaminación al medio ambiente por el manejo de residuos sólidos como trapos y waypes empapados con grasa, emulsión o aceite, y al aserrín con trazas de zinc particulado y emulsión. El personal expuesto al riesgo muy crítico es de aproximadamente 200 trabajadores.

El riesgo mínimo se presenta en todas las áreas, excepto en Control de Calidad, con respecto a posibles incidentes por contacto con la piel, cortes y golpes.

La categoría de bajo riesgo se presenta en todas las áreas, debido a la inhalación de material particulado o solvente.

En conclusión, se presenta riesgo de incendio y contaminación al medio ambiente por el manejo de trapos y waypes empapados con grasa y otros, además del aserrín y polvo de rectificado y las bolsas rotas de papel con trazas de polvo de zinc.

El personal de manejo de residuos sólidos (3 trabajadores) se encuentra expuesto directamente por el manejo de kit de bacterias (*Escherichia Coli*) y hongos (*Proteus Vulgaris*), usados en el proceso, debido a lo cual han presentado problemas de micosis en las manos.

CAPITULO IV
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL
DE RESIDUOS SÓLIDOS

INTRODUCCIÓN

El manejo y segregación inadecuado realizado en la empresa en estudio ha permitido definir la necesidad de proponer un Plan de Manejo Ambiental de Residuos Sólidos Industriales en base a la Política de la empresa.

En este Plan se desarrollan objetivos generales y específicos, responsabilidades, las medidas propuestas con respecto al manejo adecuado de residuos sólidos industriales, a través de proyectos con plazos de ejecución y costos tentativos para el desarrollo de los mismos.

En el presente capítulo se presenta un Plan de Acción que atiende a las necesidades actuales de la empresa en estudio de acuerdo a la evaluación realizada en el Capítulo III.

Con este plan se pretende resolver la necesidad de un manejo adecuado de residuos sólidos dentro y fuera de la empresa previniendo, controlando los riesgos generados para preservar la salud y seguridad de las personas expuestas y la protección al medio ambiente.

A futuro, se espera que este Plan de Manejo de Residuos Sólidos sea el punto de partida para la gestión y la implementación de un Sistema Integrado de Manejo Ambiental en la empresa.

4.1. Política Ambiental

La alta dirección, los empleados y obreros de la empresa declaramos nuestro compromiso de

- Preservar la salud y la integridad física de las personas dentro de nuestras instalaciones.
- Proteger las instalaciones, equipos y materiales de nuestra empresa.
- Prevenir la contaminación ambiental y utilizar adecuadamente la energía
- Asegurar la productividad, controlar los costos y minimizar las pérdidas.

Para ello aceptamos nuestra responsabilidad individual y en equipo de:

- Capacitarnos en la prevención de riesgos.
- Cumplir y hacer cumplir las normas y procedimientos de nuestro Manual de Seguridad e Higiene Industrial.
- Cultivar los valores de autoestima, respeto por los demás, el orden y limpieza.

En consecuencia, reiteramos nuestro esfuerzo por elevar la imagen de nuestra empresa ante nuestros clientes, proveedores y la comunidad en general.

4.2. Planificación y Organización

4.2.1. Objetivos

Generales:

- Garantizar la protección del medio ambiente y la salud del trabajador, bajo medidas preventivas para evitar impactos negativos que puedan resultar durante la gestión y manejo de los residuos sólidos industriales.

Específicos:

- Proporcionar un documento guía para la identificación de los residuos provenientes de las operaciones propias de la fundición y laminación de metales no ferrosos, así como las practicas de manejo apropiadas y los métodos de disposición final para cada tipo de residuo generado.
- Dar a conocer a los contratistas procedimientos para el manejo y disposición final de los residuos que se generen durante la ejecución de obras.

4.2.2. Responsabilidades**Gerencia General**

- Define la Política de Protección Ambiental
- Reafirma su compromiso con la política de Protección Ambiental
- Provee los recursos necesarios para la implementación del Plan de manejo Ambiental de Residuos Sólidos.

Dpto. Prevención de Riesgos y Medio Ambiente

- Elaborar el Plan de Manejo Ambiental de Residuos Sólidos
- Asesorar en la implementación de Plan de Manejo Ambiental de Residuos Sólidos
- Conducir inspecciones durante la implementación del Plan, a fin de evaluar su cumplimiento, procedimientos y normas establecidas.

Jefe de U.O. e Ingenieros de Turno

- Velar por el cumplimiento del Plan, así como las normas establecidas.

Supervisores

- Cumplir con el Plan y con todas las normas y procedimientos establecidos.

- Son responsables de mantener el orden y limpieza de las áreas bajo su supervisión.
- Informaran a los trabajadores sobre los riesgos a ocasionar durante el manejo de los residuos sólidos industriales.
- Velar que los trabajadores ejecuten toda acción en forma correcta, disminuyendo el riesgo de contaminar el medio ambiente.
- Son responsables de dirigir las charlas diarias de 5 minutos, donde se incluirán temas sobre el manejo ambiental de los residuos sólidos.

Trabajadores

- Cumplir con la política ambiental de la empresa
- Cumplir con todas las normas y procedimientos dirigidos a proteger el medio ambiente
- Informar de cualquier situación a su superior, que puede afectar el entorno ecológico, de no hacerlo estará contribuyendo a su deterioro, por lo que será sancionado por la supervisión.
- Asistir a toda capacitación que sea programada.

4.3. Medidas Propuestas

Para el desarrollo de las medidas propuestas se recomienda la participación integral de todo el personal de la empresa; así como, la interacción de las distintas áreas de la empresa para llegar a la adecuación de los proyectos o programas propuestos, los cuales están acorde con la necesidad actual de la empresa. Se continuarán proponiendo medidas a través del monitoreo y control, para un mejoramiento continuo.

A continuación las medidas propuestas:

A.- Manejo Interno: referidas a todas las actividades que se realizan con los residuos sólidos dentro de la empresa.

1. Programa de Minimización de Residuos Sólidos
2. Programa de Capacitación

Almacenamiento

3. Acondicionamiento de Almacén
4. Diseño e instalación de contenedores adecuados

Transporte Interno

5. Optimización del recojo interno de residuos sólidos.

Tratamiento Interno

6. Recuperación de energía del residuo de aserrín.

Otras acciones

7. Remoción de suelos contaminados con lixiviados de aceite, grasa y emulsión.
8. Elaboración de Plan de Emergencia, Contingencia, Procedimientos y Hojas de Residuos Sólidos.

B.- Manejo Externo: referidas a todas las actividades que se realizan con los residuos fuera de la empresa.

Transporte y Disposición Final

9. Afiliación a EPS-RS y EC-RS

4.3.1. Perfil de Proyectos

A.- Manejo Interno

Proyecto N° 1: “Programa de Minimización de Residuos Sólidos”

Justificación: Los residuos sólidos generados en la empresa requieren técnicas apropiadas de minimización en la fuente, reciclaje, sistemas de tratamiento adecuados que permitan la disminución del volumen de residuos sólidos o del grado de peligrosidad de los residuos sólidos, por ello se requiere de un Programa de Minimización de Residuos Sólidos en la empresa.

Objetivo: Seleccionar opciones para reducir el volumen o toxicidad de las fuentes de residuos sólidos derivadas del proceso productivo o de la operación de la empresa.

Acciones:

1. Plantear alternativas de minimización, para cada residuo sólido generado durante el proceso productivo de la empresa en estudio. En el cuadro N° 16 se presentan opciones de minimización de residuos sólidos industriales.
2. Análisis de factibilidad: evaluación técnico económica y selección de las opciones para su manejo.
3. Instrumentación: Justificación de los proyectos y obtención de financiamiento; modificación, instalación e instrumentación del equipo; evaluación de la eficiencia de los proyectos.

Periodo de Ejecución: El periodo de ejecución se realizará en forma progresiva (en forma constante).

Costo Tentativo: El costo tentativo se estima en S/. 12 045.00 (Doce mil y cuarenta y cinco nuevos soles)

Cuadro N° 16: "Opciones de Minimización de Residuos Sólidos Industriales en Empresa de Metales No Ferrosos - Zinc"

N°	Nombre del Residuo	Alternativa de Minimización		
		Reducción en la Fuente	Sistema de Reciclaje	Sistema de Tratamiento
1	Trapo Industrial	Implementar procedimiento para uso de trapos	-----	Incineración- genera residuos gaseosos, Recuperacion de energía (determinar el poder calorífico del residuo para usarlos en hornos)
2	Waype Industrial	Implementar procedimiento para uso de trapos	-----	Incineración- genera residuos gaseosos, Recuperacion de energía (determinar el poder calorífico del residuo para usarlos en hornos)
3	Retazos de Zunchos Metálicos	Elaborar procedimiento para reutilización en empaque de producto intermedio	-----	----
4	Bolsas CINH4 Vacias	Elaborar procedimiento para disposición final de bolsas vacias de CINH4	----	----
5	Envases y galones vacios	Elaborar procedimiento para disposición final de envases	----	----
6	Polvo fino de acero del rectificado de rodillos	-----	----	----
7	Crisoles	Elaborar procedimiento para prevención de rotura de crisoles	----	----
8	Mangas - Tolvas quemadas	Adquirir la mejor calidad de mangas y tolvas para reducir la frecuencia de generación del residuo	----	----
9	Luminarias	Realizar estudio de iluminación para determinar cantidad y tipo de luminarias necesarias, para reducir la generación de luminarias	----	----

Continua en la siguientes página...

N°	Nombre del Residuo	Alternativa de Minimización		
		Reducción en la Fuente	Sistema de Reciclaje	Sistema de Tratamiento
10	Kit de bacterias	Procedimiento para la disposición final adecuada como residuo patógeno	-----	Autoclave
11	Borra limpieza de tk	Procedimiento adecuado para el manejo y disposición final de borra (mal manejo genera nuevos residuos: suelo contaminado)	-----	Incineración- genera residuos gaseosos, Recuperacion de energía (determinar el poder calorífico del residuo para usarlos en hornos)
12	Epp usado	---	-----	----
13	Papel, carton	----	Reutilizar papeles en oficinas	----
14	Bolsa de papel con ZnO rotas durante el embalaje	Procedimiento adecuado para el embalaje de ZnO	----	----
15	Maderas	-----	Reusar para la construcción de cajones para transporte de material internamente, tachos, etc.	----
16	Fieltro		Evaluar la posibilidad de reuso mediante el lavado de fieltros (residuo liquido generado esta compuesto por emulsión, disponerlo en las emulsiones)	-----
17	Aserrin	----	Reusan actualmente tres veces el aserrin, uso en biodigestor, recuperación de energía (determinar el poder calorífico del residuo para usarlos en hornos)	Recuperacion de energía o del material particulado de zinc

N°	Nombre del Residuo	Alternativa de Minimización		
		Reducción en la Fuente	Sistema de Reciclaje	Sistema de Tratamiento
19	Bandas Soldur acero dulce	Cambio de tecnología	-----	-----
20	Aceite	-----	Reuso de aceite hazta perder la viscosidad, para limpiar maquinas, etc. , ver posibilidad de poder calorífico para recuperación de energía	-----
21	Fierro	-----	-----	-----
22	Emulsión	Cambio de aditivo tóxico de la emulsión	-----	Posibilidad de neutralización
23	Solvente	-----	Reuso de solvente, ver posibilidad de poder calorífico para recuperación de energía	-----
24	Filtros	-----	-----	-----
25	Otros (*)	-----	-----	-----

(*): grasa, cables electricos, plástico de embalaje con grasa, lijas, tierra de barrido, stretch film, tinta de impresoras, utiles de escritorio.

Fuente: Propia

Año: 2004

Proyecto N° 2: “Programa de Capacitación”

Justificación: La segregación de los residuos en cilindros dispuestos en las áreas, así como el desconocimiento del tipo de residuos o de su grado de peligrosidad y riesgo a la salud, etc., son elementos que señalan una falta de capacitación en materia de manejo de residuos sólidos en la empresa.

Objetivo: Alcanzar una educación y conciencia ambiental, así como un conocimiento y actuación adecuada del personal de la empresa, a nivel gerencial, línea de mando y trabajadores en general, en el Manejo de Residuos Sólidos.

Acciones:

1. Material educativo de difusión (trípticos, cartillas, etc.).
2. Elaboración de cronograma de capacitación a todo el personal , así como la definición de fechas y horarios de capacitación (H-H capacitadas). Considerando el rol de turnos y descansos, y teniendo en cuenta que la duración promedio de la charla debe ser de 30 minutos.
3. Elaboración de los temas a dictarse en las charlas, según la siguiente lista:
 - Definiciones de residuos sólidos y su generación en la empresa.
 - Clasificación de residuos sólidos y como debemos segregarlos.
 - El almacenamiento interno de residuos y el código de colores de los cilindros.
 - Riesgos a la salud y las medidas de seguridad.
 - Identificación de residuos sólidos peligrosos en la empresa.
 - Procedimiento del manejo de residuos sólidos industriales y el uso de equipos de protección personal.

- Efectos ambientales del manejo inadecuado de residuos y beneficios de un manejo adecuado.
4. Personal especializado para el dictado de los temas de la charla. Coordinar con las empresas encargadas del manejo externo de los residuos sólidos industriales para el dictado de las charlas por un especialista.

