



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN SEGURIDAD MENCIÓN PÚBLICA Y  
PRIVADA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO EN SEGURIDAD**

**MODELO DE PREVENCIÓN, MINIMIZACIÓN Y GESTIÓN PARA  
DESECHOS PELIGROSOS Y/O ESPECIALES GENERADOS EN LA  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE, MATRIZ  
SANGOLQUÍ**

**AUTOR: ARBOLEDA ALMEIDA, FERNANDO PAÚL**

**DIRECTORA: ING. FERNÁNDEZ QUINTANA, MIRIAN DEL  
CARMEN MSc.**

**SANGOLQUÍ**

**2018**

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DESEFENSA****CARRERA DE INGENIERÍA EN SEGURIDAD MENCIÓN PÚBLICA Y PRIVADA****CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, ***“MODELO DE PREVENCIÓN, MINIMIZACIÓN Y GESTIÓN PARA DESECHOS PELIGROSOS Y/O ESPECIALES GENERADOS EN LA UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS – ESPE, MATRIZ SANGOLQUÍ”*** realizado por el señor **ARBOLEDA ALMEIDA, FERNANDO PAÚL**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio; mismo trabajo que cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas - ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **ARBOLEDA ALMEIDA, FERNANDO PAÚL** para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 01 de marzo del 2018

ING. MIRIAN FERNANDEZ QUINTANA MSc.

**DIRECTORA**



## DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DESEFENSA

### CARRERA DE INGENIERÍA EN SEGURIDAD MENCIÓN PÚBLICA Y PRIVADA

#### AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **ARBOLEDA ALMEIDA, FERNANDO PAÚL**, con cédula de identidad N° 140094599-2, declaro que el trabajo de titulación “**MODELO DE PREVENCIÓN, MINIMIZACIÓN Y GESTIÓN PARA DESECHOS PELIGROSOS Y/O ESPECIALES GENERADOS EN LA UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS – ESPE, MATRIZ SANGOLQUÍ**” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 01 de marzo del 2018

ARBOLEDA ALMEIDA, FERNANDO PAÚL

140094599-2



## DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DESEFENSA

### CARRERA DE INGENIERÍA EN SEGURIDAD MENCIÓN PÚBLICA Y PRIVADA

#### AUTORIZACIÓN

Yo, **ARBOLEDA ALMEIDA, FERNANDO PAÚL**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación "**MODELO DE PREVENCIÓN, MINIMIZACIÓN Y GESTIÓN PARA DESECHOS PELIGROSOS Y/O ESPECIALES GENERADOS EN LA UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS – ESPE, MATRIZ SANGOLQUÍ**" cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 01 de marzo del 2018

ARBOLEDA ALMEIDA, FERNANDO PAÚL

140094599-2

## **DEDICATORIA**

Con todo amor para el que hizo todo esto posible y a mis padres.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE que me abrieron las puertas y colaboraron para hacer el presente trabajo, mismo que espero sea de beneficio para la Unidad de Seguridad Integrada direccionada por el Tcn. (SP) David Alfredo Molina.

Fernando Arboleda

## AGRADECIMIENTO

Sencillamente no hay palabras que me permitan describir mí sentido agradecimiento a todos, porque intencionalmente o no, son participes del punto en que me encuentro de mi vida, Dios les bendiga.

Soy especialmente afecto a la patria que me vio nacer y crecer, Dios bendiga a mi país Ecuador.

Consciente en cierta porción por todo el esfuerzo que mis padres han realizado a lo largo de mi vida, les estoy eternamente agradecido. Dios les bendiga.

Padre, Hijo y Espíritu Santo, no podía olvidar su influencia en mi vida y en todo lo vivo e inerte del universo, infinitas gracias.

Dios bendiga a las personas justas y honorables. Dios bendiga a los afligidos. Dios bendiga a los valientes y esforzados. Dios bendiga a los que les buscan de corazón, con temor y temblor. Dios bendiga a Israel.

Fernando Arboleda

## INDICE DE CONTENIDO

<i>CARATULA</i> .....	<i>i</i>
<i>CERTIFICADO</i> .....	<i>ii</i>
<i>AUTORIA DE RESPONSABILIDAD</i> .....	<i>iii</i>
<i>AUTORIZACION</i> .....	<i>iv</i>
<i>DEDICATORIA</i> .....	<i>v</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i> .....	<i>vi</i>
<i>INDICE DE CONTENIDO</i> .....	<i>vii</i>
<i>INDICE DE TABLAS</i> .....	<i>xi</i>
<i>INDICE DE ILUSTRACIONES</i> .....	<i>xiii</i>
<i>RESUMEN</i> .....	<i>xiv</i>
<i>ABSTRACT</i> .....	<i>xv</i>
<i>CAPITULO I</i> .....	<i>1</i>
1. ASPECTOS GENERALES .....	<i>1</i>
1.1. Antecedentes .....	<i>1</i>
1.2. Planteamiento del problema .....	<i>2</i>
1.3. Justificación .....	<i>2</i>
1.4. Objetivos .....	<i>3</i>
1.4.1. Objetivo General .....	<i>3</i>
1.4.2. Objetivos Específicos .....	<i>3</i>
1.5. Metas del proyecto .....	<i>4</i>
<i>CAPITULO II</i> .....	<i>5</i>
2. MARCO TEÓRICO .....	<i>5</i>
2.1. Residuo/desecho .....	<i>5</i>
2.1.1. Desechos peligrosos .....	<i>5</i>
2.1.2. Desechos especiales.....	<i>7</i>
2.2. Principios de manejo o gestión de desechos .....	<i>7</i>
2.2.1. Contaminador-Pagador .....	<i>7</i>
2.2.2. De Corrección en la fuente.....	<i>7</i>
2.2.3. De Jerarquía en la gestión de residuos .....	<i>8</i>
2.2.4. De la mejor tecnología disponible .....	<i>8</i>
2.2.5. De la cuna a la tumba.....	<i>8</i>
2.2.6. De Precaución .....	<i>9</i>
2.2.7. De Prevención .....	<i>9</i>
2.2.8. De Responsabilidad extendida .....	<i>9</i>
2.3. Gestión integral de desechos peligrosos y/o especiales.....	<i>9</i>

2.3.1.	Generación e identificación.....	10
2.3.2.	Recolección interna .....	10
2.3.3.	Almacenamiento temporal .....	10
2.3.4.	Recolección externa y Transporte.....	12
2.3.5.	Valoración y/o aprovechamiento y/o tratamiento, incluye el reuso y reciclaje 12	
2.3.6.	Disposición final .....	13
2.4.	Riesgo ambiental.....	13
2.4.1.	Riesgo.....	14
2.4.2.	Peligro .....	14
2.4.3.	Exposición .....	14
2.4.4.	Pasivo ambiental .....	15
2.4.5.	Evaluación del riesgo.....	15
<i>CAPITULO III.....</i>		<i>16</i>
3.	MARCO LEGAL.....	16
3.1.	Convenios e instrumentos internacionales .....	16
3.1.1.	Convenio de Basilea .....	16
3.1.2.	Convenio de Rotterdam .....	17
3.1.3.	Convenio de Estocolmo .....	17
3.1.4.	Convenio de Minamata.....	18
3.1.5.	Protocolo de Montreal .....	18
3.1.6.	Enfoque Estratégico para Gestión de Sustancias Químicas a Nivel Internacional .....	18
3.1.7.	Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas .....	18
3.1.8.	INSTH NTP 833.....	18
3.1.9.	LEP para agentes químicos en España. 2017 .....	19
3.2.	Base legal e instrumentos nacionales.....	19
3.2.1.	Constitución de la República del Ecuador.....	19
3.2.2.	TULSMA Acuerdo Ministerial 061 .....	20
3.2.3.	Acuerdo Ministerial 026 .....	20
3.2.4.	Acuerdo Ministerial 142 .....	21
3.2.5.	Acuerdo Interministerial 5186.....	21
3.2.6.	NTE INEN 2632:2012.....	21
3.2.7.	NTE INEN 2266:2013.....	21
3.2.8.	NTE INEN 2841:2014.....	21
<i>CAPITULO IV.....</i>		<i>22</i>
4.	METODOLOGÍA .....	22
4.1.	Plan de Minimización de Desechos Peligrosos y/o Especiales .....	22
4.1.1.	Datos generales de la empresa.....	23
4.1.2.	Inventario de desechos peligrosos y/o especiales .....	24
4.1.3.	Procesos generadores de desechos peligrosos .....	26

4.1.4.	Jerarquización de desechos peligrosos .....	26
4.1.4.1.	Identificación y valoración de desechos peligrosos CRTI .....	27
4.1.4.2.	Identificación y valoración de desechos biológico-infecciosos .....	33
4.1.4.3.	Jerarquización de los desechos peligrosos .....	36
4.1.5.	Identificación de opciones de prevención y/o minimización y/o aprovechamiento y/o valorización y/o tratamiento .....	37
4.1.6.	Valoración de las alternativas de prevención y/o minimización y/o aprovechamiento y/o valorización y/o tratamiento .....	37
4.1.7.	Programas de implantación del Plan de Minimización .....	38
4.1.8.	Programa de control e indicadores de seguimiento .....	38
4.2.	Gestión de Desechos Peligrosos y/o Especiales .....	39
4.2.1.	Generación e identificación de los desechos peligrosos .....	39
4.2.2.	Recolección interna .....	39
4.2.3.	Almacenamiento temporal .....	40
4.2.4.	Gestión externa.....	40
<i>CAPITULO V</i>	.....	42
5.	RESULTADOS.....	42
5.1.	Plan de Minimización de Desechos Peligrosos y/o Especiales .....	42
5.1.1.	Datos generales de la empresa.....	42
5.1.2.	Inventario de desechos peligrosos y/o especiales .....	43
5.1.3.	Procesos generadores de desechos peligrosos .....	43
5.1.4.	Jerarquización de desechos peligrosos .....	47
5.1.5.	Identificación de opciones de prevención y/o minimización y/o aprovechamiento y/o valorización y/o tratamiento .....	59
5.1.6.	Valoración de las alternativas de prevención y/o minimización y/o aprovechamiento y/o valorización y/o tratamiento .....	60
5.1.7.	Programas de implantación del Plan de Minimización .....	61
	Programa No. 1.....	61
	Programa No. 2.....	64
5.1.8.	Programa de control e indicadores de seguimiento .....	67
	Programa No. 1.....	67
	Programa No. 2.....	67
5.2.	Gestión de Desechos Peligroso y/o Especiales .....	68
5.2.1.	Generación e identificación de los desechos peligrosos .....	68
5.2.2.	Recolección interna .....	70
5.2.3.	Almacenamiento temporal .....	76
5.2.4.	Gestión externa.....	80
<i>CAPITULO VI</i>	.....	83
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	83
6.1.	Conclusiones .....	83
6.2.	Recomendaciones.....	84

<i>ANEXOS</i> .....	86
ANEXO A.....	86
ANEXO B.....	87
ANEXO C.....	91
<i>APÉNDICES</i> .....	100
APÉNDICE A.....	100
APÉNDICE B.....	114
APÉNDICE C.....	117
APÉNDICE D.....	124
<i>BIBLIOGRAFÍA</i> .....	130

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Metas en base a la naturaleza de los desechos</i> .....	4
<b>Tabla 2.</b> <i>Matriz para inventario de desechos peligrosos y/o especiales</i> .....	24
<b>Tabla 3.</b> <i>Formulario de identificación y valoración de desechos peligrosos CRTI</i> .....	27
<b>Tabla 4.</b> <i>Indicación de peligros físicos (F)</i> .....	29
<b>Tabla 5.</b> <i>Indicación de peligros para la salud (S)</i> .....	30
<b>Tabla 6.</b> <i>Indicación de peligros para el medio ambiente (M)</i> .....	31
<b>Tabla 7.</b> <i>Clasificación según el tipo de generadores por categorías de desechos (G)</i> .....	31
<b>Tabla 8.</b> <i>Determinación de la prioridad para desechos CRTI</i> .....	32
<b>Tabla 9.</b> <i>Valoración del nivel de la exposición para contaminantes químicos</i> .....	33
<b>Tabla 10.</b> <i>Formulario de identificación y valoración de desechos biológico-infecciosos</i> .....	33
<b>Tabla 11.</b> <i>Asignación de la prioridad para desechos biológico-infecciosos</i> .....	35
<b>Tabla 12.</b> <i>Valoración del nivel de exposición para sustancias infecciosas</i> .....	35
<b>Tabla 13.</b> <i>Jerarquización de los desechos peligrosos y/o especiales</i> .....	36
<b>Tabla 14.</b> <i>Ficha de datos generales de la UFA - ESPE</i> .....	42
<b>Tabla 15.</b> <i>Listado de procesos generadores de desechos peligrosos y especiales</i> .....	43
<b>Tabla 16.</b> <i>Identificación y valoración de desechos peligrosos CRTI</i> .....	47
<b>Tabla 17.</b> <i>Identificación y valoración de desechos biológico-infecciosos</i> .....	53
<b>Tabla 18.</b> <i>Jerarquización de los desechos peligrosos y/o especiales por detalle de desecho</i>	54
<b>Tabla 19.</b> <i>Desechos sin valoración de probabilidad</i> .....	55
<b>Tabla 20.</b> <i>Desechos sin cuadro de peligrosidad</i> .....	56
<b>Tabla 21.</b> <i>Desechos sin información</i> .....	56
<b>Tabla 22.</b> <i>Jerarquización de los desechos peligrosos y/o especiales por código de desecho</i>	57
<b>Tabla 23.</b> <i>Cantidad de desechos por posición y color en la matriz de jerarquización</i> .....	58
<b>Tabla 24.</b> <i>Desechos peligrosos y/o especiales de mayor posición jerárquica</i> .....	59
<b>Tabla 25.</b> <i>Identificación de alternativas de gestión</i> .....	60
<b>Tabla 26.</b> <i>Matriz de valoración de alternativas de gestión</i> .....	60
<b>Tabla 27.</b> <i>Metas del programa No. 1</i> .....	61
<b>Tabla 28.</b> <i>Responsables de los procesos o instalaciones del programa No. 1</i> .....	62
<b>Tabla 29.</b> <i>Metas del programa No. 2</i> .....	64
<b>Tabla 30.</b> <i>Responsables de los procesos o instalaciones del programa No.2</i> .....	65
<b>Tabla 31.</b> <i>Indicador de reducción (I<sub>R</sub>) de la generación de desechos</i> .....	67

<b>Tabla 32.</b> <i>Identificación del tipo de luminarias fluorescentes</i> .....	69
<b>Tabla 33.</b> <i>Empaque de tubos fluorescentes de acuerdo a su estado.</i> .....	70
<b>Tabla 34.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos ES-04</i> .....	100
<b>Tabla 35.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos M.71.01</i> .....	100
<b>Tabla 36.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos M.71.02</i> .....	101
<b>Tabla 37.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos M.71.04</i> .....	102
<b>Tabla 38.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos M.72.04</i> .....	103
<b>Tabla 39.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos M.75.01</i> .....	103
<b>Tabla 40.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos M.75.02</i> .....	104
<b>Tabla 41.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos M.75.03</i> .....	104
<b>Tabla 42.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos M.75.04</i> .....	105
<b>Tabla 43.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos (1) NE-03</i> .....	105
<b>Tabla 44.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos (2) NE-03</i> .....	106
<b>Tabla 45.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos (3) NE-03</i> .....	106
<b>Tabla 46.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos NE-08</i> .....	107
<b>Tabla 47.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos NE-21</i> .....	108
<b>Tabla 48.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos NE-28</i> .....	108
<b>Tabla 49.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos NE-32</i> .....	109
<b>Tabla 50.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos (1) NE-35</i> .....	109
<b>Tabla 51.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos (2) NE-35</i> .....	110
<b>Tabla 52.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos NE-40</i> .....	110
<b>Tabla 53.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos NE-42</i> .....	111
<b>Tabla 54.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos NE-46</i> .....	111
<b>Tabla 55.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos Q.86.01</i> .....	112
<b>Tabla 56.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos Q.86.05</i> .....	113
<b>Tabla 57.</b> <i>Esquema del proceso generador de desechos Q.86.07</i> .....	113
<b>Tabla 58.</b> <i>Límites de exposición profesional del Tetracloruro de carbono y Etanol</i> .....	115
<b>Tabla 59.</b> <i>Indicadores de peligro del Tetracloruro de carbono y Etanol</i> .....	116
<b>Tabla 60.</b> <i>Eficiencia entre tubos fluorescentes y tubos LED</i> .....	120
<b>Tabla 61.</b> <i>Costo de inversión por sustitución de tubos fluorescentes por tubos LED</i> .....	120
<b>Tabla 62.</b> <i>Retorno de inversión por sustitución de tubos fluorescentes por tubos LED</i> .....	123

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Figura 1.</b> Listado de desechos peligrosos y especiales UFA-ESPE, Matriz Sangolquí.....	2
<b>Figura 2.</b> Principio de jerarquía .....	8
<b>Figura 3.</b> Incompatibilidad de desechos .....	11
<b>Figura 4.</b> Incompatibilidades químicas .....	11
<b>Figura 5.</b> Esquema de gestión de desechos peligrosos UFA-ESPE – GADERE S.A. ....	13
<b>Figura 6.</b> Diagrama de procesos generadores de desechos .....	26
<b>Figura 7.</b> Niveles de exposición para sustancias infecciosas .....	34
<b>Figura 8.</b> Matriz de jerarquización de desechos peligrosos .....	36
<b>Figura 9.</b> El proceso productivo de las universidades: un modelo simplificado.....	42
<b>Figura 10.</b> Cronograma del programa No. 1.....	63
<b>Figura 11.</b> Cronograma del programa No. 2.....	66
<b>Figura 12.</b> Fluorescente (T8).....	69
<b>Figura 13.</b> Fluorescente (T5).....	69
<b>Figura 14.</b> Contenedor de almacenamiento temporal de luminarias.....	71
<b>Figura 15.</b> Contenedor de emergencia.....	71
<b>Figura 16.</b> Etiqueta de desecho NE-40.....	72
<b>Figura 17.</b> Localización del Almacén 4 UFA-ESPE .....	77
<b>Figura 18.</b> Desechos confinados en el almacén 4.....	78
<b>Figura 19.</b> Modelo de adecuación de desechos del almacén No.4 .....	79
<b>Figura 20.</b> Ruta de transporte de desechos peligrosos .....	81
<b>Figura 21.</b> Modelo de etiqueta para desecho peligroso y/o especial.....	87
<b>Figura 22.</b> Comparación del espectro de luz de un tubo fluorescente con un tubo LED.....	119

## **RESUMEN**

El presente trabajo de titulación reúne directrices técnico – operativo – legales, requeridos en la elaboración e implementación del Plan de Minimización de Desechos Peligrosos y el Plan de Gestión de Desechos Peligrosos, donde vale la pena resaltar que se trabaja coordinadamente con los diferentes integrantes de la Unidad de Seguridad Integrada de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, con participación de las dependencias del campus que generan desechos peligrosos y/o especiales. Por tanto se propone la puesta en práctica de un Plan de Minimización de Desechos Peligrosos y/o Especiales que describa los procedimientos mínimos de corrección en la fuente para adoptar todas las medidas pertinentes para prevenir, minimizar, mitigar y corregir los impactos ambientales desde el origen del proceso productivo; y un Plan de Gestión de Desechos Peligrosos y/o Especiales que abarca lo relacionado al Sistema de Gestión Integral de Desechos Peligrosos y/o Especiales en sus fases de: generación, almacenamiento, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final. Es oportuno mencionar que el presente trabajo permitirá establecer procedimientos, actividades y responsabilidades en materia de manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos y/o especiales, que a su vez trae muchos beneficios ambiental-social-económico, pudiendo ser reconocidos en acreditaciones por entidades públicas y privadas, publicaciones en medios de divulgación (nacionales e internacionales), rankings, entre otros.

## **PALABRAS CLAVE**

- **PLAN DE MINIMIZACIÓN**
- **PLAN DE GESTIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS**
- **TETRACLORURO DE CARBONO**
- **MERCURIO**
- **TUBOS FLUORESCENTES**

## **ABSTRACT**

The present certification work gathers technical - operative - legal guidelines, required in the elaboration and implementation of the Hazardous Waste Minimization Plan and the Hazardous Waste Management Plan, where it is worth highlighting that it works in coordination with the different members of Unidad de Seguridad Integrada of the Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, with participation of dependencies that generate hazardous and/or special waste in the campus university. Therefore, I propose the implementation of a Minimization Plan for Hazardous and/or Special Waste that describes the minimum procedures for correction at the source to adopt all relevant measures to prevent, minimize, mitigate and correct environmental impacts from the origin of production process; and a Management Plan for Hazardous and / or Special Waste that includes everything related to the Comprehensive Management System for Hazardous and/or Special Waste in phases of: generation, storage, collection, transportation, utilization and final disposal. It is appropriate to mention that this work will establish procedures, activities and responsibilities in environmentally sound management of hazardous and / or special waste, which in turn brings many environmental-social-economic benefits, and can be recognized in accreditations by public entities and private, publications in mass media (national and international), rankings, among others.

## **KEY WORDS**

- **MINIMIZATION PLAN**
- **MANAGEMENT PLAN FOR HAZARDOUS WASTE**
- **CARBON TETRACHLORIDE**
- **MERCURY**
- **FLUORESCENT TUBES**

## CAPITULO I

### 1. ASPECTOS GENERALES

#### 1.1. Antecedentes

En el año 2013, el ranking internacional UI GreenMetric que evalúa el respeto de las universidades al medioambiente, puso enfrente a una universidad ecuatoriana que obtuvo el puesto 52° a nivel mundial, siendo la única universidad del Ecuador que surge, en aquel año, en los centros más “verdes” a nivel mundial (Universia Ecuador, 2014).

Actualmente esta universidad nacional se encuentra ubicada en el puesto 163° hasta el año 2016. Sin embargo, la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE no es listada en este ranking debido a, entre otras causas, posee índices bajos en consideración al medio ambiente, entre estos la gestión de desechos.

La Universidad tiene potencial para liderar procesos ambientales modélicos enmarcados en su misión y visión que es “Formar académicos y profesionales de excelencia; generar, aplicar y difundir el conocimiento y, *proponer e implementar alternativas de solución a problemas de interés público en sus zonas de influencia.*”

En la Visión institucional, propone ubicar a la universidad como “Líder en la gestión del conocimiento y de la tecnología en el Sistema de Educación Superior, *con reconocimiento internacional* y referente de práctica de valores éticos, cívicos y de servicios a la sociedad.”

Las estrategias institucionales permiten enfocarse en *alcanzar estándares nacionales e internacionales de calidad* en lo que se encuentra inmerso lo ambiental como una línea de investigación potencial, siendo el tratamiento de desechos peligrosos y/o especiales uno de los programas con pleno incentivo por el Ministerio del Ambiente y de las actividades con miras al futuro.

El trabajo de Fernández & Lala (2017): “Registro Generador de Desechos Peligrosos y/o Especiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE” representa un documento que registra información de los desechos peligrosos y/o especiales generados en diferentes áreas de la Universidad de las Fuerzas Armadas.

El documento en mención se presentó al Ministerio del Ambiente por medio del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) con el fin de recibir el informe de descargo frente a las correcciones o a su vez recibir el Certificado de Generador de Desechos Peligrosos y/o Especiales otorgado por la entidad correspondiente.

## 1.2. Planteamiento del problema

La Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE genera 1 desecho especial y 20 desechos peligrosos (ver figura 1) derivados de las actividades de investigación y docencia, categorizados según el Listado Nacional de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales (MAE, 2012).

La generación de cualquiera de estos desechos implica ser responsable del manejo de los mismos hasta su disposición final como última instancia, siendo partícipe de las fases que integra la gestión de desechos peligrosos y/o especiales en coordinación con la Autoridad Ambiental Competente.

DESECHOS	CODIGO	LITROS (L)	KILOS (KG)	TON. (T)	ESTADO
1 NEUMÁTICOS USADOS O PARTES DE LOS MISMOS	ES-04		1080	1,08	SÓLIDO
2 AGUAS RESIDUALES SIN TRATAMIENTO GENERADAS EN LABORATORIOS DE ENSAYOS Y ANÁLISIS, QUE CONTIENEN SUSTANCIAS PELIGROSAS	M.71.01	175,5		0,1755	LÍQUIDO
3 PRODUCTOS QUÍMICOS CADUCADOS O FUERA DE ESPECIFICACIONES	M.71.02	886,96	8,215583	0,89517558	LÍQUIDO
4 MUESTRAS RESIDUALES DECONTIENEN SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS O AGENTES PATÓGENOS	M.71.04	23,39	10,440194	0,03383019	LÍQUIDO
5 DESECHOS DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS QUE CONTIENEN AGENTES PATÓGENOS ACTIVADOS	M.72.04	6		0,006	SÓLIDO
6 CADÁVERES O PARTES ANATÓMICAS DE ANIMALES ENFERMOS O QUE HAN SIDO EXPUESTOS A AGENTES INFECCIOSOS EN LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN	M.75.01		28,5	0,1285	SÓLIDO
7 DESECHOS BIOLÓGICOS INFECCIOSOS NO DESACTIVADOS: GRASAS, APOSITOS Y GUANTES	M.75.02			0,1	SÓLIDO
8 OBJETOS CORTOPUNZANTES CONTAMINADOS CON SUSTANCIAS PELIGROSAS O SECRECIONES	M.75.03			0,1	SÓLIDO
9 FÁRMACOS VETERINARIOS CADUCADOS O FUERA DE ESPECIFICACIONES	M.75.04			0,1	SÓLIDO
10 ACEITES MINERALES USADOS O GASTADOS	NE-03	2229,254		2,229254	LÍQUIDO
11 BATERÍAS USADAS QUE CONTENGAN HG, NI, CD, U OTROS MATERIALES PELIGROSOS Y QUE EXIBAN OTRAS CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD	NE-08		20	0,02	SÓLIDO
12 DESECHOS QUE CONTIENEN MERCURIO	NE-21	11,23		0,01123	LÍQUIDO
13 ENVASES VACÍOS DE AGROQUÍMICOS SIN TRIPLE LAVADO	NE-28			0,1	SÓLIDO
14 FILTROS USADOS DE ACEITE MINERAL	NE-32		31,5	0,1315	SÓLIDO
15 HIDROCARBUROS SUCIOS O CONTAMINADOS CON OTRAS SUSTANCIAS	NE-35	213,5		0,2135	LÍQUIDO
16 LUMINARIAS, LÁMPARAS, TUBOS FLUORESCENTES, FOCOS AHORRADORES USADOS QUE CONTENGAN MERCURIO	NE-40		70	0,17	SÓLIDO
17 MATERIAL ABSORBENTE CONTAMINADO CON HIDROCARBUROS: WAIPES, PAÑOS, TRAJOS, ASERRIN, BARRERAS ABSORBENTES Y OTROS MATERIALES SÓLIDOS	NE-42		5	0,105	SÓLIDO
18 PARTES DE EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS QUE CONTIENEN MONTAJES ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS, COMPONENTES O ELEMENTOS CONSTITUTIVOS	NE-46		15	0,115	SÓLIDO
19 CULTIVOS DE AGENTES INFECCIOSOS Y DESECHOS DE PRODUCCIÓN BIOLÓGICA, VACUNAS VENCIDAS, CAJAS PETRI, PLACAS DE FROTIS, Y TODOS LOS INSTRUMENTOS	Q.86.01		45,8	0,0458	SÓLIDO
20 OBJETOS CORTOPUNZANTES QUE HAN SIDO UTILIZADOS EN LA ATENCIÓN DE SERES HUMANOS	Q.86.05		478,6	0,4786	SÓLIDO
21 MATERIAL E INSUMOS QUE HAN SIDO UTILIZADOS PARA PROCEDIMIENTOS MÉDICOS Y QUE HAN ESTADO EN CONTACTO CON FLUIDOS CORPORALES	Q.86.07		574,65	0,57465	SÓLIDO

Figura 1. Listado de desechos peligrosos y especiales UFA-ESPE, Matriz Sangolquí

Fuente: (Fernandez & Lala, 2017)

## 1.3. Justificación

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, como institución educativa referente en la región y el país, se interesó por la realización del presente trabajo de titulación porque considera pertinente generar un compromiso integral con la gestión de desechos, procurando la implementación de buenas prácticas de laboratorio en torno a las actividades de docencia e investigación, y que se incorpore de manera rutinaria las políticas generales de la gestión integral de estos residuos y/o desechos en el campus.

Es necesario generar iniciativas para reducir, reciclar y reutilizar los residuos en la fuente, participar de mecanismos reglamentarios, desarrollar prácticas alternativas que permitan un trabajo más limpio, entre otras que permitan alcanzar la finalidad de disminuir el impacto negativo sobre los peligros físicos y químicos, para la salud humana y para el medio ambiente.

El personal encargado de la recolección de estos residuos, deberá ser capacitado para retirar de los diferentes núcleos de la sede los residuos peligros (no incluyen los de riesgo biológico), realizar el transporte externo, la disposición final de los desechos peligrosos y cuando sea pertinente, incluir tratamiento adicional, se procederá a contratar con entidades externas (MAE, 2008).

Es importante mencionar que hay un requerimiento para nuestra institución por parte de la Subsecretaría de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente en el que se obliga a la Universidad, en calidad de generador de desechos peligrosos y/o especiales contar con las medidas de prevención y minimización, entre otras disposiciones que deben ser cumplidas, tales como abarcar de manera integral las fases de gestión de las sustancias químicas peligrosas, la gestión adecuada de los residuos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales iniciando desde la generación de los mismos hasta su disposición.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo General**

Proponer un modelo de prevención, minimización y gestión para desechos peligrosos y/o especiales generados en la Universidad de la Fuerzas Armadas – ESPE.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

a) Diseñar un Plan de Minimización de Desechos Peligrosos y/o Especiales que reúna las alternativas de prevención, minimización, aprovechamiento, valorización y tratamiento de desechos peligrosos y/o especiales.

b) Diseñar un modelo de Gestión de Desechos Peligrosos y/o Especiales que integre todas las fases desde generación hasta disposición final para alcanzar estándares de calidad en el manejo de los desechos peligrosos y/o especiales.

## 1.5. Metas del proyecto

**Tabla 1.**  
*Metas en base a la naturaleza de los desechos*

Código	Categorías de desechos	Objetivo	Metas	Año de consecución
<b>M.71.04</b>	Muestras residuales que contienen sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos.	Prevenir la utilización, almacenamiento y generación de desechos que contengan total o parcialmente Tetracloruro de carbono.	Sustituir al 100% la utilización del reactivo químico en prácticas de laboratorio de docencia e investigación.	2018
		Recolección externa del Tetracloruro de carbono de los laboratorios que almacenan la sustancia química prohibida.	Recolectar el 100% de envases con el reactivo químico y entregar al gestor ambiental correspondiente.	2018
			Declarar pasivo ambiental intervenido adecuadamente y en su totalidad.	2018
<b>NE-04</b>	Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio.	Prevenir la generación de desechos de tubos fluorescentes mediante la sustitución por tubos LED en aulas y laboratorios de los bloques A, B, C y D de la Matriz.	Sustituir el 100% de tubos fluorescentes por tubos LED.	2018
			Reducir el volumen de generación de desechos peligrosos provenientes de luminarias en un 6 a 12%.	2020
			Disminuir el consumo de energía en un 56%.	2018

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Residuo/desecho

Los términos “desecho” y “residuo” según Martínez (2005) se pueden utilizar indistintamente, estableciendo que es subjetivo quien decida utilizar un término u otro. La legislación ecuatoriana, en el Acuerdo Ministerial 061, ha optado en sus textos la definición de “desecho”.

Los desechos son aquellos materiales compuestos o sustancias resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, cuya eliminación o disposición final procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental nacional e internacional aplicable (MAE, 2015).

En el Ecuador los desechos han sido conceptualizados por el Ministerio del Ambiente (MAE) como ente de control, en la que se establece las siguientes descripciones:

##### 2.1.1. Desechos peligrosos

El Ministerio del Ambiente (2015), en el Acuerdo Ministerial No. 061, Art. 79 considera como desechos peligrosos, los siguientes:

a) Los desechos que contengan algún material compuesto o sustancia con características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas y/o radioactivas, que representen cierto riesgo físico – químico, para la salud humana y para el medio ambiente conforme a las disposiciones legales aplicables; y,

b) Los desechos que se encuentren descritos en los listados nacionales de desechos peligrosos, a excepción de los que no posean las características descritas anteriormente.

### Características de los desechos peligrosos:

- *Corrosivo*: Sustancias que por su acción química, causan lesiones graves a los tejidos vivos con los que entran en contacto o que, si se produce un escape, pueden causar daños de consideración o destrucción en las superficies con las que toma contacto (INEN, 2013).

- *Reactivo (sustancias comburentes y peróxido orgánicos)*:

- a) Sustancias comburentes, sustancias que, sin ser necesariamente combustibles por sí mismas, generalmente al desprender oxígeno, pueden provocar o facilitar la combustión de otras materias (Naciones Unidas, 2015).

- b) Peróxidos orgánicos, sustancias en el que uno o dos átomos de hidrógeno fueron sustituidos por radicales orgánicos, dejando como resultado una sustancia térmicamente inestable, pudiendo sufrir una descomposición exotérmica autoacelerada (Naciones Unidas, 2015).

- *Tóxico*: Sustancias que pueden ocasionar la muerte, producir efectos dañinos para la salud del ser humano o lesiones graves si se ingieren, inhalan y/o entran en contacto con la piel (INEN, 2013).

- *Inflamable*:

- a) Son líquidos inflamables los líquidos, mezclas de líquidos o líquidos que contienen sustancias sólidas en solución o suspensión (por ejemplo, pinturas, barnices, lacas, etcétera, siempre que no se trate de sus ansias incluidas en otras clases por sus características peligrosas) que desprenden vapores inflamables a una temperatura no superior a 60 °C en ensayos en vaso cerrado o no superior a 65.6 °C en ensayos en vaso abierto, comúnmente conocida como punto de inflamación (Naciones Unidas, 2015).

- b) Son sólidos inflamables los que entran fácilmente en combustión y los que pueden producir incendios por razonamiento (Naciones Unidas, 2015).

- *Biológico-infeccioso*: Sustancias respecto de las cuales se sabe o se cree fundamentalmente que contienen agentes patógenos. Los agentes patógenos se definen como microorganismos (tales como las bacterias, virus, rickettsias, parásitos y hongos) y otros agentes tales como priones, que pueden causar enfermedades infecciosas en los animales o en los seres humanos (Naciones Unidas, 2015).

### **2.1.2. Desechos especiales**

El Ministerio del Ambiente (2015), en el Acuerdo Ministerial No. 061, Art. 80 considera como desechos especiales, los siguientes:

- a) Los desechos que contengan sustancias con características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas y/o radioactivas cuyos límites de concentración no superen los establecidos en la normativa ambiental nacional o internacional aplicable;
- b) Los desechos que sin ser peligrosos debido a su naturaleza, pueden impactar a la salud o al medio ambiente, debido al volumen de generación y/o dificultosa degradación.
- c) Los desechos que se encuentren descritos en el listado nacional de desechos especiales.

## **2.2. Principios de manejo o gestión de desechos**

El Ministerio del Ambiente (2015), en el TULSMA Acuerdo Ministerial No. 061, Art. 2 señala que *“los principios de manejo ambiental son de aplicación obligatoria y constituyen los elementos conceptuales que originan, sustentan, rigen e inspiran todas las decisiones”*, entre los principios que se aplicaran para el presente trabajo tendremos los siguientes:

### **2.2.1. Contaminador-Pagador**

El principio contaminador-pagador refiere al compromiso de asumir los costos ambientales producto de realizar actividades que impliquen algún riesgo ambiental, adjudicándose los gastos de prevención, control y remediación de la contaminación, teniendo en cuenta los intereses públicos y los derechos que demanda la Constitución de la República. El principio también se aplica en los procedimientos de sanción o en los que termina obligaciones administrativas o tributarias de pago (MAE, 2015).

### **2.2.2. De Corrección en la fuente**

Es el compromiso de las personas o entidades controladas por la gestión del Ministerio del Ambiente de adoptar todas las medidas pertinentes para impedir, disminuir, atenuar y corregir los impactos ambientales desde el origen del proceso generativo (MAE, 2015).

### 2.2.3. De Jerarquía en la gestión de residuos

Martínez (2005) refiere que este principio se estableció en la Agenda 21, y luego fue retomado y desarrollado en diferentes legislaciones y normativas, siendo uno de los principios de utilización más universal en la gestión de residuos. Establece un orden de prioridad para la atención de los residuos. El principio indica que se debe agotar la posibilidad de la operación anterior para aplicar la siguiente (figura 2).



*Figura 2.* Principio de jerarquía  
Fuente: (Martínez, 2005)

Las definiciones de las opciones de atención a los residuos están intrínsecamente ligadas al Principio de Prevención (2.2.7), Principio de Corrección en la fuente (2.2.2.) a las fases de Gestión Integral de Desechos Peligrosos y/o Especiales (2.3.5 y 2.3.6.).

### 2.2.4. De la mejor tecnología disponible

El principio mencionado refiere a realizar de manera eficiente y efectiva toda actividad que represente un impacto o riesgo ambiental, debiendo ser utilizados los procedimientos técnicos disponibles más apropiados, para prevenir y minimizar el impacto o riesgo ambiental (MAE, 2015).

### 2.2.5. De la cuna a la tumba

El Ministerio del ambiente (2015) advierte, de este principio, a toda persona que desempeña actividades económicas o profesionales que potencialmente pueda afectar la calidad de los recursos naturales, aplicando así los principios de manejo o gestión de desechos desde su generación hasta su disposición final.

### **2.2.6. De Precaución**

Martínez (2005) refiere que se deben aplicar medidas para prevenir los riesgos asociados al manejo de residuos aun cuando no existieran pruebas concluyentes sobre el posible daño, pero siempre y cuando existieran antecedentes razonables para presumir el mismo. La aplicación de este principio se restringe en general a situaciones complejas y debe ser utilizado con responsabilidad.

### **2.2.7. De Prevención**

Martínez (2005) refiere que se debe prevenir la generación de los residuos en la fuente, tanto en cantidad como en su potencial de causar contaminación, involucrando en consecuencia sistemas productivos más eficientes, sustitución de materias primas por otras de menos peligro o cambios tecnológicos. En este principio se incluye la modificación en el diseño de los productos, tanto para minimizar la cantidad de materiales peligrosos presentes en los mismos, como para viabilizar el reciclaje de los materiales al final de la vida útil.

### **2.2.8. De Responsabilidad extendida**

Los fabricantes y/o comercializadoras de productos tienen responsabilidad durante todo el período de vida útil del mismo, esto incluye los impactos en los procesos de producción, selección de los materiales, así como los relacionados al manejo integral desde su generación como desecho hasta su disposición final (MAE, 2015).

## **2.3. Gestión integral de desechos peligrosos y/o especiales**

Los sistemas de gestión integral de residuos combinan los flujos de generación de residuos con los métodos de recolección, tratamiento y disposición final, a fin de alcanzar beneficios ambientales, optimización económica y aceptación por la sociedad. Esto conducirá a un sistema de manejo de residuos práctico para cualquier región específica (Basel and Stockholm Convention Centres, 2014).

El manejo ambientalmente racional es un aporte que se debe incluir en todo sistema de gestión de desechos, el cual consiste en *“la adopción de todas las medidas posibles para garantizar que las sustancias químicas peligrosas, los desechos peligrosos y especiales se*

*manejen adecuadamente para proteger el ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos que pueden derivarse de tales desechos” (MAE, 2012).*

La legislación ecuatoriana en el Acuerdo Ministerial No. 061, Art. 83 contempla seis fases a los que se conoce como el sistema de gestión integral de los desechos peligrosos y/o especiales, considerándose ser:

### **2.3.1. Generación e identificación**

Los procesos de producción requieren una identificación de sus salidas antes, durante y después de la generación de un producto en desuso, sus envases o embalajes y desechos de materiales compuestos o sustancias peligrosas, constituyéndose en un potencial contaminante (MAE, 2012).