Periodo de Ejecución: El periodo de ejecución se estima en 1mes para la capacitación en un tema a todo el personal, llevándose a cabo en el plazo progresivo de un año.

Costo Tentativo: El costo tentativo se estima en S/. 3 948.00 (Tres mil novecientos cuarenta y ocho nuevos soles)

Proyecto N° 3: “Acondicionamiento de Almacén”

Justificación: El almacenamiento de los residuos sólidos dentro de la empresa se realiza en un área sin piso adecuado, lo cual permite que los lixiviados de grasa, aceite y emulsión sean absorbidos por el suelo; debido a ello, es necesario contar con un almacén con piso con capa de suelo impermeabilizado, con drenaje para lixiviados, extintor, señalización, etc.

Objetivo: Contar con un almacén adecuado para la recepción y almacenamiento interno de los residuos sólidos en la empresa.

Acciones:

1. Acondicionamiento de las instalaciones del almacén central, en el área de acopio de residuos peligrosos, de acuerdo a las siguientes condiciones:

- Separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas, almacenamiento de insumos o materias primas o de productos terminados.
 - Ubicado en un lugar que permita reducir riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones o inundaciones.
 - Sistemas de drenaje y tratamiento de lixiviados.
 - Pasillos o áreas de tránsito lo suficientemente amplias, para permitir el paso de maquinarias y equipos, así como el desplazamiento de personal de seguridad o de emergencia.
 - Sistemas contra incendio y dispositivos de seguridad operativos.
 - Pisos de material impermeable y resistentes en la zona donde se guarden los residuos y en los pasillos.
 - Detectores de gases o vapores peligrosos, con alarma audible, cuando se almacenen residuos volátiles.
 - Señalización y letreros que indiquen la peligrosidad de los residuos, en los lugares visibles.
2. Ampliar el almacén central en las instalaciones de la empresa, considerando las cantidades generadas de residuos sólidos, estas cantidades de residuos no sobrepasarán el 75 % de la capacidad total de almacenamiento.
3. Dimensionar el área considerando las siguientes categorías:
- Residuos metálicos.
 - Maderas
 - Refractarios.
 - Residuos peligrosos.
 - Residuos comunes.

Periodo de Ejecución: El periodo de ejecución se estima en 1 mes.

Costo Tentativo: El costo tentativo se estima en S/. 2 065.00 (Dos mil sesenta y cinco nuevos soles)

Proyecto N°4: “Diseño e Instalación de contenedores adecuados”

Justificación: El almacenamiento intermedio de los residuos sólidos peligrosos se realiza en contenedores metálicos de residuos sólidos que no han sido distribuidos de acuerdo a la cantidad y peligrosidad de los residuos generados en las diferentes áreas de la empresa ni codificados por colores.

Objetivo: Proporcionar un número de contenedores, debidamente codificados según la cantidad y tipo de residuo sólido generado en el área, para facilitar la segregación de los residuos.

Acciones:

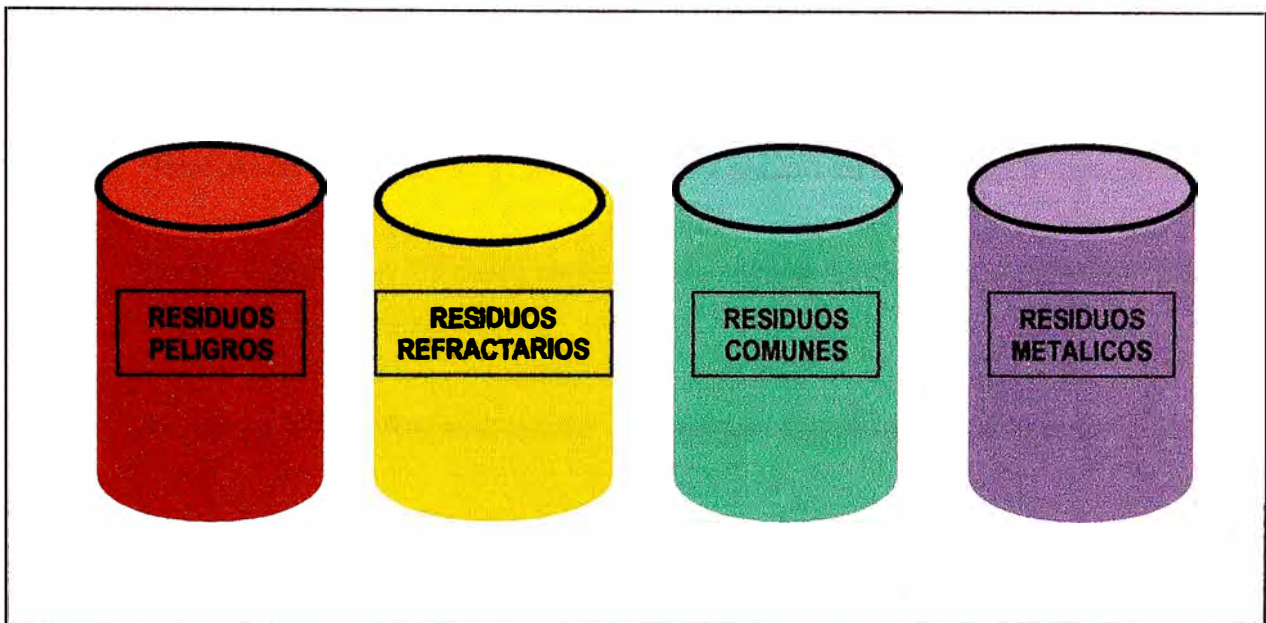
1. Los recipientes deben aislar los residuos peligrosos del ambiente y cumplir con lo siguiente:
 - Dimensión, forma y material que reúna las condiciones de seguridad previstas en las normas técnicas correspondientes, que eviten pérdidas o fugas durante el almacenamiento, operaciones de carga, descarga y transporte.
 - Rotulado visible que identifique plenamente el tipo de residuo acatando la nomenclatura y demás especificaciones técnicas que se establezcan en las normas correspondientes.
 - Deberán estar ubicadas en las unidades donde se generan los residuos peligroso, en un área apropiada, de donde serán removidos hacia el almacenamiento central.

2. Codificarlos de acuerdo a los siguientes colores (ver figura N° 15):
 - Rojo: residuos peligrosos
 - Amarillo: refractarios
 - Verde: residuos comunes
 - Negro: residuos metálicos

Periodo de Ejecución: El periodo de ejecución se estima en 1 mes.

Costo Tentativo: El costo tentativo se estima en S/. 648.00 (Seiscientos cuarenta y ocho nuevos soles)

Figura N° 15 “Codificación de contenedores en Almacenamiento Intermedio propuesto”



Proyecto N° 5: “Optimización del recojo interno de residuos sólidos”

Justificación: El recorrido del personal encargado de la recolección de los residuos sólidos dentro de la empresa es improductivo debido al diseño de rutas ineficientes con resultado de horas hombre perdidas.

Objetivo: Establecer rutas eficientes para la recolección interna de los residuos sólidos en la empresa.

Acciones:

1. Estudio sobre tiempo y desplazamiento para la recolección y transporte de residuos sólidos. Los objetivos específicos del estudio son los siguientes:
 - Conocer la eficiencia del uso del equipo de recolección
 - Conocer como los operarios utilizan su tiempo
 - Verificar si las rutas establecidas son las apropiadas.
 - Verificar si las frecuencias y horarios son adecuados
 - Verificar el mantenimiento y condición del equipo.
 - Conocer el comportamiento de los operarios y sus niveles de seguridad.

Periodo de Ejecución: El periodo de ejecución se estima en 3 meses.

Costo Tentativo: El costo tentativo se estima en S/. 3 500.00 (Tres mil quinientos nuevos soles).

Proyecto N° 6: “Recuperación de Energía del residuo de aserrín”

Justificación: Durante el proceso de lubricación de los discos de zinc se usa el aserrín, desprendiéndose partículas de zinc metálico, las cuales han sido estimadas representando una considerable cantidad y pérdida anual al no poder recuperarse del residuo (aserrín usado).

Se puede decir que existen tres posibles alternativas para la minimización del residuo de aserrín:

a.- La recuperación de este metal particulado (zinc) se considera materia de un estudio mas detallado donde se aplique una tecnología limpia apropiada para la recuperación del residuo de aserrín.

b.- Se tiene conocimiento de la recuperación de energía del aserrín a través de un biodigestor.

c.- El tratamiento del aserrín en incineradores para aprovechar su poder calorífico el cual varía entre 7800 a 9600 BTU/lb (según Incinerator Institute of America).

Podemos considerar que en el caso de la alternativa "a" la tecnología a aplicarse requiere la implementación de una tecnología que aún no se ha identificado.

El método de incineración es viable técnicamente para aprovechar el poder calorífico del aserrín en los hornos, pero en la evaluación de las diferentes tecnologías de los proyectos de tratamiento de residuos, la incineración debe ser considerada como última alternativa a seleccionar. Si se opta por esta, deberá tener dos cámaras de combustión y, su operación y mantenimiento será monitoreada y evaluada permanentemente por el operador, a fin de minimizar todo riesgo a la salud y el ambiente.

La alternativa "b" se considera más factible ambientalmente, técnicamente (ya se ha implementado en el Perú) y económicamente porque se puede implementar con el financiamiento de organismos no gubernamentales extranjeros o nacionales que apoyan el desarrollo de este tipo de proyectos. El anexo N° 5 hace referencia a la producción de Biogas, los tipos de biodigestores, etc.

Objetivo: Recuperar energía del residuo de aserrín en forma de Biogás a través de un adecuado sistema de tratamiento biológico reduciendo el volumen del residuo.

Periodo de Ejecución: El periodo de ejecución se estima en 6 meses.

Costo Tentativo: El costo tentativo se estima en S/. 4 500.00 (Cuatro mil quinientos nuevos soles)

Proyecto N° 7: “Remoción de Suelo Contaminado con lixiviados e hidrocarburos”

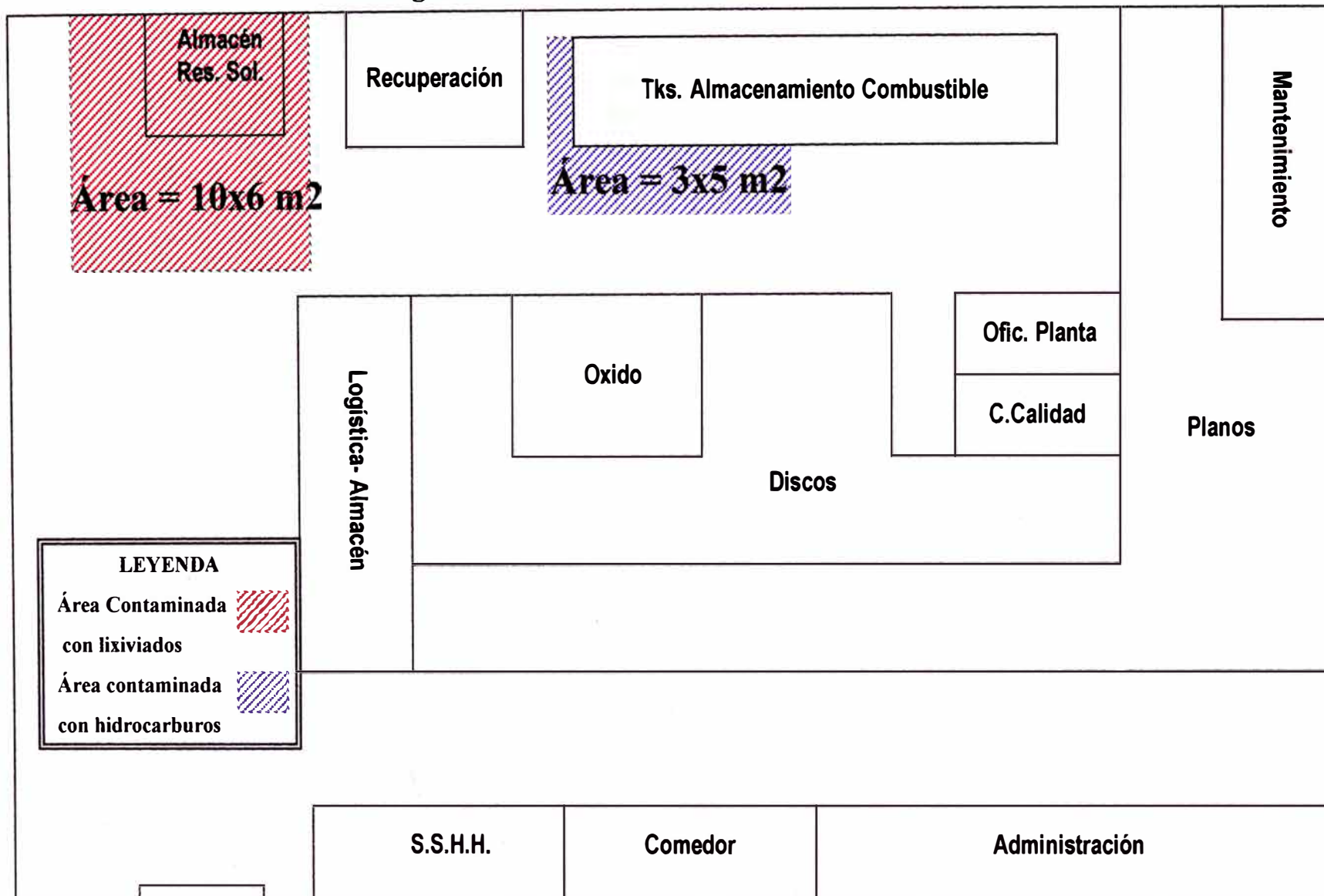
Justificación: El manejo de los residuos sólidos en el almacén interno de la empresa, ha producido lixiviados de grasa, aceite y emulsión absorbidos por el suelo de este almacén, resultando mezclas de tierra contaminada (ver figura N° 16).

Objetivo: Recuperar los suelos contaminados con lixiviados, de los residuos sólidos de la empresa, mediante técnicas de descontaminación de suelos.

Periodo de Ejecución: El periodo de ejecución se estima en 5 meses.

Costo Tentativo: El costo tentativo se estima en S/. 18 375.00 (Diez y ocho mil trescientos setenta y cinco nuevos soles)

Figura N° 16 “Área de Suelo Contaminado”



Proyecto N° 8: “Elaboración de Plan de Emergencia, Contingencia, Procedimientos y Hojas de Datos del Residuo Sólido”

Justificación: Las emergencias ambientales debido al manejo inadecuado, incompatibilidades de los residuos sólidos, etc., generan incidentes dentro de la empresa o fuera de ella, que pueden ser controlados adecuadamente con Plan de Emergencia y Contingencia, procedimientos y Hoja de Datos del Residuo Sólido.

Objetivo: Contar con Plan de Emergencia y Contingencia, así como procedimientos y hojas de datos del residuo sólido para la prevención y control de incidentes producidos durante el Manejo de residuos sólidos en la empresa.

Acciones:

1. Contar con un registro de hojas de datos del residuo sólido, ubicadas en cada área al alcance de los trabajadores en caso de emergencias. Estas hojas deben contener información acerca de la peligrosidad del residuo, los equipos de protección personal que deben usarse para su manipulación y las acciones en caso de ocurrir algún accidente como derrame, fuga, incendio, exposición.
2. Elaborar procedimientos para el manejo interno de los residuos sólidos, tomando en cuenta las medidas de seguridad e higiene ocupacional necesarias. A continuación se menciona los equipos de protección personal básicos a usarse durante la manipulación de los residuos sólidos:
 - Uniforme drill (camisa y pantalón).
 - Botas industriales.
 - Guantes de cuero o de jebe.
 - Mascarillas de doble filtro
 - Casco industrial

- Mandil de cuero
- Gorro drill
- Lentes contra impacto

3. Elaborar el Plan de Emergencia y Contingencia, según los siguientes lineamientos:

- Cuadro de organización
- Procedimientos de notificación
- Equipos de control de emergencias (cantidad en stock y ubicación)
- Capacitación y entrenamiento

Periodo de Ejecución: El periodo de ejecución se estima en 3 meses.

Costo Tentativo: El costo tentativo se estima en S/. 903.00 (Novecientos tres nuevos soles).

B.- Manejo Externo

Proyecto N° 9: “Afilación a EPS-RS y EC-RS”

Justificación: El transporte y disposición final de los residuos sólidos fuera de la empresa se realiza a través de personas no registradas como EPS-RS o EC-RS (según la Ley General de Residuos Sólidos Peruana), esto implica responsabilidad de la empresa en el manejo externo de los residuos sólidos generados en la empresa.

Objetivo: Contratar los servicios de una EPS-RS o EC-RS para el manejo externo adecuado de los residuos sólidos de la empresa, acorde a ley.

Acciones:

1. Contar con los servicios de una empresa prestadora de servicios para el transporte y disposición final de residuos sólidos (EPS-RS), que se encuentren registradas en la DIGESA.
2. Contratar una empresa comercializadora de residuos sólidos (EC-RS registrada en la DIGESA) para el manejo de los residuos no peligrosos (madera, chatarra en general).

Periodo de Ejecución: El periodo de ejecución se estima en 1 mes.

Costo Tentativo: El costo tentativo se estima en S/. 5 436.24 (Cinco mil cuatrocientos treinta y siete nuevos soles).

4.4. Implementación

A continuación en el cuadro N° 17 se detalla el cronograma del tiempo de ejecución para la implementación de cada uno de los proyectos propuestos en el Plan de Manejo Ambiental de Residuos Sólidos

4.5. Monitoreo y Control

Es importante controlar la evolución de los resultados para detectar desviaciones, justificar la eficacia de las inversiones, poder seguir con el Plan de Manejo Ambiental de residuos sólidos y mantener la motivación.

Algunos métodos que se pueden utilizar para “medir” los resultados de la implementación del Plan de Manejo Ambiental que se propone son:

- Medición de residuos generados.
- Medición de materiales utilizados: control de compras.
- Medición de la variación en la generación.
- Control de los hábitos, técnicas de producción científica y tecnológica, etc.

4.6. Revisión por la Dirección

La revisión del desarrollo del Plan se realizará en forma anual, planteándose metas y objetivos anuales con la verificación del desempeño del Plan de Manejo de Residuos Sólidos Industriales a través de los indicadores.

CAPITULO V
COSTOS DEL PLAN DE
MANEJO AMBIENTAL DE
RESIDUOS SOLIDOS
INDUSTRIALES

5.1 Cuadro de Costos

A.- Manejo Interno: referida a todas las actividades que se realizan con los residuos sólidos dentro de la empresa.

1. Programa de Minimización de Residuos Sólidos
2. Programa de Capacitación

Almacenamiento

3. Acondicionamiento de Almacén
4. Diseño e instalación de contenedores adecuados

Transporte Interno

5. Optimización del recojo interno de residuos sólidos.

Tratamiento Interno

6. Recuperación de energía del residuo de aserrín.

Otras acciones

7. Remoción de suelos contaminados con lixiviados de aceite, grasa y emulsión.
8. Elaboración de Plan de Emergencia, Contingencia, Procedimientos y Hojas de Residuos Sólidos.

B.- Manejo Externo: referida a todas las actividades que se realizan con los residuos fuera de la empresa.

Transporte y Disposición Final

9. Afiliación a EPS-RS y EC-RS

CALCULOS

- 1. Programa de Minimización de Residuos Sólidos:** Se considera el desarrollo del programa con la participación de ocho jefes de las áreas de la empresa (planos, discos, óxidos y recuperación, mantenimiento, control de calidad, administración, logística y prevención de riesgos y medio ambiente) con 5 horas de trabajo a la semana por un tiempo de 4 meses, después de las cuales se implementará progresivamente este plan conforme lo estipule la estructura del proyecto de programa.

Total H-H trabajadas	Costo Unitario H-H (*) (S/.)	Costo (S/.)
640	18,82	12 044,80

(*) H-H : horas hombre

- 2. Programa de Capacitación :** Se considera un expositor externo para la capacitación de nivel gerencial y operativo con un costo de 200,00 soles por hora capacitada. Las charlas se realizaran, durante media hora, dos veces a la semana.

Los costos por Infraestructura y equipos (sala, proyector de slides) para la capacitación no se consideran porque la empresa cuenta con estos recursos. Se considera material didáctico (cartillas o trípticos) para la difusión de código de colores de los cilindros, el ciclo de vida de los residuos sólidos, etc. La capacitación del personal (359 personas) representa un costo indirecto de la empresa para el fortalecimiento de las capacidades de su recurso humano. Total de Costo de Programa de Capacitación:

	Costo (S/.)
Expositor	8 160,00
Material didáctico	455,00
Costo indirecto por capacitación del personal	1 868,32
Total	10 483,32

Almacenamiento

- 3. Acondicionamiento de Almacén:** Para la señalización del área de almacenamiento se colocará dos mallas cercadoras de material de polietileno, de color naranja de 1 m de altura por 50 m de largo.

Se realizará la construcción de losa de concreto para un área de almacenamiento de residuos peligrosos de 30 m² con un costo de 60 soles por metro cuadrado, además de la instalación de un extintor de tipo ABC con capacidad de 12 kg.

	Costo (S/.)
Dos mallas de señalización	65,00
Losa de concreto	1800,00
Extintor	200,00
Total	2 065,00

- 4. Diseño e Instalación de Contenedores adecuados:** se acondicionarán 80 cilindros metálicos con los que cuenta la empresa, realizándose la codificación y pintado con el uso de materiales como pintura, thinner y solvente.

Costos de materiales para acondicionamiento de contenedores usados:

Materiales	Cantidad (galones)	Precio Unitario (S/.)	Total (S/.)
Pintura	7	28.57	199,99
Thiner	3	7.95	23,85
Solvente	8	6.04	48,32
		Total	272,16

Costo Total de Acondicionamiento de contenedores:

	Costos (S/.)
Materiales para acondicionamiento contenedores	272,16
Mano de Obra	376,00
Total	648,16

- 5. Optimización de recojo interno de residuos sólidos:** Se realizará el desarrollo de esta acción en un plazo de ejecución de 3 meses en reuniones de trabajo y de campo, con una duración de tres horas a la semana. Este proyecto será desarrollado por la jefatura de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente.

H-H trabajadas	Costo H-H (*) (S/.)	Costo Total (S/.)
36	18,82	677,52

(*) H-H : horas hombre

- 6. Recuperación de energía del residuos de aserrín:** Se genera residuo sólido de aserrín usado en promedio 57,2 m³/mensual que se tratará para recuperar energía mediante la construcción de un biodigestor.

	Costos (S/.)
Biodigestor	3 500,00
Capacitación	1 000,00
Total	4 500,00

- 7. Remoción de suelos contaminados con lixiviados de aceite e hidrocarburos:** se considera un área contaminada de lixiviados y emulsiones de 60 m² y un área de 15 m² contaminada con hidrocarburos. Se propone remediación del suelo contaminado.

	Costo (soles/ m ²)	Área (m ²)	Total (S/.)
Suelo contaminado con	245	75	18 375
		Total	18 375

- 8. Elaboración de Plan de Emergencia, Contingencia, Procedimientos y Hojas de Residuos Sólidos:** el desarrollo de esta acción será elaborado por

la Jefatura de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente durante cuatro meses, en reuniones de trabajo y campo de 4 horas a la semana.

Total H-H trabajadas	Costo Unitario H-H (*) (S/.)	Costo Total (S/.)
48	18,82	903,36

(*) H-H : horas hombre

- 9. Afiliación a EPS-RS y EC-RS:** Se considera la contratación una empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS) no peligrosos por medio de contenedores de 8 m³; además del servicio del recojo de los residuos sólidos peligrosos en un contenedor metálico de 19 m³.

Los Residuos Líquidos contenidos en recipientes, según la Ley General de Residuos Sólidos son considerados residuos sólidos.

Se contratará los servicios de una Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos (EC-RS) que cuenta con una planta de reciclaje de aceites usados y de emulsiones de aceites y de comercialización de solventes usados. La contratación de los servicios de la EC-RS generará ingresos, debido a que se pagará a la empresa generadora de aceites y solventes usados S/. 169.00 por metro cúbico generado; además de entregarse sin costo alguno los cilindros de aceite emulsionado.

Cabe mencionar que tanto la EPS-RS como la EC-RS se encuentran registradas en la DIGESA.

		Precio Unitario (S/ ./m³)	Cantidad mensual (m³)	Total (S/.)
Residuos Sólidos	Peligrosos	56,0	99,44	5 558,64
	No Peligrosos	42,0	4,22	177,41
Total				5 736,05

Ingresos	Precio Unitario (soles/ m³)	Cantidad Mensual (m³)	Costo Total (S/.)
Aceite y solvente	169,0	1,744	299,81
Emulsión de aceite (*)	0,0	6,2	0,00
		Total	299,81

(*) Se entrega a EC-RS registrada en DIGESA, sin costo alguno

Costo Total Mensual (S/.) = Costo (EPS-RS) – Ingresos (EC-RS)

Costo Total Mensual (S/.) = 5 736,05 - 299,81

Costo Total Mensual (S/.) = 5 436,24

En el cuadro N° 18 se presentan los costos de las acciones del Plan de Manejo de Residuos Sólidos Industriales en la Industria de Metales No Ferrosos materia de estudio de la presente tesis.

Cuadro N° 18 "Costos del Plan de Manejo Ambiental de Residuos Sólidos Industriales"

N°	Accion	Costos (S/.)
Manejo Interno		
1	Programa de Minimización de Residuos Sólidos	12045.00
2	Programa de Capacitación	10483.32
Almacenamiento		
3	Acondicionamiento de Almacén	2065.00
4	Diseño e instalación de contenedores adecuados	648.00
Transporte Interno		
5	Optimización de recojo interno de residuos sólidos	677.52
Tratamiento Interno		
6	Recuperación de energía del residuo de aserrín	4500.00
Otras acciones		
7	Remoción de suelos contaminados con lixiviados de aceite, grasa y emulsión.	18375.00
8	Elaboración de Plan de Emergencia, Contingencia, Procedimientos y Hojas de Residuos Sólidos.	903.36
Manejo Externo		
Transporte y Disposición Final		
9	Afiliación a EPS-RS y EC-RS	5436.24
TOTAL		55133.44

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

De la Normativa Nacional

1. Escasa normativa Peruana sobre residuos sólidos en cuanto a clasificación y guías para la elaboración de planes de manejo ambiental de residuos sólidos industriales.
2. Las normas tienden a restringirse a la definición de los propios residuos, a ciertos requisitos para el diseño y operación de rellenos sanitarios, al manejo externo a través de empresas para su comercialización, transporte y disposición final.
3. Falta de reglamentación que permita sancionar o multar a las empresas que no cumplan con el manejo adecuado de residuos sólidos industriales peligrosos.