La identificación de desechos debe complementarse con un procesos de separación en la fuente, definiéndose como *“la selección y clasificación de los residuos en el sitio de su generación para su posterior manejo diferenciado”* (INEN, 2014).

### **2.3.2. Recolección interna**

La recolección interna refiere a una acción de transferir el desecho peligroso a un contenedor o envase para transportarlo. El envasado se refiere a la acción de introducir el material peligroso generado en un recipiente (bidón, tonel de madera, Jerricán, caja, funda o saco, embalaje o envase compuesto) para evitar su dispersión o propagación, así como facilitar su manejo (INEN, 2013).

El etiquetado es una parte fundamental en el envasado tiene como principal objetivo identificar el desecho peligroso, reconocer su procedencia y la naturaleza del peligro, con el fin de alertar a las personas involucradas en la recolección, transporte o manejo sobre las medidas de precaución y prohibiciones en tal caso (Martínez, 2005).

### **2.3.3. Almacenamiento temporal**

Cuando se manejan desechos es necesario tener en cuenta la compatibilidad entre los mismos. Se entiende por desechos incompatibles a aquellos que al entrar en contacto o mezclarse con otros puede generar calor, fuego, explosión, humos, gases tóxicos o inflamables, disolución de sustancias tóxicas o reacciones violentas (Martínez, 2005).

En la Figura 3, tenemos en forma esquemática un cuadro de incompatibilidades de desechos, siendo que los señalados no pueden estar almacenados juntamente, puesto que su contacto puede generar reacciones como calor y fuego.

1	Oxidantes Ácidos minerales	1																	
2	Cáusticos	C	2																
3	Hidrocarburos aromáticos	C, F		3															
4	Orgánicos halogenados	C, F, GT	C, Gl		4														
5	Metales	Gl, CF				C, F	5												
6	Metales tóxicos	S	S																
7	Hidrocarburos alifáticos	C, F																	
8	Fenoles y cresoles	C, F																	
9	Agentes oxidantes fuertes		C	C, F		C, F	C	C											
10	Agentes reductores fuertes	C, F, GT				C, GT													
11	Agua y mezclas que la contiene	C				C, E		S											
12	Sustancias reactivas en agua	Extremadamente reactivas, no mezclar con ningún producto químico o material de desecho																	

E Explosivos  
 F Fuego  
 Gl Gas inflamable  
 GT Gas tóxico  
 C Generador de calor  
 S Solubilización de toxinas

Figura 3. Incompatibilidad de desechos

Fuente: (Martínez, 2005)

En la Figura 4, tenemos la matriz de incompatibilidades químicas de acuerdo a la clasificación de peligro que representan; dicha clasificación se la denomina Sistema Globalmente Armonizado (SGA) que comprende un instrumento internacional para almacenamiento y transporte de mercancías peligrosas.

CLASE PELIGRO ONU	1	2.1	2.2	2.3	3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6	7	8	9
1														
2.1														
2.2														
2.3														
3														
4.1														
4.2														
4.3														
5.1														
5.2														
6														
7														
8														
9														

1 Corresponde a la Clase Explosivos. Su almacenamiento depende de las incompatibilidades específicas.

Pueden almacenarse y transportarse juntos.

Precaución. Revisar incompatibilidades individuales.

Son incompatibles. Pueden requerir almacenamiento y transporte separados.

Figura 4. Incompatibilidades químicas

Fuente: (INEN, 2013)

#### 2.3.4. Recolección externa y Transporte

Esta actividad implica el transporte de sustancias químicas y desechos peligrosos. La empresa o el transportista autorizado es aquella cuyo registro de actividad se encuentre autorizado por el Ministerio del Ambiente, el cual realice *“cualquier movimiento de desechos/residuos a través de cualquier medio de transportación efectuado conforme a lo dispuesto en la normativa ambiental aplicable”* (MAE, 2015).

#### 2.3.5. Valoración y/o aprovechamiento y/o tratamiento, incluye el reuso y reciclaje

En esta fase de la Gestión Integral de Desechos Peligrosos y/o Especiales se aplica el Principio de Jerarquía (2.3.3.) en el cual, luego de gastar la opción de Prevención y Reducción, se identifica posibles opciones de atención a los desechos ya generados; en tal caso, existen las siguientes opciones de gestión a tomar en cuenta (en orden jerárquico) antes de una última alternativa que es la de disposición final.

- **Reuso:** Es la utilización del desecho peligroso y/o especial generado como materia prima o insumo en un proceso de producción, pudiendo ser aprovechables inclusive partes o materiales de los mismos, previa preparación o en su forma original (MAE, 2015).

- **Reciclaje:** Es el aprovechamiento, transformación y devolución de los materiales a su potencialidad de reincorporación como materia prima o valor energético para la fabricación de nuevos productos, previa una separación y clasificación de los residuos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales. *“El reciclaje puede constar de varias etapas tales como procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva, acopio, reutilización, transformación y comercialización”* (MAE, 2015).

- **Valoración y aprovechamiento de desechos:** Consiste en la recuperación de materiales en un contexto de eficiencia económica y ambiental, involucrando tanto el reciclaje como cualquier valorización de residuos, incluyendo la valorización térmica. Para su efectiva implementación es necesario que se desarrollen los mercados de materiales reciclados (Martínez, 2005).

- **Tratamiento:** es el conjunto de operaciones, técnicas o procesos de transformación biológica, física o química de los desechos generados para aprovechar su potencial o reducir sus características de peligrosidad generando un nuevo desecho de características diferentes (MAE, 2015).

### 2.3.6. Disposición final

La fase de disposición final implica la práctica de colocar los desechos generados en terrenos mediante la modalidad de relleno de seguridad, el cual es diseñado para minimizar los riesgos de contaminación ambiental, donde los desechos serán dispuestos a largo plazo. Es por esta razón que se debe lograr un sistema donde se asegure que los residuos que ingresan a disposición final sean el mínimo imprescindible, teniendo en cuenta aspectos tecnológicos y económicos (Martínez, 2005).

Esta actividad únicamente la puede ejercer Gestores de Desechos que llega a ser cualquier “*persona natural o jurídica, pública o privada, que se encuentra registrada para la gestión total o parcial de los residuos sólidos no peligrosos o desechos especiales y peligrosos, sin causar daños a la salud humana o al medio ambiente*” (MAE, 2015).



Figura 5. Esquema de gestión de desechos peligrosos UFA-ESPE – GADERE S.A.

Fuente: participación de Analistas de Laboratorio de Biotecnología

### 2.4. Riesgo ambiental

Los asuntos tradicionales político-militares y los asuntos de seguridad no militares se enlazan o vinculan principalmente en dos tesis:

- a) Tesis de Kaplan, 2001; y
- b) Tesis Homer-Dixon, 1999.

Ambas tesis incluyen dos puntos importantes denominados la escasez de recursos de la seguridad nacional y el stress ambiental (Bhavnani, 2009).

La primera tesis engloba un futuro de conflicto internacional generado por la degradación ambiental, el crimen, las enfermedades, la superpoblación y la competición entre las naciones por recursos naturales escasos, tomando enfoques de amenazas tradicionales para la seguridad y defensa nacional.

La segunda tesis tiene un marco teórico más amplio que habla sobre el efectos sociales negativos y conflictos violentos debido al antes mencionado stress ambiental causados por variables tales como crecimiento de la población, desarrollo económico y contaminación, influyendo en problemas de salud, segregación social y bajas de productividad agrícola y económica.

#### **2.4.1. Riesgo**

Asociado a un desecho peligroso, se refiere a la probabilidad de que se produzcan efectos adversos en la salud humana, el ecosistema, los comportamientos ambientales o los bienes, en función de la exposición a dichos desechos. Por tanto, el nivel de riesgo será en función de la peligrosidad del desecho y del tipo, magnitud y duración de la exposición (Martínez, 2005).

#### **2.4.2. Peligro**

Refiere a toda propiedad inherente o intrínseca del componente que lo confiere la capacidad de provocar daños o pérdidas y en particular de causar efectos adversos en los ecosistemas o la salud humana. Para que se manifiesten los efectos adversos, no alcanza con la presencia del material peligroso, sino que debe existir exposición (Martínez, 2005).

#### **2.4.3. Exposición**

La exposición se define como la presencia de un contaminante en el ambiente, específicamente en la zona de respiración de una persona expuesta al contaminante. La

exposición ya valorada expresada solo proporciona una estimación de la probabilidad de sufrir el daño específico que el contaminante puede causar (INSHT, 2017).

$$\text{Riesgo} = f(\text{Peligro}, \text{Exposición}) \quad ( 1 )$$

#### **2.4.4. Pasivo ambiental**

Es aquel daño ambiental y/o impacto ambiental negativo generado por una obra, proyecto o actividad productiva o económica, que no ha sido reparado o restaurado, o aquel que ha sido intervenido previamente pero de forma inadecuada o incompleta y que continúa presente en el ambiente, constituyendo un riesgo para cualquiera de sus componentes. Por lo general, el pasivo ambiental está asociado a una fuente de contaminación y suele ser mayor con el tiempo. (MAE, 2015)

#### **2.4.5. Evaluación del riesgo**

Asociado a un desecho peligroso, es un proceso sistemático para estimar la gravedad y probabilidad de ocurrencia de los efectos adversos derivados de los desechos peligrosos, teniendo en cuenta los riesgos asociados que estos pueden presentar en cualquiera de las fases del sistema de gestión (Martínez, 2005).

## CAPITULO III

### 3. MARCO LEGAL

#### 3.1. Convenios e instrumentos internacionales

En los últimos años, el comercio de químicos y residuos ha crecido de forma exponencial. Lo que implica riesgos asociados al transporte, manejo y disposición final. Siendo así, existe una preocupación creciente por parte de gobiernos y el público en general.

En atención a esta problemática el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), ha dado un tratamiento especial a las sustancias químicas y a los residuos peligrosos.

En este marco se señalan cuatro acuerdos multilaterales, tres de ellos en vigor, que plantean medidas globales para proteger la salud humana y el medio ambiente considerando aspectos del ciclo de vida de estos productos químicos y desechos, y cuatro instrumentos internacionales mencionados a continuación:

- a) Convenio de Basilea, mayo 1992;
- b) Convenio de Rotterdam, febrero 2004;
- c) Convenio de Estocolmo, mayo 2004;
- d) Convenio de Minamata;
- e) Protocolo de Montreal, septiembre 1987; y
- f) Enfoque Estratégico para la Gestión de Sustancias Químicas a Nivel Internacional, febrero 2006;
- g) Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas - Reglamentación Modelo, 2015;
- h) Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, 2017; y
- i) INSHT NTP 833, 2009.

##### 3.1.1. Convenio de Basilea

Un primer acuerdo corresponde al Convenio de Basilea (1989), que abarca el tema de: “Control de los Movimientos Transfronterizos de Residuos Peligrosos y su Eliminación”. En

este convenio, el principal objetivo es estandarizar un manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos y otros residuos, entró en vigor en el año de 1992.

En el sitio web oficial del Convenio de Basilea indica que el número de partes son 186, los países pueden clasificar los desechos en base a su peligrosidad, incluyendo listas específicas de los desechos conforme a su ámbito de aplicación. En Ecuador, esta lista se encuentra publicada bajo el nombre de Acuerdo Ministerial No. 142.

### **3.1.2. Convenio de Rotterdam**

Un segundo acuerdo es el Convenio de Rotterdam (1998) que se denomina: “Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional”. Se trata de un programa desarrollado en la década de 1980 que entró en vigor en el año 2004 y el número de partes son 160, incluyendo nuevamente a Ecuador. Este convenio busca promover la responsabilidad compartida y procura facilitar el intercambio de información respecto a las características de los químicos.

Ecuador posee normas técnicas correspondientes al intercambio de información respecto a características de químicos y apartados como la Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, el Acuerdo Ministerial No. 191, entre otros que conforman el marco legal nacional en gestión de productos químicos peligrosos y desechos peligrosos y especiales.

### **3.1.3. Convenio de Estocolmo**

Un tercer acuerdo que entró en vigor en el año 2004 es el Convenio de Estocolmo (2001) referente a los “Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)”. Para este convenio hay 182 partes en las que integra Ecuador; su meta es eliminar en lo posible los COP que son sustancias que presentan en forma combinada características de bioacumulación, toxicidad, persistencia, biomagnificación y capacidad de transporte a largas distancias desde donde se emitieron o utilizaron.

Este acuerdo se relaciona con el Anexo A del Acuerdo Ministerial No. 142 y el Acuerdo Ministerial No. 146 referente a “Procedimientos para la gestión integral y ambientalmente racional de los bifenilos policlorados (PCB) en el Ecuador”.

#### **3.1.4. Convenio de Minamata**

Un cuarto acuerdo internacional trata sobre el Mercurio, sus efectos adversos para la salud humana y el medio ambiente. A la fecha no ha entrado en vigor, posee 6 ratificaciones y son miembros parte 121 países, entre ellos Ecuador (Basel and Stockholm Convention Centres, 2014).

#### **3.1.5. Protocolo de Montreal**

Este protocolo forma parte del Convenio de Viena sobre la protección de la capa de ozono. El protocolo fue redactado en septiembre de 1987 con el objetivo de tomar medidas para controlar la producción mundial y el consumo de sustancias químicas que agotan la capa de ozono, buscando su exclusión total (ONU, 2017).

#### **3.1.6. Enfoque Estratégico para Gestión de Sustancias Químicas a Nivel Internacional**

El Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional es una iniciativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que *“brinda un marco normativo para orientar los esfuerzos encaminados a la consecución del objetivo del Plan de Acción de Johannesburgo que, a más tardar en 2020, los productos químicos que se produzcan y utilicen de modo que no causen efectos nocivos para la salud humana y el medio ambiente”* (MAE, 2013).

#### **3.1.7. Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas**

Las Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas están orientadas a colaborar con la reglamentación del transporte de mercancías peligrosas de los gobiernos y las organizaciones internacionales (ONU, 2015).

#### **3.1.8. INSTH NTP 833**

De agentes biológicos. Evaluación simplificada

### 3.1.9. LEP para agentes químicos en España. 2017

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) actualiza este trabajo que funciona a manera de catálogo a fin de conocer los Límites de Exposición Profesional a sustancias químicas peligrosas.

### 3.2. Base legal e instrumentos nacionales

El marco normativo ecuatoriano referente a la gestión ambiental basa mucho de su doctrina en los acuerdos internacionales antes mencionados, no obstante, la Constitución de la República del Ecuador ha sido un fundamento importante para que se lleve a cabo esfuerzos por considerar los derechos de la naturaleza.

Para el presente trabajo, el marco legal vigente es el siguiente:

- a) Constitución de la República del Ecuador, registro oficial octubre 2008, Arts. 14; 66 num. 27); 83 num. 6); 326 num. 5), 395 num. 2);
- b) Acuerdo Ministerial 061, registro oficial mayo 2015;
- c) Acuerdo Ministerial 026, registro oficial mayo 2008;
- d) Acuerdo Ministerial 142, registro oficial diciembre 2012;
- e) Acuerdo Interministerial 5186, registro oficial noviembre 2014;
- f) NTE INEN 2266:2013, 2013;
- g) NTE INEN 2078:2013, 2013; y
- h) NTE INEN 2841:2014, 2014.

#### 3.2.1. Constitución de la República del Ecuador

**Art. 14:** *“Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.”*

**Art. 83:** *“Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley:*

6. Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.”

**Art. 326:** “El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:

5. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.”

**Art. 395:** “La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.”

### **3.2.2. TULSMA Acuerdo Ministerial 061**

La Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria (MAE, 2015), la cual considera “...*prioridad nacional y como tal, de interés público y sometido a tutela Estatal, la gestión integral...de desechos peligrosos y/o especiales*” (Art. 47), se desprende varias disposiciones relacionadas a la regulación y manejo ambientalmente racional de residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales y sustancias químicas peligrosas.

El Art. 88 de responsabilidades referente a la generación de desechos peligrosos y/o especiales menciona en el lit. c) “*Tomar medidas con el fin de reducir o minimizar la generación de desechos peligrosos y/o especiales, para lo cual presentarán ante la Autoridad Ambiental Competente, el Plan de Minimización de Desechos Peligrosos, en el plazo de 90 días, una vez emitido el respectivo registro*” (MAE, 2008).

### **3.2.3. Acuerdo Ministerial 026**

El Acuerdo Ministerial 026, referente al Registro de Generadores de Desechos Peligrosos (MAE, 2008), toma como principal función el expedir los procesos para: Registro de generadores de desechos peligrosos, Gestión de desechos peligrosos previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte de materiales peligrosos.

### **3.2.4. Acuerdo Ministerial 142**

El Acuerdo Ministerial No. 142, referente al Listado de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales (MAE, 2012) compone básicamente tres anexos en los que se detalla para consideración:

- a) Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas.
- b) Listados Nacionales de Desechos Peligrosos.
- c) Listado Nacional de Desechos Especiales.

### **3.2.5. Acuerdo Interministerial 5186**

El Acuerdo Interministerial 5186, emitido por los Ministerios de Salud y Ambiente, referente al Reglamento Interministerial para la Gestión Integral de Desechos Sanitarios (MAE, 2014) *“tiene como objetivo normar la gestión integral de los desechos sanitarios desde su generación, almacenamiento, recolección, transporte, hasta su tratamiento y disposición final, para prevenir, mitigar y reducir los riesgos a la salud de toda la población y el ambiente.”* (Art. 1).

### **3.2.6. NTE INEN 2632:2012**

De Disposición de Productos. Lámparas de Descarga en Desuso. Requisitos.

### **3.2.7. NTE INEN 2266:2013**

De Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos. Requisitos.

### **3.2.8. NTE INEN 2841:2014**

De Gestión Ambiental. Estandarización de Colores para Recipientes de Depósito y Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos. Requisitos.

## CAPITULO IV

### 4. METODOLOGÍA

El trabajo consiste en proponer un modelo de prevención, minimización y gestión de los desechos peligrosos y/o especiales para la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, de tal manera que se posea los lineamientos técnico-operativos que permitan implementar un sistema de responsabilidad ambiental y manejo integral de desechos peligrosos y/o especiales.

El esquema metodológico que se plantea para el presente trabajo integra dos componentes sistemáticos que son:

- a) Formulación del Plan de Minimización de Desechos Peligrosos y/o Especiales.
- b) Formulación de Gestión de Desechos Peligrosos y/o Especiales.

#### 4.1. Plan de Minimización de Desechos Peligrosos y/o Especiales

El primer componente corresponde al modelo de Plan de Minimización de Desechos Peligrosos y/o Especiales que está enfocado en los principios de jerarquía, prevención, precaución, corrección en la fuente y de la mejor tecnología disponible. Para el efecto, se posee información proveniente del trabajo de Fernández & Lala (2017): “Registro Generador de Desechos Peligrosos y/o Especiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE”.

Este documento es obligatoria su presentación en plazo de 90 días luego de obtener el registro de generador de desechos como lo indica el artículo 88, lit. c) del Acuerdo Ministerial 061; es adecuado que cada año se plantee un plan de minimización a fin de que exista un círculo de calidad en el que se planifique, ejecute, evalúe y actúe conforme a los procesos generadores de desechos.

La formulación del Plan de Minimización de Desechos Peligrosos y/o Especiales reúne las alternativas de prevención y minimización que permitirán alcanzar el primer objetivo específico del trabajo, su modelo se basa en las etapas que recomienda la “*Guía de control y gestión de residuos peligrosos. Manual práctico para la intervención*” (Crespo & Ferrer, 2005).

El presente Plan de Minimización de Desechos Peligrosos y/o Especiales tomará en cuenta la siguiente secuencia de apartados:

- a) Datos generales de la empresa.
- b) Inventario de desechos peligrosos y/o especiales.
- c) Procesos generadores de desechos peligrosos.
- d) Jerarquización de desechos peligrosos y/o especiales.
- e) Identificación de opciones de prevención y/o minimización y/o aprovechamiento y/o valorización y/o tratamiento.
- f) Valoración de las alternativas de prevención y/o minimización y/o aprovechamiento y/o valorización y/o tratamiento.
- g) Programa de acción para la implantación del Plan de Minimización.
- h) Programa de control e indicadores de seguimiento.

#### 4.1.1. Datos generales de la empresa

En primer lugar se proporcionará la información sobre los datos generales de la empresa, para lo cual se procederá a llenar los datos que se describen a continuación:

- a) **Razón Social:** Denominación de la empresa.
- b) **Dirección:** Municipio, Dirección de la razón social de la empresa.
- c) **Provincia:** Provincia donde está la sede de la razón social.
- d) **Cantón / Distrito:** Cantón o distrito donde está la sede de la razón social.
- e) **Código Postal:** Código Postal de la dirección de la razón social de la empresa.
- f) **Teléfono:** Número de teléfono de la razón social.
- g) **Fax:** Número de teléfono de la razón social.
- h) **Correo electrónico:** Dirección de correo electrónico de la razón social.
- i) **Nº total de empleados:** Número total de empleados en ese centro de producción.
- j) **R.U.C.:** Registro Único de Contribuyente de la empresa.
- k) **C.N.A.E.:** Actividad del centro según el código Nacional de Actividades Empresariales.
- l) **Nº de Registro Generador de Desechos Peligrosos y/o Especiales:** Número que el Ministerio del Ambiente otorgó a la empresa tras la solicitud de la autorización como generador de desechos peligrosos y/o especiales.
- m) **Descripción de la actividad:** Breve descripción de la actividad de la empresa.
- n) **Descripción del proceso productivo:** Descripción del proceso productivo es una descripción básica de la empresa, acompañada de diagramas de flujo de los diferentes

procesos o líneas de trabajo. Si los procesos son complejos se deberá presentar un diagrama de flujo por proceso.

o) **Representante Legal:** Nombres y apellidos de la persona representante legal de la empresa.

p) **Responsable de la gestión:** Nombres y apellidos de la persona que firma el estudio de minimización.

q) **Cédula de identidad:** Número de cédula del representante legal de la empresa, responsable de la gestión.

r) **Cargo:** Puesto que ocupa en la empresa el representante legal, responsable de la gestión.

s) **Correo electrónico:** Contacto de buzón electrónico del representante legal, responsable de la gestión.

t) **Teléfono:** Contacto telefónico del representante legal, responsable de la gestión.

#### 4.1.2. Inventario de desechos peligrosos y/o especiales

En la Tabla 2 podemos contemplar la Matriz para inventario de los desechos peligrosos y/o especiales, este aporte pertenece al trabajo de Fernández & Lala (2017): “Registro Generador de Desechos Peligrosos y/o Especiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE”, la cual corresponde la base para los apartados y componentes subsiguientes del presente trabajo.

**Tabla 2.**  
*Matriz para inventario de desechos peligrosos y/o especiales*

SEDE	SITIO DE GENERACION	PROCESO	SUBPROCESO	FUENTE	DESCRIPCION DE DESECHO	CODIGO			OBSERVACIONES	CANTIDAD (PESO)			ESTADO	CLASE	INCOMPATIBILIDAD	TOXICIDAD	N° RP	N° CAS
						CRTIB	er	BASILEA		LITROS (L)	KILOS (KG)	TON. (T)						
[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	[I]	[J]	[K]	[L]	[M]	[N]	[O]	[P]	[Q]		

Fuente: (Fernandez & Lala, 2017)

El inventario facilitará el listado de los desechos generados en la empresa, incluyendo los siguientes campos:

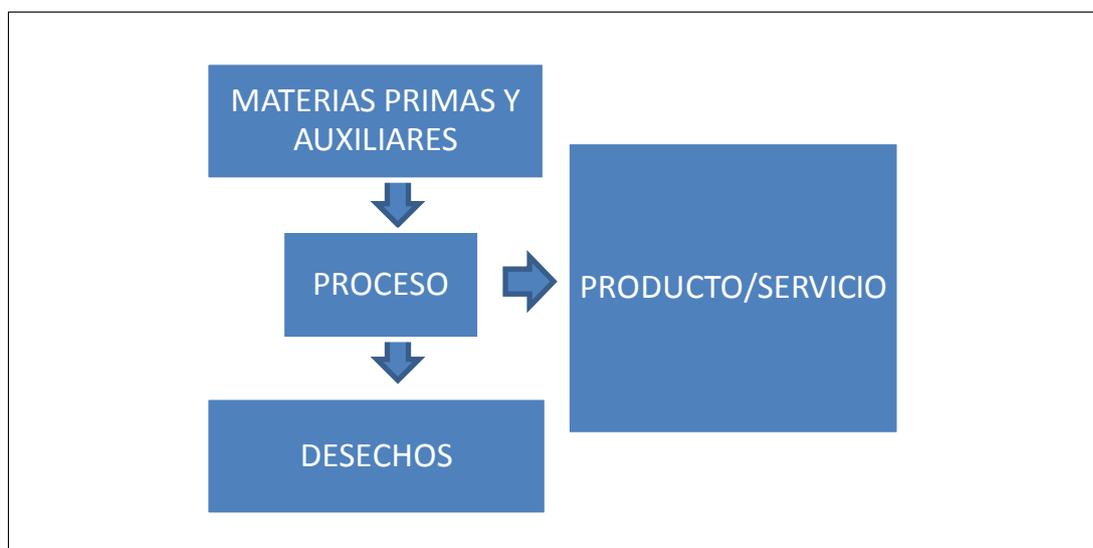
a) **Sede:** Agencia/centro de apoyo/matriz/sucursal de la empresa.

b) **Sitio de generación:** Área de generación de los desechos.

- c) **Proceso:** Proceso generador de los desechos.
- d) **Subproceso:** Desglosamiento del proceso generador de los desechos.
- e) **Fuente:** Identificación de la fuente como específica o no específica conforme los listados nacionales de desechos peligrosos del Acuerdo Ministerial 142 (2012).
- f) **Descripción de desecho:** Categorización de los desechos conforme los listados nacionales de desechos peligrosos del Acuerdo Ministerial 142 (2012).
- g) **CRTIB:** Son las siglas de las características peligrosas de los desechos (Corrosivas, Reactivas, Tóxicas, Inflamables, Biológico-infecciosas) colocando su letra según corresponda.
- h) **Er:** Codificación nacional asignada a las diferentes categorías de desechos en los listados nacionales de desechos peligrosos del Acuerdo Ministerial 142 (2012).
- i) **Basilea:** Codificación internacional asignada a las diferentes categorías de desechos en los listados nacionales de desechos peligrosos del Acuerdo Ministerial 142 (2012).
- j) **Observaciones:** Cuando la descripción de categorías de desechos sean generalizadas y sea necesario dar conocimiento del detalle de los desechos, materiales compuestos o sustancias químicas, se procede a describir el desecho a fin de conocer específicamente su naturaleza y peligrosidad.
- k) **Cantidad (peso):** Colocación de la cantidad anual de generación de desechos en litros o kilogramos según su estado y posterior se mide toneladas.
- l) **Estado:** Identificación de del estado sólido o líquido de los desechos.
- m) **Clase:** Identificación de la clasificación de peligrosidad de los desechos conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana 2266:2013.
- n) **Incompatibilidades:** Identificación de incompatibilidades químicas conforme al Anexo K de la Norma Técnica Ecuatoriana 2266:2013.
- o) **Toxicidad:** Identificación de categorización en sustancias químicas de toxicidad aguda o crónica conforme los listados nacionales de sustancias químicas peligrosas del Acuerdo Ministerial 142 (2012).
- p) **Nº RP:** Codificación de registro de producto conforme los listados nacionales de sustancias químicas peligrosas del Acuerdo Ministerial 142 (2012).
- q) **Nº CAS:** Identificación única de producto asignada en la base de datos de la Sociedad Americana de Química o CAS por sus siglas en inglés.

### 4.1.3. Procesos generadores de desechos peligrosos

Los procesos generadores o balance de entrada-salida de desechos es una descripción en forma clara de los flujos de materias primas, la salida de desechos y la obtención de productos o servicios, por proceso generador.



*Figura 6.* Diagrama de procesos generadores de desechos

### 4.1.4. Jerarquización de desechos peligrosos

La evaluación de riesgos facilitará la posibilidad de ordenar y jerarquizar los desechos de acuerdo con la probabilidad y gravedad que representan. Esta etapa resulta importante puesto que nos facilitará la priorización de los esfuerzos y por tanto el éxito del plan de minimización

La metodología de jerarquización de desechos se basa en el Programa de Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local (APELL) dado a conocer en Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos (2006). Sin embargo, la metodología en sí, lo que permite es analizar los riesgos mediante la cuantificación de consecuencias y probabilidades a fin de que puedan calcularse y plasmarse en una matriz de riesgos.

El planteamiento de utilizar la base APELL para una jerarquización de desechos surge a partir de la homogeneidad para identificar factores de gravedad como resultado de posibles consecuencias, el vínculo de probabilidad con los límites de exposición a determinados contaminantes y la adaptación al enfoque medio ambiental.

La metodología planteada propone el desarrollo de tres formularios, siendo los siguientes:

- Identificación y valoración de desechos peligrosos CRTI;
- Identificación y valoración de desechos biológico-infecciosos; y
- Jerarquización de los desechos peligrosos y/o especiales.

#### 4.1.4.1. Identificación y valoración de desechos peligrosos CRTI

El primer formulario, tabla 3, de identificación y valoración de desechos peligrosos Corrosivas, Reactivas, Tóxicas e Inflamables o por sus siglas CRTI, proporciona información que describe las características de gravedad y la probabilidad de incidencia derivados de la exposición a los desechos peligrosos y/o especiales, cuyo fin consiste en proporcionar una posición en la matriz de jerarquización de desechos peligrosos por detalle de desecho.

**Tabla 3.**  
*Formulario de identificación y valoración de desechos peligrosos CRTI*

Información de los desechos												Posición en la matriz				
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Componente	N° ONU	CRTIB	N° CAS	%	VLA-ED mg/m <sup>3</sup>	Indicaciones de peligro	Gravedad				Prioridad	Probabilidad
											F	S	M	G		
[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	[I]	[J]	[K]	[L]				[M]	[N]

El formulario de identificación y valoración de desechos peligrosos CRTI incluye los siguientes campos:

- Código:** Codificación asignada a las diferentes categorías de desechos en los listados nacionales de desechos peligrosos del Acuerdo Ministerial 142 (2012).
- Descripción de desecho:** Categorización de los desechos conforme los listados nacionales de desechos peligrosos del Acuerdo Ministerial 142 (2012).
- Detalle de desecho:** Especificación de los desechos generados que contienen componentes peligrosos.
- Cantidad (toneladas):** Colocación de la cantidad anual de generación de desechos en toneladas.
- Componente:** Identificación de la o las Sustancias químicas presentes en los desechos peligrosos.

f) **N° ONU:** Identificación relativa al transporte de mercancías peligrosas de las Naciones Unidas u ONU.

g) **CRTIB:** Son las siglas de las características peligrosas de los desechos (Corrosivas, Reactivas, Tóxicas, Inflamables, Biológico-infecciosos) colocando su letra según corresponda.

h) **N° CAS:** Identificación única de producto asignada en la base de datos de la Sociedad Americana de Química o CAS por sus siglas en inglés.

i) **Porcentaje (%):** Porcentaje de concentración de la sustancia o agente químico en el desecho peligroso.

j) **VLA-ED (mg/m<sup>3</sup>):** Colocación del valor de referencia para la Exposición Diaria del agente químico en miligramos por metro cúbico (mg/m<sup>3</sup>) permisibles conforme a los Límites de Exposición Profesional para Agentes químicos en España. 2017.

k) **Indicaciones de peligro (H):** Colocación de las indicaciones de peligro para los agentes químicos.

l) **Gravedad:** Cuantificación promedio de acuerdo a los rangos de peligro.

La asignación de valores numéricos para el formulario se hace identificando la cuantificación de las indicaciones de peligro (H) respectivas del componente químico y obteniendo un promedio para un mismo rango (F, S, M) con la siguiente ecuación:

$$\bar{x}_H = \frac{\sum_{i=1}^n (H_i \times i)}{n} = \frac{(H_1 \times 1) + (H_2 \times 2) + (H_3 \times 3) + \dots + (H_n \times n)}{n} \quad (2)$$

**Dónde:**

$\bar{x}_H$ : Promedio para un rango (F, S o M) en función de las indicaciones de peligro (H)

$n$ : Número de indicaciones de peligro

**Nota:**

Es importante que en la ecuación, los indicadores de peligro sean ordenados de izquierda a derecha de menor a mayor cuantificación.

**Rangos:**

- Rango F: peligros físicos, tabla 4. Corresponde a las características de peligrosidad por Corrosión (a materiales), Reactividad e Inflamabilidad (CRI).

**Tabla 4.**  
*Indicación de peligros físicos (F)*

<b>Clase</b>	<b>Cuantificación</b>	<b>Características por liberación</b>
<b>Gases inflamables</b>	4	H220 Gas extremadamente inflamable.
	2	H221 Gas inflamable.
<b>Aerosoles</b>	4	H222 Aerosol extremadamente inflamable; y/o H229 Contiene gas a presión: puede reventarse si se calienta.
	2	H223 Aerosol inflamable.
<b>Líquidos inflamables</b>	4	H224 Líquido y vapores extremadamente inflamables.
	3	H225 Líquido y vapores muy inflamables.
	2	H226 Líquidos y vapores inflamables.
	1	H227 Líquido combustible.
<b>Sólidos inflamables</b>	4	H228 Sólido inflamable, <b>categoría 1.</b>
	2	H228 Sólido inflamable, <b>categoría 2.</b>
<b>Gases inflamables (incluidos gases químicamente inestables)</b>	4	H230 Puede explotar incluso en ausencia de aire.
	2	H231 Puede explotar incluso en ausencia de aire, la presión y/o temperaturas elevadas.
<b>Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente; y peróxidos orgánicos</b>	4	H240 Peligro de explosión en caso de calentamiento, tipo A
	3	H241 Peligro de incendio o explosión en caso de calentamiento, tipo B.
	2	H242 Peligro de incendio en caso de calentamiento, tipo C y D.
	1	H242 Peligro de incendio en caso de calentamiento, tipo E y F.
<b>Líquidos y Sólidos pirofóricos</b>	3	H250 Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.
<b>Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo</b>	2	H251 Se calienta espontáneamente; puede inflamarse.
	1	H252 Se calienta espontáneamente en grandes cantidades; puede inflamarse.
<b>Sustancias y mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables</b>	3	H260 En contacto con el agua desprende gases inflamables que pueden inflamarse, categoría 1.
	2	H261 En contacto con el agua desprende gases inflamables, categoría 2.
	1	H261 En contacto con el agua desprende gases inflamables, categoría 3.
<b>Gases concurrentes</b>	4	H270 Puede provocar o agravar un incendio; comburente.
<b>Líquidos concurrentes; Sólidos concurrentes</b>	3	H271 Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente.
	2	H272 Puede agravar un incendio; comburente, categoría 2. H272 Puede agravar un incendio; comburente, categoría 3.
<b>Gases a presión</b>	4	H280 Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.
	2	H281 Contiene gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas.
<b>Sustancias y mezclas corrosivas para los metales</b>	2	H290 Puede ser corrosivo para los metales.

- Rango S: peligros para la salud, tabla 5. Corresponde a las características de peligrosidad por Corrosión y Toxicidad (C, T).

**Tabla 5.**  
*Indicación de peligros para la salud (S)*

<b>Clase</b>	<b>Cuantificación</b>	<b>Características por liberación</b>
<b>Toxicidad aguda por ingestión</b>	5	H300 Mortal en caso de ingestión.
	3	H301 Tóxico en caso de ingestión.
	1	H302 Nocivo en caso de ingestión.
	0	H303 Puede ser nocivo en caso de ingestión.
<b>Peligro por aspiración</b>	5	H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias.
	3	H305 Puede ser nocivo en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias.
<b>Toxicidad aguda por vía cutánea</b>	5	H310 Mortal en contacto con la piel.
	3	H311 Tóxico en contacto con la piel.
	1	H312 Nocivo en contacto con la piel.
	0	H313 Puede ser nocivo en contacto con la piel.
<b>Corrosión / irritación cutáneas</b>	5	H314 Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares.
	3	H315 Provoca irritación cutánea.
	1	H316 Provoca una leve irritación cutánea.
<b>Sensibilización cutánea</b>	3	H317 Puede provocar una reacción cutánea alérgica.
<b>Lesiones oculares graves/irritación ocular</b>	3	H318 Provoca lesiones oculares graves.
	1	H319 Provoca irritación ocular grave.
	0	H320 Provoca irritación ocular.
<b>Toxicidad aguda por inhalación</b>	5	H330 Mortal si se inhala.
	3	H331 Tóxicos y se inhala.
	1	H332 Nocivo si se inhala.
	0	H333 Puede ser nocivo si se inhala.
<b>Sensibilización respiratoria</b>	3	H334 Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias y se inhala.
<b>Toxicidad específica de órganos Diana; irritación de las vías respiratorias</b>	3	H335 Puede irritar las vías respiratorias.
<b>Toxicidad específica de órganos Diana; efecto narcótico</b>	1	H336 Puede provocar somnolencia o vértigo.
<b>Mutagenicidad en células germinales</b>	5	H340 Puede provocar defectos genéticos.
	3	H341 Susceptible a provocar defectos genéticos.
<b>Carcinogenicidad</b>	5	H350 Puede provocar cáncer.
	3	H351 Susceptible a provocar cáncer.
<b>Toxicidad para la reproducción</b>	5	H360 Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto.
	3	H361 Susceptible de perjudicar fertilidad o dañar al feto.
	1	H362 Puede ser nocivo para los lactantes.
<b>Toxicidad específica de órganos Diana (exposición única)</b>	5	H370 Provoca daños en los órganos.
	3	H371 Puede provocar daños en los órganos.
<b>Toxicidad específica de órganos Diana (exposiciones repetidas)</b>	3	H372 Provoca daños en los órganos.
	1	H373 Puede provocar daños en los órganos.

- Rango M: peligros para el medio ambiente; tabla 6.

**Tabla 6.**  
*Indicación de peligros para el medio ambiente (M)*

Clase	Cuantificación	Características por liberación
<b>Peligro para el medio ambiente acuático (peligro agudo)</b>	5	H400 Muy tóxico para los organismos acuáticos.
	3	H401 Tóxico para los organismos acuáticos.
	1	H402 Nocivo para los organismos acuáticos.
<b>Peligro para el medio ambiente acuático (peligro a largo plazo)</b>	5	H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
	3	H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
	1	H412 Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
	0	H413 Puede ser nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
<b>Peligros para la capa de ozono</b>	5	H420 Causa daños a la salud pública y el medioambiente al destruir el ozono en la atmósfera superior.

- Rango G: tipo de generadores, tabla 7.

El valor numérico para el rango tipo de generador (G), a diferencia de los rangos F, S y M, se asigna directamente la cuantificación de su clase en base a la generación anual del detalle de desecho (columna C).

**Tabla 7.**  
*Clasificación según el tipo de generadores por categorías de desechos (G)*

Clase	Cuantificación	Generación anual
<b>Micro generadores</b>	5	Más de 1 tonelada al año
<b>Pequeños generadores</b>	3	Entre 0.1 y 1 tonelada al año
<b>Grandes generadores</b>	1	Menos de 0.1 toneladas al año

m) **Prioridad:** La prioridad se determina de la siguiente manera:

1. Conocer la gravedad del componente químico o sustancia contaminante (columna D) en sus respectivos rangos.
2. Calcular el promedio de la gravedad del componente químico o sustancia contaminante con la siguiente ecuación (3):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x}{4} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4}{4} \quad (3)$$

**Dónde:**

$\bar{x}$ : Promedio de la gravedad para los rangos F, S, M y G.

$x_1$ : valores numéricos para F

$x_2$ : valores numéricos para S

$x_3$ : valores numéricos para M

$x_4$ : valores numéricos para G

3. Cuando están presentes en los desechos varios componentes químicos o sustancias contaminantes, es el de mayor concentración e indicadores de peligro el de consideración preferente, para lo cual, solamente se tomará un componente referente, siendo necesario resaltarlo en el formulario.
4. Determinar la estimación de la prioridad asignando una letra conforme al promedio resultante de los valores de gravedad en referencia a la tabla 8.