De la Situación Nacional

1. Vigilancia insuficiente que permite la disposición ilegal e incontrolada de los residuos sólidos.
2. Poca vigilancia y fiscalización del manejo de residuos sólidos industriales por parte de las autoridades competentes, en este caso ministerios, municipalidades y otros.
3. Falta de desarrollo de estudios en empresas de metales no ferrosos para el manejo adecuado de residuos sólidos peligrosos.

Del Estudio realizado

1. La clasificación de un residuo sólido como peligroso es una de las etapas más trascendentales de la gestión de los residuos.
2. El segundo elemento clave de la gestión de los residuos sólidos peligrosos, junto con su clasificación, es el correspondiente a la identificación de las fuentes que los generan, de los tipos y volúmenes que se generan y los lugares del territorio en que se encuentran ubicadas dichas fuentes.

3. La verificación de que los residuos sólidos peligrosos llegan a su destino final y se manejan de principio a fin, de manera segura y ambientalmente adecuada, es el eje central de su gestión.
4. Las limitaciones económicas juegan un papel preponderante para impedir el desarrollo suficiente de las estrategias de minimización, ya que los cambios en los procesos de producción para la implantación de tecnologías limpias no siempre son rentables en el corto plazo.
5. Las condiciones iniciales de la empresa presentan inadecuado almacenamiento interno de residuos sólidos, así como un inadecuada segregación en la fuente.
6. La clasificación cualitativa, basada en el convenio de Basilea y la Guía para la definición y clasificación de residuos peligrosos del CEPIS, determinó un total de 17.4 toneladas de residuos peligrosos y 4.1 toneladas de residuos no peligrosos, promedio mensual. Considerando datos tomados entre Octubre del 2002 y Mayo del 2003
7. Uno de los principales residuos sólidos peligrosos es el aserrín empapado de emulsión y con contenido de material particulado de zinc.
8. Debido a un manejo inadecuado de la segregación de los residuos sólidos se han contaminado el suelo del almacén central de residuos sólidos, con diversos lixiviados, provenientes principalmente de la mezcla de emulsión, aceites, y demás residuos segregados inadecuadamente durante el escogido del material de zinc en el almacén central.
9. Existen ciertas deficiencias para la determinación de las características de peligrosidad de los residuos sólidos, como pruebas o ensayos de laboratorio, entre otros, los cuales en el país no están estandarizados.
10. Poca difusión en cuanto a los beneficios que pueden generarse con el uso de tecnologías limpias para la recuperación de materia prima en algunos residuos sólidos industriales de la empresa en estudio.
11. Falta de responsabilidad del generador de residuos sólidos industriales, en cuanto al manejo adecuado de residuos sólidos industriales.
12. Falta de capacitación y conocimiento, por parte de los trabajadores, de los riesgos del manejo de residuos sólidos industriales.
13. Inexistencia de registro de incidentes causados por el manejo inadecuado de residuos sólidos industriales en la empresa en estudio.

De la Infraestructura de los servicios

1. La falta de infraestructura de servicios para el manejo ambiental de los residuos sólidos peligrosos en el Perú asociada a conductas irresponsables, ha traído consigo que gran número de estos residuos se viertan al drenaje, en barrancas, en tiraderos de basura, a cielo abierto o se encuentren almacenados en condiciones inapropiadas en empresas que están operando e incluso en instalaciones industriales.
2. En la actualidad no existe ningún mecanismo sistemático para la recolección de información relativa a los sitios potencialmente contaminados por residuos sólidos peligrosos en el país.
3. Escasa existencia de rellenos de seguridad que cuenten con la infraestructura y capacidad adecuada para la disposición final adecuada de los residuos sólidos industriales peligrosos generados en la actualidad.

De los Aspectos Académicos y de los Estudios de Investigación

1. El presente estudio constituye un aporte para la implementación de un plan de manejo de residuos sólidos industriales en las empresas de metales no ferrosos a nivel nacional.
2. Falta de estudios de investigación o bases de datos actualizados sobre los volúmenes o cantidades reales de generación de residuos sólidos industriales peligrosos y no peligrosos.
3. Falta de estudios con respecto al impacto de los residuos sólidos industriales peligrosos a nivel ocupacional.

De la información y educación pública

1. Carencia de información sobre los sitios contaminados a nivel nacional, así como los focos infecciosos con residuos sólidos peligrosos para evitar problemas de contaminación ambiental, de emergencias y contingencias.
2. Falta de educación ambiental sobre el manejo de residuos sólidos peligrosos por parte de la población.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

De la Normativa Nacional

1. Gestionar la aprobación del Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, para que a partir de los “Manifiestos de Generación de Residuos Sólidos” reportados por las empresas, se analicen y formulen estudios para estimar la generación total anual de residuos sólidos industriales peligrosos en el Perú; así como proponer normativas acordes con la realidad Peruana.
2. Consolidar un esquema normativo que considere de manera explícita la minimización en la generación de residuos, reciclaje, recuperación de energía, entre otros; además de instrumentos de gestión que estimulen la implementación de estas normativas.
3. Proponer una guía para la clasificación de residuos sólidos industriales en forma cualitativa, además de una guía para la elaboración de Planes de Manejo Ambiental de Residuos Sólidos Industriales, a cargo de un grupo de estudio técnico correspondiente.
4. Las autoridades correspondientes establecerán disposiciones reguladoras (leyes, reglamentos, normas y otras disposiciones legales), políticas y disposiciones administrativas con procedimientos efectivos de promoción y verificación del cumplimiento de las disposiciones reguladoras, para la gestión ambientalmente adecuada.
5. Buscar la homologación de los listados a proponerse de los residuos sólidos peligrosos con respecto a los listados (Convenio de Basilea, EPA, etc.), para evitar incompatibilidades en diferentes interacciones comerciales, técnicas y de política.

De la Situación Nacional

1. Considerar la oportunidad que se brinda a Perú de aprovechar las experiencias exitosas de otros países en el empleo de instrumentos no reguladores para alcanzar los objetivos de las políticas sobre residuos sólidos peligrosos. Entre los instrumentos no reguladores para apoyar la puesta de las políticas de minimización y manejo integral de los residuos

sólidos peligrosos se encuentran diversos convenios voluntarios para promover la autorregulación.

2. Incrementar los recursos destinados a la capacitación y formación de inspectores para elevar el profesionalismo y la eficacia de sus procedimientos, con este fin se buscará fortalecer la cooperación internacional y aprender de la experiencia ganada en otros países.
3. Difundir la bolsa de residuos a través de los medios de comunicación, vía internet, etc.
4. Trabajar en el seno de diversos organismos multilaterales para establecer definiciones y listados de residuos peligrosos armonizados; tanto por razones de seguridad como comerciales.

Del Estudio Realizado

1. Tomar como referencia el Plan de Manejo de Residuos Sólidos propuesto para que sirva como modelo para otras industrias.
2. Implementar el Plan de Manejo de Residuos Sólidos propuesto, a fin de salvaguardar la salud, seguridad de los trabajadores y protección al medio ambiente.
3. Desarrollar el proyecto "Recuperación de energía del residuo de zinc metálico".
4. Los generadores deberán realizar esfuerzos para prevenir la generación de los resultados peligrosos, así como adoptar medidas para minimizarlos mediante su reuso o reciclado y lograr su manejo seguro en todas las fases de su ciclo de vida hasta su disposición final.
5. Los trabajadores involucrados en su manejo deben conocer y aplicar las medidas para proteger su salud y prevenir la exposición en los ambientes laborales.
6. Desarrollo continuo de programas de capacitación para funcionarios gubernamentales y operadores de las plantas generadoras de residuos peligrosos y de las empresas que brindan servicios.
7. Fomentar el desarrollo de Auditorías Ambientales que faciliten a los generadores la identificación de oportunidades para minimizar la generación de dichos residuos.

8. Apoyar a las pequeñas y medianas empresas a cumplir con la normatividad a través de una serie de manuales para identificar oportunidades de minimizar la generación de residuos peligrosos y lograr su manejo integral en las industrias medianas y pequeñas.
9. Desarrollar y aplicar un manual para apoyar a las industrias a minimizar la generación de residuos peligrosos a reciclar y disponer adecuadamente los mismos, con la colaboración de representantes de las mismas industrias y de investigadores, entidades técnico normativas, universidades y autoridades respectivas.
10. Formular, a través de las autoridades correspondientes, programas de concientización a los empresarios industriales como responsables de la generación de residuos sólidos industriales.
11. Formular programas de capacitación y charlas a los trabajadores que manejan los residuos sólidos industriales.

De la Infraestructura de Servicios

1. Promover estudios para contar con un diagnóstico nacional en la materia.
2. Las empresas de servicios de manejo de residuos sólidos deben proporcionar tales servicios en cabal cumplimiento con las disposiciones normativas y los principios de buenas practicas de manejo, a fin de prevenir y reducir riesgos para la salud y el ambiente.
3. Creación de una infraestructura adecuada para el almacenamiento, transporte, reciclado, tratamiento y confinamiento, tan cerca de las fuentes generadoras de residuos peligrosos como sea posible, y estimular su utilización.
4. Contar con una infraestructura de servicios de manejo de residuos sólidos peligrosos que opere de acuerdo con las mejores prácticas y tecnologías, es otra de las condiciones esenciales para asegurar que dicho manejo sea seguro y ambientalmente adecuado.

De los Aspectos Académicos y de los Estudios de Investigación

1. Realizar diversos estudios para estimar la generación total anual de residuos industriales peligrosos en Perú, y considerando lo siguiente:
 - Homogenizar las unidades (litros, metros cúbicos, kilogramos, piezas, galones vacíos y cajas), mediante factores de conversión que permitan traducirlas en toneladas.
 - Agrupar los residuos en grupos y subgrupos, con base en sus características físicas, químicas, corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables y patógenas, así como de acuerdo con los procesos que los generan.
 - Agrupar a las empresas generadoras de acuerdo con el sector, subsector y giro industrial correspondiente, así como su distribución geográfica.
2. Las instituciones de educación e investigación deben contribuir a la formación de los recursos humanos y a la generación de los conocimientos necesarios para lograr su gestión ambiental integral.
3. Las asociaciones profesionales deben participar en el diseño, desarrollo y promoción de la instrumentación de políticas y programas de minimización y manejo integral de los residuos.
4. Se impulsará la realización de seminarios y conferencias técnicas aprovechando las oportunidades que ofrecen otras organizaciones de cooperación ambiental internacional.

De la información y educación pública

1. Las organizaciones de interés social deben contribuir a difundir y aplicar el conocimiento sobre las alternativas para prevenir la generación, lograr el reciclado y desarrollar formas de manejo adecuado y seguro de los residuos sólidos peligrosos.
2. Los medios de comunicación deberán transmitir información fidedigna, objetiva y confiable, así como evitar crear innecesariamente ansiedad pública injustificada.

3. Fomentar programas de divulgación de información y educación pública para apoyar los programas de minimización y manejo integral de los residuos sólidos peligrosos

4. Crear el sistema de información y comunicación sobre residuos sólidos peligrosos para permitir, a través de una página web, enlazarse con diversas fuentes de información como: EPA, Agencias Europeas encargadas del manejo de residuos sólidos peligrosos, universidades en todo el mundo, Banco Mundial, organizaciones del Sistema de las Naciones Unidas (ONU), etc.

BIBLIOGRAFÍA

1. ISO 14001 EMS - Manual de Sistemas de Gestión Medioambiental / Hewitt Roberts; Gary Robinson / Editorial Paraninfo / 1999 / Madrid – España.
2. Lineamientos generales para la gestión ambiental de los residuos sólidos industriales en el Perú / Botafogo Goncalves, Fernando / CEPIS / 1998 / Lima – Perú.
3. Situación de los residuos peligrosos en América Latina, en especial de los residuos patológicos / Cantanhede, Alvaro Luis González; Sandoval, Leandro; Monge Talavera, Gladis / Revista de Ingeniería Sanitaria y Ambiental N° 22 / 1995 / Buenos Aires - Argentina.
4. Diagnóstico y control de residuos sólidos y peligrosos / Castilla, Evilario; Casas, Wilson / Departamento Nacional de Planeación de Colombia / 1993 / Bogota – Colombia.
5. Residuos Sólidos industriales, evaluación de la generación y manejo en Lima – Perú / Amanal, Geraldo C. Do / CEPIS / 1989 / Lima – Perú.
6. Visión General sobre los residuos tóxicos y peligrosos en la India / Sundaresam; Subrahmanyam; Bhide / Revista Industria y Medio Ambiente / 1983 / CEPIS.
7. Manejo de Residuos Sólidos Industriales Peligrosos / Sakurai, Kunitoshi / Simposio Internacional sobre Residuos Sólidos / 1980 / Cúcuta – Colombia.
8. Desechos Peligrosos y Salud en América Latina y El Caribe / Dr. Henk de Koning; Ing. Alvaro Cantanhede / Sra. Livia Benavides / Serie Ambiental N° 14 / CEPIS / 1994 / OPS- OMS.
9. Promoción de la Minimización y Manejo Integral de los Residuos Peligrosos / Dr. Cristina Cortinas de Nava / Instituto Nacional de Ecología – SEMARNAP de México / 1999 / México.
10. Programa para la Minimización y manejo integral de residuos industriales peligrosos en México 1996-2000 / Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; Instituto Nacional de Ecología / 1996 / México.
11. Diagnóstico de la situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y El Caribe / CEPIS / 1998.
12. IV: Curso sobre políticas para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos peligrosos urbanos e industriales / Instituto de Salud Publica de Chile, Departamento de Salud Ocupacional y Contaminación ambiental, Laboratorio de Contaminación Ambiental (ISP - CEPAL) / Agosto 1996.

13. Gestión Integral de Residuos Peligrosos en la Universidad Nacional de Río Cuarto / Massera, Miriam; Piñeda, Hector; Reartes, Nancy; Bologna, Cristina (Departamento de Tecnología de Química. Equipo Interdisciplinario de Proyectos Ambientales. Facultad de Ingeniería – Universidad de Río Cuarto / Córdoba – Argentina / 2000

Páginas Web consultadas

1. <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltext>
2. <http://www.udec.cl/sqrt>
3. <http://www.tierramerica.net/2003/1208/acentos.shtml>
4. <http://www.e-campo.com/sections/news/display.php/uuid.264A480D-B2B8-4E1F-A222E4D8BEA10D53/>

ANEXOS

ANEXO 1**Anexo VIII del Convenio de Basilea**

LISTA A

Los desechos enumerados en este anexo están caracterizados como peligrosos de conformidad con el apartado a) del párrafo 1 del presente Convenio, y su inclusión en este anexo no obsta para que se use el anexo III para demostrar que un desecho no es peligroso.

A1 Desechos metálicos o que contengan metales

A1010 Desechos metálicos y desechos que contengan aleaciones de cualquiera de las sustancias siguientes:

- Antimonio
- Arsénico
- Berilio
- Cadmio
- Plomo
- Mercurio
- Selenio
- Telurio
- Talio

pero excluidos los desechos que figuran específicamente en la lista B.

A1020 Desechos que tengan como constituyentes o contaminantes, excluidos los desechos de metal en forma masiva, cualquiera de las sustancias siguientes:

- Antimonio; compuestos de antimonio
- Berilio; compuestos de berilio
- Cadmio; compuestos de cadmio
- Plomo; compuestos de plomo
- Selenio; compuestos de selenio
- Telurio; compuestos de telurio

A1030 Desechos que tengan como constituyentes o contaminantes cualquiera de las sustancias siguientes:

- Arsénico; compuestos de arsénico
- Mercurio; compuestos de mercurio
- Talio; compuestos de talio

A1040 Desechos que tengan como constituyentes:

- Carbonilos de metal
- Compuestos de cromo hexavalente

A1050 Lodos galvánicos

A1060 Líquidos de desecho del decapaje de metales

A1070 Residuos de lixiviación del tratamiento del zinc, polvos y lodos como jarosita, hematites, etc.

A1080 Residuos de desechos de zinc no incluidos en la lista B, que contengan plomo y cadmio en concentraciones tales que presenten características del anexo III

A1090 Cenizas de la incineración de cables de cobre recubiertos

A1100 Polvos y residuos de los sistemas de depuración de gases de las fundiciones de cobre

A1110 Soluciones electrolíticas usadas de las operaciones de refinación y extracción electrolítica del cobre

A1120 Lodos residuales, excluidos los fangos anódicos, de los sistemas de depuración electrolítica de las operaciones de refinación y extracción electrolítica del cobre

A1130 Soluciones de ácidos para grabar usadas que contengan cobre disuelto

A1140 Desechos de catalizadores de cloruro cúprico y cianuro de cobre

A1150 Cenizas de metales preciosos procedentes de la incineración de circuitos impresos no incluidos en la lista B

A1160 Acumuladores de plomo de desecho, enteros o triturados

A1170 Acumuladores de desecho sin seleccionar excluidas mezclas de acumuladores sólo de la lista B. Los acumuladores de desecho no incluidos en la lista B que contengan constituyentes del anexo I en tal grado que los conviertan en peligrosos

A1180 Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de éstos que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidos en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de las características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B1110)

A2 Desechos que contengan principalmente constituyentes orgánicos, que puedan contener metales o materia orgánica

A2010 Desechos de vidrio de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados

A2020 Desechos de compuestos inorgánicos de flúor en forma de líquidos o lodos, pero excluidos los desechos de ese tipo especificados en la lista B

A2030 Desechos de catalizadores, pero excluidos los desechos de este tipo especificados en la lista B

A2040 Yeso de desecho procedente de procesos de la industria química, si contiene constituyentes del anexo I en tal grado que presenten una característica peligrosa del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B2080)

A2050 Desechos de amianto (polvo y fibras)

A2060 Cenizas volantes de centrales eléctricas de carbón que contengan sustancias del anexo I en concentraciones tales que presenten características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B2050)

A3 Desechos que contengan principalmente constituyentes orgánicos, que puedan contener metales y materia inorgánica

A3010 Desechos resultantes de la producción o el tratamiento de coque de petróleo y asfalto

A3020 Aceites minerales de desecho no aptos para el uso al que estaban destinados

A3030 Desechos que contengan, estén integrados o estén contaminados por lodos de compuestos antidetonantes con plomo

A3040 Desechos de líquidos térmicos (transferencia de calor)

A3050 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas/adhesivos excepto los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente en la lista B B4020)

A3060 Nitrocelulosa de desecho

A3070 Desechos de fenoles, compuestos fenólicos, incluido el clorofenol en forma de líquido o de lodo

A3080 Desechos de éteres excepto los especificados en la lista B

A3090 Desechos de cuero en forma de polvo, cenizas, lodos y harinas que contengan compuestos de plomo hexavalente o biocidas (véase el apartado correspondiente en la lista B B3100)

A3100 Raeduras y otros desechos del cuero o de cuero regenerado que no sirvan para la fabricación de artículos de cuero, que contengan compuestos de cromo hexavalente o biocidas (véase el apartado correspondiente en la lista B B3090)

A3110 Desechos del curtido de pieles que contengan compuestos de cromo hexavalente o biocidas o sustancias infecciosas (véase el apartado correspondiente en la lista B B3110)

A3120 Pelusas - fragmentos ligeros resultantes del desmenuzamiento

A3130 Desechos de compuestos de fósforo orgánicos

A3140 Desechos de disolventes orgánicos no halogenados pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B

A3150 Desechos de disolventes orgánicos halogenados

A3160 Desechos resultantes de residuos no acuosos de destilación halogenados o no halogenados derivados de operaciones de recuperación de disolventes orgánicos

A3170 Desechos resultantes de la producción de hidrocarburos halogenados alifáticos (tales como clorometano, dicloroetano, cloruro de vinilo, cloruro de alilo y epicloridrina)

A3180 Desechos, sustancias y artículos que contienen, consisten o están contaminados con bifenilo policlorado (PCB), terfenilo policlorado (PCT), naftaleno

policlorado (PCN) o bifenilo polibromado (PBB), o cualquier otro compuesto polibromado análogo, con una concentración de igual o superior a 50 mg/kg

A3190 Desechos de residuos alquitranados (con exclusión de los cementos asfálticos) resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico de materiales orgánicos

A4 Desechos que pueden contener constituyentes inorgánicos u orgánicos

A4010 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos farmacéuticos, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B

A4020 Desechos clínicos y afines; es decir desechos resultantes de prácticas médicas, de enfermería, dentales, veterinarias o actividades similares, y desechos generados en hospitales u otras instalaciones durante actividades de investigación o el tratamiento de pacientes, o de proyectos de investigación

A4030 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos, con inclusión de desechos de plaguicidas y herbicidas que no respondan a las especificaciones, caducados, o no aptos para el uso previsto originalmente

A4040 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera

A4050 Desechos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes:

- Cianuros inorgánicos, con excepción de residuos que contienen metales preciosos, en forma sólida, con trazas de cianuros inorgánicos
- Cianuros orgánicos

A4060 Desechos de mezclas y emulsiones de aceite y agua o de hidrocarburos y agua

A4070 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, con exclusión de los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente de la lista B B4010)

A4080 Desechos de carácter explosivo (pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B)

A4090 Desechos de soluciones ácidas o básicas, distintas de las especificadas en el apartado correspondiente de la lista B (véase el apartado correspondiente de la lista B B2120)

A4100 Desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B

A4110 Desechos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes:

- Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados
- Cualquier sustancia del grupo de las dibenzodioxinas policloradas

A4120 Desechos que contienen, consisten o están contaminados con peróxidos

A4130 Envases y contenedores de desechos que contienen sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo III

A4140 Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III

A4150 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 medio ambiente no se conozcan

A4160 Carbono activado consumido no incluido en la lista B (véase el correspondiente apartado de la lista B B2060)

ANEXO 2**Anexo III del Convenio de Basilea****LISTA DE CARACTERISTICAS PELIGROSAS**

Clase de las Naciones Unidas	Código	Características
1	H1	<p>Explosivos Por sustancia explosiva o desecho se entiende toda sustancia o desecho sólido o líquido (o mezcla de sustancias o desechos) que por sí misma es capaz, mediante reacción química, de emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.</p>
3	H3	<p>Líquidos inflamables Por líquidos inflamables se entiende aquellos líquidos, o mezclas de líquidos, o líquidos con sólidos en solución o suspensión (por ejemplo, pinturas, barnices, lacas, etc. pero sin incluir sustancias o desechos clasificados de otra manera debido a sus características peligrosas) que emiten vapores inflamables a temperaturas no mayores de 60.5 C, en ensayos con cubeta abierta. (Como los resultados de los ensayos con cubeta abierta y con cubeta cerrada no son estrictamente comparables, e incluso los resultados obtenidos mediante un mismo ensayo a menudo difieren entre sí, la reglamentación que se apartara de las cifras antes mencionadas para tener en cuenta tales diferencias sería compatible con el espíritu de esta definición.)</p>
4.1	H4.1	<p>Sólidos inflamables Se trata de los sólidos, o desechos sólidos, distintos a los clasificados como explosivos, que en las condiciones prevalecientes durante el transporte son fácilmente combustibles o pueden causar un incendio o contribuir al mismo, debido a la fricción.</p>
4.2	H4.2	<p>Sustancias o desechos susceptibles de combustión espontánea Se trata de sustancias o desechos susceptibles de calentamiento espontáneo en las condiciones normales de transporte, o de calentamiento en contacto con el aire, y que pueden entonces encenderse.</p>
4.3	H4.3	<p>Sustancias o desechos que, en contacto con el agua, emiten gases inflamables Sustancias o desechos que, por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.</p>

Clase de las Naciones Unidas	Código	Características
5.1	H5.1	<p>Oxidantes</p> <p>Sustancias o desechos que, sin ser necesariamente combustibles, pueden en general, al ceder oxígeno, causar o favorecer la combustión de otros materiales.</p>
5.2	H5.2	<p>Peróxidos orgánicos</p> <p>Las sustancias o los desechos orgánicos que contienen la estructura bivalente -O-O- son sustancias inestables térmicamente que pueden sufrir una descomposición autoacelerada exotérmica.</p>
6.1	H6.1	<p>Tóxicos (venenos) agudos</p> <p>Sustancias o desechos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.</p>
6.2	H6.2	<p>Sustancias infecciosas</p> <p>Sustancias o desechos que contienen microorganismos viables o sus toxinas, agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre.</p>
8	H8	<p>Corrosivos</p> <p>Sustancias o desechos que, por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan, o que en caso de fuga, pueden dañar gravemente, o hasta destruir, otras mercaderías o los medios de transporte; o pueden también provocar otros peligros.</p>
9	H10	<p>Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua</p> <p>Sustancias o desechos que, por reacción con el aire o el agua, pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas.</p>
9	H11	<p>Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)</p> <p>Sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogénesis.</p>
9	H12	<p>Ecotóxicos</p> <p>Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente, debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.</p>
9	H13	<p>Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas.</p>

ANEXO 3

Prueba de lixiviación, según la Normativa de Japón
(Ley de Limpieza Pública y Disposición de Residuos del Japón)

**PROCEDIMIENTO LEGAL PARA DETERMINAR LA PELIGROSIDAD DE
RESIDUOS INDUSTRIALES**

1. Los residuos que deben ser probados son: escorias metálicas, cenizas, cenizas volátiles y lodos.

2. Procedimiento para la prueba por lixiviación:
 - a) Si las dimensiones de la partícula exceden los 5 mm, pulverizar la muestra a dimensiones que oscilen entre 0.5 y 5 mm.
 - b) Poner 50 gramos de la muestra en 450 gramos de solvente (agua destilada con ácido clorhídrico, pH 5.8 a 6.3).
 - c) Vibrar la solución mediante vibradores durante seis horas (200 vibraciones por minuto, amplitud de vibración 5 cm, a 1 atmósfera de presión y a 20° C de temperatura).
 - d) Filtrar la solución utilizando papel de filtro de fibra de vidrio con poros de 1 μ de diámetro.
 - e) El filtrado debe ser luego analizado utilizando los métodos descritos en la Orden de la Oficina del Primer Ministro.