**Tabla 8.**

*Determinación de la prioridad para desechos CRTI*

Prioridad	Asignación de letra
1	A
2	B
3	C
4	D
5	E

n) **Probabilidad:** La probabilidad se determina de la siguiente manera:

1. Conocer el VLA-ED del componente químico o sustancia contaminante (columna I).
2. Calcular el volumen de la sustancia contaminante ( $V_c$ ) en el desecho peligroso generado, multiplicando 1.000.000.000 que representa el equivalente de una tonelada a miligramos.

$$V_c = V_d \times \% \times 1.000.000.000 \quad (4)$$

**Dónde:**

$V_d$ : Volumen del desecho peligroso generado

%: Porcentaje del volumen de la sustancia contaminante

3. Comparar el VLA-ED con el volumen de la sustancia contaminante, la comparación con el VLA-ED debe hacerse calculado en unidad de toneladas o  $m^3$ .

$$\frac{V_c}{VLA - ED} \quad (5)$$

4. Cuando están presentes en los desechos varios componentes químicos o sustancias contaminantes, es su efecto combinado el que requiere una consideración preferente, para lo cual, la comparación con los valores límite debe hacerse calculado la sumatoria de los valores límite respectivos.

$$\sum \frac{V_c}{VLA - ED} \quad (6)$$

5. Determinar la estimación de probabilidad de riesgo asignando una cuantificación a la valoración del nivel de exposición resultante de la comparación con el valor límite en referencia a la tabla 9.

**Tabla 9.**  
*Valoración del nivel de la exposición para contaminantes químicos*

Clase	Cuantificación	Nivel de exposición
<b>Improbable</b>	1	Entre 1 a 10 veces cada m <sup>3</sup>
<b>Poco probable</b>	2	Entre 10 a 100 veces cada m <sup>3</sup>
<b>Probable</b>	3	Entre 100 a 1000 veces cada m <sup>3</sup>
<b>Bastante probable</b>	4	Entre 1.000 a 10.000 veces cada m <sup>3</sup>
<b>Muy probable</b>	5	Más de 10.000 veces cada m <sup>3</sup>

#### 4.1.4.2. Identificación y valoración de desechos biológico-infecciosos

El segundo formulario, tabla 10, de identificación y valoración de desechos peligrosos biológico-infecciosos, proporciona información que incluye las categorías de sustancias infecciosas y la probabilidad de incidencia derivados del nivel de exposición a los agentes infecciosos, cuyo fin consiste en proporcionar una posición en la matriz de jerarquización de desechos peligrosos por detalle de desecho.

**Tabla 10.**  
*Formulario de identificación y valoración de desechos biológico-infecciosos*

Información de los desechos								Posición en la matriz	
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Categoría sustancia infecciosa	Nº ONU	CRTIB	Nivel de exposición	Prioridad	Probabilidad
[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	[I]	[J]

El formulario de identificación y valoración de desechos peligrosos biológico-infecciosos incluye los siguientes campos:

- a) **Código:** Codificación asignada a las diferentes categorías de desechos en los listados nacionales de desechos peligrosos del Acuerdo Ministerial 142 (2012).

b) **Descripción de desecho:** Categorización de los desechos conforme los listados nacionales de desechos peligrosos del Acuerdo Ministerial 142 (2012).

c) **Detalle de desecho:** Especificación de los desechos generados que contienen componentes peligrosos.

d) **Cantidad (toneladas):** Colocación de la cantidad anual de generación de desechos en toneladas.

e) **Categoría sustancia infecciosa:** Categorización de las sustancias infecciosas presentes en los desechos peligrosos relativa al transporte de mercancías peligrosas de las Naciones Unidas u ONU.

f) **N° ONU:** Identificación relativa al transporte de mercancías peligrosas de las Naciones Unidas u ONU.

g) **CRTIB:** Son las siglas de las características peligrosas de los desechos (Corrosivas, Reactivas, Tóxicas, Inflamables, Biológico-infecciosos) colocando su letra según corresponda.

h) **Nivel de exposición:** Identificación del nivel de exposición. En la Figura 7 se analizan tres factores: la generación de aerosoles, la frecuencia de contacto y las cantidades manejadas. También se equiparan algunos ejemplos de actividades en función de la posibilidad de exposición y factores.

BAJA		
Generación de bioaerosoles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escasa</li> <li>• Moderada pero esporádica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio de análisis clínicos</li> <li>• Trabajos de investigación</li> <li>• Clínicas veterinarias</li> <li>• Industria alimentaria</li> <li>• Industria biotecnológica</li> </ul>
Frecuencia de contacto	< 20% jornada	
Cantidad manejada	Pequeña	
MEDIA		
Generación de bioaerosoles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderada pero discontinua</li> <li>• Elevada pero esporádica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza sistemas ventilación</li> <li>• Manejo de animales y/o sus productos</li> <li>• Sustitución materiales humedecidos</li> <li>• Asistencia sanitaria</li> <li>• Industria biotecnológica</li> <li>• Tareas agrícolas</li> </ul>
Frecuencia de contacto	< 75% jornada	
Cantidad manejada	Media	
ALTA		
Generación de bioaerosoles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderada pero continua</li> <li>• Elevada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección residuos urbanos</li> <li>• Tratamiento aguas residuales</li> <li>• Manejo de cereales</li> <li>• Asistencia sanitaria</li> <li>• Asistentes sociales – Fuerzas de seguridad</li> </ul>
Frecuencia de contacto	> 75% jornada	
Cantidad manejada	Grande	

**Figura 7.** Niveles de exposición para sustancias infecciosas

Fuente: (INSHT, 2009)

La exposición se considera BAJA cuando la generación de bioaerosoles es escasa o moderada pero esporádica, cuando la frecuencia de contacto es menor que el 20% de la jornada laboral o cuando se manejan pequeñas cantidades de materiales.

La exposición se considera MEDIA, cuando la generación de bioaerosoles es moderada y no continua o elevada pero esporádica, la frecuencia de contacto no supera el 75% de la jornada o cuando se manejan medias cantidades de materiales.

La exposición se considera ALTA, cuando la generación de bioaerosoles es elevada o moderada pero continua, cuando la frecuencia de contacto supera el 75% de la jornada o se manejan grandes cantidades de materiales.

La cantidad manejada de los niveles de exposición es secuencial a la clasificación según el tipo de generadores (tabla 7).

i) **Prioridad:** La prioridad se determina en base a la categoría respectiva de las sustancias infecciosas (columna D) conforme a lo asignado en la tabla 11.

**Tabla 11.**  
*Asignación de la prioridad para desechos biológico-infecciosos*

Prioridad	Asignación de letra
Categoría A	D
Categoría B	B

**Nota:**

Si existe o se sospecha la existencia de alguna sustancia infecciosa de categoría A almacenado en un mismo recipiente, basta para que todo el tipo de desecho sea considerado de esa categoría.

j) **Probabilidad:** La probabilidad se determina en base al nivel de exposición respectivo (columna G) conforme a la cuantificación de la tabla 12.

**Tabla 12.**  
*Valoración del nivel de exposición para sustancias infecciosas*

Clase	Cuantificación	Nivel de exposición
Improbable	1	Baja
Probable	3	Media
Muy probable	5	Alta

#### 4.1.4.3. Jerarquización de los desechos peligrosos

Una vez llenado los formularios de identificación y valoración de los desechos peligrosos, se procede a identificar la posición que ocupan dichos desechos en la matriz de jerarquización de acuerdo a la figura 8.

El tercer formulario en el cual únicamente se ubica jerárquicamente los desechos dando prioridad a aquellos cuya probabilidad y consecuencia sean los más altos del grupo, ubicándolos desde los que tienen la posición en la matriz más alta hasta los de menor impacto conforme a la matriz de jerarquización de desechos peligrosos de la Figura 8.

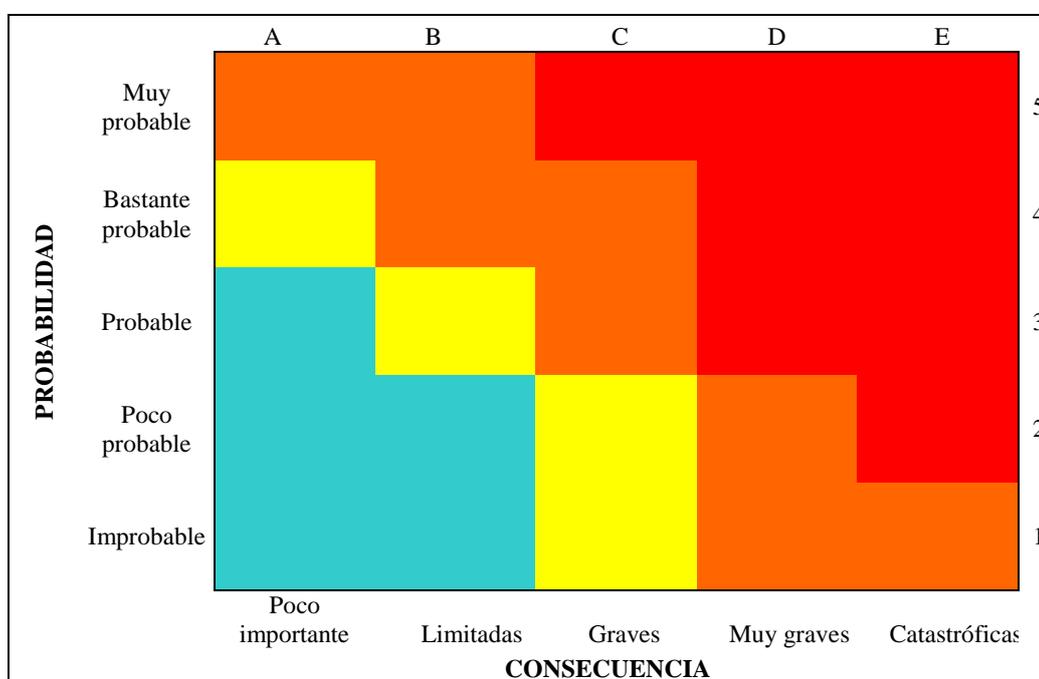


Figura 8. Matriz de jerarquización de desechos peligrosos

La tabla 13 es el tercer formulario en el cual únicamente se ubica jerárquicamente los desechos dando prioridad a aquellos cuya probabilidad y consecuencia sean los más altos del grupo, ubicándolos desde los que tienen la posición en la matriz más alta hasta los de menor impacto conforme a la matriz de jerarquización de desechos peligrosos de la figura 8.

Tabla 13.

Jerarquización de los desechos peligrosos y/o especiales

No.	Código	Detalle de desecho	Posición en la matriz	Color
-----	--------	--------------------	-----------------------	-------

El formulario de jerarquización de los desechos peligrosos y/o especiales incluye los siguientes campos:

a) **Número (No.):** Identificación numérica, de mayor a menor posición, en que los desechos son ordenados en secuencia jerárquica conforme a su nivel de probabilidad y consecuencia identificado en la matriz de matriz de jerarquización de desechos peligrosos de la figura 8 conforme al detalle de desecho.

b) **Código:** Codificación asignada a las diferentes categorías de desechos en los listados nacionales de desechos peligrosos del Acuerdo Ministerial 142 (2012).

c) **Detalle de desecho:** Especificación de los desechos generados que contienen componentes peligrosos.

d) **Posición en la matriz:** Ubicación que ocupa determinado detalle de desecho en la matriz de matriz de jerarquización de desechos peligrosos de la figura 8. Ejemplo de llenado:  
A1

e) **Color:** Representa el color del casillero en que el desecho ocupa una determinada ubicación en la matriz de matriz de jerarquización de desechos peligrosos de la figura 8.

#### **4.1.5. Identificación de opciones de prevención y/o minimización y/o aprovechamiento y/o valorización y/o tratamiento**

Esta actividad trata de recoger la máxima información posible sobre alternativas de gestión para los desechos de mayor impacto, los cuales pueden contemplar desde cambios tecnológicos complejos, hasta sencillas modificaciones en los hábitos de trabajo.

Se deben de tener en cuenta el siguiente orden de prioridades:

- a) Prevención de generación
- b) Reducción en origen
- c) Reuso y Reciclaje

#### **4.1.6. Valoración de las alternativas de prevención y/o minimización y/o aprovechamiento y/o valorización y/o tratamiento**

En función de los desechos de mayor incidencia, valorar las diferentes alternativas tentativas que pudieran ajustarse a las necesidades de la empresa. En la valoración de alternativas debemos tener presente los siguientes aspectos:

- a) Identificación de las áreas de mejora.

- b) Mejora de los aspectos ambientales.
- c) Mejora de los aspectos de prevención de riesgos laborales.
- d) Mejora en los costos de gestión y producción.
- e) Costos de inversión.

#### **4.1.7. Programas de implantación del Plan de Minimización**

El programa de acción o implementación trabajará con los desechos peligros cuyas alternativas de gestión se enfocan en los desechos peligrosos de mayor incidencia, cuyo contenido incluirá:

- a) Alternativa(s) elegida(s)
- b) Objetivos
- c) Metas
- d) Acciones del programa
- e) Responsables de los procesos o instalaciones
- f) Recursos:
  - Financieros
  - Materiales
  - Humanos
  - Tecnológicos
  - Administrativos
- g) Cronograma

#### **4.1.8. Programa de control e indicadores de seguimiento**

Para conocer si se está cumpliendo los objetivos y metas propuestas, la metodología más adecuada consistirá en la implantación de controles temporales en los que se revisen las actuaciones realizadas en función de unos indicadores. Estos valores indicativos, deben definirse y establecerse antes del inicio de la ejecución del programa de implantación del Plan de Minimización.

## **4.2. Gestión de Desechos Peligrosos y/o Especiales**

El segundo componente corresponde al modelo de Gestión de Desechos Peligrosos y/o Especiales que informa las directrices que deben cumplirse en relación al manejo de los mencionados desechos. Por tanto, su contenido ofrece datos relacionados con la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, matriz Sangolquí.

La formulación de un sistema de gestión de desechos peligrosos se diseñará con base al resultado de la jerarquización de desechos, siendo que el desecho seleccionado corresponda un problema relevante para la empresa generadora, pudiendo de esta manera realizar un manejo adecuado del desecho.

El sistema de manejo integral de desechos peligrosos diseñado, tiene los siguientes pasos:

### **PASO 1.**

Generación e identificación de los desechos peligrosos

### **PASO 2.**

Recolección interna

### **PASO 3.**

Almacenamiento temporal

### **PASO 4.**

Gestión externa (recolección externa – transporte – tratamiento - disposición final)

### **4.2.1. Generación e identificación de los desechos peligrosos**

Para su correcta identificación y posterior envasado, la separación de los desechos se debe de realizar de acuerdo a su tipo o categoría de desecho.

### **4.2.2. Recolección interna**

Una vez que los desechos han sido identificados y separados de acuerdo al tipo o categoría de desecho, estos deberán ser envasados y embalados de acuerdo a recomendaciones operativas y técnicas que involucra principalmente el protocolo respectivo y la disponibilidad de recipientes específicos.

La razón para hacer diferentes recipientes para desechos es porque tienen diferentes procesos en su gestión externa a la empresa generadora, igualmente, los recipientes ofrecen distintos tipos de materiales que proporcionan resistencia y características que contienen la peligrosidad del desecho.

El sistema de gestión, para reducir el riesgo de contacto con los desechos peligrosos, plantea un protocolo en cual el personal encargado de la recolección debe estar capacitado sobre la recolección y los riesgos que implica su trabajo. Es importante la condición en que se recolectarán los desechos generados en este paso de la gestión, para lo cual se desglosa los siguientes apartados:

- a) Envasado;
- b) Etiquetado;
- c) Riesgos asociados al manejo;
- d) Situaciones de emergencia
- e) Elementos de protección personal; y
- f) Higiene y limpieza.

#### **4.2.3. Almacenamiento temporal**

El almacenamiento de desechos peligrosos se lo puede trabajar de dos formas: desde el almacenamiento en área de generación o en confinamiento que este último refiere más a fases de disposición; en tanto, es importante mencionar factores que influyen en este paso del sistema de gestión que corresponde:

- a) Localización del almacén;
- b) Adecuación del área;
- c) Sistemas contra incendios y de control de derrames;
- d) Tiempo de almacenamiento; y
- e) Compatibilidad de los desechos peligrosos a almacenar.

#### **4.2.4. Gestión externa**

La recolección se desarrolla tomando en cuenta actividades de interrelación entre la empresa generadora y la empresa gestora ambiental, para el efecto, es la fase en que

finalmente el desecho deja de reposar en las instalaciones para ser transportado y posterior darle un tratamiento o disposición final.

## CAPITULO V

### 5. RESULTADOS

#### 5.1. Plan de Minimización de Desechos Peligrosos y/o Especiales

##### 5.1.1. Datos generales de la empresa

Tabla 14.

Ficha de datos generales de la UFA - ESPE

<b>Razón Social:</b>	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE</b>
<b>Dirección:</b>	Sangolquí, Av. Gnrl. Rumiñahui s/n
<b>Provincia:</b>	Pichincha
<b>Cantón / Distrito:</b>	Rumiñahui
<b>Código Postal:</b>	171103
<b>R.U.C.:</b>	176800739000-1
<b>C.N.A.E.:</b>	Actividades profesionales, científicas y técnicas.
<b>Número de Registro de Generador de Desechos Peligrosos y/o Especiales:</b>	En trámite
<b>Número total de empleados:</b>	475
<b>Descripción de la actividad:</b>	El campus matriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE situado a 22 km de la ciudad capital (Quito), es un centro de estudios superiores que además cuenta con servicios como centros de investigación, centro médico, residencia universitaria, biblioteca, servicios bancarios, gimnasio, coliseo y áreas deportivas de básquet, fútbol, tenis, vóley. (UFA - ESPE).
<b>Descripción del proceso productivo:</b>	<div style="border: 2px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> </div>
	<p><i>Figura 9.</i> El proceso productivo de las universidades: un modelo simplificado</p> <p>Fuente: (Agasisti &amp; Pérez, 2010, pág. 90)</p>
<b>Representante legal:</b>	Rosario de los Ángeles Criollo Asimbaya
<b>Cédula de identidad:</b>	1706746417
<b>Cargo:</b>	Delegada por el Rector como Representante legal
<b>Correo electrónico:</b>	racriollo@espe.edu.ec
<b>Teléfono:</b>	3989400 Ext. 2462
<b>Responsable de la gestión:</b>	Jenny Patricia Artieda Heredia
<b>Cédula de identidad:</b>	1714648423
<b>Cargo:</b>	Especialista de Seguridad Integrada
<b>Correo electrónico:</b>	jpartieda@espe.edu.ec
<b>Teléfono:</b>	3989400 Ext. 1022

### 5.1.2. Inventario de desechos peligrosos y/o especiales

En el Anexo A, está disponible para constatación el inventario de desechos peligrosos y/o especiales que se levantó para elaboración del proyecto: “*Registro Generador de Desechos Peligrosos y/o Especiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE*” (Fernandez & Lala, 2017); por tanto, esta información es propia de los autores y compartida para la elaboración del plan de minimización que contempla este trabajo.

### 5.1.3. Procesos generadores de desechos peligrosos

En el Apéndice A se encuentran los diagramas de procesos generadores de desechos peligrosos y especiales donde están detallados, en forma gráfica y esquemática, los balances de entrada y salida.

En la tabla 15, del listado de balance entrada-salida de procesos generadores de desechos peligrosos y especiales, se encuentran resumidos los resultados que obtenidos de los diagramas de procesos.

**Tabla 15.**

*Listado de procesos generadores de desechos peligrosos y especiales*

Entrada (materia prima)	Proceso	Salida (desecho)
Llantas	Transporte	Neumáticos usados o partes de los mismos.
Agua Óxido de hierro Cloruro de calcio	Laboratorio de Geográfica	Aguas residuales sin tratamiento generadas en laboratorios de ensayos y análisis, que contienen sustancias peligrosas.
Ácido sulfúrico Cobre Ácido fosfórico 85% Molibdeno 1000 ppm Cloruro de hierro Antimonio Manganeso Titanio Arsénico Pentóxido de vanadio Piridina Azufre Cloruro de magnesio Glicerina Ácido clorhídrico sol. A y B Carburo de calcio Cloruro de calcio	Laboratorio de Ciencia de Materiales	Productos químicos caducados o fuera de especificaciones (incluye envases vacíos de reactivos químicos).
		<b>Continúa</b> →

Entrada (materia prima)	Proceso	Salida (desecho)
Formaldehído Dicromato de potasio Hidróxido de sodio Cobalto Baño de cromo Baño de cobre alcalino Baño de níquel Diluyente	Laboratorio de Ciencia de Materiales	Productos químicos caducados o fuera de especificaciones (incluye envases vacíos de reactivos químicos).
Cloroformo Envases de reactivos químicos	Laboratorio de Geográfica	
Revelador negativo Revelador de placas Activador	Editorial Politécnica	
Fenolftaleína Hexano Isobutanol Etanol Éter Metanol Tetracloruro de carbono (CCl4) Azida de sodio Sulfato mercuríco Cloroformo Nitrato de plata Permanganato de potasio Ácido sulfúrico Amoníaco Ácido clorhídrico Ácido acético Hidróxido de sodio Cloruro férrico Cloruro de aluminio Hidróxido de potasio	Laboratorio de Geográfica	Muestras residuales que contienen sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos.
Etanol Ácido nítrico Ácido clorhídrico Ácido pícrico Ácido sulfúrico Ácido fluorhídrico Dicromato de potasio	Laboratorio de Ciencia de Materiales	
Sangre	Laboratorio de Biotecnología	Desechos de investigaciones biológicas que contienen agentes patógenos activados.
Partes anatómicas de ratas.	Laboratorio de Biotecnología	Cadáveres o partes anatómicas de animales enfermos o que ha sido expuestos a agentes infecciosos en laboratorios de investigación.
Gasas Guantes Algodón Papel	Laboratorio de Biotecnología	Desechos biológicos infecciosos no desactivados.
		<b>Continúa</b> →

Entrada (materia prima)	Proceso	Salida (desecho)
Jeringuillas Agujas Micro tubos Hisopos Bisturí Lancetas Material fungible de vidrio Material plástico Tubos PCR	Laboratorio de Biotecnología	Objetos cortopunzantes contaminados con sustancias peligrosas o secreciones.
Aceite hidráulico Aceite lubricante	Laboratorio de Ciencia de Materiales	Aceites minerales usados o gastados.
Aceite hidráulico Aceite lubricante	Transporte	
Aceite hidráulico Aceite lubricante Aceite offset	Editorial Politécnica	
<b>Pilas alcalinas de dióxido de manganeso:</b> Pila (D) Pila (C) Pila (AA) Pila (AAA) Pila (PP3) <b>Pilas alcalinas de formato especial:</b> Pila de botón Cilíndrica de formato especial formato rectangular 3LR12 Otras comprendidas de estas pilas.	Oficinas administrativas	Baterías usadas que contengan hg, ni, cd, u otros materiales peligrosos y que exhiban otras características de peligrosidad.
Mercurio	Centro de Investigación de Nanociencia y Nanotecnología	Desechos que contienen mercurio.
Plaguicidas <b>Envases de plaguicidas:</b> Plásticos (PEAD, PP, PEBD, PVC), vidrio, metal y cartón. Envases lavables y no lavables.	IASA	Envases vacíos de agroquímicos sin triple lavado.
Filtro metálico	Transporte	Filtros usados de aceite mineral.
Petróleo	Centro de Investigación de Nanociencia y Nanotecnología	Hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias.
Gasolinas Diésel Aceite lubricante	Laboratorio de Ciencia de Materiales	
Tubos fluorescentes	Unidad de Desarrollo Físico	
Waipes Papel Trapos	Laboratorio de Ciencia de Materiales	Material absorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras absorbentes y otros materiales sólidos absorbentes.
		<b>Continúa</b> →

Entrada (materia prima)	Proceso	Salida (desecho)
Equipos eléctricos y electrónicos	Laboratorio de Ciencia de Materiales	Partes de equipos eléctricos y electrónicos que contienen montajes eléctricos y electrónicos, componentes o elementos constitutivos como acumuladores y otras baterías, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos, capacitores de PCB o contaminados con Cd, Hg, Pb, PCB, organoclorados entre otros.
Cultivos con microorganismos Geles de agarosa Poliacrilamida	Laboratorio de Biotecnología	Cultivos de agentes infecciosos y desechos de producción biológica, vacunas vencidas, cajas petri, placas de frotis, y todos los instrumentos utilizados para manipular, mezclar o inocular microorganismo.
Jeringuillas Agujas Micro tubos Hisopos Bisturí Lancetas Material fungible de vidrio Material plástico Tubos PCR	Laboratorio de Biotecnología	Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos.
Gasas Guantes Algodón Papel	Sistema Integrado de Salud	Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales.

### 5.1.4. Jerarquización de desechos peligrosos

**Tabla 16.**

*Identificación y valoración de desechos peligrosos CRTI*

Información de los desechos														Posición en la matriz		
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Componente	N° ONU	CRTIB	N° CAS	%	VLA-ED mg/m <sup>3</sup>	Indicaciones de peligro	Gravedad				Prioridad	Probabilidad
											F	S	M	G		
M.71.01	Aguas residuales sin tratamiento generadas en laboratorios de ensayos y análisis, que contienen sustancias peligrosas	Mezcla agua/reactivo químico	0.1755	Óxido de hierro	N/A	N/A	1309-37-1	2-5	5	N/A	-	-	-	3	A	5
				Cloruro de calcio	N/A	N/A	10043-52-4	1-2	N/A	N/A	-	-	-			
				Agua	N/A	N/A	7732-18-5	>95	N/A	N/A	-	-	-			
M.71.02	Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	Reactivo químico	0.0160	Ácido sulfúrico	1830	C	7664-93-9	100	5	314	-	5	-	1	B	5
		Reactivo químico	0.0015	Cobre	N/A	N/A	7440-50-8	15	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0.0007	Ácido fosfórico	1805	C	7664-38-2	85	1	314	-	5	-	1	B	5
		Reactivo químico	0.0007	Molibdeno	N/A	N/A	231-107-2	10	10	N/A	-	-	-	1	A	4
		Reactivo químico	0.0002	Cloruro de hierro	1773	C	7705-08-0	100	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0.0005	Antimonio	3141	T	7440-36-0	100	0.5	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0,0003	Manganeso	N/A	N/A	7439-96-5	100	0.2	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0,0004	Titanio	2546	I	7440-32-6	100	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0,0004	Arsénico	1558	T	7440-38-2	100	0.01	331-301-400-410	-	4.5	7.5	1	C	5
		Reactivo químico	0,0004	Pentóxido de vanadio	2862	T	215-239-8	100	0.05	302-332-341-361-372-335-411	-	9.5	3	1	C	5
		Reactivo químico	0,0005	Piridina	1282	I	110-86-1	100	3	225-332-312-302	3	2	-	1	B	5
		Reactivo químico	0,0001	Azufre	1350	I	7704-34-9	100	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
Reactivo químico	0,0001	Coal Sulfur	N/A	N/A	N/A	2.5	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-		
Reactivo químico	0,0003	Nitrato férrico	1466	R	13476-08-9	100	N/A	319-315-372	-	4.3	-	1	A	-		
Reactivo químico	0,0003	Cloruro de magnesio	N/A	N/A	7786-30-3	100	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-		

Información de los desechos														Posición en la matriz		
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Componente	N° ONU	CRTIB	N° CAS	%	VLA-ED mg/m <sup>3</sup>	Indicaciones de peligro	Gravedad				Prioridad	Probabilidad
											F	S	M	G		
M.71.02	Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	Reactivo químico	0.5718	Glicerina	N/A	N/A	56-81-5	100	N/A	N/A	-	-	-	3	<b>A</b>	-
		Reactivo químico	0.0009	Ptalato de dietilo	N/A	N/A	84-66-2	100	5	N/A	-	-	-	1	<b>A</b>	<b>5</b>
		Reactivo químico	0.0003	Ácido clorhídrico	1789	C	7647-01-0	5	7.6	331-314	-	6.5	-	1	<b>B</b>	<b>4</b>
		Reactivo químico	0.0001	Azul de metileno	N/A	N/A	7220-79-3	100	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0.0001	Carburo de calcio	1402	I	75-20-7	100	N/A	260	3	-	-	1	<b>A</b>	-
		Reactivo químico	0.0005	Hexametafosfato de sodio	N/A	N/A	10124-56-8	100	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0.0001	Ácido oleico	N/A	N/A	112-80-1	100	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0.0008	Cloruro de calcio	N/A	N/A	10043-52-4	1-2	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0.0005	Formaldehído	1198	I	50-00-0	37	0.37	341-301-311-331-317-350-314	-	15.7	-	1	<b>D</b>	<b>5</b>
		Reactivo químico	0.0001	Dicromato de potasio	3288	T	7778-50-9	100	0.05	272-372-330-301-334-317-350-340-360-312-314-400-410	2	24.3	7.5	1	<b>E</b>	<b>5</b>
		Reactivo químico	0.0001	Hidróxido de sodio	1824	C	1310-73-2	3-5	N/A	314	-	5	-	1	<b>B</b>	-
		Reactivo químico	0.0001	Cobalto	N/A	N/A	7440-48-4	100	0.02	334-317-413	-	4.5	0	1	<b>A</b>	<b>5</b>
		Reactivo químico	0.0020	Cloroformo	1888	T	67-66-3	100	10	302-319351-361-331-372-315	-	11.1	-	1	<b>C</b>	<b>5</b>
		Baño de cromo	0.0050	Cromo	N/A	N/A	7440-47-3	100	2	N/A	-	-	-	1	<b>A</b>	<b>5</b>
		Baño de cobre alcalino	0.0040	Cobre	N/A	N/A	7440-50-8	100	N/A	N/A	-	-	-	1	<b>A</b>	-
		Baño de níquel	0.0010	Níquel	N/A	N/A	7440-02-0	100	1	351-372-317	-	6	-	1	<b>B</b>	<b>5</b>
		Diluyente	0.0010	Aguarrás	1268	I	8052-41-3	40-30	N/A	350-304	-	7.5	-	1	<b>B</b>	-
Nafta	1268			I	64741-65-7	60-70	N/A	350-304	-	7.5	-					

Información de los desechos														Posición en la matriz		
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Componente	N° ONU	CRTIB	N° CAS	%	VLA-ED mg/m <sup>3</sup>	Indicaciones de peligro	Gravedad				Prioridad	Probabilidad
											F	S	M	G		
M.71.02	Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	Revelador negativo	0.0195	Carbonato de potasio	N/A	N/A	584-08-7	5-10	N/A	N/A	-	-	-	1	C	5
				Hidroquinona	2662	T	123-31-9	1-5	2	302- 351-341-318-317-400	-	8.6	5			
				Dietilenglicol	N/A	N/A	111-46-6	1-5	N/A	302	-	-	-			
		Revelador de placas	0.155	Hidróxido de sodio	1824	C	1310-73-2	3-5	N/A	314	-	5	-	3	B	4
				Gluconato sódico	N/A	N/A	527-07-1	1-2	N/A	N/A	-	-	-			
				Glicol	N/A	N/A	107-21-1	0.1-0.2	52	302	-	1	-			
				Silicato de sódico	N/A	N/A	6834-92-0	1-2.25	N/A	302	-	-	-			
		Activador	0.0038	Resina	1866	I	111-96-6	4	N/A	226-360	2	5	-	1	B	4
				2-Etoxietanol	1171	I	110-80-5	0.95	8	226-332-312-302-360	2	6.5	-			
				Colorante	N/A	N/A	60-11-7	0.05	N/A	N/A	-	-	-			
Aluminio	N/A	N/A	7429-90-5	95	N/A	N/A	-	-	-							
M.71.04	Muestras residuales que contienen sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos	Residuos de Cloroformo y Hexano	0.004	Cloroformo	1888	T	67-66-3	8-9	10	302-319-351-361-331-372-315	-	11.1	-	1	D	5
				Hexano	1208	I	110-54-3	6-10	72	373-336-225-361-304-315-411	3	9.8	3			
		Residuos de solventes orgánicos	0.004	Isobutanol	1212	I	78-83-1	2-3	154	226-335-315-318-336	-	7	-	1	D	5
				Éter	1179	I	60-29-7	7	308	224-302-336	4	1.5	-			
				Metanol	1230	I,T	67-56-1	10	266	225-331-311-301-370	-	9.5	-			
		Tetracloruro de carbono	1846	T	56-23-5	12-13	32	351-331-311-301-372-412-420	-	9	5.5					
		Residuos de Benceno	0.001	Benceno	1114	I	71-43-2	14-26	3.25	225-319-315-372-304-350-340-304	3	18	-	1	E	5
Residuos de Acetonitrilo	0.0025	Acetonitrilo	1648	I	75-05-8	28-32	68	225-332-312-302-319	3	2.5	-	1	B	5		

Información de los desechos														Posición en la matriz			
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Componente	N° ONU	CRTIB	N° CAS	%	VLA-ED mg/m <sup>3</sup>	Indicaciones de peligro	Gravedad				Prioridad	Probabilidad	
											F	S	M	G			
M.71.04	Muestras residuales que contienen sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos	Soluciones acuosas de ácidos inorgánicos	0.0065	Etanol	1170	I	64-17-5	7-10	N/A	N/A	-	-	-	1	E	5	
				Ácido nítrico	2031	C	7697-37-2	8-12	N/A	272-314	2	5	-				
				Ácido clorhídrico	1789	C	7647-01-0	8-10	N/A	331-314	-	6.5	-				
				Ácido pícrico	1344	I	88-89-1	8-10	0.1	201-331-311-301	5	6	-				
				Ácido sulfúrico	1786	C	7664-93-9	8-10	0.05	314	-	5	-				
				Ácido fluorhídrico	1786	C	7664-39-3	8-10	1.5	330-310-300-314	-	12.5	-				
		Dicromato de potasio	3288	T	7778-50-9	6-9	0.05	272-372-330-301-334-317-350-340-360-312-314-400-410	2	24.3	7.5						
		Residuos orgánicos desconocidos	0.0067	S/I													
		Ácidos orgánicos desconocidos	0.0010	S/I													
		Desechos de cloruro de paladio	0.0002	Cloruro de paladio	N/A	N/A	7647-10-1	5-9	N/A	N/A	-	-	-	1	B	-	
				Cloruro de aluminio	2581	C	7446-70-0	3-4	N/A	314	-	5	-				
				Hidróxido de potasio	1814	C	1310-58-3	5-6	N/A	302-314	-	5.5	-				
		Residuos de Diclorometano	0.0050	Diclorometano	1593	T	75-09-2	10	177	351	-	3	-	1	A	4	
		Oxido de síntesis de grafito	0.0040	Grafito, polvo	N/A	N/A	7782-42-5	60	2	N/A	-	-	-	1	A	5	
Sulfur Analyser Tyrant	0.0020	Azufre	1350	I	7704-34-9	100	N/A	N/A	-	-	-	1	A	-			
Solución de ácido nítrico	0.0015	Ácido nítrico	2031	C	7697-37-2	8-12	N/A	272-314	2	5	-	1	B	-			
Solución de arena	0.0003	Cloruro de calcio	N/A	N/A	10043-52-4	1-2	N/A	N/A	-	-	-	1	A	-			
Desechos de HAP's	0.0002	S/I															

Información de los desechos														Posición en la matriz			
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Componente	N° ONU	CRTIB	N° CAS	%	VLA-ED mg/m <sup>3</sup>	Indicaciones de peligro	Gravedad				Prioridad	Probabilidad	
											F	S	M	G			
M.75.04	Fármacos veterinarios caducados o fuera de especificaciones	Medicamentos	0.1000	S/I													
NE-03	Aceites minerales usados o gastados	Aceites	1.5724	Aceite mineral	1268	I	N/A	100	5	350-304	-	7.5	-	5	<b>C</b>	<b>5</b>	
NE-08	Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd, u otros materiales peligrosos y que exhiban otras características de peligrosidad	Pilas	0.0200	Dióxido de manganeso	N/A	N/A	1313-13-9	15-45	0.2	332-302	-	1.5	-	1	<b>B</b>	<b>5</b>	
				1,2-Dimetoxietano	2252	I	110-71-4	5-10	N/A	225-332-360	3	5.5	-				
				Carbonato de propileno	N/A	N/A	108-32-7	1-10	N/A	319	-	1	-				
				Litio	1415	I	7439-93-2	1-5	N/A	260-3143	3	5	-				
				Trifluorometanosulfonato de litio	N/A	N/A	33454-82-9	0-5	N/A	N/A	-	-	-				
				Negro de humo/carbón	1361	I	1333-86-4	0-5	3.5	N/A	-	-	-				
				Carbonato de etileno	N/A	N/A	96-49-1	0-5	N/A	N/A	-	-	-				
				Grafito	N/A	N/A	7782-42-5	0-5	2	N/A	-	-	-				
NE-21	Desechos que contienen mercurio	Reactivo químico	0.0112	Mercurio	2809	C,T	7439-97-6	100	0.02	360-330-372-400-410	-	9.3	7.5	1	<b>E</b>	<b>5</b>	
NE-28	Envases vacíos de agroquímicos sin triple lavado	Envases vacíos	0.1000	Atrazina	2588	T	1912-24-9	>50	5	373-317-410	-	-	-	3	<b>A</b>	<b>5</b>	
NE-32	Filtros usados de aceite mineral	Filtros metálicos	0.0315	Aceite mineral	1268	I	N/A	>1	5	350-304	-	7.5	-	1	<b>B</b>	<b>5</b>	
NE-35	Hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias	Mezcla de aceite con combustible	0.1893	Diésel	1202	I	68334-30-5	16-17	N/A	351	-	3	-	3	<b>C</b>	<b>5</b>	
				Gasolinas	1203	I	86290-81-5	16-17	N/A	350-340-304	-	10	-				
				Aceite mineral	1268	I	N/A	16-17	5	N/A	-	-	-				
		Petróleo	0.2135	Petróleo	1267	I	64741-80-6	>50	N/A	350	-	5	-	3	<b>B</b>	-	

Información de los desechos														Posición en la matriz		
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Componente	N° ONU	CRTIB	N° CAS	%	VLA-ED mg/m <sup>3</sup>	Indicaciones de peligro	Gravedad				Prioridad	Probabilidad
											F	S	M	G		
NE-40	Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos usados que contengan mercurio	Tubos fluorescentes	0.0700	Mercurio	2025	T	7439-97-6	0.5-1	0.02	360-330-372-400-410	-	9.3	7.5	1	E	5
				Plomo	2291	T	7439-92-1	0.2-2	0.15	302-332-411	-	1.5	3			
				Antimonio	1549	T	7440-36-0	0.5-1	0.5	N/A	-	-	-			
				Alcalinotérreos	1391	I	7440-39-3	0-1	0.5	N/A	-	-	-			
				Tierras raras	N/A	N/A	7440-65-5	0-1	1	N/A	-	-	-			
NE-42	Material absorbente contaminado con hidrocarburos... materiales sólidos absorbentes	Material absorbente	0.0050	Aceite mineral	1268	I	N/A	>1	5	350-304	-	4.5	-	1	A	4
NE-46	Partes de equipos eléctricos y electrónicos... o contaminados con Cd, Hg, Pb, PCB, organoclorados entre otros.	Chatarra eléctrica y electrónica	0.0150	Cadmio	2570	T	7440-43-9	N/A	0.01	332-312-302-400-410	-	3	7.5	1	E	5
				Mercurio	2025	T	7439-97-6	N/A	0.02	360-330-372-400-410	-	9.3	7.5			
				Plomo	2291	T	7439-92-1	>0.5	0.5	302-332-411	-	1.5	3			
				Bifenilos policlorados sólidos	3432	T	92-52-4	N/A	1.3	319-335-315-410	-	5.3	5			
ES-04	Neumáticos usados o partes de los mismos	Llantas	1.0800	Caucho natural	N/A	N/A	N/A	14	N/A	N/A	-	-	-	5	A	5
				Caucho sintético	N/A	N/A	N/A	27	N/A	N/A	-	-	-			
				Negro de humo	1361	I	1333-86-4	28	3.5	N/A	-	-	-			
				Acero	N/A	N/A	N/A	14-15	N/A	N/A	-	-	-			

**En donde:****CRTIB:** Corrosivo (C); Reactivo (R); Tóxico (T); Inflamable (I); Biológico-infeccioso (B)**VLA-ED:** Valor límite de exposición diaria**F:** peligros físicos; **S:** peligros para la salud; **M:** peligros para el medio ambiente; **G:** tipo de generadores.**S/A:** Sin asignación de datos específicos; **S/I:** Sin información del desecho

**Tabla 17.**  
*Identificación y valoración de desechos biológico-infecciosos*

Información de los desechos								Posición en la matriz	
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Categoría sustancia infecciosa	Nº ONU	CRTIB	Nivel de exposición	Prioridad	Probabilidad
M.72.04	Desechos de investigaciones biológicas que contienen agentes patógenos activados	Sangre	0.0060	Cat. A	2814	B	Baja	<b>D</b>	<b>1</b>
M.75.01	Cadáveres o partes anatómicas de animales enfermos o que ha sido expuestos a agentes infecciosos en laboratorios de investigación	Partes anatómicas de ratas	0.1000	Cat. A	2900	B	Media	<b>D</b>	<b>3</b>
M.75.02	Desechos biológicos infecciosos no desactivados: gasas, apósitos y guantes	Productos desechables médicos	0.0285	Cat. B	3291	B	Baja	<b>B</b>	<b>1</b>
M.75.03	Objetos cortopunzantes contaminados con sustancias peligrosas o secreciones	Productos médicos cortopunzante	0.1000	Cat. B	3291	B	Media	<b>B</b>	<b>3</b>
Q.86.01	Cultivos de agentes infecciosos y desechos de producción biológica, vacunas vencidas, cajas petri, placas de frotis, y todos los instrumentos utilizados para manipular, mezclar o inocular microorganismos	Cultivos con microorganismo, geles de agarosa, poliacrilamida	0.0458	Cat. A	2814	B	Media	<b>D</b>	<b>3</b>
Q.86.05	Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos	Productos médicos cortopunzante	0.4777	Cat. A	2814	B	Media	<b>D</b>	<b>3</b>
Q.86.07	Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales	Productos desechables médicos	0.5747	Cat. A	2814	B	Media	<b>D</b>	<b>3</b>

**En donde:**

**CRTIB:** Corrosivo (C); Reactivo (R); Tóxico (T); Inflamable (I); Biológico-infeccioso (B)

En las tabla 16 y 17, los desechos son evaluados su nivel de peligrosidad y la probabilidad de ocurrencia, esto es conocido como evaluación de riesgos, cuyos resultados refiere en que los desechos que cuentan con Valores Límite Ambientales de Exposición Diaria (VLA-ED) en sus componentes químicos son los probables a la ocurrencia de un peligro para la salud y el ambiente.

En la tabla 18, los desechos peligrosos y/o especiales con VLA-ED, indicadores de peligro (H) y cantidad de generación bajo de los límites considerados, son jerarquizados de acuerdo a su posición en la matriz, permitiéndonos vislumbrar los desechos que constituyen una gestión prioritaria, tanto para minimización, así como un sistema de gestión particular.

**Tabla 18.**

*Jerarquización de los desechos peligrosos y/o especiales por detalle de desecho*

No.	Código	Detalle de desecho	Posición en la matriz	Color
1	M.71.02	Reactivo químico: (Dicromato de potasio)	E5	Rojo
2	M.71.04	Residuos de Benceno	E5	Rojo
3	M.71.04	Soluciones acuosas de ácidos inorgánicos	E5	Rojo
4	NE-21	Reactivo químico	E5	Rojo
5	NE-40	Tubos fluorescentes	E5	Rojo
6	NE-46	Chatarra eléctrica y electrónica	E5	Rojo
7	M.71.02	Reactivo químico: (Formaldehído)	D5	Rojo
8	M.71.04	Residuos de Cloroformo y Hexano	D5	Rojo
9	M.71.04	Residuos de solventes orgánicos	D5	Rojo
10	M.71.02	Reactivo químico: (Arsénico)	C5	Rojo
11	M.71.02	Reactivo químico: (Pentóxido de vanadio)	C5	Rojo
12	M.71.02	Reactivo químico: (Cloroformo)	C5	Rojo
13	M.71.02	Revelador negativo	C5	Rojo
14	NE-03	Aceites	C5	Rojo
15	NE-35	Mezcla de aceite con combustible	C5	Rojo
16	M.75.01	Partes anatómicas de ratas	D3	Rojo
17	Q.86.01	Cultivos con microorganismo, geles de agarosa, poliacrilamida	D3	Rojo
18	Q.86.05	Productos médicos cortopunzante	D3	Rojo
19	Q.86.07	Productos desechables médicos	D3	Rojo
20	M.71.02	Reactivo químico: (Ácido sulfúrico)	B5	Naranja
21	M.71.02	Reactivo químico: (Ácido fosfórico)	B5	Naranja
22	M.71.02	Reactivo químico: (Piridina)	B5	Naranja
23	M.71.02	Reactivo químico: (Níquel)	B5	Naranja
24	M.71.04	Residuos de Acetonitrilo	B5	Naranja

No.	Código	Detalle de desecho	Posición en la matriz	Color
25	NE-08	Pilas	B5	Naranja
26	NE-32	Filtros metálicos	B5	Naranja
27	M.71.01	Mezcla agua/reactivo químico	A5	Naranja
28	M.71.02	Reactivo químico: (Ftalato de dietilo)	A5	Naranja
29	M.71.02	Reactivo químico: (Cobalto)	A5	Naranja
30	M.71.02	Baño de Cromo	A5	Naranja
31	M.71.04	Óxido de síntesis de grafeno	A5	Naranja
32	NE-28	Envases vacíos	A5	Naranja
33	ES-04	Llantas	A5	Naranja
34	M.71.02	Reactivo químico: (Ácido clorhídrico)	B4	Naranja
35	M.71.02	Revelador de placas	B4	Naranja
36	M.71.02	Activador	B4	Naranja
37	M.72.04	Sangre	D1	Naranja
38	M.71.04	Residuos de Diclorometano	A4	Amarillo
39	NE-42	Material absorbente	A4	Amarillo
40	M.75.03	Productos médicos cortopunzante	B3	Amarillo
41	M.75.02	Productos desechables médicos	B1	Celeste

Los desechos que cuentan únicamente con indicadores de peligro (H), consideran una determinada prioridad para su gestión. Sin embargo, la probabilidad de daños para la salud y el ambiente es relativamente nula al estar en espacios confinados. Estos desechos son visualizados jerárquicamente de acuerdo al detalle de desecho en la tabla 19.

**Tabla 19.**

*Desechos sin valoración de probabilidad*

No.	Código	Detalle de desecho	Consecuencia
1	M.71.02	Diluyente	B
2	M.71.02	Reactivo químico: (Hidróxido de sodio)	B
3	M.71.04	Desechos de Cloruro de paladio	B
4	M.71.04	Solución de Ácido nítrico	B
5	NE-35	Petróleo	B
6	M.71.02	Reactivo químico: (Nitrato férrico)	A
7	M.71.02	Reactivo químico: (Glicerina)	A
8	M.71.02	Reactivo químico: (Carburo de calcio)	A

La existencia de desechos sin cuadro de peligrosidad también se halla presentes en el inventario de desechos peligrosos y/o especiales, estos son identificados como tal debido a la inexistencia de VLA-ED, indicadores de peligro (H) y cantidad de generación bajo de los límites considerados, lo que constituye un esfuerzo poco necesario su gestión ya que carecen de prioridad y probabilidad. Estos desechos son identificados en la tabla 19.

**Tabla 20.**  
*Desechos sin cuadro de peligrosidad*

No.	Código	Detalle de desecho
1	M.71.02	Reactivo químico: (Cobre)
2	M.71.02	Reactivo químico: (Molibdeno)
3	M.71.02	Reactivo químico: (Antimonio)
4	M.71.02	Reactivo químico: (Manganeso)
5	M.71.02	Reactivo químico: (Cloruro de hierro)
6	M.71.02	Reactivo químico: (Titanio)
7	M.71.02	Reactivo químico: (Azufre)
8	M.71.02	Reactivo químico: (Coal Sulfur)
9	M.71.02	Reactivo químico: (Cloruro de magnesio)
10	M.71.02	Reactivo químico: (Azul de metileno)
11	M.71.02	Reactivo químico: (Hexametafosfato de sodio)
12	M.71.02	Reactivo químico: (Ácido oleico)
13	M.71.02	Reactivo químico: (Cloruro de calcio)
14	M.71.02	Baño de cobre alcalino
15	M.71.04	Sulfur Analyser Tyrant
16	M.71.04	Solución equivalente de arena

La falta de información de los desechos inventariados también ha sido un factor determinante que ha afectado al proceso de jerarquización debido a que se desconoce sus componentes químicos o sustancias contaminantes, así como concentración de los mismos, esto dificulta cualquier esfuerzo de gestión que se plantee para los desechos en mención (tabla 21).

**Tabla 21.**  
*Desechos sin información*

No.	Código	Detalle de desecho
1	M.71.04	Residuos orgánicos desconocidos
2	M.71.04	Ácidos orgánicos desconocidos
3	M.71.04	Desechos de HAP's
4	M.75.04	Medicamentos

En la tabla 22, se procede a enlistar jerárquicamente los desechos por código conforme al Anexo B y C del Acuerdo Ministerial 142, conforme los resultados de la identificación y valoración de desechos peligrosos y/o especiales, así como su jerarquización por detalle de

desecho, filtrando aquellos que carecen un cuadro de peligrosidad y que no posean la información preliminar respectiva.

Los desechos sin cuadro de peligrosidad no son tomados en cuenta para planes de minimización o gestión debido a que su tratamiento no aplica para el presente trabajo. Los desechos en mención corresponderían a una gestión de desechos comunes o residuos no peligrosos.

Los desechos sin información preliminar no pueden ser considerados dentro de planes de minimización o gestión debido a que se desconoce sus características de peligrosidad, por tal razón no es factible clasificarlos hasta poseer resultados de análisis físico-químico para sustancias desconocidas.

**Tabla 22.**

*Jerarquización de los desechos peligrosos y/o especiales por código de desecho*

No.	Código	Detalle de desecho	Posición en la matriz	Color
1	M.71.02	Reactivos químicos:		
		1. Dicromato de potasio	E5	Rojo
		2. Formaldehído	D5	Rojo
		3. Arsénico	C5	Rojo
		4. Pentóxido de vanadio		
		5. Cloroformo		
		6. Revelador negativo		
		7. Ácido sulfúrico	B5	Naranja
		8. Ácido fosfórico		
		9. Piridina		
		10. Baño de níquel		
		11. Ftalato de dietilo	A5	Amarillo
		12. Cobalto		
		13. Baño de cromo		
		14. Ácido clorhídrico	B4	Amarillo
		15. Revelador de placas		
		16. Activador		
		17. Diluyente	B	S/C
		18. Hidróxido de sodio		
		19. Nitrato férrico	A	S/C
		20. Glicerina		
21. Carburo de calcio				
2	M.71.04	1. Residuos de Benceno	E5	Rojo
		2. Soluciones acuosas de ácidos inorgánicos	D5	Rojo
		3. Residuos de Cloroformo y Hexano		
		4. Residuos de solventes orgánicos	B5	Naranja
		5. Residuos de Acetonitrilo		
		6. Óxido de síntesis de grafeno		
		7. Residuos de Diclorometano	A5	Amarillo
		8. Desechos de Cloruro de paladio	A4	Amarillo
		9. Solución de Ácido nítrico		
8. Desechos de Cloruro de paladio	B	S/C		
9. Solución de Ácido nítrico				
3	NE-21	Reactivo químico (Mercurio)	E5	Rojo
4	NE-40	Tubos fluorescentes	E5	Rojo

No.	Código	Detalle de desecho	Posición en la matriz	Color
5	NE-46	Chatarra eléctrica y electrónica	E5	Rojo
6	NE-03	Aceites	C5	Rojo
7	NE-35	1. Mezcla de aceite con combustible	C5	Rojo
		2. Petróleo	B	S/C
8	M.75.01	Partes anatómicas de ratas	D3	Rojo
9	Q.86.01	Cultivos con microorganismo, geles de agarosa, poliacrilamida	D3	Rojo
10	Q.86.05	Productos médicos cortopunzante	D3	Rojo
11	Q.86.07	Productos desechables médicos	D3	Rojo
12	NE-08	Pilas	B5	Naranja
13	NE-32	Filtros metálicos	B5	Naranja
14	M.71.01	Mezcla agua/reactivo químico	A5	Naranja
15	NE-28	Envases vacíos	A5	Naranja
16	ES-04	Llantas	A5	Naranja
17	M.72.04	Sangre	D1	Naranja
18	NE-42	Material absorbente	A4	Amarillo
19	M.75.03	Productos médicos cortopunzante	B3	Amarillo
20	M.75.02	Productos desechables médicos	B1	Celeste

Dentro de los resultados de los procesos de jerarquización de desechos peligrosos y/o especiales, tenemos los siguientes datos:

- a) Se han enlistado jerárquicamente 20 desechos peligrosos y/o especiales de 21.
- En el código M.71.02 (*Productos químicos caducados o fuera de especificaciones*) se enlista 21 reactivos químicos como desechos peligrosos.
  - En el código M.71.04 (*Muestras residuales que contienen sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos*) se enlista 9 diferentes desechos como peligrosos.
  - En el código NE-35 (*Hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias*) se enlista 2 diferentes desechos como peligrosos.
  - En el resto de los 17 códigos de desechos se enlista un detalle por cada una.

b) Por posición y color en la matriz de jerarquización, se puede apreciar la siguiente cantidad de desechos (tabla 23): 19 rojos, 18 naranjas, 2 amarillos y 1 celeste, dando un total de 41 desechos que constan en el listado de jerarquización de desechos peligrosos por detalle de desecho. Los 8 desechos sin valoración de probabilidad, están excluidos por no poseer ubicación jerárquica en la matriz.

**Tabla 23.**  
Cantidad de desechos por posición y color en la matriz de jerarquización

Color	Rojo	Naranja	Amarillo	Celeste
<b>Cantidad por posición</b>	6 en rojo – E5 3 en rojo – D5 4 en rojo – D3 6 en rojo – C5	1 en naranja – D1 7 en naranja – B5 3 en naranja – B4 7 en naranja – A5	1 en amarillo – B3 2 en amarillo A4	1 en celeste – B1
<b>Total</b>	19	18	3	1

c) Los desechos peligrosos que ocupan mayor relevancia para el desarrollo del plan de minimización y el desarrollo de programas de implementación son los ubicados en el color rojo de la matriz de jerarquización.

d) Para reducir la lista de jerarquización de desechos peligrosos y/o especiales, se filtrará para consideración a aquellos que consten en las posiciones E5 y D5, siendo los desechos de mayor posición jerárquica (tabla 24).

**Tabla 24.**

*Desechos peligrosos y/o especiales de mayor posición jerárquica.*

No.	Código	Detalle de desecho	Posición en la matriz	Color
1	M.71.02	Reactivo químico: (Dicromato de potasio)	E5	Rojo
2	M.71.04	Residuos de Benceno	E5	Rojo
3	M.71.04	Soluciones acuosas de ácidos inorgánicos	E5	Rojo
4	NE-21	Reactivo químico	E5	Rojo
5	NE-40	Tubos fluorescentes	E5	Rojo
6	NE-46	Chatarra eléctrica y electrónica	E5	Rojo
7	M.71.02	Reactivo químico: (Formaldehído)	D5	Rojo
8	M.71.04	Residuos de Cloroformo y Hexano	D5	Rojo
9	M.71.04	Residuos de solventes orgánicos	D5	Rojo

### 5.1.5. Identificación de opciones de prevención y/o minimización y/o aprovechamiento y/o valorización y/o tratamiento

La jerarquización de desechos peligrosos y/o especiales indica que para el plan de minimización se deberá tomar en cuenta principalmente a 9 desechos generados que son los de mayor potencial de impacto.

Para el plan de minimización se considerará un desecho en E5 y otro de D5. Para E5 se seleccionará alternativas de gestión para los tubos fluorescentes y en D5 se seleccionará alternativas de gestión para los residuos de solventes orgánicos; este último es obligatoria su intervención debido a que entre sus componentes químicos está el Tetracloruro de carbono, sustancia prohibida en el país de conforme al Acuerdo Ministerial 142, Anexo A.

En la tabla 25 se resume la identificación de alternativas de gestión, para lo que se trabajará en alternativas de prevención y reducción de desechos específicamente, teniendo una alternativa de prevención en la categoría de desecho “*Muestras residuales que contienen sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos*” la cual sustituirá el Tetracloruro de Carbono por Etanol en las prácticas que generen residuos de solventes orgánicos.

En la categoría de desecho “*Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio*” se presenta la alternativa de gestión de prevención que propone la

sustitución de tubos fluorescentes por tubos LED que también reduciría la cantidad de generación de desechos debido que este último tiene una mayor vida útil, entre otras mejoras tecnológicas.

**Tabla 25.**  
*Identificación de alternativas de gestión*

Categoría de desecho	Código	Alternativas de gestión			
		Prevención	Reducción	Reúso	Reciclaje
Muestras residuales que contienen sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos.	M.71.04	Sustitución del Tetracloruro de Carbono por Etanol.	---	---	---
Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio.	NE-04	Sustitución de tubos fluorescentes por tubos LED.	---	---	---

### 5.1.6. Valoración de las alternativas de prevención y/o minimización y/o aprovechamiento y/o valorización y/o tratamiento

En la tabla 26, se resume la valoración de alternativas de gestión, considerando que una explicación más detallada consta en los apéndices respectivos para cada alternativa de desechos, los mismos que resaltan la viabilidad en los aspectos más relevantes para el plan de minimización como los ambientales, de prevención de riesgos laborales, costos de gestión-producción y de inversión.

**Tabla 26.**  
*Matriz de valoración de alternativas de gestión*

Alternativa de gestión	Identificación de la áreas de mejora	Mejora de los aspectos ambientales	Mejora de los aspectos de prevención de riesgos laborales	Mejora en los costos de gestión y producción	Costos de inversión
<b>Sustitución del Tetracloruro de carbono por Etanol (Apéndice B)</b>	- Laboratorios Multidisciplinarios de Docencia I, II, III de Biotecnología - Laboratorio de Física - Laboratorio de Investigación de Medio Ambiente	Sustitución de sustancia química peligrosa de mayor impacto ambiental por otra de menor impacto.	El Etanol es una sustancia cuyo período de referencia de exposición es mayor que el Tetracloruro de carbono.	El Tetracloruro de carbono es prohibido su uso y comercialización. El Etanol se distribuye libremente en casas comerciales autorizadas.	El sistema de gestión por disposición final es la opción más costosa, estimando una inversión de \$12.00.
<b>Sustitución de tubos fluorescentes por tubos LED (Apéndice C)</b>	-Aulas de los bloques A, B, C y D - Laboratorios de los bloques A, B, C y D	- Sustitución de contaminantes más gravosos en componentes eléctricos por otros de menor impacto contaminante. - Reducción en el volumen de generación de desechos de luminarias entre 10 a 20%.	- Disminución de operaciones riesgosas por manejo de tubos fluorescentes. - Disminución de exposición a contaminantes perjudiciales para la salud humana. - Mayor regulación del espectro de luz que ayuda a la salud visual.	- Disminución en los costos de gestión para desechos de luminarias entre 10 a 20%. - Ahorro de energía entre 44 a 55%	\$73.713,83

La sustitución del Tetracloruro de Carbono por Etanol es una alternativa viable y que debe ser considerada como necesaria debido que se trata de una sustancia prohibida. El costo de inversión es bajo y no representa mayores esfuerzos, a la vez que contribuye a la mejora de todos los aspectos en análisis y valoración.

La sustitución de tubos fluorescentes por tubos LED estima que el periodo de retorno de inversión es de 6.1 años, mientras tanto, los beneficios en los aspectos considerados son notables al sustituir componentes químicos muy peligrosos tanto para la salud y el ambiente.

### 5.1.7. Programas de implantación del Plan de Minimización

#### Programa No. 1

#### Sustitución del Tetracloruro de carbono por Etanol (anhidro) en prácticas de laboratorio

##### Alternativa(s) elegida(s)

- Sustitución del Tetracloruro de carbono por Etanol.

##### Objetivos

- Prevenir la utilización, almacenamiento y generación de desechos que contengan total o parcialmente Tetracloruro de carbono.
- Recolección externa del Tetracloruro de carbono de los laboratorios que almacenan la sustancia química prohibida.

##### Metas

**Tabla 27.**  
*Metas del programan No. 1*

Objetivo	Metas	Año de consecución
<b>Prevenir la utilización, almacenamiento y generación de desechos que contengan total o parcialmente Tetracloruro de carbono.</b>	Sustituir al 100% la utilización del reactivo químico en prácticas de laboratorio de docencia e investigación.	2018
<b>Recolección externa del Tetracloruro de carbono de los laboratorios que almacenan la sustancia química prohibida.</b>	Recolectar el 100% de envases con el reactivo químico y entregar al gestor ambiental correspondiente.	2018
	Declarar pasivo ambiental intervenido adecuadamente y en su totalidad.	2018

### Acciones del programa

1. Reunir a las y los docentes que ocupan la sustancia (tetracloruro de carbono) en prácticas de laboratorio para sensibilizar sobre la prohibición de uso, almacenamiento y comercialización.
2. Firmar un acta de reunión y compromiso para la sustitución de la sustancia química prohibida por otra de menor impacto y que facilite la continuidad de prácticas de laboratorio.
3. Entregar el informe de reunión e inventario de los laboratorios que almacenan la sustancia química prohibida a la Unidad de Seguridad Integrada para gestión del pasivo ambiental.
4. Gestionar la recolección de la sustancia química prohibida de los laboratorios que lo almacenan.
5. Entregar para recolección externa la sustancia química prohibida a la empresa a quien se le compró (Responsabilidad extendida) o a la empresa de gestión ambiental correspondiente para tratamiento, valoración o disposición final.
6. Recibir el manifiesto único correspondiente resaltando la entrega del pasivo ambiental en su totalidad.
7. Guardar el manifiesto único físico y digital en archivo ambiental por lo menos durante los próximos 6 años.

### Responsables de los procesos o instalaciones

**Tabla 28.**

*Responsables de los procesos o instalaciones del programa No. 1*

<b>Responsable</b>	<b>Procesos o instalaciones</b>
<b>Director de seguridad integrada</b>	Recepción de documentación del pasivo ambiental en laboratorios de la Matriz.
<b>Especialista de Seguridad Integrada</b>	Gestión de recolección de la sustancia química prohibida. Recepción y archivo del manifiesto único.

### Recursos

- **Financieros:**

Dinero asignado a la recolección externa del pasivo ambiental.

- **Materiales:**

Documentación de identificación del pasivo ambiental  
 Archivo ambiental físico y digital para manifiestos únicos

- **Humanos:**

Docentes y personal de laboratorio involucrado en el uso y manejo de la sustancia química prohibida.

- **Tecnológicos:**

TIC: ordenadores, impresoras

Internet

- **Administrativos:**

Unidad de Seguridad Integrada

### Cronograma

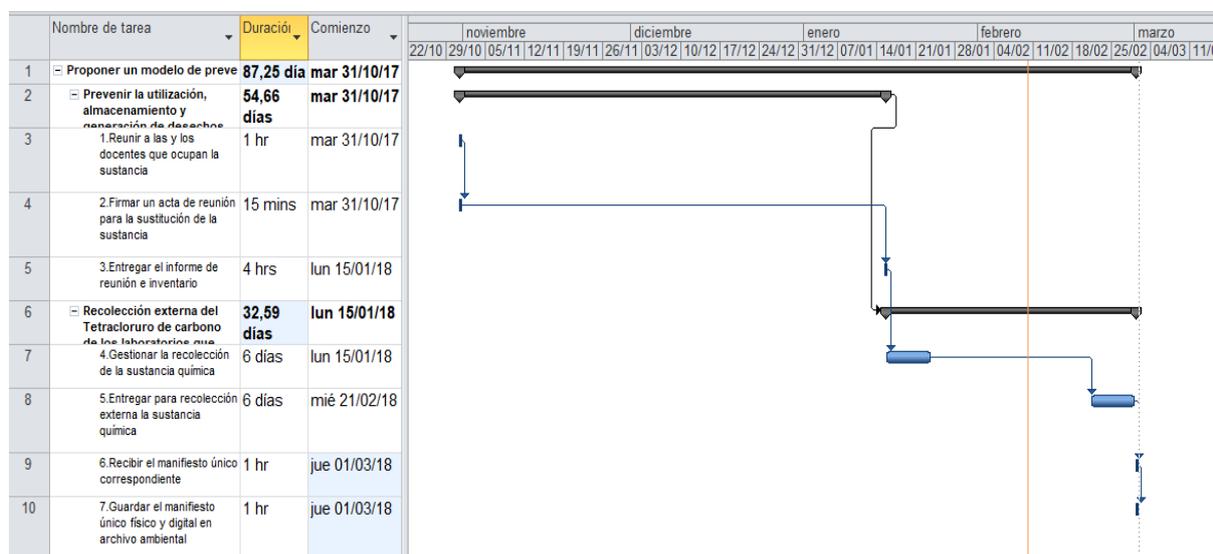


Figura 10. Cronograma del programa No. 1

## Programa No. 2

### Sustitución de tubos fluorescentes adoptando la tecnología de tubos LED en aulas y laboratorios de los bloques A, B, C y D

#### Alternativa(s) elegida(s)

- Sustitución de tubos fluorescentes por tubos LED.

#### Objetivos

a) Prevenir la generación de desechos de tubos fluorescentes mediante la sustitución por tubos LED en aulas y laboratorios de los bloques A, B, C y D de la Matriz.

#### Metas

**Tabla 29.**  
*Metas del programa No. 2*

Objetivo	Metas	Año de consecución
<b>Prevenir la generación de desechos de tubos fluorescentes mediante la sustitución por tubos LED en aulas y laboratorios de los bloques A, B, C y D de la Matriz.</b>	Sustituir el 100% de tubos fluorescentes por tubos LED.	2018
	Reducir el volumen de generación de desechos peligrosos provenientes de luminarias en un 6 a 12%.	2020
	Disminuir el consumo de energía en un 56%.	2018

#### Acciones del programa

1. Diseñar una reforma para iluminación LED en las aulas y laboratorios de los bloques A, B, C y D.
2. Describir la reforma de iluminación en las aulas y laboratorios de los bloques A, B, C y D.
3. Retirar las luminarias y tubos fluorescentes de cada área a intervenir de acuerdo al diseño de iluminación integral.
4. Guardar los tubos fluorescentes en sus empaques respectivos hasta el momento en que se requiera su uso por sustitución de uno que terminó su vida útil.
5. Capacitar al equipo de instalación y mantenimiento en la aplicación de tubos LED.
6. Quitar los cebadores, reactancias y proceder a dar alimentación directa al tubo LED.

7. Guardar las luminarias, cebadores, reactancias quitadas para repuesto u otra disposición a fin.

8. Adquirir tubos LED y luminarias para tubos LED si se requiriera cambiar algunas antiguas por nuevos modelos de acuerdo al diseño de reforma.

9. Colocar los nuevos tubos LED y/o luminarias de acuerdo al diseño de reforma.

## Responsables de los procesos o instalaciones

**Tabla 30.**

*Responsables de los procesos o instalaciones del programa No. 2*

Responsable	Procesos o instalaciones
<b>Director Unidad de Desarrollo Físico</b>	Presentación del proyecto de reforma de iluminación en las aulas de los bloques A, B, C y D.
	Adquisición de luminarias LED más eficientes en los procesos de compra.
	Gestión y direccionamiento del proyecto en la parte técnica y operativa
<b>Honorable Consejo Universitario</b>	Aprobación del proyecto de reforma de iluminación en las aulas de los bloques A, B, C y D.
<b>Especialista de Seguridad Integrada</b>	Direccionamiento en el proyecto en la parte de gestión de seguridad, salud y ambiente.

## Recursos

- **Financieros:**

Dinero asignado a la compra de lámparas y tubos LED.

- **Materiales:**

Equipos de protección individual

Equipo de mantenimiento para instalaciones eléctricas

Plano eléctrico de las aulas a intervenir

Formatos y herramientas para documentación

- **Humanos:**

Personal operativo de Desarrollo Físico

- **Tecnológicos:**

TIC: ordenadores, impresoras

Internet

Lámparas y tubos LED

- **Administrativos:**

Unidad de Bienes

Unidad de Desarrollo Físico

Unidad de Seguridad Integrada

### Cronograma

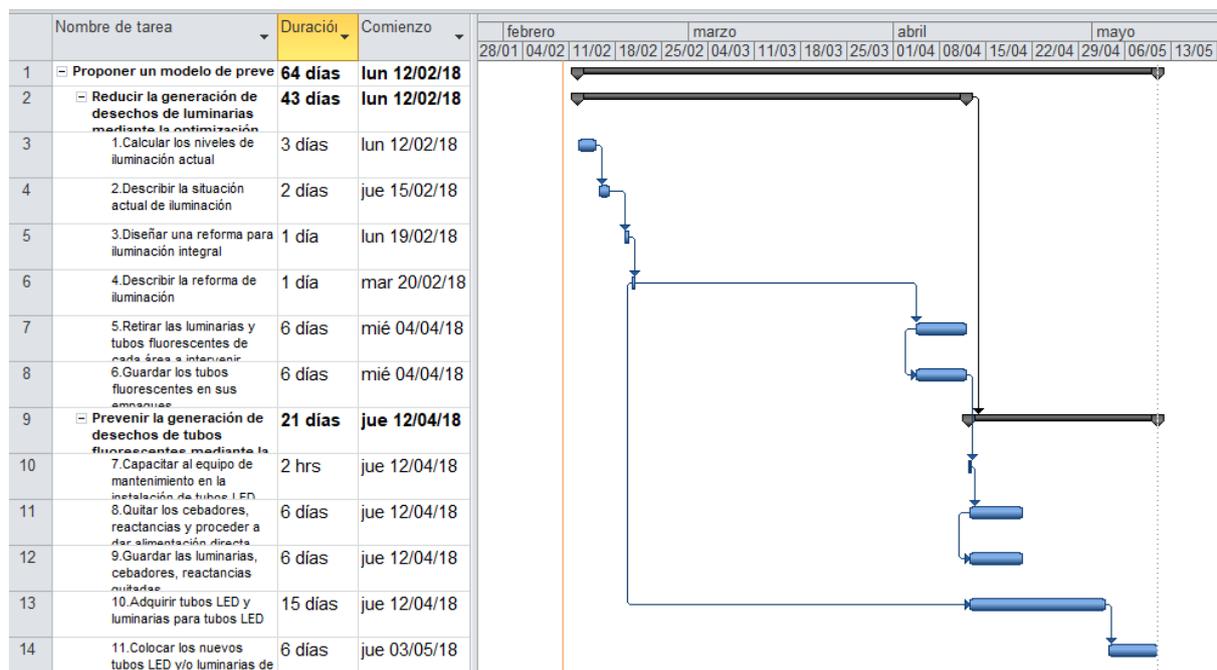


Figura 11. Cronograma del programa No. 2

### 5.1.8. Programa de control e indicadores de seguimiento

#### Programa No. 1

#### Sustitución del Tetracloruro de carbono por Etanol (anhidro) en prácticas de laboratorio

*Indicador de disminución ( $I_D$ ) de la peligrosidad*

$$I_D = p_0 - p_n \quad (7)$$

#### **Dónde:**

$p_0$ : número de características de peligrosidad (H) del desecho generado con Tetracloruro de carbono en el periodo anterior al seguimiento.

$p_n$ : número de características de peligrosidad (H) del desecho generado con Etanol (anhidro) en el periodo actual de seguimiento.

#### Programa No. 2

#### Sustitución de tubos fluorescentes adoptando la tecnología de tubos LED en aulas y laboratorios de los bloques A, B, C y D

**Tabla 31.**

*Indicador de reducción ( $I_R$ ) de la generación de desechos*

Cantidad anual de desecho generada (año anterior) $D_0$ (t)	Consumo de energía (año anterior) $C_0$ (kWh/año)	Cantidad anual de desecho generada (año actual) $D_n$ (t)	Consumo de energía (año actual) $C_n$ (kWh/año)	Indicador de seguimiento $I_R = 100 \times \frac{(D_0 \times C_0) - (D_n \times C_n)}{(D_0 \times C_0)} \%$

*Indicador de reducción ( $I_R$ ) de la generación de desechos*

$$I_R = 100 \times \frac{(D_0 \times C_0) - (D_n \times C_n)}{(D_0 \times C_0)} \quad (8)$$

## 5.2. Gestión de Desechos Peligroso y/o Especiales

La presente guía o modelo de gestión de desechos peligrosos se enfoca en la descarga de tubos fluorescentes correspondiente a la categoría de desechos “*Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio*” con el código nacional NE-40.

El contenido en esta guía redacta las directrices que deben cumplirse en relación al manejo ambientalmente racional orientado a los mencionados desechos, cuya finalidad consiste en proveer información referente a la gestión de tubos fluorescente de descarga, siendo útil como manual para el personal operativo y de mantenimiento. Por cuanto su contenido ofrece datos relacionados con la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, matriz Sangolquí.

### 5.2.1. Generación e identificación de los desechos peligrosos

#### a) Identificación de luminarias

El campus de la universidad cuenta con múltiples tipos de luminarias en los que predominan tubos fluorescentes y focos ahorradores, e identificarlos puede resultar una tarea engorrosa, más aun cuando se quiere contar con un sistema de eficiencia energética.

Los tipos de luminarias pueden ser fácilmente identificables tan solo con conocer la forma que tienen, pero características propias de estas pasan muchas veces desapercibidas, es por eso que a continuación se establece como identificar un tipo de luminaria y datos característicos como su flujo y potencia en un ejemplo de tubos fluorescentes:

- **Tipo de tubos fluorescentes según la codificación**

En la tabla 32 se muestra la codificación del tipo de lámpara que se tiene en el ejemplo a continuación:

1 x T 8 36W 2700 lm

Según la codificación, el tipo de luminaria es tubo fluorescente (T).

**Tabla 32.**  
*Identificación del tipo de luminarias fluorescentes*

T	Tubo fluorescente
TC	Lámpara fluorescente compacta
TC-EL	- sin cebador para RE (reactancia electrónica)
TC-D	- con tubo cuádruple
TC-DSE	- con tubo cuádruple, con RE incorporado
TC-DEL	- con tubo cuádruple, sin cebador para RE
TC-L	- forma alargada

Fuente: (Blanca & Aguilar, 1995)

- **Flujo por tubo fluorescentes**

1 x T8 36W 2700 lm

El flujo se mide en lúmenes (lm). El tubo fluorescente posee un flujo de 2700 lúmenes.

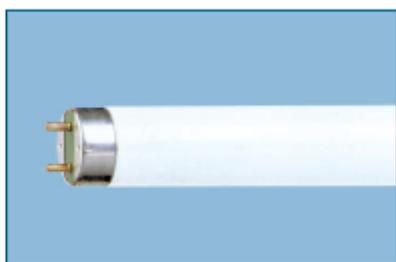
- **Potencia**

1 x T8 36 W 2700 lm

La potencia se mide en vatios (W). El tubo fluorescente posee una potencia de 36 vatios.

### b) Selección en la fuente

Para una correcta identificación de desechos y posterior empaçado, es necesario separar los tipos de luminarias como se indica a continuación:



**Figura 12.** Fluorescente (T8)  
Fuente: (SCB, 2011)



**Figura 13.** Fluorescente (T5)  
Fuente: (SCB, 2011)

Los desechos de luminarias deben ser identificados con anterioridad del lugar donde se los va a descargar.

### Antes de partir hacia el área de descarga, se debe tomar en cuenta:

- Revisar seguridad y salud ocupacional para el manejo de desechos de luminarias que contienen mercurio.

- Llevar los empaques adecuados, de preferencia caja de cartón original, donde se colocaran las luminarias de descargo.

**En el área de descargo, se tomará en cuenta:**

- Evitar daños o rotura de las luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados.
- Reconocer rápidamente que este desecho tiene poco peso en comparación con el volumen y que el material de manipuleo es extremadamente frágil.
- Evitar la reclasificación para disminuir los riesgos que el personal encargado de la recolección asume al momento de entrar en contacto con las lámparas y luminarias de descargo

### 5.2.2. Recolección interna

#### a) Empaque

Una vez identificadas y separadas las luminarias de descargo, estas deberán ser empacadas en cajas de cartón original y/o adecuar un embalaje de cartón, a excepción de las luminarias rotas o fisuradas, donde estas deben quedar totalmente cubiertas y protegidas para evitar la exposición directa de los componentes peligrosos en el ambiente.

En la tabla 33 se menciona las indicaciones a seguir para un adecuado empaque o embalaje de los tubos fluorescentes de descargo, pudiendo identificarlas de acuerdo a su estado, sin exceder las cantidades limitadas de contención de los empaques y siguiendo las indicaciones respectivas.

**Tabla 33.**  
*Empaque de tubos fluorescentes de acuerdo a su estado*

Estado de luminarias	Empaque	Cant. Limitada	Indicaciones
<b>Lámparas de descarga en buen estado</b>	Embalajes de cartón	15 kg	Realizar embalaje por tipo de luminaria en las cajas de cartón originales, que permitan contar con un índice de pesaje y almacenarlas por paquetes (Figura 14). Empacar con cartón preservando su buen estado y reduciendo el riesgo de rotura.
<b>Lámparas de descarga rotas o fisuradas</b>	Contenedor de emergencia	5 kg	Utilizar bolsas de plástico color <b>ROJO</b> con sello hermético. Para evitar la rotura de la bolsa de plástico, es importante reforzarla con otras bolsas y colocarlas en un contenedor de emergencia inmediatamente (Figura 15).

Caja individual : 415 X 70 x 40 x 50mm (320g)



Contenedor de 50 cajas individuales: 435 x 370 x 275mm - 15kg



*Figura 14.* Contenedor de almacenamiento temporal de luminarias  
Fuente: (HUXLED )



*Figura 15.* Contenedor de emergencia  
Fuente: (HALECO)

## **b) Etiquetado**

Una vez empacadas las luminarias de descargo, selle el empaque o embalaje y ponga la etiqueta de clave NE-40 sobre la caja de cartón para las luminarias en buen estado; para las luminarias rotas o fisuradas se debe colocar la etiqueta sobre la bolsa plástica con bastante cuidado a fin de entrar en contacto con los vidrios de las lámparas fluorescentes.

		<b>ETIQUETA DESECHOS PELIGROSOS</b> NO ESPECIFICO LUMINARIAS, LAMPARAS, TUBOS FLUORECENTES, FOCOS AHORRADORES USADOS QUE CONTENGAN MERCURIO			
<b>Clave:</b> NE-40					
<b>DATOS DEL GENERADOR:</b> <b>Nombre:</b> UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE <b>Dirección:</b> Av.General Rumiñahui s/n <b>Teléfono:</b> 3989400			<b>MEDIDAS DE PRECAUCIÓN:</b> Inhalación: En caso de rotura de la luminaria de descarga, se deberá utilizar protección respiratoria. Ingestión: No comer, no beber y no fumar durante el trabajo. Piel: Proteja el cuerpo con ropa de trabajo. Use zapatos de seguridad. Guantes de cuero. Ojos: Lentes de seguridad o protección química tipo antiparras.		
<b>NATURALEZA DE LOS RIESGOS:</b>		PELIGROS PARA LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE			
<b>FECHA DE ENVASADO:</b>		<b>dd:</b>	<b>mm:</b>	<b>aa:</b>	
<b>DESCRIPCION DESECHO:</b>		Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio		<b>INSTRUCCIONES EN CASO DE CONTACTO O EXPOSICIÓN:</b> Inhalación: Lleve al afectado a un lugar ventilado, solicite ayuda médica. Ingestión: Dar a beber agua, no inducir al vomito. Piel: Lavar con abundante agua fría. Quite la ropa contaminada. Ojos: Mantener los ojos abiertos y lavar con agua. Buscar atención médica inmediatamente.	
<b>DECLARACIÓN DE RIESGOS:</b>		MAT. PELIGROSO MISCELANEO			
<b>VOLUMEN:</b>		<b>ESTADO:</b> SOLIDO			
<b>INCOMPATIBILIDAD:</b>		2.1,6.2			
Gases inflamables, Sustancias infecciosas					
<b>INSTRUCCIONES EN CASO DE INCENDIOS/DERRAME/GOTEO:</b> <u>Incendio:</u> Extintor clase ABC: polvo químico seco, hallón. Coordinar las medidas de extinción con los alrededores: espuma resistente al alcohol, agua pulverizada, dióxido de carbono (CO2). Enfriar con lluvia de agua los envases cercanos al fuego. <u>Derrame:</u> Aislar zona de derrame. Detenga el derrame, evite que el producto entre a alcantarillas o corrientes de aguas, contenga o agrupe con arena ó tierra. <u>Goteo:</u> Barrer. Recoger en contenedores desechables sellados					
<b>INSTRUCCIONES PARA ALMACENAMIENTO Y MANEJO:</b> <u>Almacenamiento:</u> Guardar el producto en depósitos plásticos o metálicos herméticos con tapa, en Patio de acopio de residuos peligrosos. <u>Manejo:</u> En el trasvase, se recomienda el empleo de elementos de protección. Antes de hacer cualquier reparación, asegurarse de que está correctamente purgado y lavado.					
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL:</b>					
<b>AREA DE GENERACIÓN:</b>				<b>FECHA DE ENTREGA:</b>	
<b>RESPONSABLE DE LA ENTREGA:</b>				<b>FIRMA DE RESPONSABILIDAD</b>	

Figura 16. Etiqueta de desecho NE-40  
 Fuente: (Fernandez & Lala, 2017)

En el caso de rotura de lámpara(s) de descarga, se debe colocar otra etiqueta mayormente visible en la misma bolsa, indicando: “PELIGRO Lámpara de descarga rota”.