3. Estándares:

Mercurio alquílico	No detectable	Fósforo orgánico	1.0 mg/l
Mercurio total	0.005 mg/l	Cromo hexavalente	0.5 mg/l
Cadmio	0.1 mg/l	Arsénico	0.5 mg/l
Plomo	1.0 mg/l	Cianuro	1.0 mg/l
		PCB	0.003 mg/l

4. Las escorias metálicas, cenizas, cenizas volátiles y lodos cuyo lixiviado contenga cualesquiera de las sustancias tóxicas antes mencionadas en niveles superiores al estándar, son consideradas como residuos industriales peligrosos en el sentido legal del término y deben, por tanto, ser eliminados mediante la utilización de métodos seguros de relleno sanitario.

ANEXO 4

Cuadro 6 : Propuesta de clasificación de Residuos Peligrosos
(Guía para la Definición y Clasificación de Residuos Peligrosos - CEPIS)

CODIGO	DESCRIPCION	E/G	OBSERVACIONES	CRETIP	CIU	F/Q	B	T	R	TRATAMIENTOS	CODIGO USA	CODIGO ALEMANIA
1	Residuos de productos de plantas y animales	G										
1.01	Residuos de la producción de aceites vegetales		Fábricas de aceites, mercados. Aunque este residuo no se considera peligroso, es putrescible y requiere manejo especial		3115, 3523			1	2			12102
1.02	Residuos de ácidos grasos	E	Producción de grasas y jabones. Aunque este residuo no se considera peligroso, es putrescible y requiere un manejo especial		3115, 3540, 3523			1	2			12304
1.03	Emulsiones de aceites y grasas		Fábrica de aceites, producción de jabones. Aunque este residuo no se considera peligroso, es putrescible y requiere un manejo especial		3115, 3523			1	2			12503
1.04	Lodos del proceso de producción del cuero	E	Curtiembres	T	3531				1	Desecado previo a disposición	K056, K057, K058, K059	14401, 14402
1.05	Aserrines empapados con residuos nocivos	E	Industria y comercio del aceite, industria en general	T	3540, 9999			1	2			17211, 17212
1.06	Filtros de papel empapados con residuos nocivos	E	Industria en general	T	9999			1	2			18710, 18711
1.07	Grasas empapadas con residuos nocivos	E	Industria en general	T	9999			1	2			18712, 18713
1.08	Material de embalaje contaminado con restos de contenido nocivo	E	Industria en general	T	9999			1	2			18715, 18714
2	Residuos de productos de origen mineral incluyendo metales	G										
2.01	Residuos con sustancias peligrosas provenientes de hornos	E	Industria metalúrgica	T	3710, 3720				1			31108, 31109
2.02	Escorias de fundición de metales no ferrosos	E	Industria metalúrgica	T	3720				1			31203
2.03	Escorias salinas de la producción de metales no ferrosos	E	Fundiciones	T	3720				1			31211, 31212
2.04	Cenizas de metales no ferrosos	E	Industria metalúrgica. Puede contener metales pesados como plomo, estaño, etc.	T	3720				1	Solidificación previa a la disposición	K065	31213, 31214
2.05	Polvo de filtro de metales no ferrosos	E	Industria metalúrgica. Puede contener metales como plomo, zinc, etc.	T	3720				1	Solidificación previa a la disposición	K016, K069	31215, 31217
2.06	Cenizas volátiles de filtros de incineradores	E	Incineradores	T	4311, 4312				1	Solidificación previa a la disposición	K061	31309, 31310
2.07	Residuos de lavadores de gas de incineradores (v.g. yeso)	E	Incineradores	T	4311, 4312				1			31312, 31313, 31314
2.08	Residuos de incineración pirolítica	E	Incineradores pirolíticos	T	4313			1				31316

CODIGO	DESCRIPCION	E/G	OBSERVACIONES	CRETIP	CIU	F/Q	B	T	R	TRATAMIENTOS	CODIGO USA	CODIGO ALEMANIA
2.09	Suelos contaminados	E	Accidentes, industria en general	T	9999			1	2			31423, 31424
2.10	Escombros contaminados	E	Industria en general	T	9999				1			31441
2.11	Arenas de fundición	E	Fundiciones	T	3710, 3720				1			31426
2.12	Materiales de filtros usados con contenido nocivo (v.g. carbono activado)		Industria química, tintorerías y tratamiento de efluentes	T	35, 9520, 4324			1	2			31435
2.13	Polvos de asbesto	E	Industria del asbesto y asbestocemento	T	3699				1	Residuo debe estar envasado		31437
2.14	Lodos minerales con residuos peligrosos	E	Industria metalúrgica y química, talleres de temple. Residuos que pueden contener nitrato, nitrito, sulfito, etc.	T	35, 3710, 3720				1	Desecado o solidificación	K069, K061, K060, F010, F012	31610, 31619, 31620, 31621, 31623, 31624, 31626, 31629, 31630, 31631, 31632, 31633, 31636, 31637, 31638
2.15	Lodos con cianuro de la metalurgia	E	Acabado de acero, talleres de temple. Contiene cianuro	T	3710	1			2	Si no hay tratamiento F/Q, solidificación	F014	31628
2.16	Filtros de aceite	E	Industria, vehículos y maquinaria en general	I	9999, 9513			1	2			35107
2.17	Residuos con metales pesados no ferrosos	E	Minas e industria metalúrgica. Puede contener Pb, Be, Al y otros metales pesados	T	3720, 23				1			35302, 35307, 35316, 35317
2.18	Acumuladores (baterías) de níquel-cadmio	E	Comercio, acumuladores gastados	T	9999, 61, 62, 3839				1	Solidificación o encapsulamiento		35323
2.19	Baterías con mercurio	E	Baterías gastadas	T	3839, 9999, 61, 62				1	Solidificación o encapsulamiento		35325
2.20	Residuos con mercurio		Industria en general	T	9999	1			2	Si no hay tratamiento F/Q, solidificación o encapsulamiento		35326
2.21	Lodos de zinc, plomo, estaño	E	Minas e industria metalúrgica	T	23, 3720				1	Solidificación o encapsulamiento	K065, K066, K067, K068, K069	35501, 35503, 35504
3	Residuos de procesos tales como óxidos, hidróxidos y sales	G										
3.01	Lodos galvánicos con cianuro, cromo VI	E	Industria galvanoplástica. Residuos altamente tóxicos	T	3811, 3812, 3819	1			2	Cianuro: oxidación o reducción	F007	51101, 51102
3.02	Lodos galvánicos con cromo III, cobre, zinc, cadmio, níquel, cobalto, plomo, estaño	E	Industria galvanoplástica	T	3811, 3812, 3819	1			2	Solidificación / desecado	F006, F008	51103, 51104, 51105, 51106, 51107, 51108, 51111, 51112
3.03	Otros lodos de hidróxidos metálicos	E	Industria química y tratamiento de efluentes industriales	T	35, 432	1			2	Si no hay tratamiento F/Q, desecado o solidificación	F012	51113
3.04	Oxidos e hidróxidos de zinc, manganeso, cromo III, cobre y otros metales pesados	E	Industria química y metalúrgica	T	35, 3720				1	Desecado o solidificación	F009	51301, 51302, 51304, 51306, 51307, 51310
3.05	Sales y sustancias químicas del proceso de curtido de pieles	E	Preparación de pieles y curtiembres	T	3231, 3232				1	Solidificación o encapsulamiento		51502, 51505, 52710

CODIGO	DESCRIPCION	E/G	OBSERVACIONES	CRETIP	CIU	F/Q	B	T	R	TRATAMIENTOS	CODIGO USA	CODIGO ALEMANIA
3.06	Sales de impregnado de la madera	E	Industria de la madera, contiene creosota o pentaclorofenol	T	3511, 3319, 3320				1	Solidificación o encapsula-miento	K001	51504
3.07	Sales para endurecimiento del acero	E	Acabado del acero. Puede contener Pb, Ba, y otros metales pesados	C, T	3720				1	Solidificación o encapsula-miento	K062	51518, 51519, 51520, 51521, 51524, 51525
3.08	Cloruros y sulfuros con metales pesados	E	Acabado de acero e industria química	T	3720				1	Solidificación o encapsula-miento		51528, 51529, 51530
3.09	Sales con contenido nocivo como cianuro nitrito	E	Industria química	T	35	1			2	Oxidación, solidificación previo a disposición		51533, 51534
3.10	Cal con contenido de arsénico	E	Industria química, de la cerámica y del vidrio	T	35, 3610, 3620				1	Solidificación o encapsula-miento		51539
3.11	Hidrofluoruro de amonio	E	Tratamiento de superficies metálicas	C, T	38				1	Solidificación o encapsula-miento		51512
4	Residuos de procesos como ácidos, álcalis y concentrados	G										
4.01	Ácidos inorgánicos y mezclas	E	Industria química, galvanoplástica, acabado de superficies y laboratorios. Incluye ácidos sulfocrómicos y ácidos de baterías	C, T	3511, 38	1						52101, 52102, 52105
4.02	Ácidos orgánicos halogenados	E	Industria química y farmacéutica	C, T	3511, 3522			1				52201
4.03	Ácidos orgánicos no halogenados		Industria química y farmacéutica	C, T	3511, 3522	2		1				52202
4.04	Lejías, álcalis y mezclas	E	Industria química, acabado de superficies y laboratorios	C	38, 3511	1						52402
4.05	Amoniaco o soluciones amoniacales	E	Industria química	C	3511	1						52403
4.06	Hipoclorito de sodio	E	Industria textil, producción de fibra de madera	C	33, 3211	1						52701
4.07	Baños de fijación	E	Laboratorios de fotografía e imprenta	T	3420, 9592	2		1				52707
4.08	Baños de revelado	E	Laboratorios de fotografía	T	9592	1						52723
4.09	Álcalis sulfíticos	E	Producción de fibra de madera	C, T	33	1						52708
4.10	Concentrados con cromo VI y cianuro	E	Acabado de superficies	T	38	1					F011	52712, 52713, 52714
5	Residuos de plaguicidas, detergentes, productos farmacéuticos y de laboratorios	G										
5.01	Residuos de plaguicidas	E	Filtración, comercio y uso de plaguicidas. Plaguicidas	T	3512, 61, 62			1	2	Si no hay tratamiento térmico, solidificación o encapsulamiento	K032, K033, K034, K035, K036, K037, K038, K039, K040, K041, K042, K043	53103, 53104

CODIGO	DESCRIPCION	E/G	OBSERVACIONES	CRETIP	CIU	F/Q	B	T	R	TRATAMIENTOS	CODIGO USA	CODIGO ALEMANIA
5.02	Residuos de desinfectantes	E	Industria química, farmacéutica e instalaciones de salud	T	35, 3522, 9331			1	2	Si no hay tratamiento térmico, solidificación o encapsulamiento		53507
5.03	Residuos de la industria farmacéutica	E	Industria farmacéutica	T	3522			1	2	Si no hay tratamiento térmico, solidificación o encapsulamiento		53502, 53503
5.04	Productos farmacéuticos caducos	E	Instalaciones de salud	T	3522, 9331			1	2	Si no hay tratamiento térmico, solidificación o encapsulamiento		53 1 50
5.05	Detergentes	E	Industria, comercio y utilización de detergentes	T	3523, 61, 62			1	2			59401, 59404
5.06	Tensoactivos	E	Industria química, producción de detergentes	T	3523, 35, 3211			1	2			59402
5.07	Residuos químicos de laboratorios		Industria e instituciones académicas	T	9999	1		1	2	Tratamiento depende del residuo		59302, 59303
6	Residuos de productos del petróleo	G										
6.01	Combustibles sucios	E	Industria en general	I	9999	1		1		Filtración y reuso		54104
6.02	Aceites para transformadores y sistemas hidráulicos sin PCB	E	Transformadores, industria	T, I	9999			1				54106
6.03	Aceites para transformadores y sistemas hidráulicos con PCB	E	Transformadores, sistemas hidráulicos	T	9999, 4301			1				54107
6.04	Otros aceites con PCB o equipos y materiales contaminados con PCB	E	Industria en general	T	9999			1				54110, 54111, 54114
6.05	Aceites lubricantes para motores, maquinarias, transmisiones y turbinas	E	Industria en general	I	9999	1		1		Filtración y reciclaje		54112, 54113
6.06	Aceites usados en general	E	Industria en general, vehículos	I	9999	1		1		Filtración y reciclaje		54108, 54109
6.07	Grasas y ceras	E	Industria petroquímica y general	I	3540, 9999			1	2			54201, 54202
6.08	Residuos sólidos empapados de aceite y grasa	E	Industria petroquímica y general	I	3540, 9999			1	2			54209
6.09	Emulsiones de aceites y ceras	E	Industria de maquinaria	I	382	2		1		Separación y reuso de los aceites		54402, 54404, 54406
6.10	Emulsiones bituminosas	E	Industria química y de la construcción. Contiene sustancias alifáticas y aromáticas	T	3540			1	2		K048, K049, K050, K051, K052	54407
6.11	Otras mezclas con agua y aceite	E	Industria, transporte marítimo	T	9999, 712	2		1		Separación y reuso de los aceites		54408, 54405
6.12	Lodos con combustible	E	Industria en general	T	9999			1	2			54704, 54702, 54708
6.13	Lodos con lubricantes	E	Industria en general	T	9999			1	2			54707, 54703, 54710
6.14	Residuos de la refinación de aceites usados	E	Industria de re-refinación (reciclado). Puede contener ácidos, lejías, azufre, etc.	C, T	0000			1	2			54801, 54802, 54805, 54806, 54808