En el anexo B se encuentra una guía de etiquetado de desechos peligrosos y especiales que redacta la forma de llenado que debe realizar el personal a cargo de la recolección de lámparas de descarga.

### c) Riesgos asociados a la descarga de tubos fluorescentes

En materia de seguridad y salud, es estrictamente necesario estar informado y relacionado con los riesgos asociados a las actividades que se desempeñan en cualquier ámbito; la sensibilización de los riesgos crea una cultura más preventiva, dispuesta a poner en primer lugar la seguridad propia y la del entorno.

La manera más sencilla de prevenir los riesgos es ayudando a que el personal esté lo más alejado posible de elementos peligrosos como los desechos infecciosos y de igual manera con los desechos que poseen otras características de peligrosidad. Pero en principio, esto solamente es posible si se identifica el riesgo, de otra manera, cualquier medida de seguridad parecerá en vano u obsoleta.

Para reducir el riesgo de contacto con los desechos peligrosos, el personal encargado de la recolección debe estar capacitado sobre la recolección y los riesgos que implica su trabajo. Es importante la condición en que se recolectarán los desechos generados, para lo cual se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- La recolección deberá programarse semanalmente con el fin de lograr un alcance en todas las áreas del campus.
- No se debe comprimir las cajas o bolsas de recolección.
- Cerrar las bolsas con un mecanismo de amarre seguro que evite que los tubos salgan.
- Etiquetar las bolsas, recipientes y/o envases respectivamente de acuerdo al desecho peligroso que contiene.
- No trasladar bolsas, recipientes y/o envases abiertos o no etiquetados.
- Deberá tomarse un siempre la ruta preestablecida para trasladar los desechos en forma segura y rápida.
- Los contenedores de desechos móviles se lavarán después de su uso con agua y jabón para garantizar sus condiciones higiénicas.

Los riesgos asociados a los desechos de lámparas fluorescentes se dan por la exposición a los componentes químicos o sustancias contaminantes. El mercurio es uno de los contaminantes más predominantes en los tubos fluorescentes. En el anexo C, sección 11 se aprecia la información toxicológica donde consta información por la exposición a los componentes peligrosos.

El más común de los accidentes con tubos fluorescentes persiste en las heridas provocadas por la salpicadura de vidrio cuando estos explotan, los tubos fluorescentes tienen gases comprimidos que al momento de la rotura del tubo proyectan los vidrios rotos a las superficies más cercanas, además de liberar los componentes contaminantes al aire

provocando la inhalación de los mismos y la exposición directa a la piel expuesta de los vidrios contaminados.

#### **d) Situaciones de emergencia**

Las situaciones de emergencia pueden ser diversas, producto del manejo inadecuado de tubos fluorescentes, en cualquiera de las fases que integra el descargo o generación del desecho, inclusive aún antes de iniciar el proceso desde el momento de la adquisición, el almacenamiento, la instalación, el transporte, en fin, puede existir un sin número de ocasiones en que puede llegar a ocurrir los siguientes dos escenarios:

1. El caso de la rotura de uno a tres tubos fluorescentes.
2. El caso de la rotura de tubos fluorescentes a mayor volumen.

En el apéndice D, están detallados los protocolos de actuación en caso de ocurrir estos dos acontecimientos que bien pueden ocasionar daños a la salud humana y/o daños severos al medio ambiente.

#### **e) Control de exposición / protección personal**

En el anexo C, sección 8 se aprecia la información de control de exposición donde constan las barreras físicas o EPP que el personal de recolección debe presentar. A continuación tenemos los elementos de protección personal básicos que ayudaran a prevenir posibles accidentes:

- Overol desechable.
- Guantes impermeables antideslizantes resistentes a cortes.
- Gorros o cascos.
- Zapatos antideslizantes para la actividad.
- Gafas de protección ocular.

Los controles operacionales, materiales y dispositivos a emplear para la limpieza en caso de la rotura de lámparas de descarga son:

#### ***Equipo de protección personal (EPP):***

- a) Guantes impermeables resistentes a cortes.

b) Pantalla facial o protección ocular (ver especificaciones para mercurio).

c) Protección respiratoria: Máscara o mascarilla facial para vapores, debidamente ajustada, respiradora - purificadora de aire, provista de cartuchos específicos para mercurio. Las máscaras comunes NO protegen contra el vapor de mercurio.

Aparato Autónomo de Respiración (SCBA, por sus siglas en inglés) para rotura de mayor volumen u otra máscara diseñada específicamente para el mercurio.

d) Overol desechable para evitar la contaminación cutánea. En el caso de derrames grandes, utilizar trajes de protección de caucho para todo el cuerpo.

e) Cobertores desechables para zapatos.

f) Protección del cabello; gorras o cascos.

g) Sistemas, equipos o dispositivos de medición de los niveles de vapor de mercurio.

#### ***Recipientes:***

a) Bolsas plásticas rojas con sello hermético (grosor mínimo: 50 a 150 micras o 2 a 6 milésimas de pulgada).

b) Contenedor de emergencia: hermético, de material resistente, con una apertura amplia para recoger los vidrios rotos contaminados con mercurio, equipado con dos ruedas anchas y asas de manipulación que facilitan los desplazamientos.

#### **f) Higiene y limpieza**

Las operaciones de limpieza deben hacerse con los elementos de protección personal, no solamente durante los procesos de recolección de desechos.

La producción de desechos de tubos fluorescentes suele ser frecuente. La higiene personal y la limpieza de los lugares de trabajo a diario son fundamentales, principalmente para evitar accidentes, que constituye los insumos básicos y esfuerzos que el personal de limpieza conoce.

En los casos de rotura de lámparas fluorescentes, se había establecido los pasos para intervenir en el área afectada (literal c), para lo cual, las herramientas para la limpieza son insumos especiales que el personal de recolección debe disponer en todo momento.

#### ***Herramientas para la limpieza del área afectada:***

a) Cartón o papel rígido grueso para recolectar los pedazos de vidrio roto.

b) Cinta adhesiva para los pedazos más pequeños de vidrio.

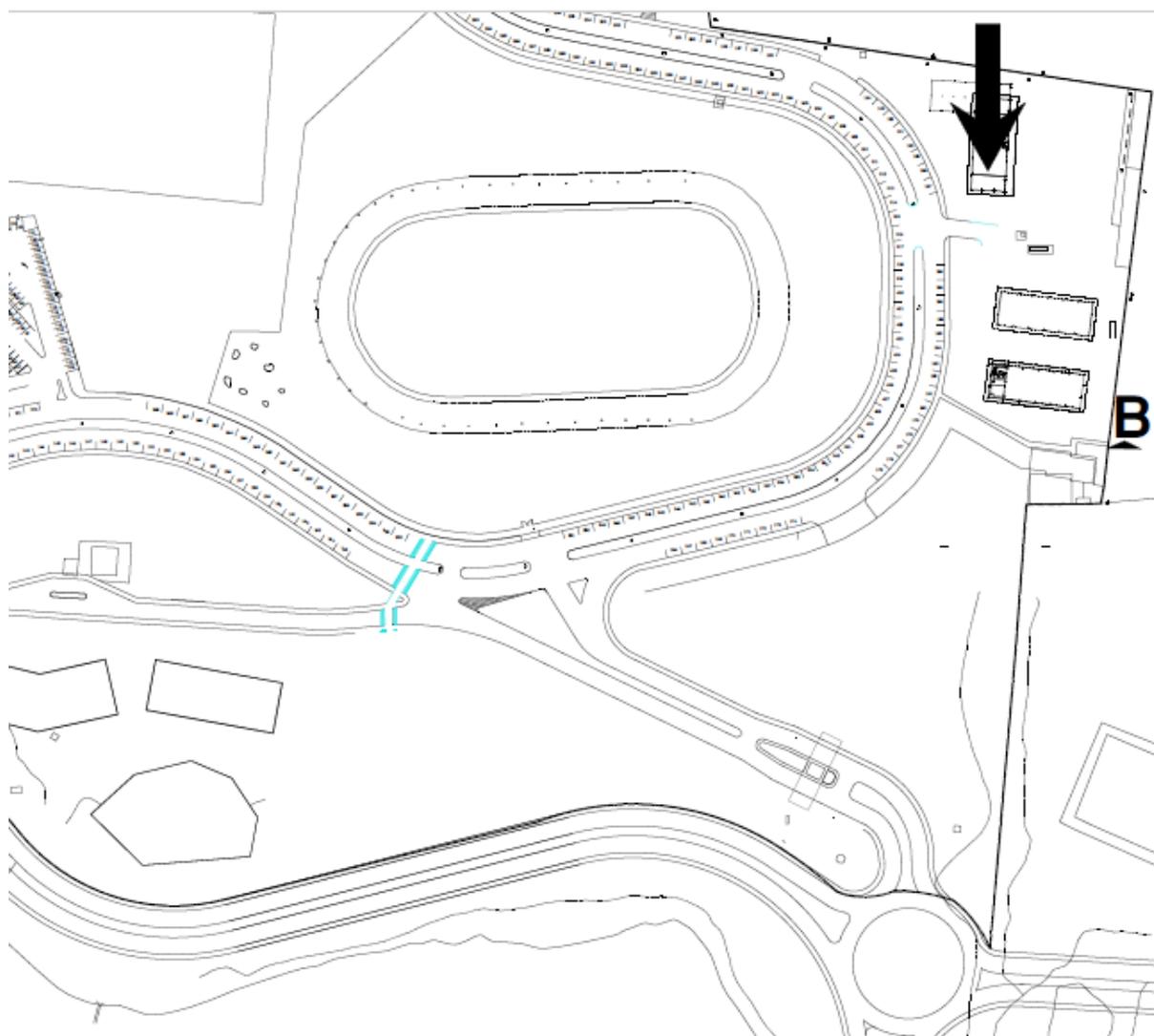
- c) Cepillo o escoba.
- d) Trapo o toallas humedecidas para recoger partículas finas de vidrio.
- e) Etiquetas y marcadores para identificar los recipientes de desechos.
- f) *Agentes de supresión de vapor*: Almohadillas absorbentes comerciales o supresores de vapor.
- g) *Materiales para la descontaminación*: Jabón, toallas de papel, descontaminante comercial (pudiendo contener tiosulfato de sodio, sulfato de cobre, cloruro de calcio y yoduro de potasio; mezclas de yodo, sulfato de cobre, cloruro ferroso, cloruro de amonio, isopropanol y glicol de propileno).

### **5.2.3. Almacenamiento temporal**

La producción de desechos de tubos fluorescentes suele ser frecuente. La higiene personal y la limpieza de los lugares de trabajo a diario son fundamentales, principalmente para evitar accidentes, que constituye los insumos básicos y esfuerzos que el personal de limpieza conoce.

#### **a) Localización del almacén**

El almacén No. 4 inscrito en el proceso de Registro Generador que se realiza mediante el SUIA se ubica en el área de Transportes, específicamente en el área de Bodega General de la Unidad de Desarrollo Físico, la flecha negra de la figura 17 señala exactamente su ubicación en el plano arquitectónico de la UFA – ESPE.



*Figura 17.* Localización del Almacén 4 UFA-ESPE

#### **b) Adecuación del área**

El área de almacén para estos desechos es de tipo cerrada y con ventilación natural. Según la información subida al SUIA, la iluminación es a prueba de explosiones y tiene dimensiones de 3 x 3 metros con una altura de 2.5 metros con una capacidad total de 22.5 metros cúbicos.

Las dimensiones reales son distintas en comparación con la información suministrada en el SUIA, siendo un área de 13 x 5.8 metros con una altura de 5 metros, aumentando sustancialmente su capacidad, estimándola en 120 metros cúbicos de capacidad total.

En la Figura 18 se aprecia una captura del paso 7 del proceso de Registro Generador que se realiza mediante el SUIA, donde el almacén 4 acoge los desechos NE-08, NE-46, NE-40 en sus claves correspondientes; dichos desechos tienen naturaleza peligrosa de toxicidad, estando

confinados únicamente en esta especie para evitar y prevenir incompatibilidad en los desechos generados.

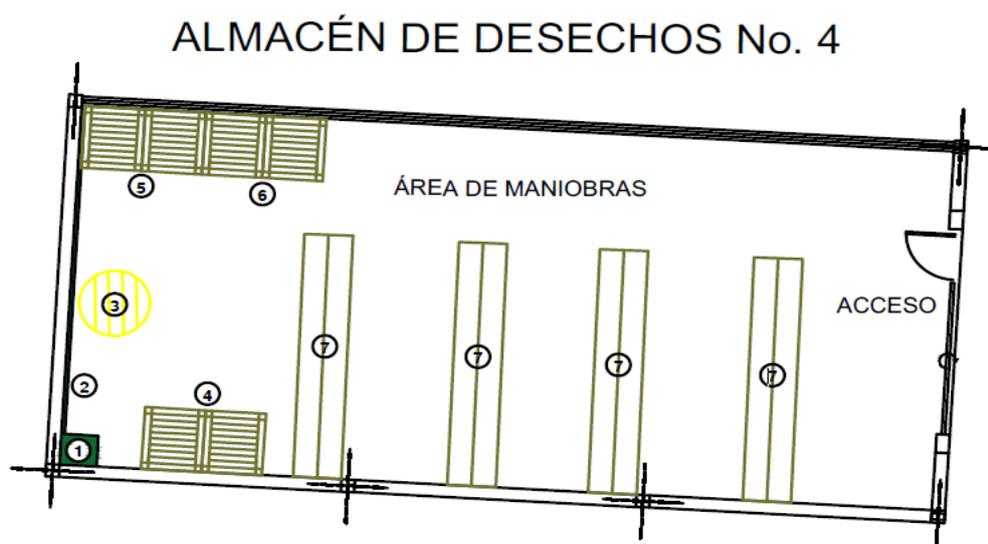
Desechos almacenados	
Clave del desecho	Descripción del desecho ↕
NE-08	Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos y que exhiban características de peligrosidad.
NE-46	Partes de equipos eléctricos y electrónicos que contienen montajes eléctricos y electrónicos, componentes o elementos constitutivos como acumuladores y otras baterías, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos, capacitores de PCB o contaminados con Cd, Hg, Pb, PCB, organoclorados entre otros.
NE-40	Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio

**Figura 18.** Desechos confinados en el almacén 4  
Fuente: (Fernandez & Lala, 2017)

El almacén No. 4 tiene un gran espacio que puede ser aprovechado para confinar estos tipos de desechos peligrosos, un factor importante en la adecuación del área es la separación de los desechos y su rápida identificación del resto. En ocasiones los desechos son mal acomodados lo que crea una desorganización y desorientación.

La Figura 19 presenta un modelo de adecuación de los desechos conforme a las características que el presente trabajo propone. Este modelo busca optimizar el espacio y dar una adecuada separación de los desechos a fin de que sean rápidamente identificables. Para lo cual se toma en cuenta los siguientes aspectos:

1. Las lámparas de descarga estarán siempre más alejadas del acceso y cerca del canal perimetral, el cual se encuentra al fondo del almacén, de igual manera las baterías usadas estarán cerca del canal perimetral debido a que son materiales más susceptibles a presentar derrames debido a la presencia de componentes en estado líquido. Es importante mencionar que debe existir una pendiente que lleve cualquier derrame hacia el canal perimetral.
2. Los desechos de partes de equipos eléctricos y electrónicos son adecuados en estantes, por seguridad deben estar empotrados en el piso, estos pueden llegar a ocupar mayor volumen de generación, por lo cual se ha destinado mayor espacio para su almacenamiento.



*Figura 19.* Modelo de adecuación de desechos del almacén No.4

**Codificación (figura 19):**

1. Cárcamo colector de derrames o fosa de retención.
2. Canales perimetrales colectores de derrames.
3. Contenedor de emergencia.
4. Baterías usadas (NE-08)
5. Tubos fluorescentes de descarga (NE-40).
6. Focos ahorradores de descarga (NE-40).
7. Partes de equipos eléctricos y electrónicos (NE-46).

**c) Sistemas de extinción de incendios y control de derrames**

- Extintores portátiles, establecidos en la norma técnica RTQ 7/2015 “Prevención de incendios. Sistemas de extinción de incendios” inciso 15. Lo que no esté especificado referirse a la NFPA 10-2014 (Fernandez & Lala, 2017).

- No se dispone de un sistema de control de derrames, se recomienda implementar canales perimetrales y un cárcamo colector de derrames o fosa de retención. Adicional se puede colocar plataformas de estibado de bajo de los contenedores de los desechos peligrosos.

**d) Tiempo de almacenamiento**

- Se debe dar prioridad al envío de los contenedores de lámparas de descarga rotas al gestor ambiental, debidamente embaladas y etiquetadas, en el menor tiempo posible.

- Los desechos tóxicos como las lámparas de descarga en buen estado no podrán superar los 12 meses de almacenamiento.

**e) Compatibilidad de los desechos peligrosos a almacenar**

- Los desechos tóxicos son incompatibles con los gases inflamables de acuerdo al anexo K de la NTE INEN 2266:2013.

- También son considerados desechos provenientes de metales tóxicos, los cuales son incompatibles con agentes de solubilización de toxinas como los cultivos de agentes microbianos, de acuerdo a la matriz de incompatibilidades de desechos de Martínez (2005).

#### **5.2.4. Gestión externa**

El personal de la recolección externa y transporte debe cumplir a cabalidad lo dispuesto en el Capítulo III del Acuerdo Interministerial Nro. 5186 Reglamento Interministerial para la Gestión Integral de Desechos Sanitarios.

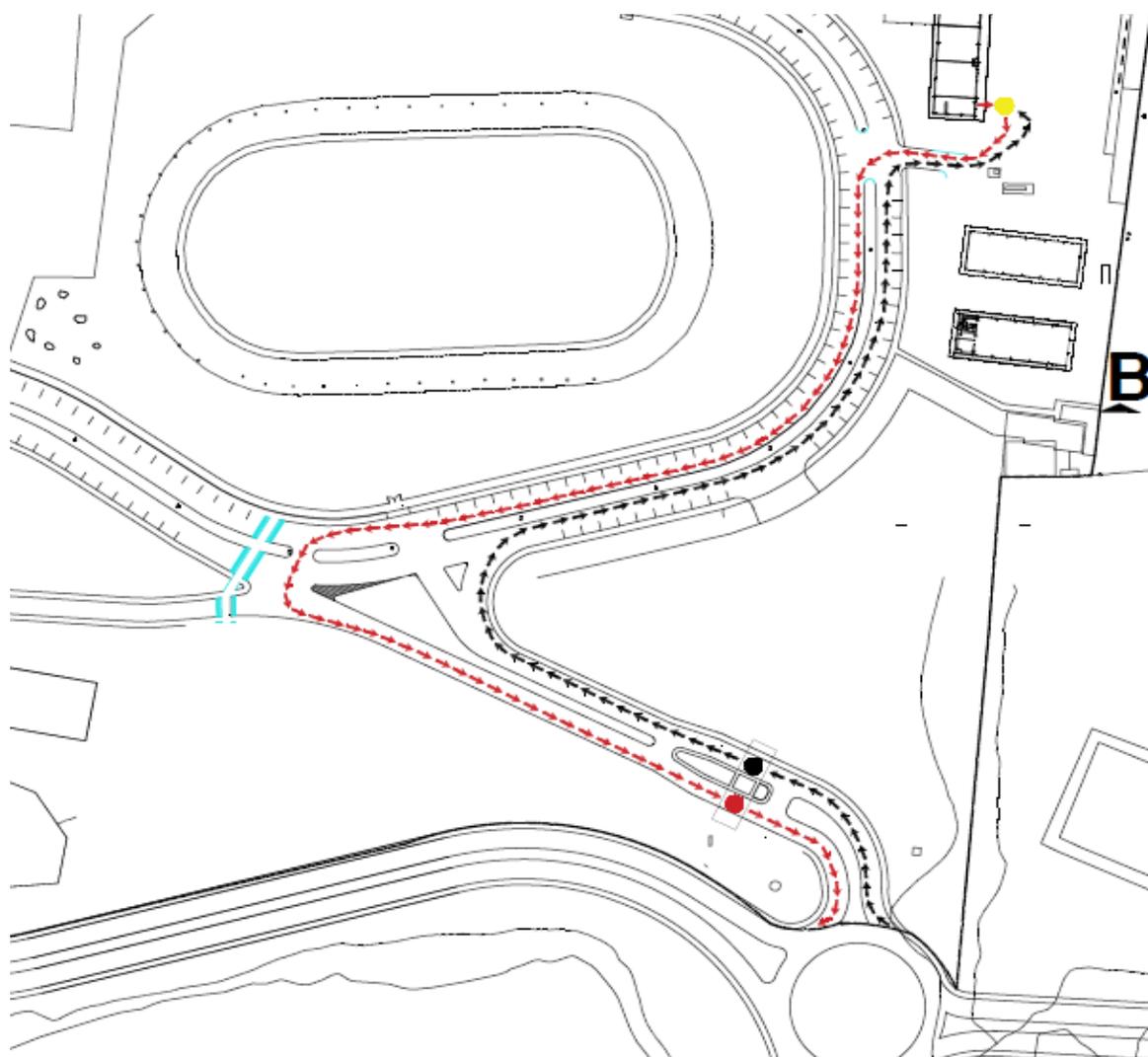
Aunque la gestión sea externa, por una empresa gestora de desechos peligrosos, es importante la condición en que se recolectarán los desechos generados, para lo cual se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Se recolectarán los desechos peligrosos que se encuentren debidamente acondicionados, etiquetados y en los respectivos contenedores sin ser compactados.

2. Todo movimiento de desechos peligrosos, deberá contar con el Manifiesto Único, el cual será firmado en cada una de las etapas de la gestión por el generador, transportista y gestor.

3. El generador conservará el Manifiesto Único original suscrito por quienes intervienen en el proceso de gestión externa, mientras que el transportista y el gestor conservarán una copia de dicho documento.

4. Se debe establecer una ruta para el transporte de los desechos peligrosos (figura 20) a fin de que la empresa gestora ambiental y la universidad, tenga habilitada la ruta, la entrada y salida de los desechos los días y horas fijados.



*Figura 20.* Ruta de transporte de desechos peligrosos

### **Símbolos (figura 20):**

1. Flechas negras → → corresponden a la ruta de entrada del medio recolector de transporte.
2. Flechas rojas → → corresponden a la ruta de salida del medio recolector de transporte.
3. Punto negro ● corresponde al punto de entrada a la universidad donde el medio recolector de transporte debe reportar su ingreso.
4. Punto rojo ● corresponde al punto de salida de la universidad donde el medio recolector de transporte debe reportar su egreso.
5. Punto amarillo ● corresponde al punto de carga de los desechos en el medio recolector de transporte.

La Universidad debe declarar anualmente al Ministerio del Ambiente mediante el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) todo movimiento de desechos peligrosos generados, para lo cual se respaldará dicha información con los Manifiestos Únicos que le son entregados por los gestores ambientales.

El mismo proceso de tratamiento y disposición final se gestiona en la actualidad con la empresa GADERE S.A. *“Para este proceso la empresa cuenta con la más moderna planta de tratamiento de residuos industriales, hospitalarios y similares del país, además de cumplir con todas las exigencias medioambientales y de salud necesarias para esta actividad”* (GADERE S.A.).

Es por esta razón que se debe lograr un sistema donde se asegure que los desechos que ingresan a disposición final sean el mínimo imprescindible, teniendo en cuenta aspectos tecnológicos y económicos.

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE como generador de desechos peligrosos, registra en el SUIA que realiza la gestión de disposición final mediante la Empresa Gestora Ambiental de Residuos GADERE S.A., misma que cobra \$2,20 por kilo recolectado.

## CAPITULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

- La verificación de información avala que la universidad es una institución generadora de desechos peligrosos y/o especiales, siendo ineludible impulsar el desarrollo de un plan de gestión que abarque todos y cada uno de los componentes relacionados con la gestión de desechos peligrosos, como parte fundamental del quehacer universitario y señal del compromiso con nuestra sociedad y el medio ambiente, que trasciendan a nivel de políticas universitarias.
- El inventario de desechos peligrosos y/o especiales fue implementado en el proyecto: “*Registro Generador de Desechos Peligrosos y/o Especiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE*” (Fernandez & Lala, 2017), aportando información inicial para la elaboración del plan de minimización que contempla este trabajo.
- Los resultados obtenidos de los balances de entrada-salida de desechos generados proporcionan información de los flujos de materias primas, la salida de desechos y la obtención de productos o servicios, por proceso generador en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.
- La jerarquización de los desechos peligrosos y/o especiales generados en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE indica que se deberá tomar especial atención a los desechos posicionados en escalas de color rojo de acuerdo a la matriz de jerarquización, siendo estos 19 rojos de 41 desechos jerarquizados.
- La identificación de alternativas de gestión se plantea conforme los resultados de la jerarquización de los desechos; teniendo así, el uso de Tetracloruro de carbono en prácticas de laboratorio como una de las materias prima causantes de una generación de desechos con gran potencial de impacto negativo para la salud y el medio ambiente.
- La identificación de alternativas de gestión indica que el uso de tubos fluorescentes, como medios de iluminación, es una de las materias prima causantes de una generación de desechos con gran potencial de impacto negativo para la salud y el medio ambiente.
- La valoración de alternativas de gestión demuestra que los proyectos propuestos son viables, debido a que demuestran mejoras sustanciales en las áreas a intervenir, en los

aspectos ambientales, los aspectos de prevención de riesgos laborales y en los costos de gestión y producción.

- El programa de sustitución del Tetracloruro de carbono por Etanol (anhidro) en prácticas de laboratorio pretende disminuir la peligrosidad de sustancias residuales generadas en dichos procedimientos.
- El programa de sustitución de tubos fluorescentes adoptando la tecnología de tubos LED en aulas y laboratorios de los bloques A, B, C y D pretende introducir una mejora tecnológica que reduzca la generación de desechos proveniente de sistemas de iluminación.
- La implantación de una gestión de desechos, específicamente de los tubos fluorescentes de descarga, permitirá proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos adversos resultantes de la generación de desechos que contienen mercurio o están contaminados por este.
- El etiquetado de desechos peligrosos y/ o especiales ayuda a la reducción de los riesgos que conlleva el manejo de los mismos debido a la identificación de los peligros, las medidas de acción en caso de accidentes, prevención de riesgos e instrucciones de manejo y almacenamiento.
- La gestión externa a la universidad indica que la responsabilidad social y ambiental es compartida y obligatoria, recalcando la importancia de utilizar la conciencia en la comunidad universitaria antes de disponer cualquier desecho peligroso o especial.

## **6.2. Recomendaciones**

- Ocupar la herramienta de jerarquización de desechos peligrosos diseñada en el presente trabajo, con el fin de mantener un esquema para futuros planes de minimización.
- Implementar los programas de minimización planteados con el propósito de cumplir con la normativa vigente y fomentar sistemas de calidad en materia de gestión ambiental.
- Elaborar planes de minimización para los desechos peligrosos generados en la universidad (con indicador rojo según la jerarquización planteada), con el propósito de fomentar sistemas de calidad en materia de gestión ambiental.
- Elaborar planes de gestión para los desechos peligrosos y/o especiales generados en la universidad, con la finalidad de dar un conocimiento específico de las fases de gestión de los desechos identificados.

- Disponer de personal administrativo, técnico y operativo encargado del manejo de los desechos peligrosos informado, y para ello, que hayan recibido la debida capacitación y formación para realizar sus debidas actividades en la materia, con el fin de realizar una adecuada gestión que proteja la salud humana y el medio ambiente de los efectos adversos resultantes de la generación de los desechos peligrosos y/o especiales.
- Leer y aplicar la *guía de etiquetado de desechos peligrosos y especiales*, anexada al presente trabajo, con el fin de conocer la colocación y el llenado apropiado de este recurso.
- Implementar el diseño de adecuación del Almacén No. 4 y la ruta de transporte de los desechos de luminarias de descarga, con la finalidad de reducir la cantidad de situaciones de emergencia producto de la rotura de tubos fluorescentes y contar con sistemas e infraestructura funcionales que garanticen niveles aceptables de seguridad para el personal operativo y el medio ambiente.
- Concientizar a la comunidad universitaria la importancia de la identificación y clasificación de los desechos desde el origen hasta su disposición final (como última instancia), con el fin de promover una cultura de responsabilidad ambiental en el manejo ambientalmente racional de desechos.
- Publicar en el Reglamento de los Laboratorios la responsabilidad que tienen los generadores de cumplir activamente en el manejo integral de desechos, con el mismo fin de promover una cultura de responsabilidad ambiental en el manejo ambientalmente racional de desechos.
- Trabajar en conjunto la Unidad de Seguridad Integrada con el Club Ecológico de la universidad en la continuidad y monitoreo de los planes de minimización y gestión de desechos, con el fin de crear un círculo de calidad en los procesos ambientales, que además involucre directamente a la comunidad universitaria.

# ANEXOS

## ANEXO A

### INVENTARIO DE DESECHOS PELIGROSOS Y/O ESPECIALES

SEDE	SITIO DE GENERACION	PROCESO	SUBPROCESO	FUENTE	DESCRIPCION DE DESECHO	CORRIG		OBSERVACIONES	CANTIDADES (PESOS)		ESTADO	CLASE	INCOMPATIBILIDAD	TOXICIDAD	N° RP	N° CAS	
						CMR1 (I)	#		BASEICA	LITROS (L)							Kilos (KG)
SEDE	SERVICIOS UNIVERSITARIOS	TRANSPORTE	DOGENCIA	DOGENCIA	DESECHOS USADOS SIN TRATAR	31-42		Basuras			0,0000	SOLIDO	0				
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	AGUAS RESIDUALES SIN TRATAR	M7-01	T14	Agua residual	175,5		0,1755	LIQUIDO	6,1	2,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	ACIDO SULFURICO	0,0000		0,0000	LIQUIDO	8	2,3,4,1,4,2,4,3,5,1,2	CRONICA	U001	77-26,1
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	CORRE PURO SOLUCION A y B	1,5		0,0015	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	ACTIVO FORMICO 8%	0,0000		0,0000	LIQUIDO	8	2,3,4,1,4,2,4,3,5,1,2	CRONICA	U046	7460-27,7
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	MILCIBENO 1000PPM	0,7		0,0007	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	CLORURO DE HIDRATO	0,471		0,00471	LIQUIDO	8	2,3,4,1,4,2,4,3,5,1,2			
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Reactivo de Anilino	0,435		0,00435	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Reactivo de Manganeso	0,39		0,0039	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Reactivo de amonio	0,39		0,0039	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Reactivo de amonio	0,39		0,0039	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Vanadium pentoxide	0,43		0,0043	LIQUIDO	6,1	2,1	AGUDA	P130	1334-63,1
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Peróxido	0,5		0,0005	LIQUIDO	9	2,3,5,1	CRONICA	U096	1219-86,1
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Diluyente	1		0,0001	LIQUIDO	3	2,3,5,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Acido clorhidrico 10%	1		0,0100	LIQUIDO	9	2,3,5,1,8	CRONICA	U096	110-82,1
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Acido clorhidrico 10%	0,02		0,0002	LIQUIDO	6,1	2,3,5,1,8			
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Acid sulfuric standard 2.4N	0,09		0,0009	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Cloruro de Ferroc	0,38		0,0038	LIQUIDO	9	2,3,4,1,4,2,4,3,5,1,2			
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Cloruro de Manganeso	0,25		0,0025	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Cloruro de Ferroc	2		0,0002	LIQUIDO	9	2,3	CRONICA	U046	67-56,3
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Frascos vacios de recipientes quimicos	0,69		0,0069	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Glicerina	571,82		0,57182	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Densidad Pirnabate	0,01		0,000001	LIQUIDO	9	2,3,5,1	CRONICA	U002	135-11,3
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Acido clorhidrico 1%	0,3		0,0030	LIQUIDO	8	2,3,4,1,4,2,4,3,5,1,2			
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Acid del metileno	0,05		0,0005	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Acido clorhidrico 10%	0,05		0,0005	LIQUIDO	8	2,3,4,1,4,2,4,3,5,1,2			
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Carburo de calcio	0,1		0,0001	LIQUIDO	4,3	2,3,5,1,8			
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Reverendolabato de sodio	0,3		0,0003	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Soda oleico	0,11		0,0011	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Cloruro de sodio	0,78		0,0078	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Formolalbedo 10% solución	0,45		0,0045	LIQUIDO	8	2,3,4,1,4,2,4,3,5,1,2	CRONICA	U022	50-08,0
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Dicromato de potasio	0,02		0,0002	LIQUIDO	6,1	2,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	NaOH	0,04		0,0004	LIQUIDO	8	2,3,4,1,4,2,4,3,5,1,2			
SEDE	SERVICIOS UNIVERSITARIOS	EDITORIAL POLITECNICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Revelador negativo	21,3		0,2130	LIQUIDO	9				
SEDE	SERVICIOS UNIVERSITARIOS	EDITORIAL POLITECNICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Revelador positivo	19,5		0,1950	LIQUIDO	9				
SEDE	SERVICIOS UNIVERSITARIOS	EDITORIAL POLITECNICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	PRODUCTOS QUIMICOS CASCA	M7-02	M4140	Activador	3,8		0,0380	LIQUIDO	3	2,3,5,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	M4140	Residuos de Clorofomo y Metano	4		0,0004	LIQUIDO	3	2,3,5,1	CRONICA	U046	67-56,3
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	M4140	Residuos de solventes organicos (Hex, Hept, Oct)	4		0,0004	LIQUIDO	3	2,3,5,1	CRONICA	U046	67-56,3
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	M4140	Residuos de Benceno	3		0,0003	LIQUIDO	3	2,3,5,1	CRONICA	U097	71-43,2
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	M4140	Residuos de Acido	2,1		0,0002	LIQUIDO	9	2,3,5,1	CRONICA	U001	77-26,1
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	M4140	Residuos de DDD, DDE, DDT y otros compuestos	6,3		0,0006	LIQUIDO	8	2,1,2,3,4,1,4,2,4,3,5,1,2			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	M4140	Residuos organicos	6,7		0,0006	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	M4140	Residuos organicos	1		0,0001	LIQUIDO	9	2,3,4,1,4,2,4,3,5,1,2			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	M4140	Desechos de diseno de patalo	0,2		0,0002	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	M4140	Dioxinocianuro	1		0,0001	LIQUIDO	6,1	2,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	M4140	Orda de silicio de grafeno	4		0,0004	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	T14	MET. COMBATE	5		0,0005	LIQUIDO	6,1	2,3,5,1,8			
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	T14	BANCO DE CRONO	1		0,0001	LIQUIDO	9	2,1,2,3,4,1,4,1,4,2,4,3,5,1,2,8			
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	T14	BANO DE CORRE ALCAINO	4		0,0004	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	T14	BANO DE NIQUEL	1		0,0001	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	T14	GAUFER ANALYSER TITRANT	2		0,0002	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	T14	SOLUCION DE ACIDO NITRICO	15		0,0015	LIQUIDO	8	2,3,4,1,4,2,4,3,5,1,2			
SEDE	DEPARTAMENTO DE MECANICA	AB. CIENCIAS MATERIALES	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	T14	SOLUCION DE MANGANESO 1000PPM	0,7		0,0007	LIQUIDO	8	2,3,4,1,4,2,4,3,5,1,2			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	T14	Solucion concentrada equivalente de arena	0,34		0,000340	LIQUIDO	9				
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	NEUSTRAS RESIDUALES DECONT	M7-04	T14	Desechos de Hielo	0,19		0,00019	LIQUIDO	9	2,3,5,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	DESECHOS DE INVESTIGACIONES	M7-04	T14	Sludge	6		0,0006	LIQUIDO	6,2	2,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	DESECHOS BIOLÓGICOS INFECCIO	M7-02	T14/A020	Basura animalizada del Hielo	0,3		0,0003	LIQUIDO	6,2	2,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	DESECHOS BIOLÓGICOS INFECCIO	M7-02	T14/A020	Basura animalizada del Hielo	26,5		0,0265	LIQUIDO	6,2	2,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	DESECHOS BIOLÓGICOS INFECCIO	M7-02	T14/A020	Basura animalizada del Hielo	0,1		0,0001	LIQUIDO	6,2	2,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	DESECHOS BIOLÓGICOS INFECCIO	M7-02	T14/A020	Basura animalizada del Hielo	0,1		0,0001	LIQUIDO	6,2	2,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	DESECHOS BIOLÓGICOS INFECCIO	M7-02	T14/A020	Basura animalizada del Hielo	0,1		0,0001	LIQUIDO	6,2	2,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	DESECHOS BIOLÓGICOS INFECCIO	M7-02	T14/A020	Basura animalizada del Hielo	0,1		0,0001	LIQUIDO	6,2	2,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	DESECHOS BIOLÓGICOS INFECCIO	M7-02	T14/A020	Basura animalizada del Hielo	0,1		0,0001	LIQUIDO	6,2	2,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	DESECHOS BIOLÓGICOS INFECCIO	M7-02	T14/A020	Basura animalizada del Hielo	0,1		0,0001	LIQUIDO	6,2	2,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	DESECHOS BIOLÓGICOS INFECCIO	M7-02	T14/A020	Basura animalizada del Hielo	0,1		0,0001	LIQUIDO	6,2	2,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	DESECHOS BIOLÓGICOS INFECCIO	M7-02	T14/A020	Basura animalizada del Hielo	0,1		0,0001	LIQUIDO	6,2	2,1			
SEDE	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION	AB. GEOGRAFICA	DOGENCIA	ESPECIFICA	DESECHOS BIOLÓGICOS INFECCIO	M7-02	T14/A020	Basura animalizada del Hielo	0,1		0,0001						

## ANEXO B

## GUÍA DE ETIQUETADO DE DESECHOS PELIGROSOS Y ESPECIALES

Elaborado por: Ing. Henry Lala

Revisado por: Ing. Mirian Fernández MsC.

El modelo de etiqueta, es diseñado acorde a la Norma INEN 2266:2013 de TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES PELIGROSOS. REQUISITOS, mismo que es referido en el acuerdo ministerial 061, de la REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA.

		<b>ETIQUETA DESECHOS PELIGROSOS</b>	
POR FUENTE: ..... <b>A</b>		TIPO DE DESECHO: .....	
Clave:		1	2
<b>DATOS DEL GENERADOR:</b> Nombre: _____ Dirección: _____ <b>B</b> Teléfono: _____ ; _____		<b>MEDIDAS DE PRECAUCIÓN:</b>	
<b>NATURALEZA DE LOS RIESGOS:</b> _____		<b>C</b>	
<b>FECHA DE ENVASADO:</b> dd:   mm:   aa:		<b>INSTRUCCIONES EN CASO DE CONTACTO O EXPOSICIÓN:</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DESECHO:</b> _____ <b>D</b>			
<b>DECLARACIÓN DE RIESGOS:</b> _____			
<b>VOLUMEN:</b> _____ <b>ESTADO:</b> _____			
<b>INCOMPATIBILIDAD:</b> _____			
<b>INSTRUCCIONES EN CASO DE INCENDIOS/DERRAME/GOTEO:</b>			
<b>E</b>			
<b>INSTRUCCIONES PARA ALMACENAMIENTO Y MANEJO:</b>			
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>			
<b>AREA DE GENERACIÓN:</b> _____		<b>FECHA DE ENTREGA:</b> _____ <b>F</b>	
<b>RESPONSABLE DE LA ENTREGA:</b> _____		<b>FIRMA DE RESPONSABILIDAD:</b> _____	

Figura 21. Modelo de etiqueta para desecho peligroso y/o especial  
Fuente: (Fernandez & Lala, 2017)

## DESCRIPCIÓN DE CADA ÍTEM.

### **Sección A.**

**ETIQUETA DESECHOS PELIGROSOS:** Establecer en función del acuerdo ministerial 142, Listado nacional de sustancias peligrosas.

**POR FUENTE:** Especifica, no específica o especial

**POR TIPO:** De acuerdo a la “fuente” seleccionar en el LISTADO No. 1 o LISTADO No. 2 o anexo C, el desecho correspondiente.

**CLAVE:** según el “tipo” de desecho seleccionado en el punto anterior, colocar el *Código* que le corresponde, para este modelo de etiqueta no considerar los códigos CRITB y Basilea.

**1:** Pictograma ONU, se establece según la codificación establecida por las Naciones Unidas para el desecho.

**2:** Pictograma SGA, se establece la codificación establecida según la norma INEN 2266:2013 para el desecho.

**3:** Pictograma SGA, se establece la codificación establecida según la norma INEN 2266:2013 para el desecho (en caso de requerir más pictogramas).

### **Sección B.**

**DATOS DEL GENERADOR:** Establecer en función de la información registrada en el SUIA – MAE.

Nombre: Colocar la razón social establecida en el sistema SUIA - MAE.

Dirección: Colocar la dirección ingresada en el sistema SUIA - MAE.

Teléfono: Colocar el número de teléfono ingresado en el sistema SUIA - MAE.

**NATURALEZA DE LOS RIESGOS:** Descripción del pictograma ONU, mismo que está referido en la norma INEN 2266:2013

### **Sección C.**

**MEDIDAS DE PRECAUCIÓN:** Colocar la información del punto #8 de la hoja de seguridad establecida según los proveedores de la SUSTANCIA, del cual proviene el desecho descrito. Priorizar los apartados; inhalación, ingestión, piel y ojos.

**INSTRUCCIONES EN CASO DE CONTACTO O EXPOSICIÓN:** Colocar la información del punto #4 de la hoja de seguridad establecida según los proveedores de la SUSTANCIA, del cual proviene el desecho descrito. Priorizar los apartados; inhalación, ingestión, piel y ojos.

### **Sección D.**

**FECHA DE ENVASADO:** Colocar la fecha en la que el desecho es empacado o embotellado y sellado para almacenarlo.

**DESCRIPCION DESECHO:** Colocar la misma descripción de la sección A, “POR TIPO” seleccionado del LISTADO No. 1 o LISTADO No. 2 o anexo C, además entre paréntesis ( ) situar el nombre común con el que el desecho es conocido en el medio o localidad.

- **DECLARACIÓN DE RIESGOS:** Descripción de los pictogramas SGA, correspondientes al desecho, mismo que se encuentra en la norma INEN 2266:2013.
- **VOLUMEN:** Cuantificación del desecho en un sistema de medida para el caso será en toneladas
- **ESTADO:** en el que se encuentra el desecho ya sea líquido o sólido.
- **INCOMPATIBILIDAD:** Establecer las incompatibilidades de acuerdo al anexo K, de la norma INEN 2266:2013, se anotara la codificación en números y además de la descripción de los mismos.

### **Sección E.**

#### **INSTRUCCIONES EN CASO DE INCENDIOS/DERRAME/GOTEO:**

Colocar la información del punto #5 de la hoja de seguridad para incendio, punto #6 para derrame y goteo respectivamente, establecida según los proveedores de la SUSTANCIA, del cual proviene el desecho descrito. Detallar exhaustivamente según la información disponible y complementar con información secundaria de ser necesario.

#### **INSTRUCCIONES PARA ALMACENAMIENTO Y MANEJO:**

Colocar la información del punto #7 de la hoja de seguridad establecida según los proveedores de la SUSTANCIA, del cual proviene el desecho descrito. Detallar exhaustivamente según la información disponible y complementar con información secundaria de ser necesario.

### **Sección F.**

**INFORMACIÓN ADICIONAL:** Colocar información del generador y receptor del desecho

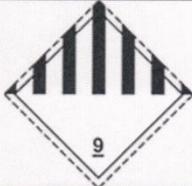
- **AREA DE GENERACIÓN:** lugar en el que se generó el desecho ya sea, un laboratorio, departamento, edificio, etc.
- **FECHA DE ENTREGA:** Colocar la fecha en la que es entregada al gestor del desecho
- **RESPONSABLE DE LA ENTREGA:** Colocar el nombre de la persona encargada de entregar al gestor según el punto de generación.
- **FIRMA DE RESPONSABILIDAD:** Colocar la firma de la persona encargada de entregar al gestor según el punto de generación.

\*\*En el caso de no obtener información colocar NO APLICA

**ANEXO C**  
**PROPUESTA HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE DESECHOS PELIGROSOS**  
**NE-40 UFA-ESPE**

Elaborado por: Pste. Fernando Arboleda

Revisado por: Psi. Jenny Artieda MsC.

	HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD	CODIGO: ..... VERSIÓN: ... FECHA ÚLTIMA REVISIÓN: 20/09/2017
	<b>Luminarias que contienen mercurio</b>	
		 <b>N° O.N.U.</b> <b>3077</b>
Consulte la Sección 8 – Control de exposición/Protección individual		
<b>1. IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL Y DEL PROVEEDOR</b>	<b>MSDS * No.</b>	
<p><b>NOMBRE COMERCIAL:</b> Luminarias que contienen mercurio</p> <p><b>NOMBRE QUÍMICO:</b> ---</p> <p><b>SINÓNIMOS:</b> Luminaria, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio.</p> <p><b>USO RECOMENDADO DEL PRODUCTO QUÍMICO Y RESTRICCIONES DE USO:</b> Iluminación de instalaciones.</p> <p><b>NOMBRE PROVEEDOR:</b></p> <p><b>DIRECCIÓN PROVEEDOR:</b></p> <p><b>TELÉFONOS PROVEEDOR:</b></p> <p><b>FÓRMULA QUÍMICA:</b> ---</p> <p><b>NÚMERO CAS*:</b> ---</p> <p><b>NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN SGA:</b> GHS06 GHS08 GHS09</p>	<p><b>TELÉFONOS DE EMERGENCIA:</b></p> <p style="text-align: center;">Cruz Roja: 131</p> <p style="text-align: center;">Emergencias: 911</p> <p style="text-align: center;">Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico (CIATOX)-Ecuador CIATOX Quito: (02) 2900355 / (02) 2905162</p> <p style="text-align: center;">Cruz Roja / Banco de sangre. Sangolquí: (02) 2582482</p> <p style="text-align: center;">Sistema Integrado de Salud UFA-ESPE (SIS) SIS. Sangolquí: (02) 3989400 Ext. 3136</p> <p style="text-align: center;">Unidad de Seguridad Integral UFA-ESPE (USI). Sangolquí: (02) 3989400 Ext. 1022</p> <p style="text-align: center;">Cuerpo de Bomberos Rumiñahui. Sangolquí: (02) 2330022 / (02) 2330402</p> <p style="text-align: center;">Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito (CBQ). CBQ El Tingo: (02) 2868635</p>	
* CAS: (Chemical Abstract Service); CÓDIGO DEL PRODUCTO	* MSDS: (Material Safety Data Sheet); Hojas de seguridad de materiales	

## Luminarias que contienen mercurio

## 2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

CLASIFICACIÓN SGA DE LA SUSTANCIA / MEZCLA:					
Peligros físicos		Peligros para la salud		Peligros para el medio ambiente	
Clases	Categorías	Clases	Categorías	Clases	Categorías
		Toxicidad aguda (por inhalación)	1 y 2	Sustancias peligrosas para el medio ambiente acuático — Peligro acuático agudo	1
		Toxicidad para la reproducción	1A y 1B	Sustancias peligrosas para el medio ambiente acuático — Peligro acuático a largo plazo	1
		Toxicidad específica en determinados órganos — Exposiciones repetidas	1		
ELEMENTOS DE LA ETIQUETA SGA, INCLUIDAS RECOMENDACIONES DE PREVENCIÓN Y PRECAUCIÓN:					
Tipo de peligro					
GHS06	3.1 — Toxicidad aguda (por inhalación), categorías 1 y 2 H330 Mortal en caso de inhalación				PELIGRO
GHS08	3.7 — Toxicidad para la reproducción, categorías 1A y 1B H360 Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto <indíquese el efecto específico si se conoce> <indíquese la vía de exposición si se ha demostrado concluyentemente que el peligro no se produce por ninguna otra vía>.				PELIGRO
	3.9 — Toxicidad específica en determinados órganos — Exposiciones repetidas, categoría 1 H372 Perjudica a determinados órganos <indíquense los órganos afectados, si se conocen> por exposición prolongada o repetida <indíquese la vía de exposición si se ha demostrado concluyentemente que el peligro no se produce por ninguna otra vía>.				PELIGRO
GHS09	4.1 — Sustancias peligrosas para el medio ambiente acuático — Peligro acuático agudo, categoría 1 H400 Muy tóxico para los organismos acuáticos.				ATENCIÓN
	4.1 — Sustancias peligrosas para el medio ambiente acuático — Peligro acuático a largo plazo, categoría 1 H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos duraderos.				ATENCIÓN
Consejos de prudencia					
P201 Pedir instrucciones especiales antes del uso.					
P202 No manipular la sustancia antes de haber leído y comprendido todas las instrucciones de seguridad.					
P260 No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/ el aerosol. (El fabricante o el proveedor especificarán las condiciones aplicables)					
P264 Lavarse concienzudamente tras la manipulación. (El fabricante o el proveedor especificarán las partes del cuerpo que hay que lavar tras la manipulación)					
P270 No comer, beber ni fumar durante su utilización.					
P271 Utilizar únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado.					
P273 Evitar su liberación al medio ambiente. (Si no es éste su uso previsto)					
P281 Utilizar el equipo de protección individual obligatorio.					
P284 Llevar equipo de protección respiratoria. (El fabricante o el proveedor especificarán el tipo de equipo)					

## Luminarias que contienen mercurio

SÍMBOLOS O DESCRIPCIÓN DE LOS PELIGROS: (POR EJEMPLO: LLAMA, CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS, EXPLOSIÓN, ETC.)

	GHS06/Calavera y tibias cruzadas
	GHS08/Peligro para la salud
	GHS09/Medio ambiente

## 3. COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES PELIGROSOS

SUSTANCIA	%	NUM. CAS*	LÍMITES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL	
			TLV*	TLV-TWA*
Vidrio (sódico-cálcico)	75 – 90	---		10 mg/m3
Vidrio (silicato de bario alcalino)		---		10 mg/m3
Vidrio (silicato alcalino de tierras alcalinas)		---		10 mg/m3
Mercurio elemental (2012)	< 0.05	7439-97-6		0.02 mg/m3
Óxido de Plomo	0.2 – 2.0	1317-36-8		0.05 mg/m3
Óxido de Aluminio	0.0 – 2.0	1344-28-1		10 mg/m3
El fósforo fluorescente y los cátodos pueden contener:	0.5 – 3.0	---		
Fluoruro (como F)		---		2.5 mg/m3
Manganeso (como polvo)		7439-96-5		0.2 mg/m3
Estaño (como polvo)		7440-31-5		2 mg/m3
Itrio (como polvo)		7440-65-5		1 mg/m3
Bario (como polvo)		7440-39-3		0.5 mg/m3
Tungsteno (como polvo)		7440-33-7		1 mg/m3
Otros elementos (Sr, Mg, Ca, Sb, Zn, Ce, Eu, La, Te, Al) (como polvo)				10 mg/m3
Lámparas en U contienen todos o una parte de los siguiente componentes:	---			
Ácido carbónico		32844-27-2		---
Fibra de vidrio		---		---
Dióxido de titanio		13463-677		---

\* TLV: (Threshold Limit Values) Valor umbral límite equivalente a VLA-EC

TLV-TWD: (Time Weighted Average): Valor límite promedio ponderado en el tiempo equivalente a VLA-ED


**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD**

 CODIGO: .....  
 VERSIÓN: ...  
 FECHA ÚLTIMA REVISIÓN: 20/09/2017

**Luminarias que contienen mercurio**
**4. PRIMEROS AUXILIOS**
**PRINCIPALES SÍNTOMAS Y EFECTOS, AGUDOS Y RETARDADOS**

Consulte la Sección 11 - Información Toxicológica

**PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS**
**P304+P340 EN CASO DE INHALACIÓN:** Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.

**P310** Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLOGICA o a un médico.

**CONTACTO CON LA PIEL:**

Lave a fondo el área afectada con jabón suave o detergente y agua y prevenga contacto futuro. Acuda al médico, si se presenta irritación.

**CONTACTO CON LOS OJOS:**

Lave los ojos inmediatamente, incluyendo la zona debajo de los párpados, con abundante agua durante 15 minutos y acuda al médico.

**INGESTIÓN:**

En el caso, poco probable, de ingestión de una cantidad grande de material, acuda al médico.

**INFORMACIÓN PARA EL MÉDICO:**
**P308+ 313 EN CASO DE exposición manifiesta o presunta:** Consultar a un médico.

**P314** Consultar a un médico en caso de malestar.

**P320** Se necesita urgentemente un tratamiento específico (ver Referencia a instrucciones de primeros auxilios en esta etiqueta).

**5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS**
**¿ES INFLAMABLE?:**
 SI  NO

**PUNTO**
**INFLAMACIÓN (°C):**
**TEMPERATURA**
**AUTOIGNICIÓN (°C):**
**LÍM. SUPERIOR**
**INFLAMABILIDAD (%):**
**LÍM. INFERIOR:**
**INFLAMABILIDAD (%):**
**MEDIOS DE EXTINCIÓN RECOMENDADOS:**
 CO2

 POLVO QUÍMICO SECO

 AGUA PULVERIZADA

 ESPUMA

 OTROS

 NO APLICA

**PROCEDIMIENTOS ESPECIALES PARA COMBATIR INCENDIOS:**

Enfriar con lluvia de agua las lámparas de descarga cercanos al fuego. No exponerse a inhalación de vapores de mercurio.

**EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL RECOMENDADO:**

Use un aparato de ayuda respiratoria para prevenir la inhalación de polvo y/o vapores que puedan generarse por el rompimiento de lámparas de descarga durante actividades contra incendios.

**PRODUCTOS PELIGROSOS POR DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA:**

Con la exposición a altas temperaturas, se pueden liberar vapores tóxicos de lámparas de descarga rotos.

**6. MEDIDAS QUE DEBEN TOMARSE EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL**
**PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA:**

En caso de rompimiento de lámparas de descarga, ventilar el área afectada y evitar inhalación. Aislar zona de derrame.

**EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL QUE DEBE USARSE:**

Consulte la Sección 8 – Control de exposición / protección individual

**PRECAUCIONES MEDIOAMBIENTALES:**

Detenga el derrame, evite que el producto entre a alcantarillas o corrientes de aguas, contenga o agrupe con arena o tierra.

**MÉTODOS Y MATERIALES DE AISLAMIENTO Y LIMPIEZA:**

Recoger los pedazos de vidrio más grandes pudiendo utilizar una escoba desechable y papel rígido, cartulina o cartón. A continuación, recolectar los pedazos más pequeños, las partículas más finas y el polvo, mediante el uso

### Luminarias que contienen mercurio

de cinta adhesiva.

Colocar la cinta adhesiva en el mismo contenedor de desechos de las lámparas.

Finalmente limpiar el área con un trapo húmedo o toalla de papel humedecida y colocarlos en el mismo contenedor y sellar.

Para la limpieza NO utilizar chorros de agua, ni aspiradoras para la limpieza. Utilizar otro medio que evite la dispersión de polvo y vapor de mercurio.

Utilizar materiales para la descontaminación pudiendo contener tiosulfato de sodio, sulfato de cobre, cloruro de calcio y yoduro de potasio; soluciones de glicol de propileno de tiosulfato de sodio y sulfato de cobre; mezcla de tiosulfato de sodio y EDTA (ácido etilen-diamino-tetra acético); mezclas de yodo, sulfato de cobre, cloruro ferroso, cloruro de amonio, isopropanol y glicol de propileno.

## 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

### PRECAUCIONES PARA EL MANEJO:

Manéjese con cuidado, evitando su rompimiento.

### CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO SEGURO:

Use ventilación local y general adecuada para mantener los niveles de exposición debajo de los límites establecidos.

### INCOMPATIBILIDADES:

#### 6.2. Sustancias infecciosas 2.1. Gas inflamable

<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/NTE-INEN-2266-Transporte-almacenamiento-y-manejo-de-materiales-peligrosos.pdf>

### OTRAS PRECAUCIONES:

Es necesario evitar la reapertura de las cajas. En caso de requerirse una reclasificación de las lámparas de descarga, de acuerdo a su forma u otro criterio, después de la inspección preliminar, se debe llevar los desechos a un área específica para una inspección más detallada, en que se asegure el control de las posibles emisiones y la minimización de la exposición a vapores de mercurio por parte de los operadores, por ejemplo, bajo una campana extractora de emisiones (sistema de ventilación local) o mediante monitores de vapor de mercurio.

## 8. CONTROL DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN INDIVIDUAL

### CONTROLES DE INGENIERÍA APROPIADOS Y VENTILACIÓN LOCALIZADA:

Use ventilación local y general adecuada; si no existe ventilación disponible, use protección respiratoria como se indica a continuación.

### EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:

Overol desechable para evitar la contaminación cutánea. En el caso para rotura de mayor volumen, utilizar trajes de protección de caucho para todo el cuerpo.

### PROTECCIÓN RESPIRATORIA:

Máscara o mascarilla facial para vapores, debidamente ajustada, respiradora - purificadora de aire, provista de cartuchos específicos para mercurio. Las máscaras comunes NO protegen contra el vapor de mercurio.

Aparato autónomo de respiración (SCBA, por sus siglas en inglés) para rotura de mayor volumen, máscara con yoduro de azufre impregnada con carbón activado, máscara hecha de telilla impregnada de carbón activado a ambos lados, u otra máscara diseñada específicamente para el mercurio.

### PROTECCIÓN DE LOS OJOS:

Pantalla facial o protección ocular.

### PROTECCIÓN DE LAS MANOS:

Guantes impermeables antideslizantes de cuero resistentes a cortes.

### OTROS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:

Protección del cabello; cascos. Zapatos antideslizantes. En el caso para rotura de mayor volumen utilizar cobertores de zapatos.

**PARÁMETROS DE CONTROL:** Consulte la Sección 3 – Composición e información de los ingredientes peligrosos. Sistemas, equipos o dispositivos de medición de los niveles de vapor de mercurio.

## Luminarias que contienen mercurio

## 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

ESTADO FÍSICO:	Sólido
APARIENCIA Y COLOR:	Sólidos lámparas de descarga cilíndricos de vidrio. Blanco
TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C):	N.A.
TEMPERATURA DE EBULLICIÓN (°C):	N.A.
SOLUBILIDAD EN AGUA:	Insoluble
OLOR:	N.A.
% DE VOLÁTILES POR VOLUMEN:	N.A.
PRESIÓN DE VAPOR A 20°C (mm de Hg):	N.A.
DENSIDAD DE VAPOR:	<input type="radio"/> MÁS PESADO QUE EL AIRE <input type="radio"/> MÁS LIVIANO QUE EL AIRE <input checked="" type="radio"/> N.A.
TASA DE EVAPORACION:	<input type="radio"/> MÁS RÁPIDO QUE EL BUTILO ACETATO <input type="radio"/> MÁS LENTO QUE EL BUTILO ACETATO <input checked="" type="radio"/> N.A.
DENSIDAD RELATIVA:	N.A.
pH:	N.A.
SOLUBILIDAD(ES):	N.A.
COEFICIENTE DE REPARTO N-OCTANO/AGUA:	N.A.
TEMPERATURA DE IGNICIÓN ESPONTÁNEA:	N.A.
TEMPERATURA DE DESCOMPOSICIÓN:	N.A.

## 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

ESTABILIDAD QUÍMICA:	<input checked="" type="radio"/> ESTABLE	<input type="radio"/> INESTABLE
POSIBILIDAD DE REACCIONES PELIGROSAS:	En caso de romperse, el mercurio se vaporiza con el calor ambiental. La exposición al compuesto contenido en el interior puede ser dañina, en forma permanente puede ser cancerígena.	
MATERIALES INCOMPATIBLES:	Ninguna, para lámparas de descarga intactos.	
POLIMERIZACIÓN PELIGROSA:	<input type="radio"/> OCURRIRÁ	<input checked="" type="radio"/> NO OCURRIRÁ
CONDICIONES QUE SE DEBE EVITAR:	Las lámparas de descarga fluorescentes no deben romperse o exponerse al calor.	

## 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

DESCRIPCIÓN CONCISA PERO COMPLETA Y COMPRENSIBLE DE LOS DIVERSOS EFECTOS TOXICOLÓGICOS PARA LA SALUD Y DE LOS DATOS DISPONIBLES USADOS PARA IDENTIFICAR ESOS EFECTOS, COMO:	No aplica a los lámparas de descarga intactos. No se esperan efectos adversos por la exposición ocasional a lámparas de descarga rotos. Se considera una buena práctica, evitar la exposición prolongada y frecuente a lámparas de descarga rotos, a menos que la ventilación sea adecuada.
INFORMACIÓN SOBRE LAS VÍAS PROBABLES DE EXPOSICIÓN:	Posibilidad de cortadas con el vidrio.
SÍNTOMAS RELACIONADOS CON LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y TOXICOLÓGICAS:	MERCURIO: La exposición a las altas concentraciones de vapores durante breves períodos puede causar síntomas agudos como neumonitis, dolores del pecho, dificultad de respirar, tos, gingivitis, salivación y posiblemente estomatitis. Puede causar enrojecimiento e irritación como consecuencia del contacto con la piel y/o ojos.

### Luminarias que contienen mercurio

**PLOMO:** Se debe evitar la ingestión e inhalación de polvo o humo de plomo. Puede ocurrir irritación de ojos y vías respiratorias. La absorción excesiva de plomo es tóxica y puede incluir síntomas como anemia, debilidad, dolor abdominal, y enfermedad de riñón. Sin embargo, la inercia química y la insolubilidad de este material se espera reduzca el potencial de toxicidad sistémica de plomo.

**CRISTAL:** El polvo de vidrio es considerado fisiológicamente inerte y como tal tiene un límite de exposición OSHA de 15 mg/ metro cúbico para polvo total y 5 mg/metro cúbico para polvo respirable.

**ACERO:** La inhalación de polvos o humos puede causar el inicio de neumoconiosis, que no se reporta como incapacitante.

**MANGANESO:** La inhalación del polvo de manganeso puede causar irritación local a ojos, nariz y tráquea.

**ITRIO:** Estudios de trabajadores expuestos a este material no mostraron evidencia de efectos crónicos o sistémicos.

**FLUORURO:** Polvo con contenido de fluoruros puede causar irritación de ojos y vías respiratorias. La ingestión de fluoruro puede causar un sabor salado o jabonoso, vómitos, dolor abdominal, diarrea, dificultad de respirar, dificultad del habla, sed, debilidad del pulso, debilidad en la percepción del color, debilidad muscular, convulsiones, pérdida de conciencia y la muerte. Puede ocurrir herida de riñón y sangrado del estómago. La exposición repetida al fluoruro puede causar calcificación excesiva de huesos y calcificación de los ligamentos de las costillas, pelvis y columna vertebral. Puede ocurrir rigidez y limitación de movimientos. La exposición repetida o prolongada de la piel a compuestos en polvo con fluoruro puede causar erupción de la piel.

**ÓXIDO DE ALUMINIO (ALÚMINA):** La alúmina es un material no tóxico, bajo en el contenido de sílica libre. Partículas afiladas pueden irritar los ojos, quizás la piel, y definitivamente las membranas mucosas de las vías respiratorias.

**FÓSFORO:** El polvo de fósforo es considerado fisiológicamente inerte y como tal tiene un límite de exposición OSHA de 15 mg/ metro cúbico para polvo total y 5 mg/metro cúbico para polvo respirable.

#### EFFECTOS INMEDIATOS, RETARDADOS Y CRÓNICOS PRODUCIDOS POR UNA EXPOSICIÓN A CORTO Y

##### LARGO PLAZO:

##### TOXICIDAD AGUDA

No hay información disponible.

##### TOXICIDAD CRÓNICA

No hay información disponible.

##### CARCINOGENICIDAD

No hay información disponible.

##### TOXICIDAD REPRODUCTIVA

No hay información disponible.

##### SENSIBILIZACIÓN ALÉRGICA

No hay información disponible.

##### MEDIDAS NUMÉRICAS DE TOXICIDAD:

No hay información disponible.

## 12. INFORMACIÓN ECOTOXICOLÓGICA

##### BIODEGRADABILIDAD/PERSISTENCIA:

No aplica a los lámparas de descarga intactos.

##### BIOTOXICIDAD:

Los resultados de pruebas de ecotoxicidad a Daphnia fueron negativos.

##### POTENCIAL DE BIOACUMULACIÓN:

No aplica a los lámparas de descarga intactos.

##### MOVILIDAD EN EL SUELO:

No aplica a los lámparas de descarga intactos.

##### OTROS EFECTOS ADVERSOS:

No aplica a los lámparas de descarga intactos.

##### COMPORTAMIENTO EN PLANTAS DE TRATAMIENTO:

Las lámparas fluorescentes típicas contienen, cada una, alrededor de 5 a 10 mg de mercurio. El mercurio liberado al quebrarse solo un esfigmomanómetro o al quebrarse 100 termómetros es equivalente al mercurio liberado al quebrarse 10 000 lámparas fluorescentes. El mercurio de un solo termómetro (aproximadamente 1 g) es suficiente para contaminar un lago con un área superficial de 80 937 m<sup>2</sup>, de modo que sería inseguro comer pescado de dicha fuente.

## Luminarias que contienen mercurio

## 13. INFORMACIÓN RELATIVA A LA ELIMINACIÓN DE PRODUCTOS

**DESCRIPCIÓN DE LOS DESECHOS:**

**Acuerdo No. 142 MAE Anexo B:** NE-40: Luminarias, lámparas, lámparas de descarga fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio

[http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/AM-142\\_Listados-SQP-DP-y-DE.pdf](http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/AM-142_Listados-SQP-DP-y-DE.pdf)

**INEN 2266:2013 Anexo L:** 3077: Sustancias peligrosas para el medio ambiente, sólido, n.e.p.

<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/NTE-INEN-2266-Transporte-almacenamiento-y-manejo-de-materiales-peligrosos.pdf>

**Otras normas relacionadas al producto:**

NTE INEN 2632:2012: Disposición de productos. Lámparas de descarga en desuso. Requisitos.

NTE INEN IEC 901:02: Lámparas fluorescentes compactas. Especificaciones de rendimiento

PEC INEN 005:2011: Lámparas fluorescentes compactas

RTE INEN 036:2010: Eficiencia energética. Lámparas fluorescentes compactas. Rangos de desempeño energético y etiquetado

<http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/numerico2013.pdf>

**PROCEDIMIENTOS DE MANEJO Y MÉTODOS DE ELIMINACIÓN:**

**P501** Las alternativas de manejo externo de lámparas de descarga, incluyen: aprovechamiento y/o valorización por recuperación de materiales como vidrio, polvo fluorescente y mercurio los cuales pueden ser reutilizados en la fabricación de nuevas lámparas; y, el reciclaje del aluminio y el latón de las bases; adicionalmente, el material de desecho, como monturas, filamentos y electrodos, debe ser sometidos a procesos de estabilización -solidificación para su posterior disposición final. Es importante resaltar que todas las empresas que presten los servicios de manejo externo, cualquiera que sea la alternativa desarrollada, deben contar con las licencias, permisos y autorizaciones de la autoridad ambiental, de conformidad con la normatividad ambiental vigente.

**PROCEDIMIENTOS DE ELIMINACIÓN DE RECIPIENTES CONTAMINADOS:**

**P501** Evite el rompimiento de las lámparas de descarga. Disponer a un gestor autorizado para la recogida, transporte y almacenamiento de envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.

## 14. INFORMACIÓN RELATIVA DEL TRANSPORTE

<b>DESIGNACIÓN OFICIAL DE TRANSPORTE DE LAS NACIONES UNIDAS:</b>	Sustancias peligrosas para el medio ambiente, sólidas, n.e.p.
<b>NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN :</b>	3077
<b>CLASE(S) DE PELIGROS EN EL TRANSPORTE:</b>	9. Material peligroso misceláneo
<b>GRUPO DE EMBALAJE / ENVASE, SI SE APLICA:</b>	9/III P002 IBC08 LP02 <a href="https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/unr/ec/rev13/Spanish/03b_DGL%20Rev13sp.pdf">https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/unr/ec/rev13/Spanish/03b_DGL%20Rev13sp.pdf</a>
<b>PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE EL TRANSPORTE:</b>	PP12 B3 <a href="https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/unr/ec/rev16/Spanish/Volumen2.pdf">https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/unr/ec/rev16/Spanish/Volumen2.pdf</a>

## Luminarias que contienen mercurio

## 15. INFORMACIÓN SOBRE LA REGLAMENTACIÓN

**LEGISLACIÓN, NORMAS Y REGULACIONES ESPECÍFICAS SOBRE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE RELACIONADAS CON EL PRODUCTO:****Normativa nacional**

**Acuerdo No. 061 MAE:** Actividades y responsabilidades públicas y privadas en materia de calidad ambiental;

**Acuerdo No. 142 MAE:** Listados nacionales de sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales;

**NTE INEN 2266:2013:** Transporte. Almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos

**Normativa Internacional**

**Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. 2017**

**NTP 871:** Clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas de sustancias químicas en el ámbito de la Unión Europea.

**NTP 880 y 881:** Definiciones de las distintas clases de peligros físicos, la salud y el medioambiente;

**NFPA 704:** Diamante de materiales peligrosos

## 16. OTRA INFORMACIÓN

Cada esfuerzo se ha hecho para asegurar que la información contenida en éste documento sea fiable y de buena fe. Fue recopilada y respaldada con la información suministrada en fuentes de información primaria de organismos reguladores y de las Hojas de Seguridad de los proveedores. Tiene el propósito de describir los requisitos de seguridad de nuestros productos y no debe ser interpretado como garantía de propiedades específicas. La información relacionada con este producto puede ser no válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular. La información contenida aquí se ofrece solamente como guía para la manipulación de este material específico y ha sido elaborada de buena fe por personal técnico. Esta no es intencionada como completa, incluso la manera y condiciones de uso y de manipulación pueden implicar otras consideraciones adicionales.

**Fecha de emisión:** Septiembre del 2017

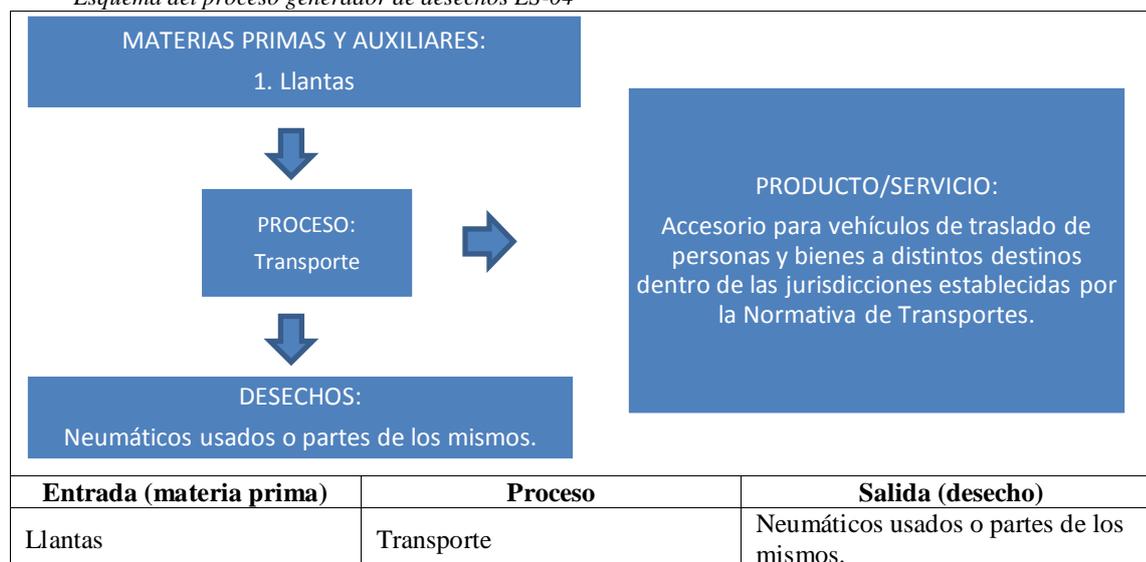
## APÉNDICES

### APÉNDICE A

#### PROCESOS GENERADORES DE DESECHOS PELIGROSOS

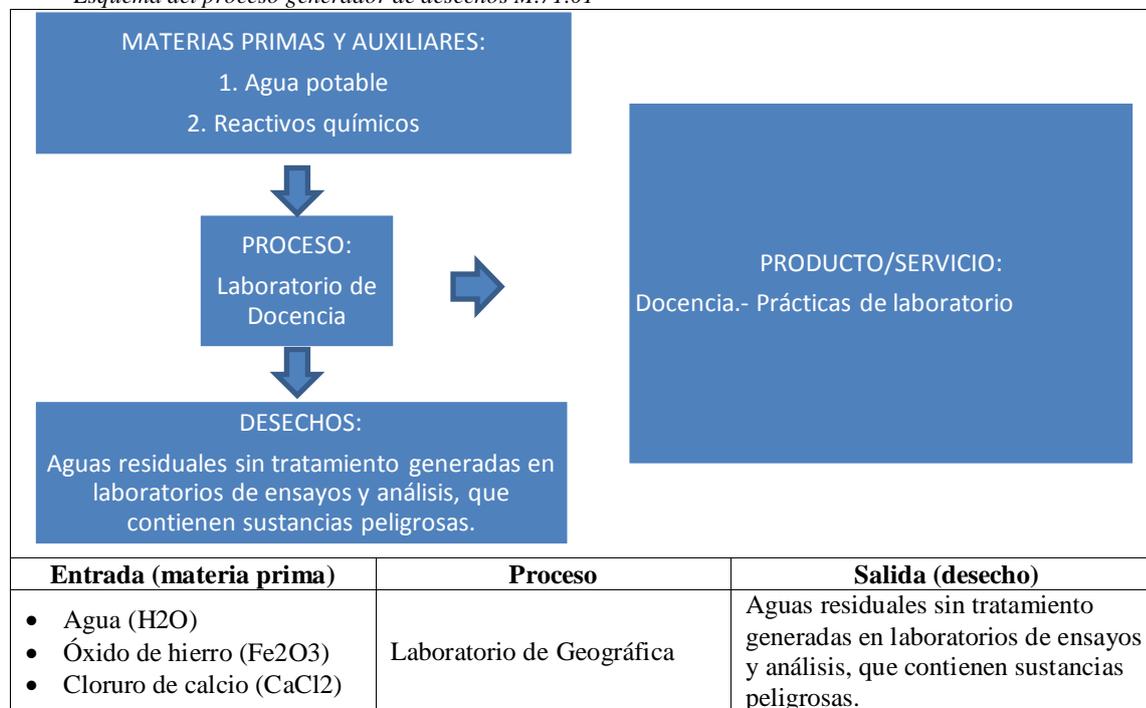
**Tabla 34.**

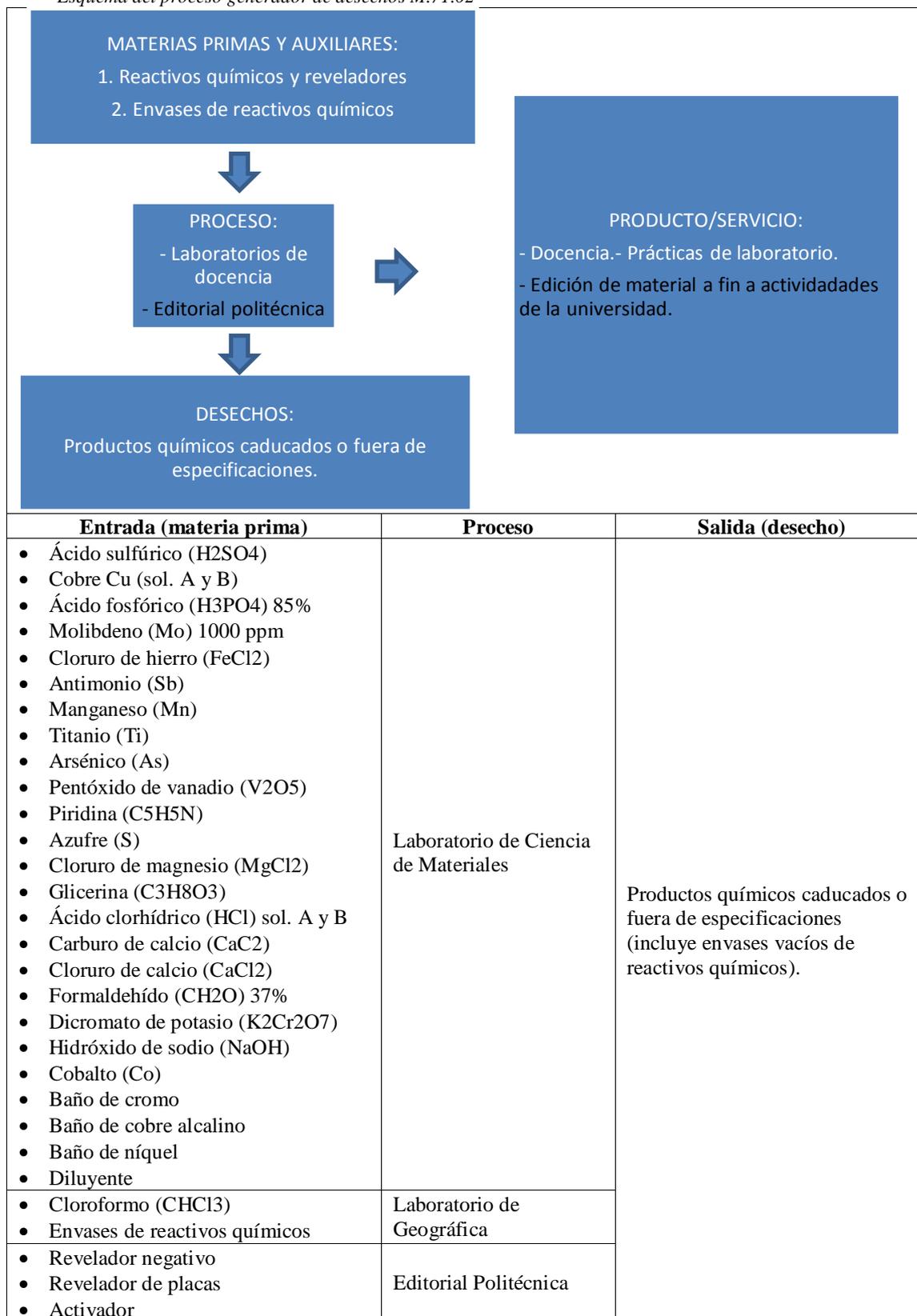
*Esquema del proceso generador de desechos ES-04*