CODIGO	DESCRIPCION	E/G	OBSERVACIONES	CRETIP	CIU	F/Q	B	T	R	TRATAMIENTOS	CODIGO USA	CODIGO ALEMANIA
6.15	Lodos y otros residuos de la refinación del petróleo y transformación del carbón	E	Industria petroquímica. Puede contener fenoles, mercaptanos, glicerinas, naftaleno, antraceno, cianuro, amoniaco	T, I	3540	2		1				54903, 54904, 54905, 54906, 54907, 54908, 54909, 54918, 54920, 54923, 54924, 54925
6.16	Residuos del alquitrán	E	Industria química	I	3540			1	2			54913, 54915
7	Residuos de solventes orgánicos, pinturas, barnices, pegamentos y resinas	G										
7.01	Solventes y líquidos orgánicos halogenados	E	Industria química, tintorerías y limpieza de superficies. Puede contener dicloroetano, clorobencenos, cloroformo, diclorometano, percloroetileno, etc.	T	9520, 38, 35			1			F001, F002	55201, 55202, 55203, 55205, 55206, 55209, 55211, 55212, 55213, 55223
7.02	Mezclas de solventes orgánicos halogenados con agua y otros líquidos	E	Industria química y tintorería	T	35, 9520	2		1			F001, F002	55220, 55224
7.03	Solventes y líquidos orgánicos no halogenados como acetona, benceno, tolueno, xileno, etc.	E	Industria química y general	T, I	35, 9999	2		1			F003, F004, F005	55301, 55303, 55306, 55310, 55311, 55314, 55315, 55321, 55322, 55325, 55326, 55327, 55352, 55353, 55356
7.04	Mezclas de solventes orgánicos no halogenados con agua u otros líquidos	E	Industria química y general	T, I, I	35, 9999	2		1			F003, F004, F005	55370, 55374
7.05	Lodos con solventes orgánicos halogenados	E	Industria química y general	T, I	35, 9999			1	2	Si no hay tratamiento térmico, encapsulamiento	F001, F002	55401
7.06	Lodos con solventes orgánicos no halogenados	E	Industria química y general	T, I	35, 9999			1	2	Si no hay tratamiento térmico, encapsulamiento	F003, F004, F005	55402
7.07	Materiales sólidos contaminados con residuos de 7.01 al 7.04	E	Industria química y general	T, I	35, 9999			1				55403, 55404
7.08	Pinturas y barnices residuales	E	Industria y utilización de pinturas, imprentas	T, I	3420, 3521, 61, 62			1	2			55501, 55502, 55508, 55509, 55510, 55512, 55514, 55515

CODIGO	DESCRIPCION	E/G	OBSERVACIONES	CRETIP	CIU	F/Q	B	T	R	TRATAMIENTOS	CODIGO USA	CODIGO ALEMANIA
7.09	Lodos de pinturas y barnices	E	Industria de pinturas y barnices	T	3521, 38			1	2	Si no hay tratamiento térmico, encapsulamiento	K002, K003, K004, K005, K006, K007	55503
7.10	Pegamentos no endurecidos	E	Industria en general	T, I	9999			1	2	Si no hay tratamiento térmico, encapsulamiento		55905, 55907
7.11	Resinas no endurecidas	E	Industria de plástico y pintura	I	3513, 3521			1	2	Si no hay tratamiento térmico, encapsulamiento		55903, 55904
8	Residuos de plástico, hule, caucho y textiles	G										
8.01	Residuos plásticos no endurecidos	E	Industria química y plástica		3513			1	2	Si no hay tratamiento térmico, encapsulamiento		57202
8.02	Ablandadores halogenados	E	Industria química y plástica	T	35, 3513			1	2	Si no hay tratamiento térmico, encapsulamiento		57201
8.03	Ablandadores no halogenados	E	Industria química y plástica		35, 3513			1	2	Si no hay tratamiento térmico, encapsulamiento		57203
8.04	Dispersiones y emulsiones del plástico	E	Industria química y plástica		35, 3513	2		1		Separación y disposición de sólidos		57303
8.05	Lodos del plástico o caucho con solvente	E	Industria química y plástica		35, 3513, 3540			1	2	Si no hay tratamiento térmico, encapsulamiento		57305, 57306
8.06	Lodos y emulsiones de látex	E	Industria textil, de alfombras y de pinturas		3514, 3521			1	2	Si no hay tratamiento térmico, encapsulamiento		57702
8.07	Lodos y emulsiones de caucho	E	Producción de materiales de caucho		355			1	2			57704
8.08	Lodos de teñido de textiles	E	Industria textil	T	3211			1	2	Si no hay tratamiento térmico, encapsulamiento		58115
8.09	Lodos de lavandería	E	Industria textil, lavanderías y tintorerías	T	3211, 9520			1	2	Si no hay tratamiento térmico, encapsulamiento		58114, 58116
8.10	Filtros textiles con sustancias peligrosas	E	Industria textil y en general	T	3211, 9999			1	2			58201, 58202
8.11	Paños textiles con sustancias peligrosas	E	Industria en general	T	9999			1	2			58203, 58204, 58205
9	Otros residuos peligrosos	G										
9.01	Explosivos y municiones	E	Producción y distribución. Contiene sustancias explosivas, en algunos casos plomo	E, T	352903					Requiere manejo especial	K044, K045, K047	59102, 59103
9.02	Residuos pirotécnicos	E	Producción y distribución	E	352903					Requiere manejo especial		59101
9.03	Catalizadores	E	Industria química y petroquímica	T	35, 3540	1		1	2	Solidificación o encapsulamiento	K021, K028	59507

CODIGO	DESCRIPCION	E/G	OBSERVACIONES	CRETIP	CIU	F/Q	B	T	R	TRATAMIENTOS	CODIGO USA	CODIGO ALEMANIA
9.04	Residuos de procesos de destilación de solventes halogenados	E	Industria química y de redestilación	T	3540, 35			1			K015, K016, K017, K018, K019, K020, K022, K023, K024, K029, K030, K042	59702, 59705, 59706, 59707
9.05	Residuos de procesos de destilación de solventes no halogenados	E	Industria química y de redestilación	T	3540, 35	2		1			K009, K010, K011, K012, K013, K014, K022, K023, K024, K025, K026, K027, K036	59703, 59706
9.06	Gases en contenedores	E	Industria química y laboratorios	E	351106, 9999					Requiere manejo especial		59801, 59802
9.07	PCB (Bifenilos policlorados)	E	Industria química y utilización de PCB	T	35			1				59901
9.08	Fenoles	E	Industria química	T	35			1			K022	59903
9.09	Peróxidos orgánicos	E	Industria química y plásticos	R, T	35, 3513	1		1				59904
9.10	Peróxidos inorgánicos	E	Industria química y laboratorios	R, T	35	1						59905
9.11	Lodos de tratamiento de efluentes industriales no especificados anteriormente	E	industria en general	T	9999			1	2	Desecado	K032, K033, K035, K037, K040, K041, K044, K045, K046	94801
9.12	Lixiviados de rellenos	E	Rellenos sanitarios y de seguridad	T	0000	1				Tratamiento según tipo de relleno		95301, 95302
9.13	Residuos hospitalarios patógenos	E	Hospitales y laboratorios micro-biológicos	P	9331			1	2			97101
9.14	Residuos orgánicos humanos	E	Hospitales	P	9331			1				97104

ANEXO 5

PRODUCCIÓN DE BIOGAS

Todos los residuos orgánicos (basura de cocina, restos vegetales y animales, aguas servidas, aserrines y virutas, bosta y excrementos) son adecuados para ser fermentados anaeróticamente (en ausencia de oxígeno). Las bacterias van consumiendo así el carbono y el nitrógeno y como resultado se produce una combinación de gases formado por un 70% de metano, 20% de anhídrido carbónico y un poco de monóxido de carbono y anhídrido sulfuroso. La materia prima se mezcla en partes iguales con agua, se cierra la boca de carga y de esta manera comienza el proceso. Al pasar un tiempo determinado, empiezan a producirse gases como producto de la digestión.

Para el caso de la utilización de la madera como materia prima para la obtención de gas metano la degradación microbiológica de la celulosa contenida en la misma no se puede conseguir en forma directa, tal como se hace en los residuos domésticos.

Es importante señalar la influencia que tiene en el proceso de biodigestión anaeróbica el tipo de madera a utilizar.

TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

Esta tecnología permite producir biogás y fertilizante líquido, mediante el tratamiento de desechos orgánicos, por el proceso de digestión anaerobia.

GENERALIDADES DEL PROCESO

Inicialmente la carga (residuos orgánicos previamente recolectados y tratados) se adiciona al digestor por medio de un tanque de carga. La digestión anaerobia tiene lugar en el digestor (tanque sellado) el cual crea las condiciones ideales para que las bacterias fermenten el material orgánico en condiciones libres de oxígeno. Es posible que el digestor necesite de calentamiento y de agitación para lograr dichas condiciones y para que de esta manera las bacterias conviertan la materia orgánica en biogás. Durante este proceso entre el 30 y 60% de los residuos orgánicos se convierten en biogás.

El biogás producido es atrapado en la parte superior del digestor y es removido dejando una tubería por la cual sale el gas colectado. Se utiliza un medidor de gas para monitorear el flujo de gas. Algunas veces se necesita un lavador de gases para limpiar componentes corrosivos contenidos en el biogás como el ácido sulfhídrico. Ya

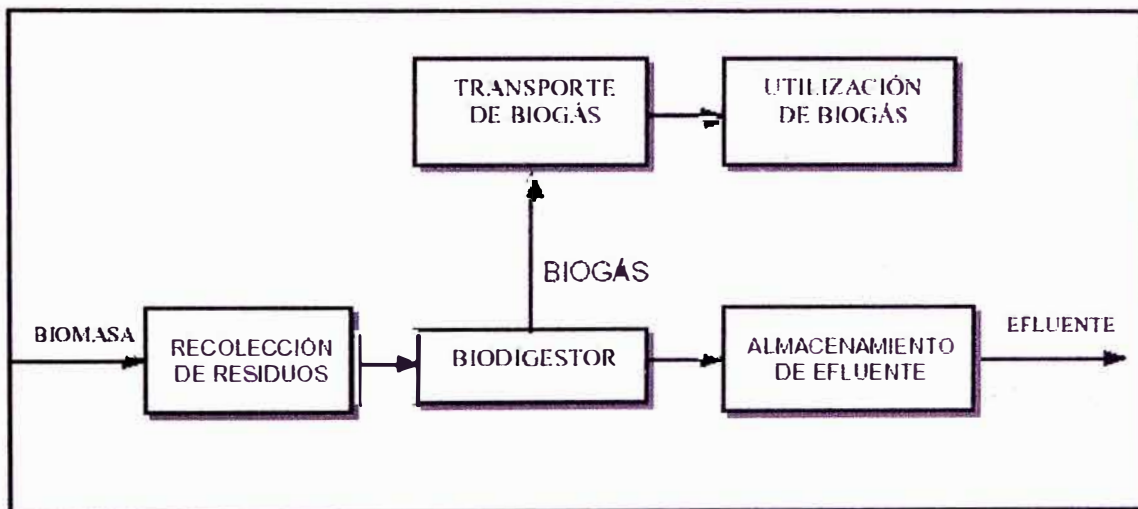
que el espacio de almacenamiento de gas es limitado (Volumen bajo la cubierta), se utiliza un regulador de presión que controla el exceso de presión desde la cubierta. El biogás caliente se enfría a medida que viaja a través de la tubería y que el vapor de agua en el gas se condensa. Un drenaje remueve el condensado producido.

Cuando la producción de biogás es continua este puede ser almacenado en un tanque, donde se recomienda su recolección y/o combustión; el biogás se utiliza para generar calor o electricidad o ambos.

Otro subproducto de este sistema es el efluente, el cual se puede almacenar para ser utilizado como agua para riego o fertilizante líquido.