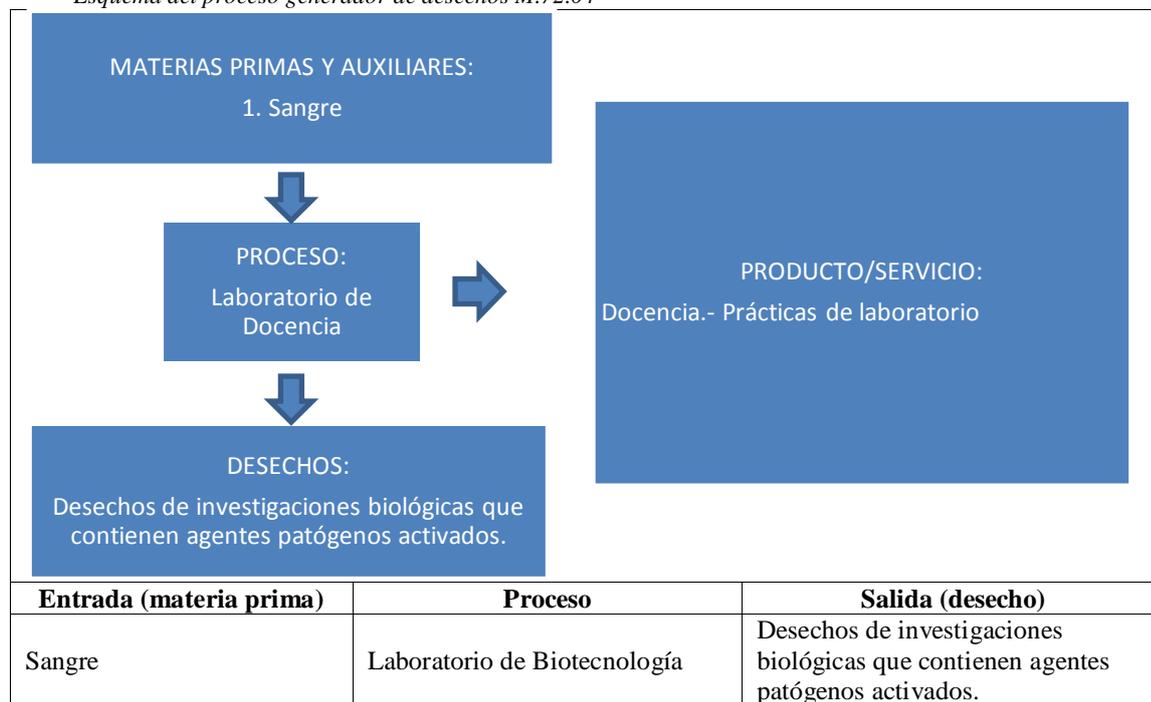
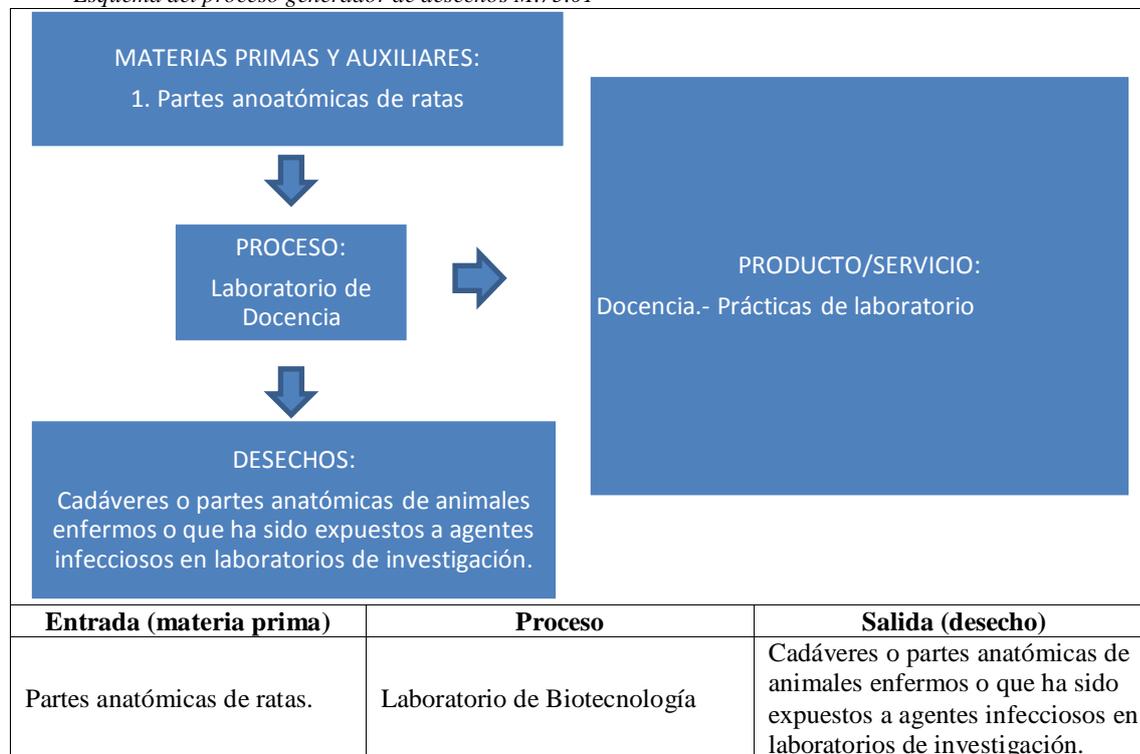
**Tabla 35.**

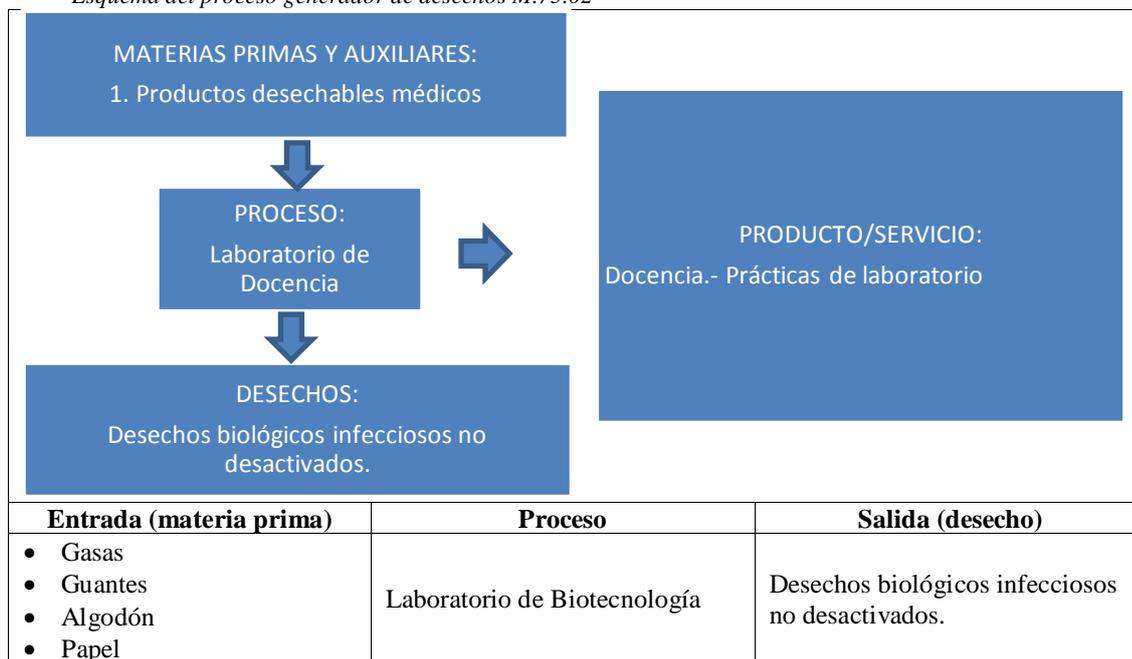
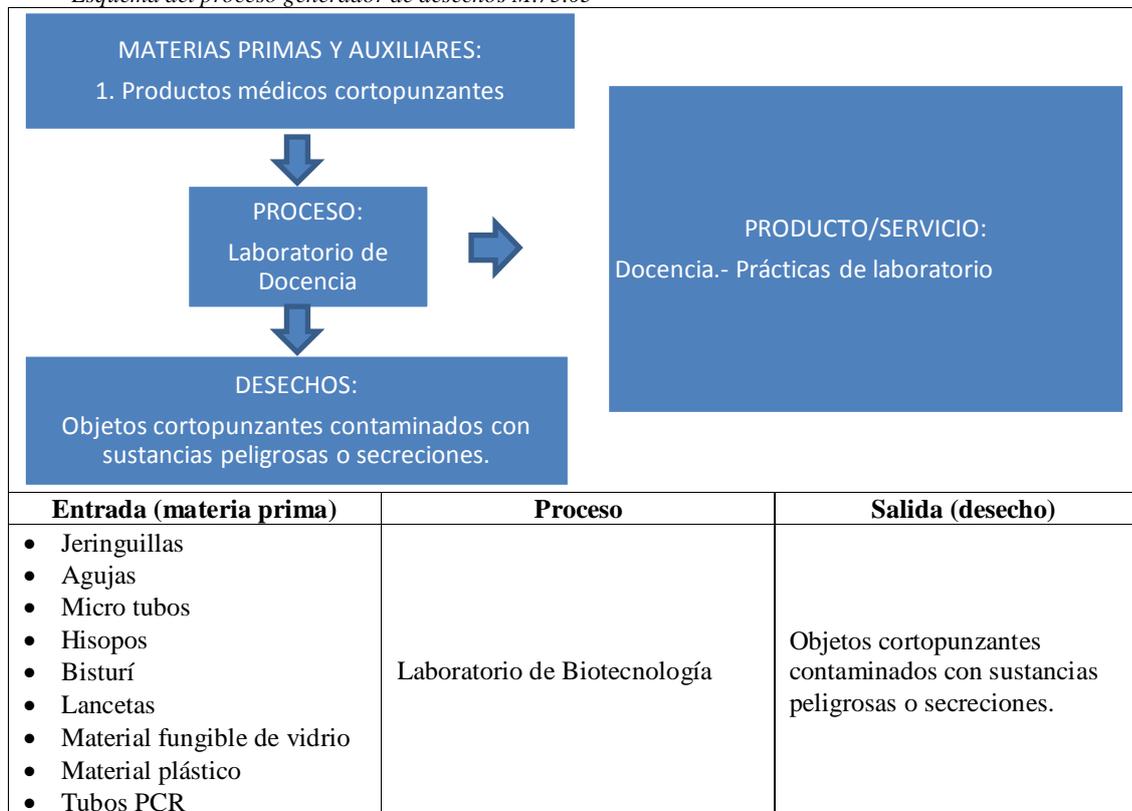
*Esquema del proceso generador de desechos M.71.01*

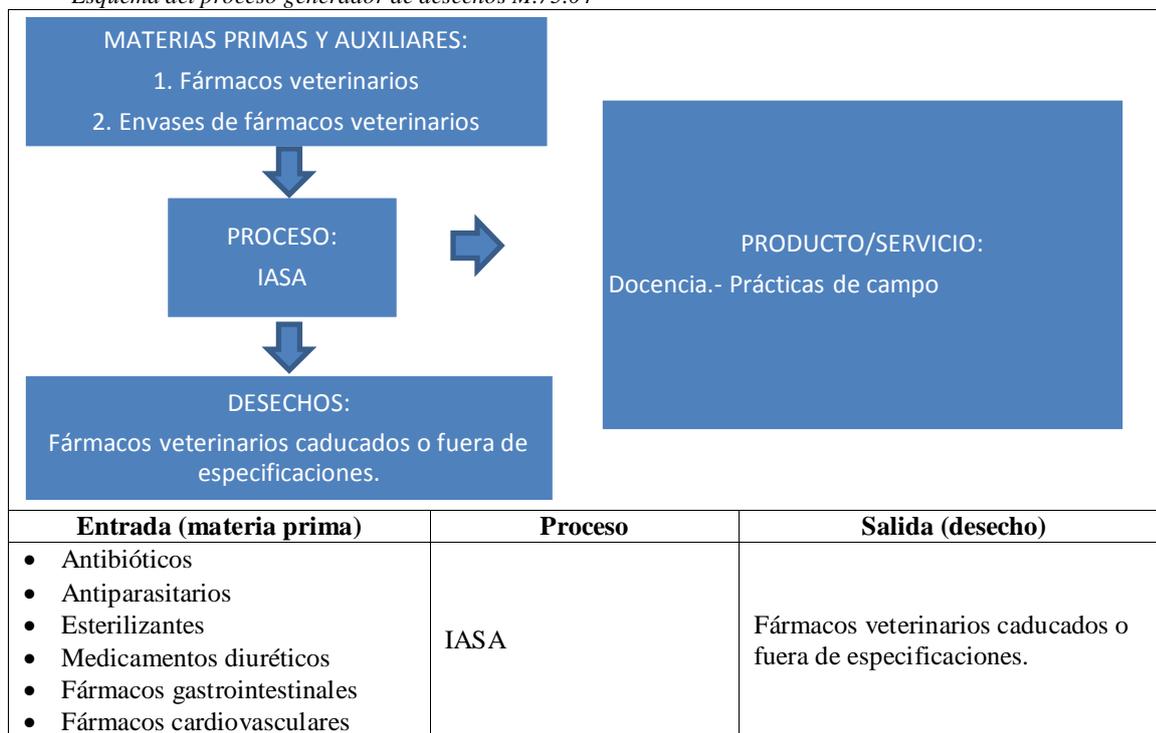
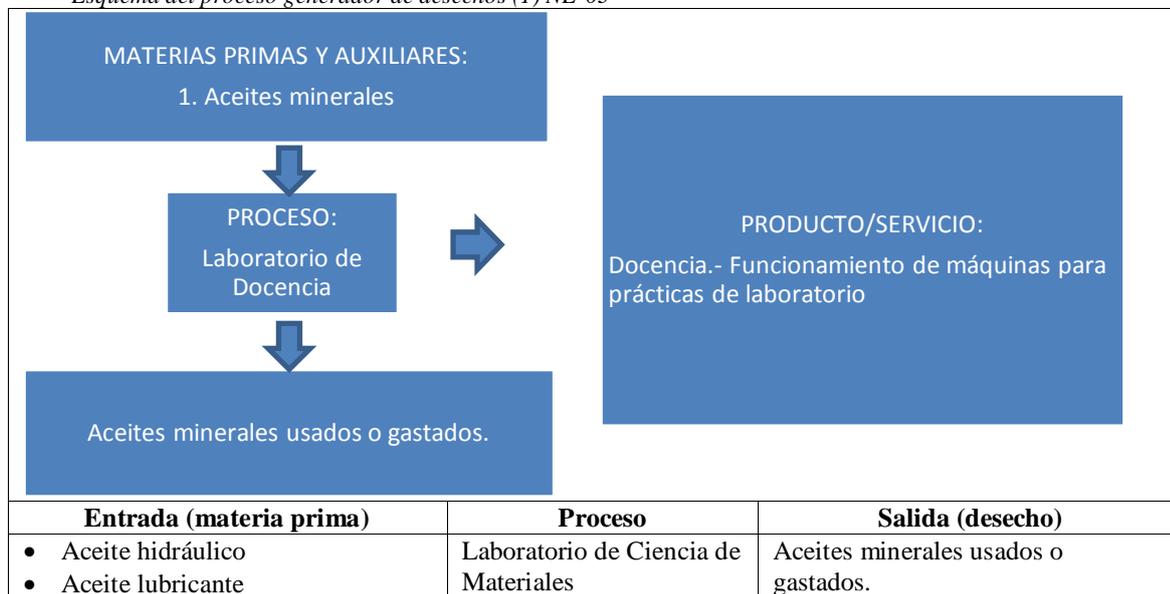


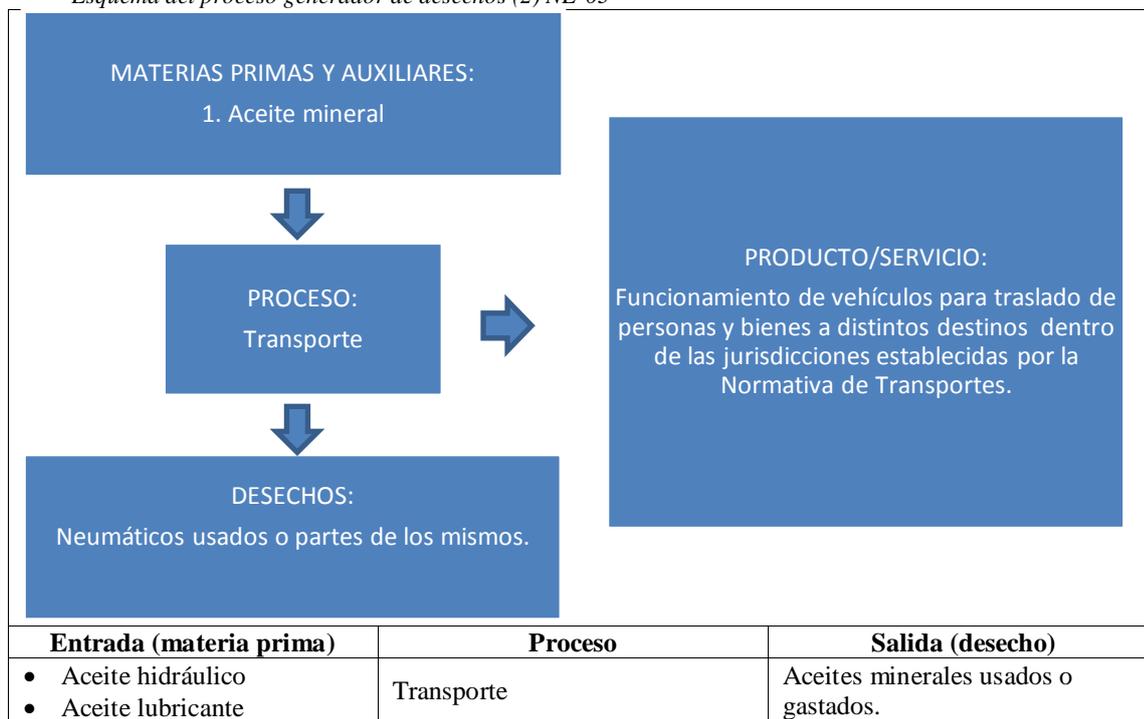
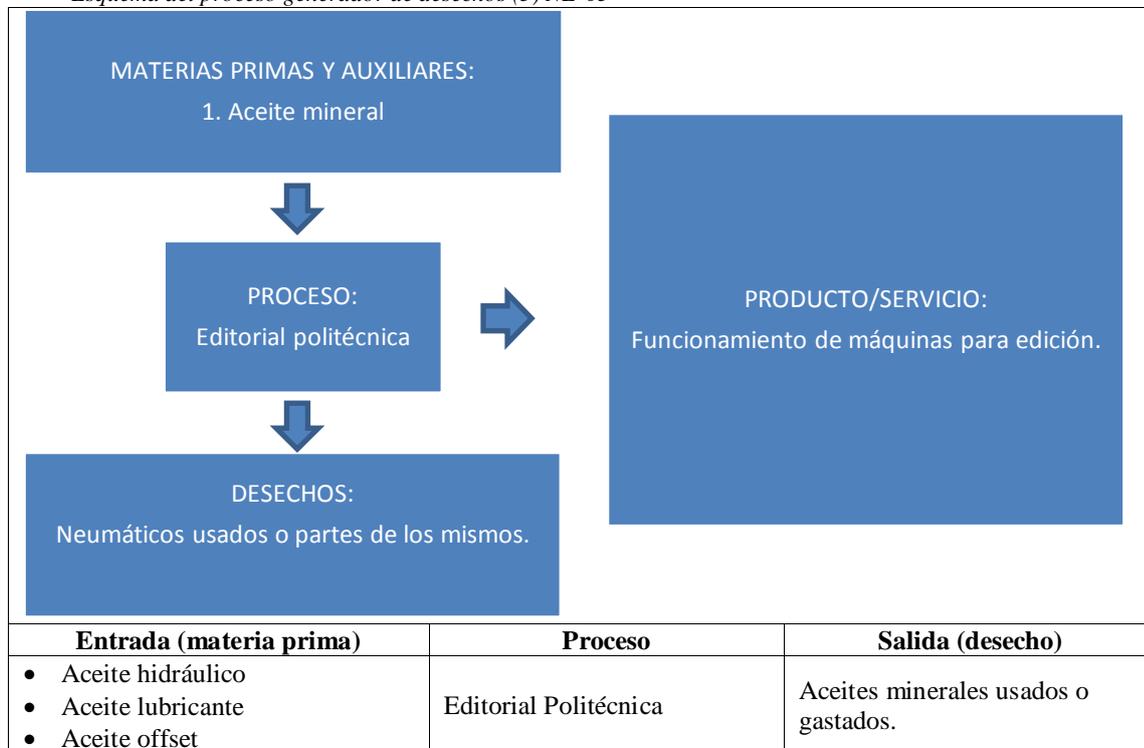
**Tabla 36.***Esquema del proceso generador de desechos M.71.02*

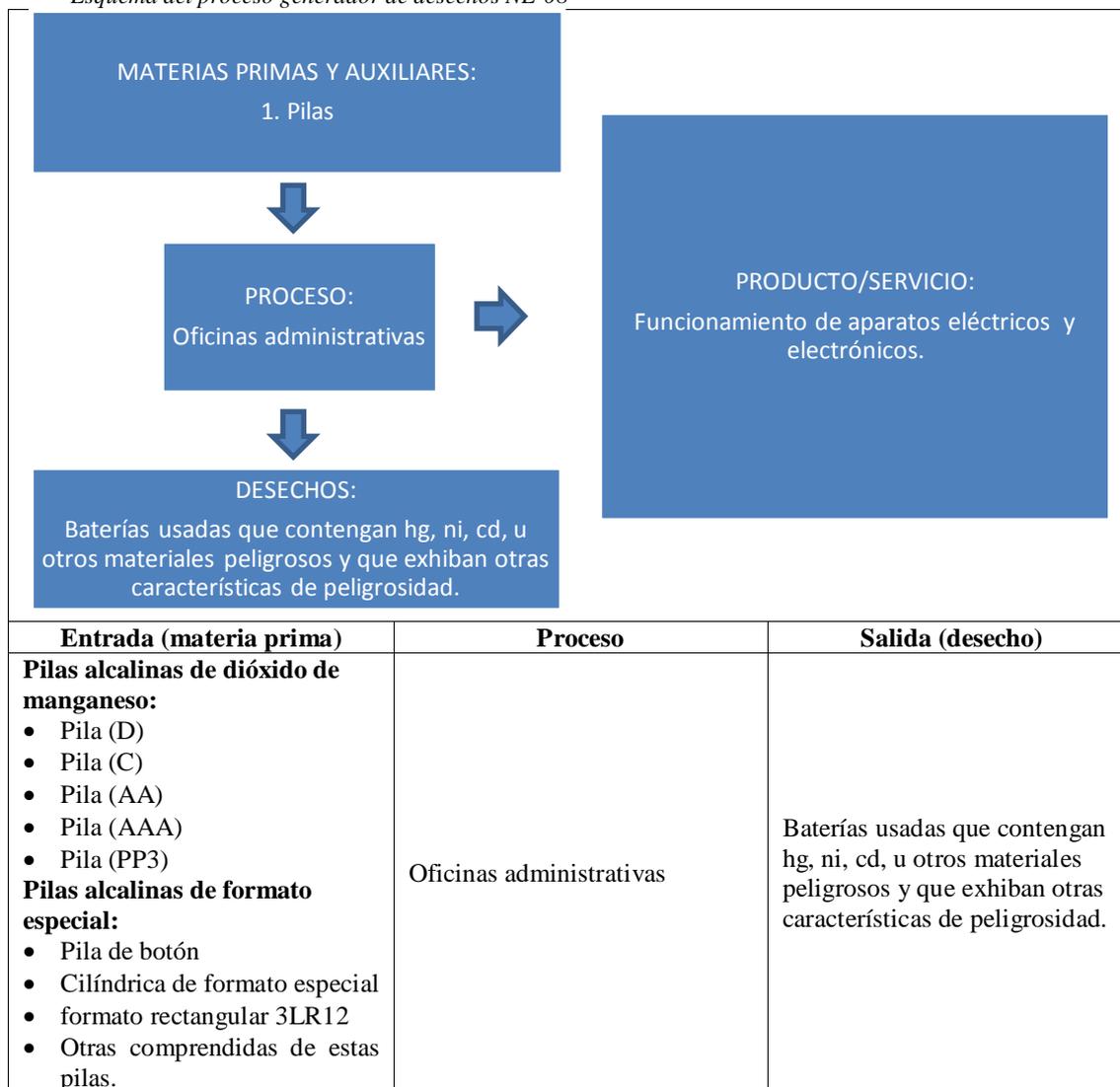
**Tabla 37.***Esquema del proceso generador de desechos M.71.04*

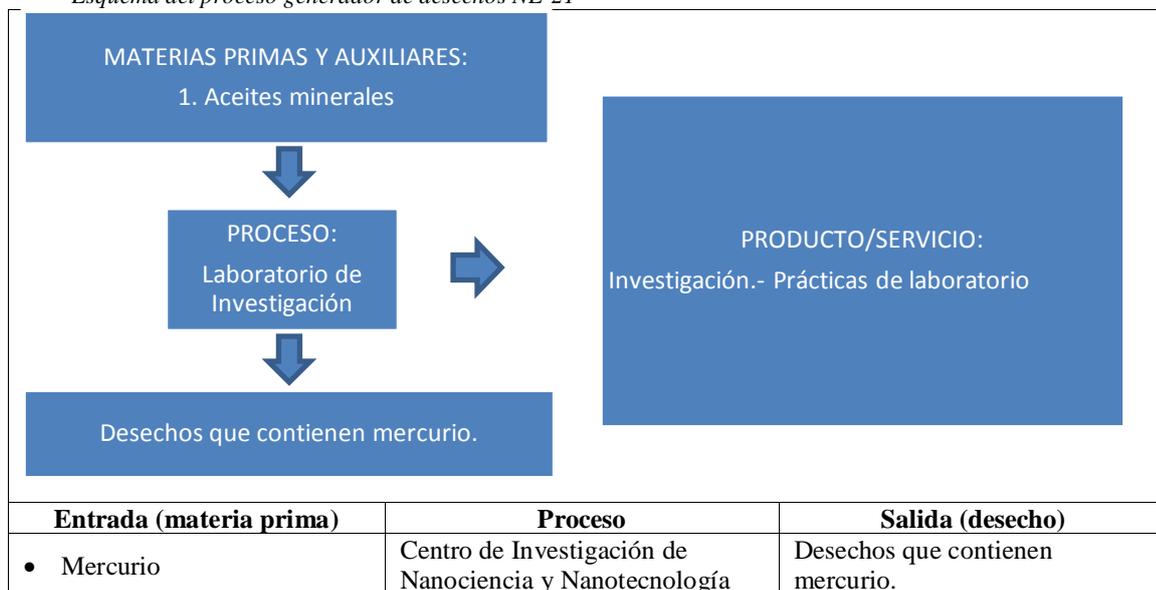
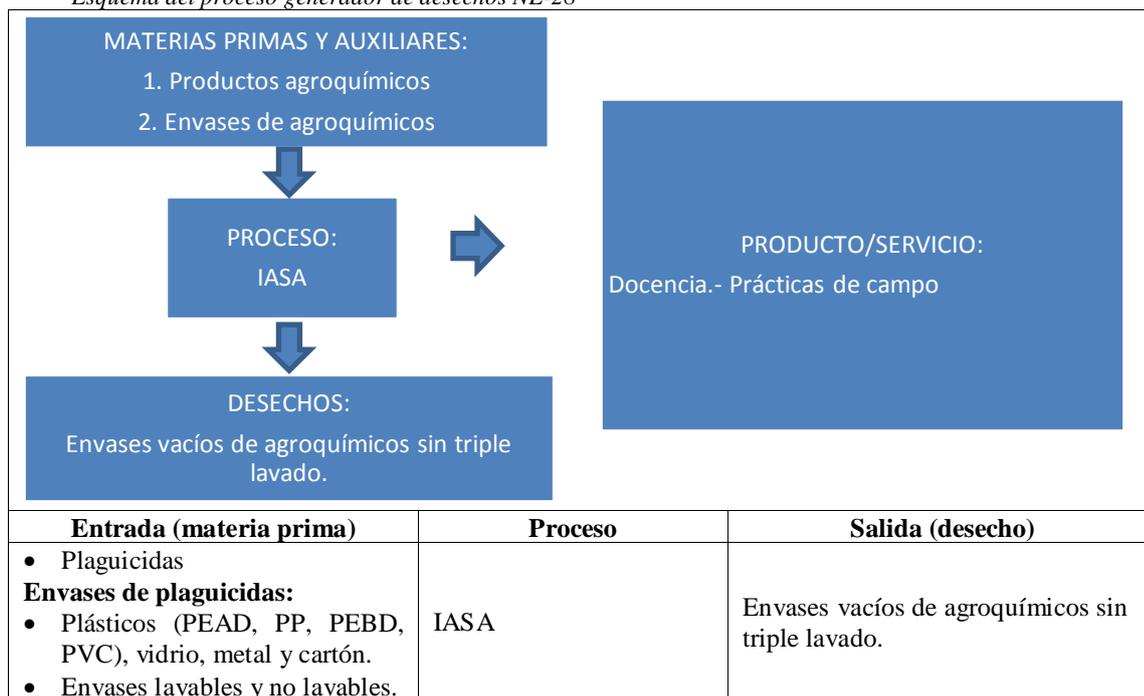
**Tabla 38.***Esquema del proceso generador de desechos M.72.04***Tabla 39.***Esquema del proceso generador de desechos M.75.01*

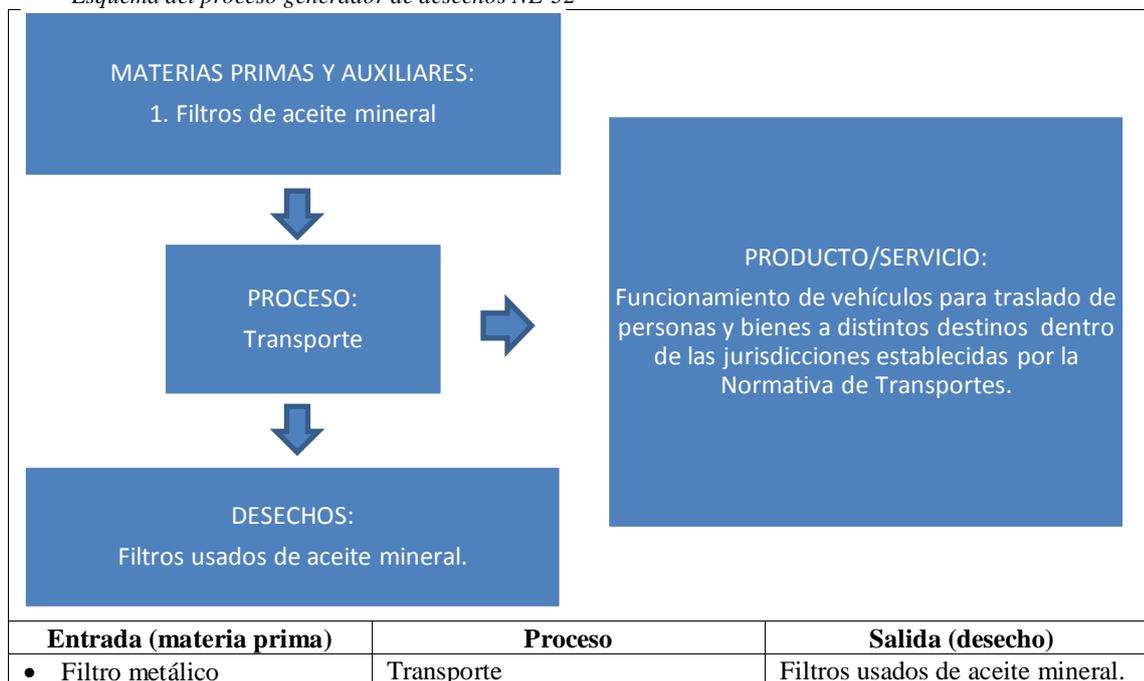
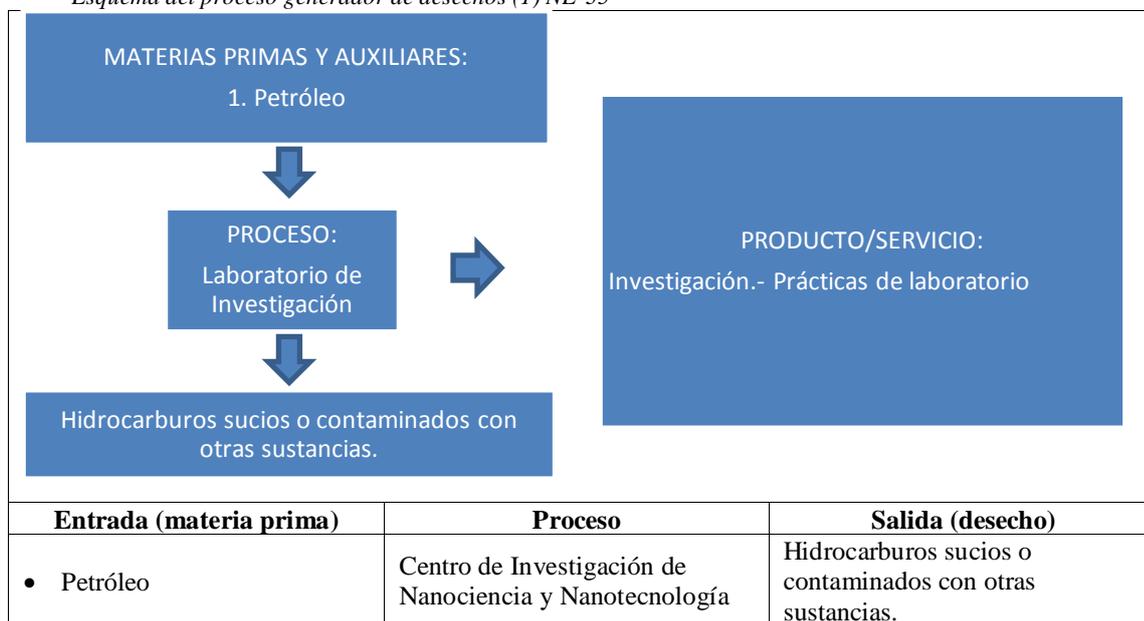
**Tabla 40.***Esquema del proceso generador de desechos M.75.02***Tabla 41.***Esquema del proceso generador de desechos M.75.03*

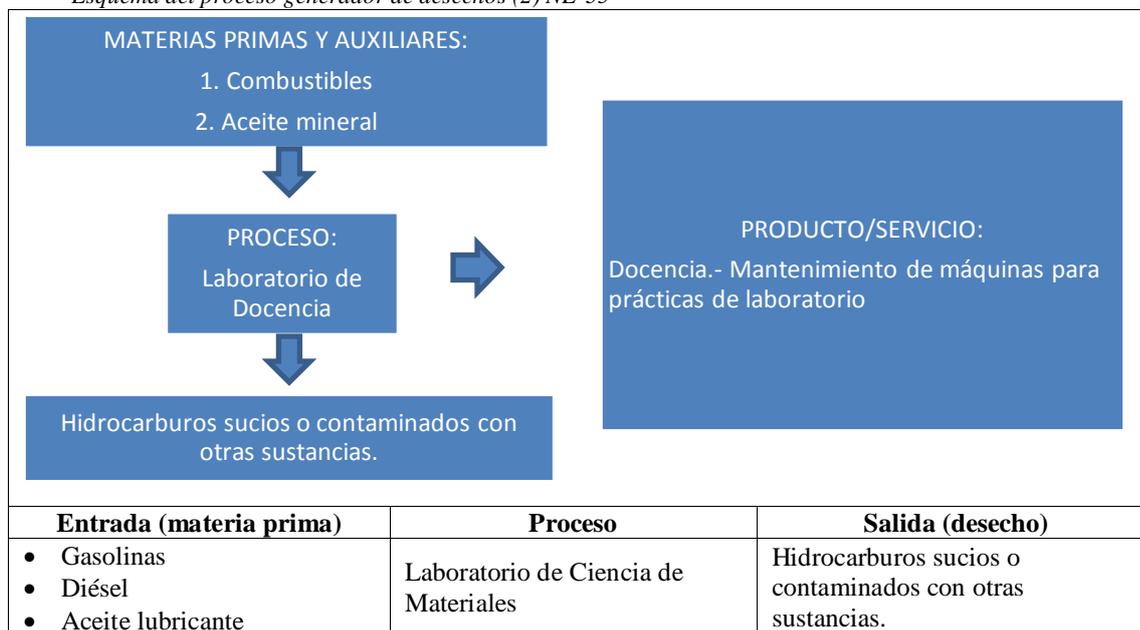
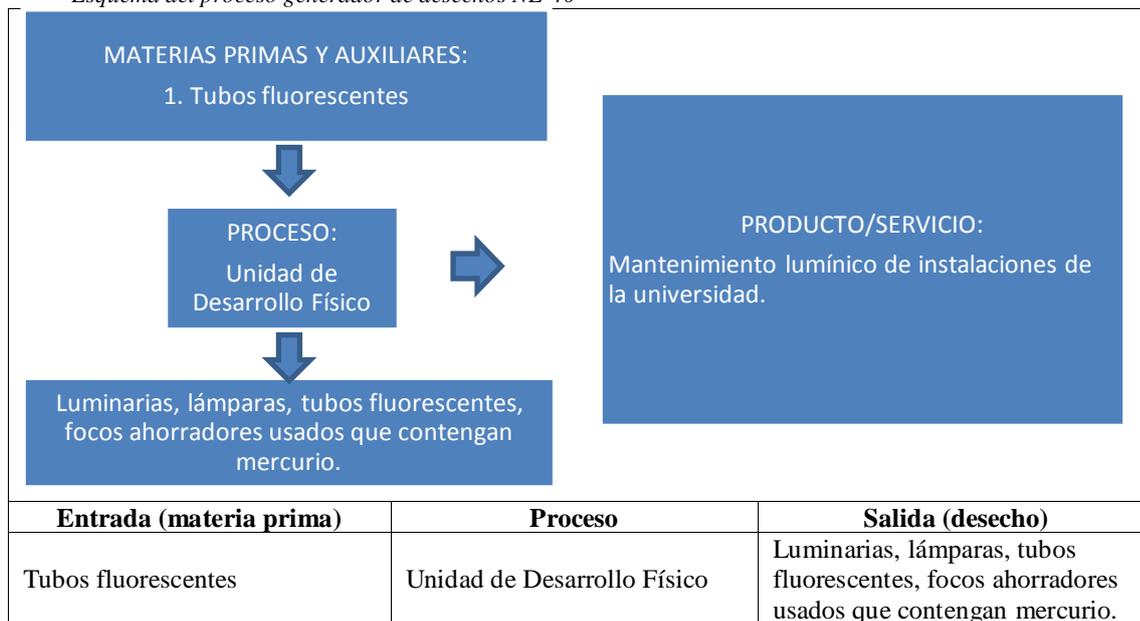
**Tabla 42.***Esquema del proceso generador de desechos M.75.04***Tabla 43.***Esquema del proceso generador de desechos (1) NE-03*