Como se presenta en la Figura 1, un sistema de biogás se compone de los siguientes subsistemas:

- Sistema de recolección de residuos
- Digestor
- Sistema de almacenamiento del efluente
- Sistema de conducción de biogás
- Equipos o sistemas de utilización del biogás



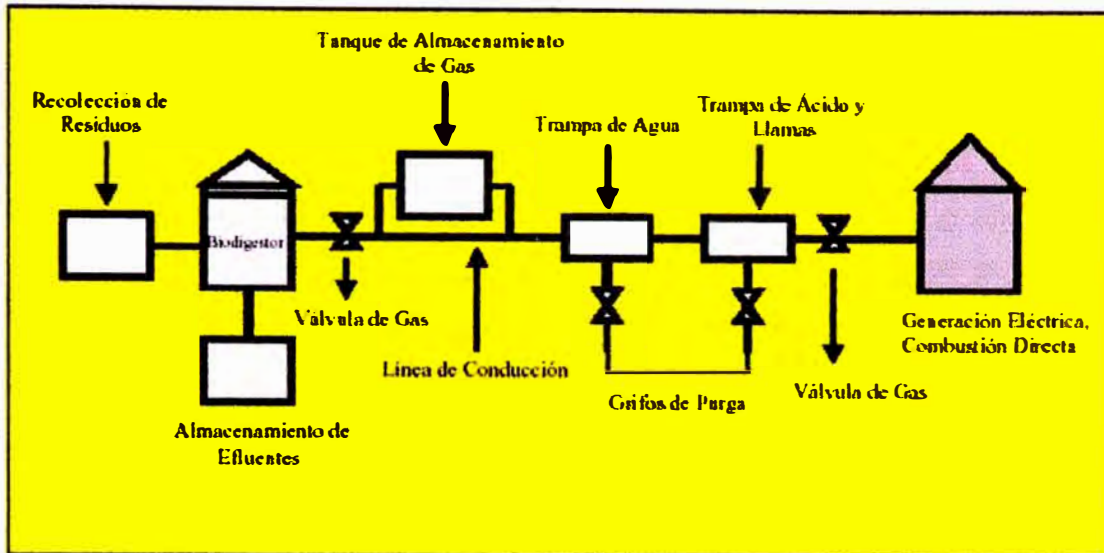
Componentes de un sistema de biogás

CARACTERÍSTICAS DEL BIODIGESTOR

El digestor es el componente del sistema de biogás que optimiza naturalmente el crecimiento y proliferación de un grupo de bacterias anaerobias que descomponen y tratan los residuos dejando como subproducto gas combustible y un efluente líquido rico en nutrientes y materia orgánica estabilizada.

Basados en limitaciones externas como inversión, eficiencia del tratamiento, rendimiento de la energía neta y rendimiento de las operaciones, el rango de las tecnologías disponibles varía desde los sistemas muy rudimentarios hasta los más

sofisticados tanto a escala doméstica como a escala comercial. La elección de cual digestor utilizar, esta condicionada inicialmente por la temperatura y las características del sistema de manejo de residuos existente o que se planea instalar el cual determina el método de carga del digestor.



Esquema Típico de una línea de conducción de gas

Tipo de biodigestores

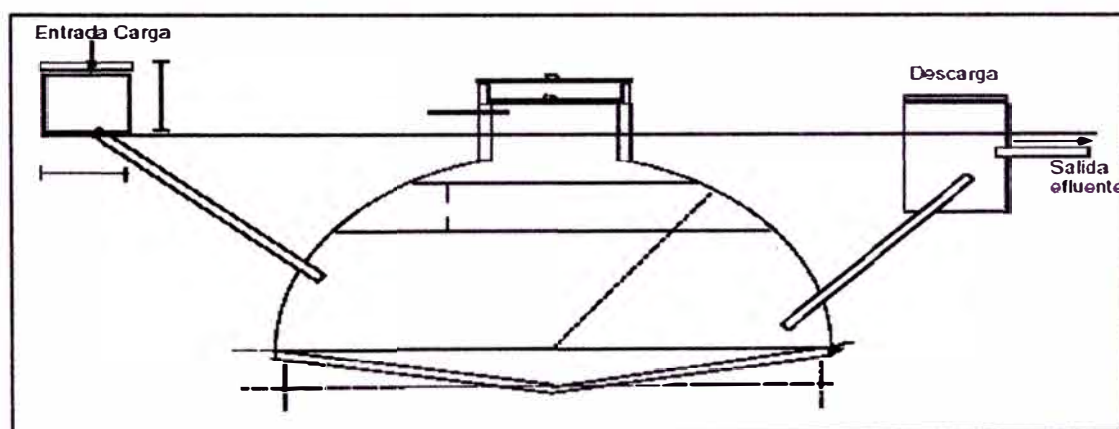
De acuerdo al método de carga utilizado se distinguen dos tipos genéricos de biodigestores:

1.- Biodigestores de flujo discontinuo: Se cargan una vez y quedan cerrados por un tiempo fijo de retención hasta que haya terminado el proceso de fermentación y no haya producción de gas. En esas plantas al comienzo hay mucha masa orgánica y pocas bacterias y al final tienen muchas bacterias y poca masa orgánica. La operación involucra principalmente cargar un biodigestor que permanecerá cerrado con sustrato, un inoculante y en algunos casos, una base para mantener el pH casi neutral. El digestor es sellado, y la fermentación se realiza entre 30 y 180 días, dependiendo de la temperatura ambiente. Durante este período, la producción de gas aumenta paulatinamente hasta un máximo y luego declina. Esta fermentación se puede realizar con un contenido de sólidos orgánicos de 6 a 10%.

2.- Digestores de flujo continuo: Los digestores de flujo continuo son cargados y descargados en forma periódica, por lo general todos los días. Cualquier tipo de construcción es apropiada para una planta continua, pero el material de fermentación debe ser fluido y uniforme.

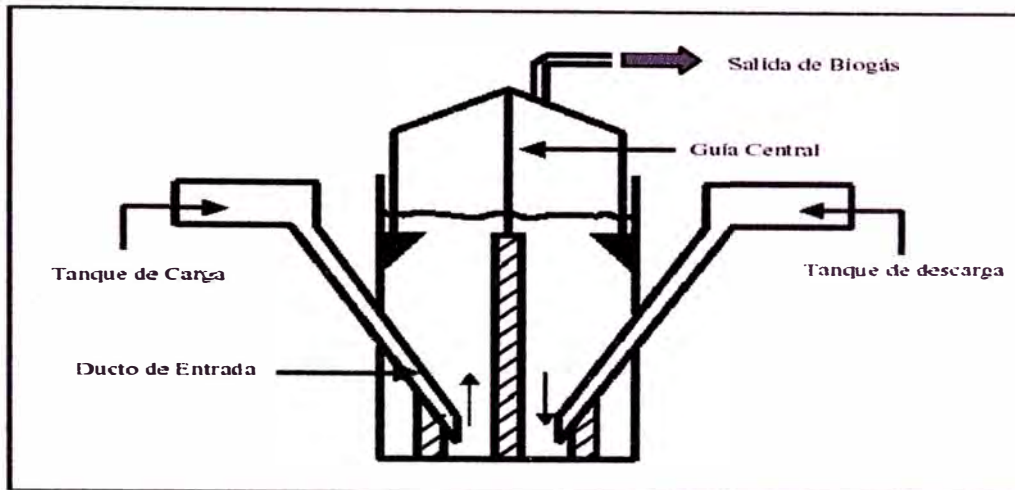
Existen muchos diseños y formas según su estructura, entre los cuales pueden citarse, como los de mayor uso, tres tipos: de estructura sólida fija, de estructura sólida móvil y de balón de plástico.

a) De estructura sólida fija. Consiste de una cámara de gas construida de ladrillos, piedra o concreto la cual permanece inmóvil y fija. Tanto el tope como la base del reactor son semiesféricos y están unidos por lados rectos. La estructura interna es sellada por varias capas para aislar el gas. El digestor es alimentado por un tubo de carga que es recto y finaliza en la mitad de nivel dentro del digestor. Hay un tapón manual en la parte superior del digestor para facilitar su limpieza, y el conducto de salida del gas sale de la cubierta. El gas producido durante el proceso es almacenado bajo el domo y desplaza algunos de los contenidos del digestor a la cámara del efluente. Esto crea fuerzas estructurales altas y esta es la razón por la cual el reactor tiene formas semiesféricas en el tope y en la base. Se recomienda que la construcción sea bajo tierra en suelos estables y firmes. Es el tipo de digestor más común en países en vía de desarrollo.



Digestor de estructura sólida fija, tanque cilíndrico.

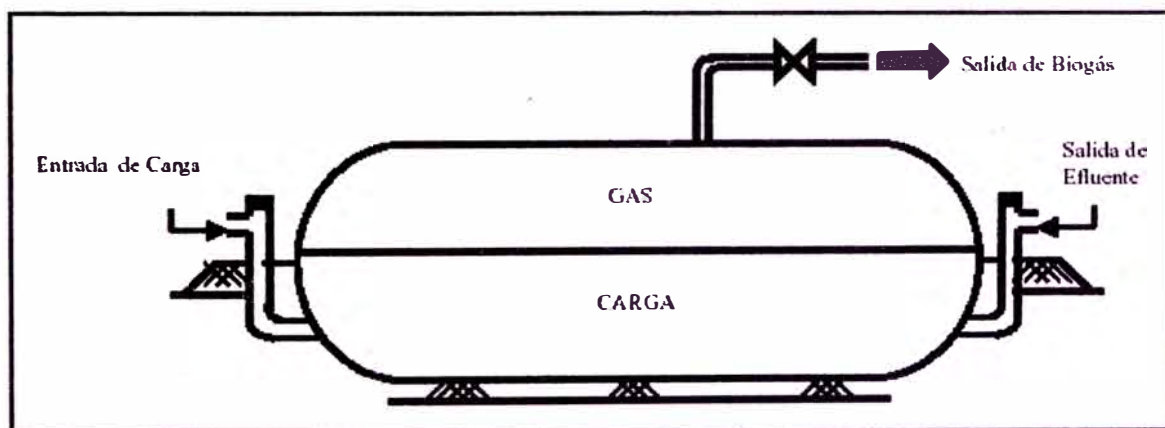
b) Digestor de estructura sólida móvil. Este digestor es en forma de bóveda esférica (o cilíndrica) y tiene un depósito de gas móvil en forma de campana flotante. La campana puede flotar directamente en la carga de fermentación o en un anillo de agua cilíndrico. El gas se acumula en la campana, haciéndola subir y luego vuelve a bajar cuando se extrae el gas a través de un tubo instalado en la campana misma. Para evitar que la campana se ladee, se construye un soporte de hierro como guía. La campana además de subir y bajar, es libre de girar, así puede mover la capa que eventualmente pueda flotar en la superficie de la carga de fermentación. Para su construcción se usa comúnmente ladrillos, cemento, arena y grava; para la campana flotante, lámina de acero.



Digestor de estructura sólida móvil

c) De balón de plástico. Está compuesto de una bolsa de plástico, caucho, polietileno o geomembrana de PVC, completamente sellada. La parte inferior de la bolsa (75% de volumen) se rellena con la carga, mientras en la parte superior de la bolsa (25%) se almacena el gas. Los tubos de entrada y salida están sujetos directamente a la pared de la bolsa. Aunque este digestor actúa como un reactor de tapón de flujo, el gas puede almacenarse en una bolsa separada.

El material plástico o de caucho para la planta, tiene que ser elegido con cuidado: resistente a la intemperie y a los rayos ultravioleta. Se puede recomendar para todos aquellos sitios donde no haya peligro de que se dañe la pared de la bolsa y donde predominen temperaturas altas y constantes.



Digestor de balón de plástico

Resumen de características de algunos tipos de biodigestores

Características	De estructura sólida fija	De estructura sólida móvil	De balón de plástico
Cámara de digestión	Esférica / bajo tierra	Esférica / Semiesférica	Semiesférica
Nivel de tecnología	Madura	Madura	Madura
Presión del gas	No constante	Constante	Muy baja presión de gas, es necesario aumentar la presión con sobrepeso
Localización óptima	Todos los climas	Todos los climas	Todos los climas
Vida útil	20 años	20 años	5 años
Ventajas	Bajos costos de construcción No posee partes móviles No posee parte metálicas que puedan oxidarse No tiene partes expuestas, por eso está protegido contra bajas temperaturas	Manejo fácil El gas almacenado es visible a través del nivel de la campana	Bajos costos de construcción Fácil transporte e instalación Construcción horizontal y plana que favorece en los lugares con alto nivel freático
Desventajas	La presión puede ser muy alta, por eso la cúpula tiene que ser cuidadosamente sellada; porosidades y grietas pueden afectar la planta	Alto costo de construcción de la campana En la mayoría de los casos, la campana es metálica y por eso sujeta a corrosión Más costos de mantenimiento causado por trabajo de pintura	El material plástico está sujeto a daños y tiene que ser protegido

Utilización y consumo de Biogás en diferentes equipos

Equipo	Consumo de biogás (en m ³ /hora)
Estufa de cocina	0.150 – 0.200
Fogón para cocinar alimentos de los alimentos o frutas	0.300
Lámpara de gas equivalente a una bombilla de 60W	0.100
Calentadores para lechones o cría de levante	0.250
Calentadores para cría de pollos	0.150
Motor biogás – diesel por b.h.p.	0.420
Producción de 1 kWh de corriente eléctrica con una mezcla de biogás diesel	0.700