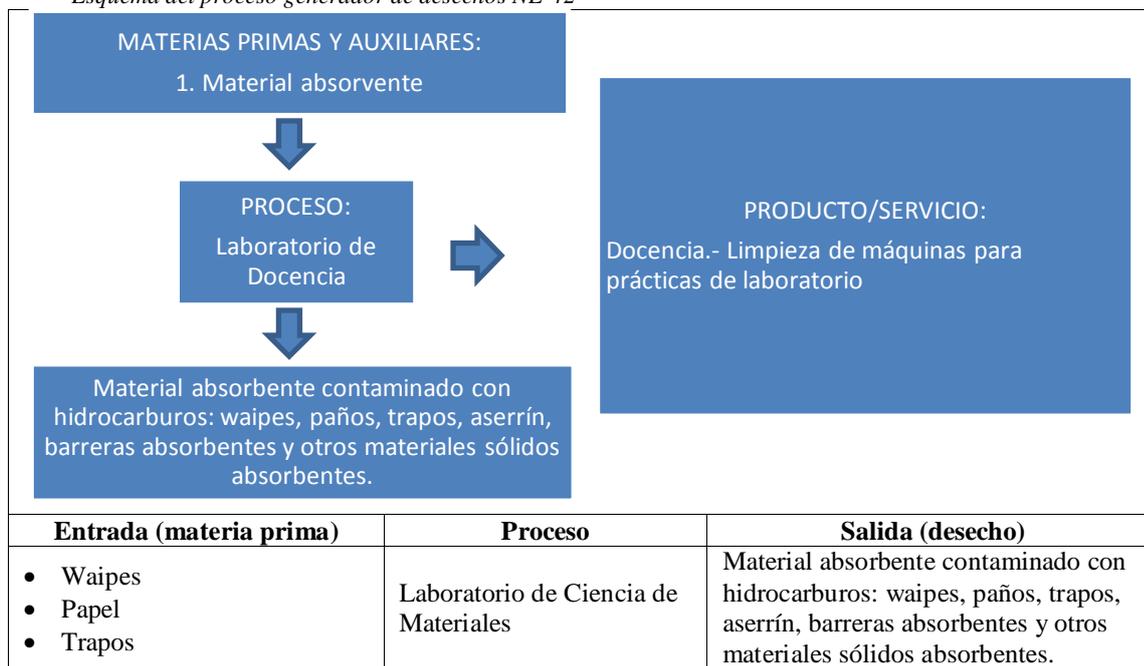
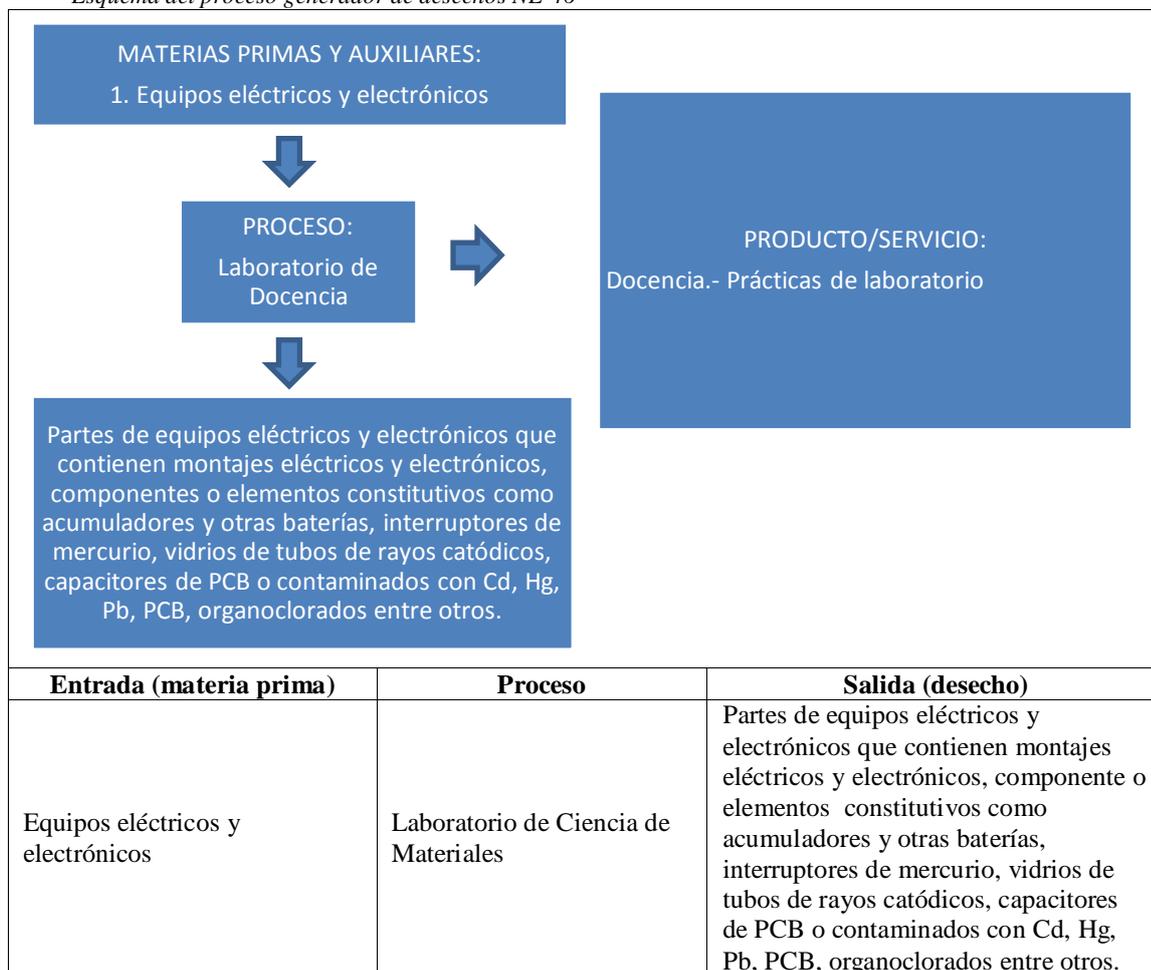
**Tabla 44.***Esquema del proceso generador de desechos (2) NE-03***Tabla 45.***Esquema del proceso generador de desechos (3) NE-03*

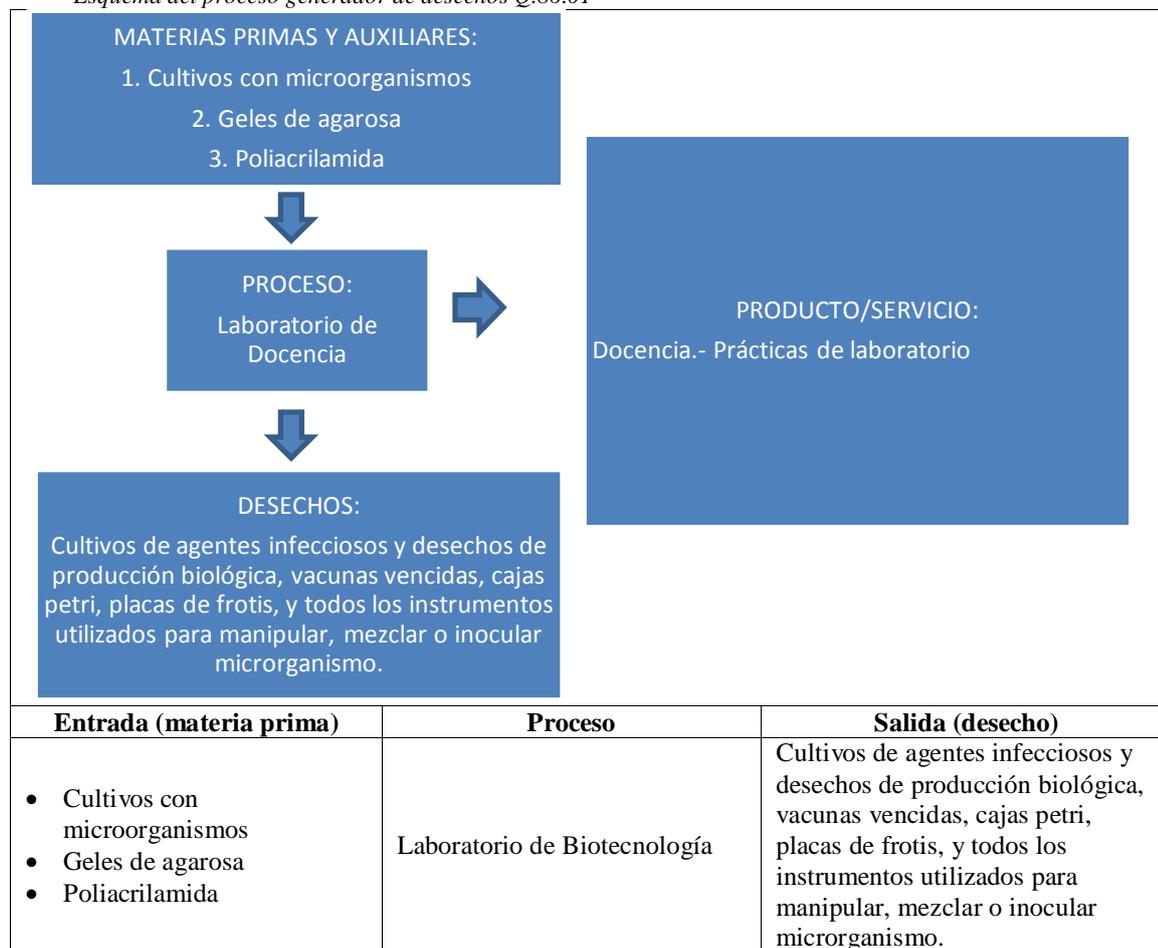
**Tabla 46.***Esquema del proceso generador de desechos NE-08*

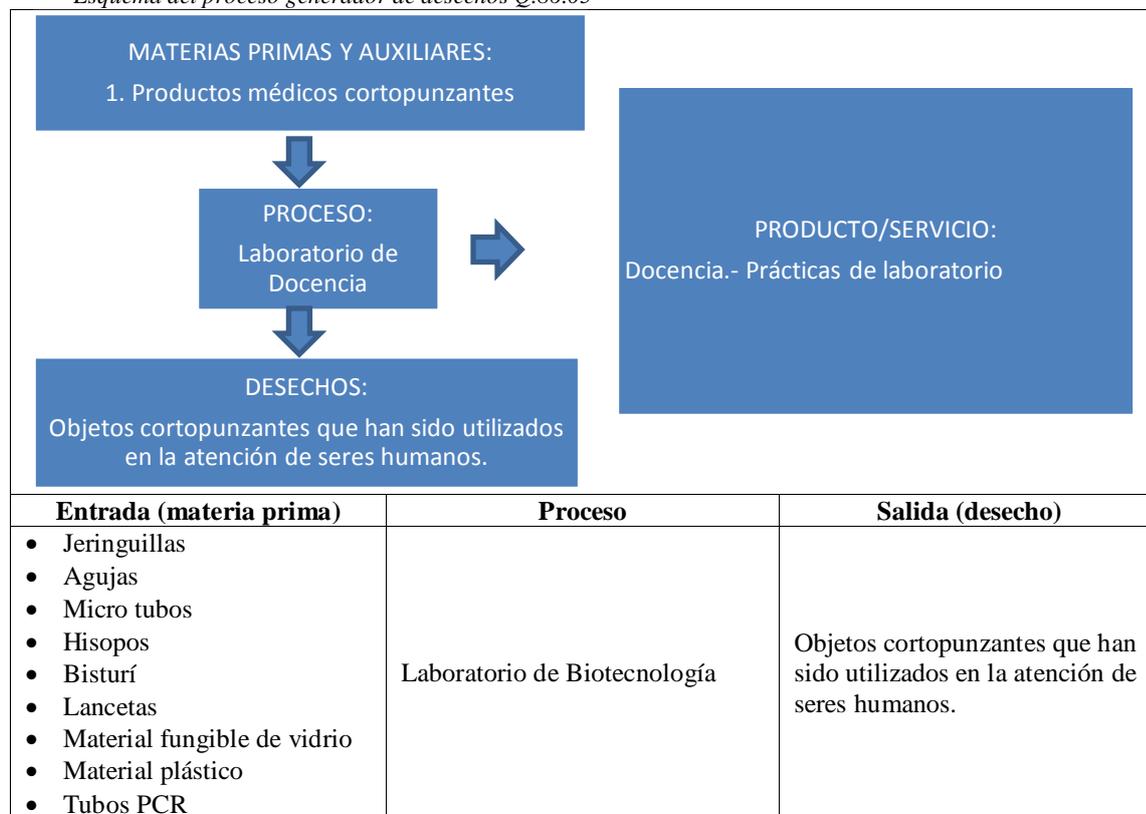
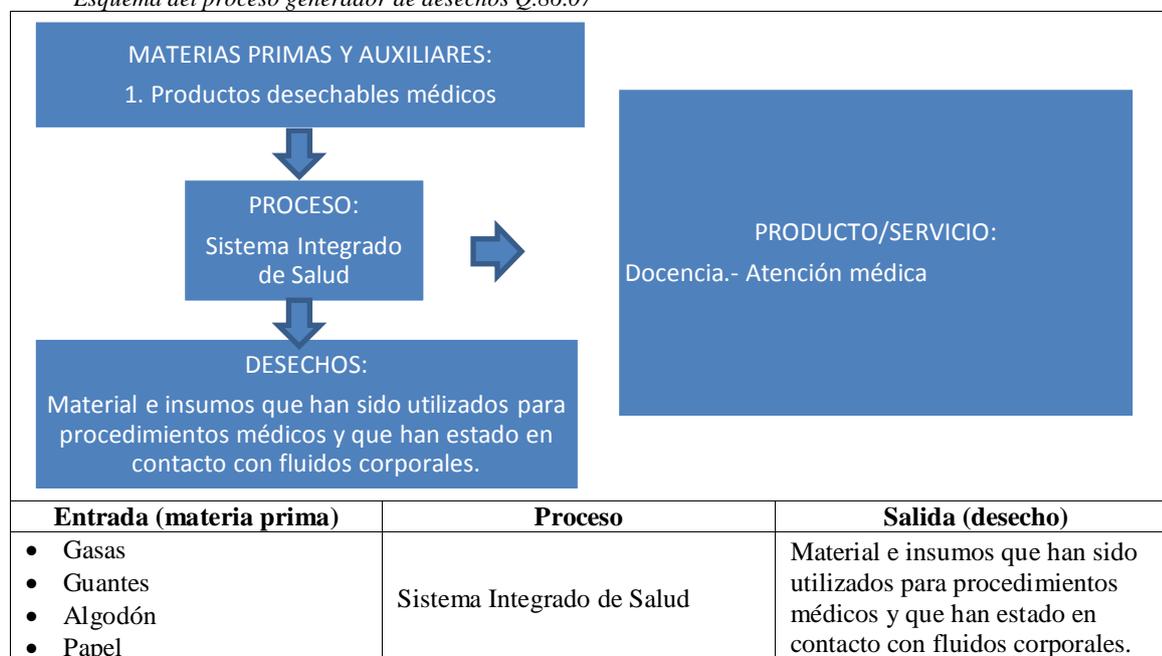
**Tabla 47.***Esquema del proceso generador de desechos NE-21***Tabla 48.***Esquema del proceso generador de desechos NE-28*

**Tabla 49.***Esquema del proceso generador de desechos NE-32***Tabla 50.***Esquema del proceso generador de desechos (1) NE-35*

**Tabla 51.***Esquema del proceso generador de desechos (2) NE-35***Tabla 52.***Esquema del proceso generador de desechos NE-40*

**Tabla 53.***Esquema del proceso generador de desechos NE-42***Tabla 54.***Esquema del proceso generador de desechos NE-46*

**Tabla 55.***Esquema del proceso generador de desechos Q.86.01*

**Tabla 56.***Esquema del proceso generador de desechos Q.86.05***Tabla 57.***Esquema del proceso generador de desechos Q.86.07*

## APÉNDICE B

### VALORACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN DEL TETRACLORURO DE CARBONO POR ETANOL (ANHIDRO)

#### **Identificación de las áreas de mejora**

El Tetracloruro de Carbono es un reactivo químico que ocupaba lugar en las prácticas de laboratorio de la materia Química Ambiental II, como los son:

- a) Solubilidad de compuestos orgánicos; y
- b) Densidad de compuestos orgánicos.

Química Ambiental II representaba la única materia que realizaba prácticas con este reactivo químico dejándolo así en desuso o desecho. Sin embargo, aún se encuentra almacenado en laboratorios de la Matriz como son los mencionados a continuación:

- a) Laboratorios Multidisciplinarios de Docencia I, II, III de Biotecnología
- b) Laboratorio de Física
- c) Laboratorio de Investigación de Medio Ambiente.

#### **Mejora de los aspectos ambientales**

El Tetracloruro de Carbono o Tetraclorometano es una sustancia química peligrosa prohibida, por razones sanitarias o ambientales, conforme al Acuerdo Ministerial N° 142 (2012). Esta sustancia, de N° CAS 56-23-5, consta el Anexo A de la Ley en mención.

La sustancia es nociva para los organismos acuáticos. Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial a la capa de ozono (IPCS, CE, 2006). La sustancia posee características de toxicidad, entre otros datos importantes que lo hace altamente riesgoso su manejo, almacenamiento y transporte.

La presencia de Tetracloruro de carbono en la atmósfera ocasiona que se destruya la capa de ozono, por tal causa la sustancia fue prohibida en el Protocolo de Montreal en 1987, sin embargo, se siguen detectando importantes emisiones del mismo y por ende la persistencia en la atmósfera (Méndez, 2014).

Se ha propuesto sustituir esta sustancia química en las prácticas de Química Ambiental II por otra sustancia química de menor impacto como el Etanol y aplicar el programa de gestión que contemple devolución-recolección o sistema de disposición final de la sustancia química que se encuentre almacenada, según sea conveniente. Mientras tanto se considerará a la sustancia como Pasivo Ambiental.

El Etanol (anhidro) o Alcohol etílico es una sustancia química que posee característica peligrosa inflamable. Sin embargo, no es una sustancia prohibida o que presenta características relevantes de toxicidad aguda o crónica, convirtiéndola en una sustancia apta para sustitución del Tetracloruro de Carbono en las prácticas de Química Ambiental II.

### Mejora en los aspectos de prevención de riesgos laborales

La reducción de riesgos laborales es apreciable en la comparación de los límites de exposición profesional y los indicadores de peligro. La tabla 58 compara los límites exposición profesional entre Tetracloruro de Carbono y Etanol (anhidro), siendo que los valores bajos representan los límites a menor exposición permitida para no contraer enfermedades derivadas de sustancias químicas.

**Tabla 58.**

*Límites de exposición profesional del Tetracloruro de carbono y Etanol*

Sustancia química	N° CAS	VLA-ED		VLA-EC		Indicaciones de peligro (H)
		ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	
<b>Tetracloruro de carbono</b>	56-23-5	5	32	10	64	351-331-311-301-372-412-420
<b>Etanol (anhidro)</b>	64-17-5			1000	1910	225

Fuente: (INSHT, 2017)

El Etanol es una sustancia cuyo período de referencia de exposición es mayor que el Tetracloruro de carbono, haciéndolo al Etanol menos riesgoso su nivel de exposición; igualmente, los indicadores de peligro del Tetracloruro de carbono son mayormente gravosos en comparación al Etanol, en la tabla 59 se detalla los indicadores de peligro correspondientes a las sustancias químicas.

**Tabla 59.**  
*Indicadores de peligro del Tetracloruro de carbono y Etanol*

Sustancia química	Clase	Indicación de peligros
<b>Tetracloruro de carbono</b>	Toxicidad aguda por ingestión	H301 Tóxico en caso de ingestión.
	Toxicidad aguda por vía cutánea	H311 Tóxico en contacto con la piel.
	Toxicidad aguda por inhalación	H331 Tóxico en caso de inhalación.
	Toxicidad aguda por Carcinogenicidad	H351 Se sospecha que provoca cáncer (1).
	Toxicidad específica – exposición única	H372 Provoca daños en los órganos (3) tras exposiciones prolongadas o repetidas (1).
	Peligro para el medio ambiente acuático	H412 Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
	Peligros para la capa de ozono	H420 Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
<b>Etanol (anhidro)</b>	Líquido inflamable	H225 Líquido y vapores muy inflamables.

Fuente: (ONU, 2011)

### Mejora en los costos de gestión y producción

El Tetracloruro de Carbono es difícil de conseguir legítimamente en la actualidad debido a su prohibición de comercialización, puede revisarse en el Anexo A, Listado No. 1 del Acuerdo Ministerial 142 (2012); en otra instancia, el Etanol se distribuye libremente en las casas comerciales autorizadas llegando a costar \$1.00 el litro.

La sustitución de Tetracloruro de Carbono por Etanol no supone ningún costo, sino únicamente el abastecimiento de la sustancia para las prácticas de laboratorio que ocupan un litro cada 3 años.

### Costo de inversión

La gestión para el Tetracloruro de Carbono comprende entre el sistema de devolución-recolección o de disposición final de la sustancia química; la gestión por medio de devolución-recolección depende de la disponibilidad con el proveedor. En cualquier caso, el sistema de gestión por disposición final es el más costoso llegando a costar \$2.20 el precio de recolección por kilogramo con la empresa GADERE S.A., estimando una inversión \$12.00.

## **APÉNDICE C**

### **VALORACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN DE TUBOS FLUORESCENTES POR TUBOS LED**

#### **Identificación de las áreas de mejora**

Las luminarias de todo tipo son útiles para alumbrar lugares en que la luz natural alcanza porciones bajas, sin duda la cobertura de luz es un factor principal para el ejercicio de muchas actividades, entre ellas la docencia que corresponde el eje principal de la universidad.

Los lugares más sensibles donde una buena iluminación representa gran importancia para los alumnos y el docente es el salón de clases, lugar donde se concentra la mayor cantidad de tubos fluorescentes para alumbrar noche y día.

El 62% de tubos fluorescentes son acondicionados en aulas, siendo el lugar de mayor generación de desechos de este tipo en el campus; igualmente representa uno de los entornos de mayor exposición haciendo que el tiempo de vida útil de estos sea más corto.

Para la puesta en práctica de un programa de sustitución de tubos fluorescentes por tubos LED en aulas y laboratorios de la universidad resulta bastante obvio implantar antes un programa piloto en lugares menos determinantes, pudiendo ser bares, oficinas administrativas, baños, inclusive se puede empezar por fases hasta cubrir una determinada área donde la variación de luminosidad no sea perjudicial.

Para el ejercicio se considera la sustitución de tubos fluorescentes en aulas y laboratorios de los bloques A, B, C y D debido al mayor impacto que representan estos espacios de generación para un programa de minimización.

#### **Mejora de los aspectos ambientales**

El aspecto ambiental en la sustitución de tubos fluorescentes a tubos LED incorpora varias observaciones al tratarse de componentes complejos en su estructura, un análisis en la categorización de desechos es un aporte para identificar si existe un beneficio ambiental al incorporar la tecnología LED.

Los desechos de tubos fluorescentes figuran en la Lista A1 de la Convención de Basilea (2000), específicamente entran en la categoría A1180. Esta asignación acompaña al Código

Nacional NE-40 de “Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio” (MAE, 2012)

El mercurio es uno de los contaminantes más predominantes en los tubos fluorescentes. “La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos. Puede producirse una bioacumulación de esta sustancia en peces” (IPCS, CE, 2013).

Los tubos LED poseen una variedad de químicos semiconductores: “Los diodos consisten de dos capas de cristal, cada una formada por dos de tres elementos. Las combinaciones más comunes incluyen InGaAlP (Indio Galio Aluminio Fosforo), AlGaAs (Arseniuro de galio y aluminio), AlGaP (Fosforo de aluminio y galio), GaN (Nitruro de Indio y Galio), con una variedad de otras combinaciones que se utilizan para aplicaciones especiales” (TEISA, 2014).

Los Tubos LED no contienen mercurio ni cualquier otro contaminante que figure en la Lista A1 (la mayoría de metales corresponden a la Lista B), pero la presencia del fosforo hace que se reconsidere la peligrosidad de desechos de tubos LED al igual que en la mención de que hay una gran variedad de otras combinaciones.

El reciclaje de tubos LED es mucho más práctico y ecológico, pues el mismo tubo, en condiciones óptimas, puede ser reinsertado un circuito y la cinta Led, o a su vez extraer de forma mucha más segura los componentes que pueden ser reutilizados en otro tubo LED, de esta forma y sin utilización de compuestos altamente contaminantes se reutiliza los tubos obsoletos, que a comparación de los tubos fluorescentes, el sistema de reciclado es más complejo en este último y compromete a impactos ambientales y riesgos laborales en mayor proporción (Chang, 2012).

La mejora en el aspecto ambiental radica en la sustitución de contaminantes más gravosos. La tecnología LED, aplicada a las luminarias, es libre gases y compuestos de mercurio. El Convenio de Minamata propone la reducción gradual de los desechos que contienen mercurio, contribuyendo con este cambio a la consecución de dicho tratado.

La otra mejora ambiental que se plantea con la adopción de los tubos LED es disminuir el volumen de generación de desechos entre el 10 al 20% en este insumo, por tanto, si la generación anual (Tabla 1) es de 0.07 toneladas al año con tubos fluorescentes, se prevé que el volumen reducirá entre 0.014 a 0.007 toneladas.

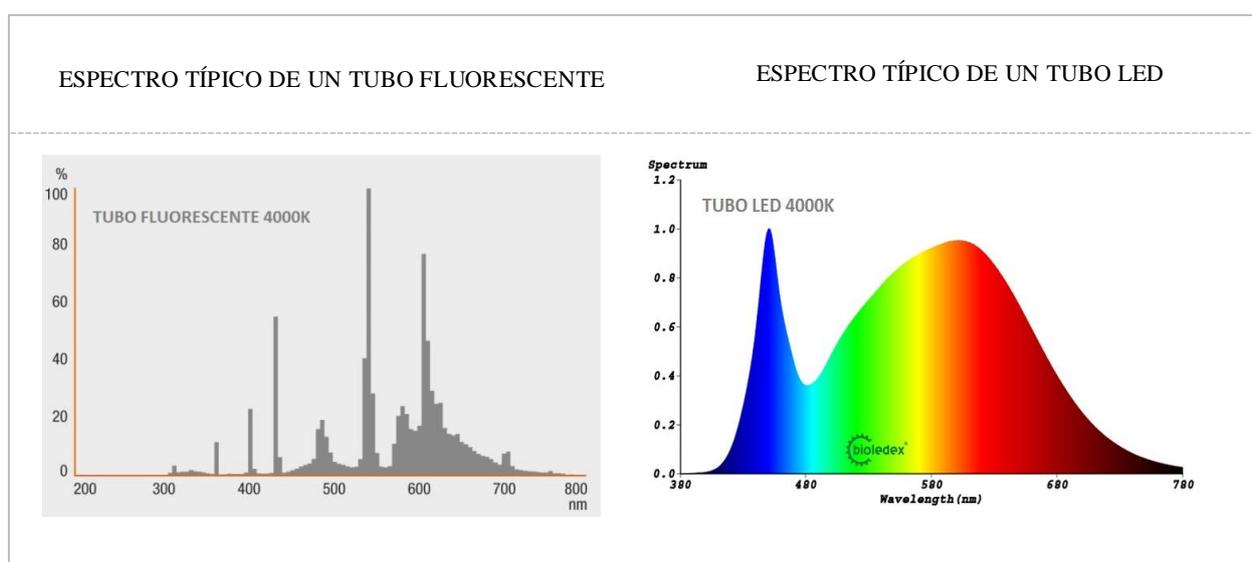
## Mejora de los aspectos de prevención de riesgos laborales

El mantenimiento de lámparas y tubos fluorescentes implica riesgos asociados que en el caso de aplicar la tecnología LED ya no concurrirían como la proyección directa de partes de vidrio producto de una rotura de tubos y la exposición a contaminantes como el mercurio.

El más común de los accidentes con tubos fluorescentes persiste en las heridas provocadas por la salpicadura de vidrio cuando estos explotan, los tubos fluorescentes tienen gases comprimidos que al momento de la rotura del tubo proyectan los vidrios rotos a las superficies más cercanas, además de liberar los componentes contaminantes al aire provocando la inhalación de los mismos y la exposición directa a la piel expuesta de los vidrios contaminados.

Los tubos LED evitan estos riesgos debido a que si se rompen los tubos de vidrio, estos no explotan debido a que no hay presión interna; al sistema eléctrico lo recubre una capa de plástico rígido que evita las proyecciones directas en caso de rotura. Pueden presentarse cortes cutáneos en caso de sobreponerse alguna superficie punzante, pero lo recomendable para estos trabajos es utilizar siempre guantes de cuero que ofrecen un grado alto de resistencia al corte y punzadas.

Los alumnos y docentes también están constantemente en exposición, principalmente al factor lumínico que es muy relevante en la enseñanza y aprendizaje. La gráfica de la figura 22 compara el espectro de luz de un tubo fluorescente con un tubo LED.



**Figura 22.** Comparación del espectro de luz de un tubo fluorescente con un tubo LED  
Fuente: (Llumor, 2017)

Es bastante diferente el rango que ocupan ambas tecnologías en el espectro de luz, principalmente en entornos de larga exposición como las aulas de docencia. El tubo fluorescente puede resultar problemático, en particular para la salud de la vista, puesto a que un espectro tan irregular como en el caso de los fluorescentes puede resultar un factor de estrés para nuestro organismo (Llumor, 2017).

### Mejora en los costos de gestión y producción

Las horas de utilización consideran la duración de la actividad estimándola entre 10 y 12 horas diarias para los centros de docencia, principalmente aulas donde el uso de luz es bastante recurrente:

*Horas de utilización de iluminación estimadas en aulas al año*

$$12 \text{ h} \times 23 \text{ días} \times 9 \text{ meses} = 2484 \text{ horas año}$$

Los datos a continuación (tabla 60) equivalen a valores de eficiencia entre los tubos fluorescentes y los tubos LED:

**Tabla 60.**  
*Eficiencia entre tubos fluorescentes y tubos LED.*

	<b>Tubos fluorescentes</b>	<b>Tubos LED</b>
<b>Rendimiento lumínico (lm/W)</b>	Entre 60 a 80 lm/W	Entre 95 a 140 lm/W
<b>Vida útil (horas)</b>	Entre 5.000 a 10.000 horas	30.000 horas
<b>Período de utilidad (años)</b>	Entre 2 a 4 años	12 años
<b>Disminución de generación anual de desechos (%)</b>		Entre 6 a 12%
<b>Uso de energía (W)</b>	32W	18W
<b>Ahorro de energía (%)</b>		56%

### Costos de inversión

Los precios para el cálculo del coste de inversión están referenciados a precios medios de mercado:

**Tabla 61.**  
*Costo de inversión por sustitución de tubos fluorescentes por tubos LED*

<b>Concepto</b>	<b>Fijo</b>	<b>Variable</b>
<b>Material: Tubos LED</b>	\$43.632,00	---
<b>Mano de obra y mantenimiento</b>	\$560,00	---
<b>Coste consumo energía anual</b>	\$26.011,65	
<b>Capacitación</b>	---	---
<b>Imprevistos (5%)</b>	---	\$3.510,18
<b>TOTAL (fijo y variable)</b>		\$73.713,83

Los datos tomados para el cálculo económico son:

Número total de tubos luminarios en aulas de los bloques A, B, C y D: 9.696

Precio de un tubo fluorescente: \$1,00      Precio de un tubo LED: \$4,50

Peso aproximado un t. fluorescente: 0.6 kg      Peso aproximado un t. LED: 0,5 kg

Estimado cambio de tubos fluorescente año:

$$\frac{N(\text{tubos})}{\text{vida útil}} = \frac{9696}{3} = 3232 \quad (9)$$

Estimado cambio de tubos LED año:

$$\frac{N(\text{tubos})}{\text{vida útil}} = \frac{9696}{12} = 808 \quad (10)$$

Precio de mano de obra y mantenimiento: \$560,00

Precio del kW-hora (Empresa Eléctrica Quito S.A.): \$0,06

Precio de recolección por kg (GADERE S.A.): \$2,20

### **Período de recuperación de la inversión**

*Pago con tubos fluorescentes en bloques (A, B, C y D) al año*

$$32W = 0.032 \text{ kW}$$

Consumo energía anual= 0.032 kW x 2484 horas año = 79,488 kW horas año

Coste consumo anual= 79,488 kW horas año x \$0,06 x 9.696= \$46.242,94

Coste de cambio anual = \$1,00 x 3232 = \$3232,00

Coste recolección anual (GADERE S.A.) = \$2,20 x 0.6 kg x 3232 = \$4.266,24

Pagos = (coste consumo anual) + (MO) + (coste de cambio anual) + (recolección)

Pagos anuales = \$46.242,94 + \$560,00 + \$3232,00 + \$4.266,24 = \$54.301,18

*Pago con tubos LED en bloques (A, B, C y D) al año*

$$18W = 0.018 \text{ kW}$$

$$\text{Consumo energía anual} = 0.018 \text{ kW} \times 2484 \text{ horas año} = 44,712 \text{ kW horas año}$$

$$\text{Coste consumo anual} = 44,712 \text{ kW horas año} \times \$0,06 \times 9.696 = \$26.011,65$$

$$\text{Coste de cambio anual} = \$4,50 \times 808 = \$3636,00$$

$$\text{Coste recolección anual (GADERE S.A.)} = \$2,20 \times 0.5 \text{ kg} \times 808 = \$888,80$$

$$\text{Pagos anuales} = \$26.011,65 + \$560,00 + \$3636 + \$888,80 = \$31.096,45$$

Tabla 62.

Retorno de inversión por sustitución de tubos fluorescentes por tubos LED

Períodos anuales	1	2	3	4	5	6	7	8
Pagos con tubo fluorescente	\$54.301,18	\$54.301,18	\$54.301,18	\$54.301,18	\$54.301,18	\$54.301,18	\$54.301,18	\$54.301,18
Pagos con tubo LED	\$73.713,83	\$31.096,45	\$31.096,45	\$31.096,45	\$31.096,45	\$31.096,45	\$31.096,45	\$31.096,45
<b>Flujo de caja anual</b>	-\$19.412,65	\$23.204,73	\$23.204,73	\$23.204,73	\$23.204,73	<b>\$23.204,73</b>	<b>\$23.204,73</b>	<b>\$23.204,73</b>
<b>Flujo de caja acumulado</b>	-\$19.412,65	\$3.792,08	\$26.996,81	\$50.201,54	\$73.406,27	<b>\$96.611,00</b>	<b>\$119.815,73</b>	<b>\$143.020,46</b>

$$\text{Período de Payback} = \left[ \frac{\text{Período último con Flujo Acumulado Negativo}}{\text{Acumulado Negativo}} \right] + \left[ \frac{\text{Valor absoluto del último Flujo acumulado negativo}}{\text{Valor del Flujo de Caja en el siguiente período}} \right] \quad (11)$$

$$\text{Período de Payback} = [1] + \left[ \frac{|-19412.65|}{3792.08} \right] = 6.1 \text{ años}$$

## APÉNDICE D

### SITUACIONES DE EMERGENCIA POR MANEJO DE TUBOS FLUORESCENTES

#### 1. En el caso de la rotura de uno a tres tubos fluorescentes

*Paso 1* – Identificar la zona sobre la que se encuentran esparcidos los pedazos de vidrio.

*Paso 2* – No permitir la circulación a través del área afectada, para evitar la dispersión de la contaminación. Si la extensión no es inmediatamente obvia, se recomienda evitar el tráfico en un radio de 2 metros alrededor del área afectada.

*Paso 3 – Evacuar el área:* Indicar a todas las personas que salgan del área afectada, dando prioridad a las mujeres embarazadas.

*Paso 4 – Reducir al mínimo la propagación de vapores a las áreas interiores:* Cerrar todas las puertas interiores que conducen a otras áreas interiores. Apagar la ventilación central, los sistemas de calefacción o aire acondicionado que circulan el aire desde el sitio del incidente a otras áreas.

*Paso 5 – Reducir las concentraciones de vapor en el área:* Para diluir las concentraciones de vapor en el área afectada, abrir las ventanas y puertas exteriores, verificando que estas no comuniquen con áreas ocupadas por personas, y luego abandonar el área por 15 minutos antes de retornar a realizar la limpieza. Entre tanto, los niveles de vapor de mercurio se reducirán.

*Paso 6 – Retornar al área para realizar la limpieza, debiendo tomar las medidas de seguridad correspondientes:* Utilizar equipamiento y materiales apropiados, tales como empaques para la disposición de los desechos; Se deben considerar las precauciones comunes para la recolección de vidrios rotos; para una máxima protección, utilizar guantes resistentes a cortes, para proteger las manos del vidrio cortante. Se recomienda no portar joyas, relojes, teléfonos móviles ni otros artículos que contengan metal. Mantener a personas y animales alejados del área afectada hasta que la limpieza se haya completado.

*Paso 7 – Recoger con cuidado todos los vidrios rotos y colocarlos en el empaque destinado para estos desechos:* Recoger los pedazos de vidrio más grandes pudiendo utilizar una escoba desechable y papel rígido, cartulina o cartón. A continuación, recolectar los pedazos más pequeños, las partículas más finas y el polvo, mediante el uso de cinta adhesiva.

Colocar la cinta adhesiva en el mismo contenedor de desechos de las lámparas.

Finalmente limpiar el área con un trapo húmedo o toalla de papel humedecida y colocarlos en el mismo contenedor y sellar.

Para la limpieza no debe utilizarse ningún tipo de aspiradora.

*Paso 8 – Eliminar los materiales afectados:* Colocar todos los materiales contaminados utilizados durante la limpieza (trapos, toallas de papel, cinta adhesiva, jabón, cepillo o escoba) dentro del o los empaques destinados para los desechos.

Remover los materiales contaminados: Alfombras, tapicería, cortinas y otros materiales que no puedan limpiarse fácilmente. Para la limpieza de los materiales es posible llevar a la exposición al sol, en un lugar abierto, de modo que se evapore el contenido de mercurio que pueda haberse fijado al material.

Los artículos deben colocarse en el suelo sobre una lámina plástica de color negro, en exposición directa al sol, al menos durante 4 horas.

No se debe proceder directamente al lavado, sin la previa exposición al sol.

*Paso 9 – Etiquetar y sellar todos los empaques que contengan materiales contaminado.*

Colocar una etiqueta, indicando: “PELIGRO Lámpara de descarga rota”.

Se debe dar prioridad al envío de los empaques de lámparas de descarga rotas al servicio de recolección, en el menor tiempo posible. Estos desechos deben mantenerse separados de los desechos ordinarios y otros tipos de desechos.

*Paso 10 – Lavarse las manos y la piel:* Usar abundante agua y jabón para limpiar toda la piel expuesta y enjuagarse bien.

*Paso 11 – Ventilar el área:* Luego de la limpieza, mantener la ventilación abriendo las ventanas y puertas exteriores, verificando que estas no comuniquen con áreas ocupadas por personas.

(INEN, 2012)

## **2. En el caso de la rotura de tubos fluorescentes a mayor volumen:**

*Paso 1 – Determinar la magnitud del incidente:* Inmediatamente determinar el área en la cual se produjo el incidente. Esta determinación debe contemplar la zona sobre la que se encuentran esparcidos los pedazos de vidrio, así como los ambientes hacia los cuales potencialmente se podría extender el vapor de mercurio.

*Paso 2 – Comunicar el accidente a la Unidad de Seguridad Integral: (02) 3989400 Ext. 1022.*

*Paso 3 – Bloquear el tráfico peatonal:* No permitir la circulación a través del área afectada, para evitar la dispersión de la contaminación. Si la extensión no es inmediatamente obvia, bloquear el tráfico en un radio de 2 metros alrededor del área afectada.

*Paso 4 – Evacuar el área:* Indicar a todas las personas que salgan del área afectada dando prioridad a las mujeres embarazadas. Evitar el contacto directo con las personas afectadas, si es necesario, usar ropa de protección química. Buscar ayuda para brindar primeros auxilios a cualquier persona que requiera atención médica inmediata (ver Hoja de Datos de Seguridad – anexo C)

Cuando deba procederse a un rescate, antes de dar inicio se deben tomar las precauciones para garantizar la seguridad del personal que realizará el ingreso (por ejemplo, equipo de protección personal). Alcanzada la víctima, trasladarla al aire fresco. Una vez fuera de la exposición al vapor de mercurio, evitar que la víctima se mueva innecesariamente y proporcionar medidas generales de apoyo, comodidad, calor, descanso. Si se dificulta la respiración de la víctima, el oxígeno puede ser beneficioso si se administra por personal capacitado, de preferencia con asesoramiento médico. Inmediatamente transportar a la víctima al Sistema Integrado de Salud tomando contacto al: (02) 3989400 Ext. 3136, por cuanto la manifestación de síntomas de edema pulmonar puede demorar hasta 48 horas después de la exposición.

*Paso 5 – Reducir al mínimo la propagación de vapores a las áreas interiores:* Cerrar todas las puertas interiores que conducen a otras áreas interiores. Apagar la ventilación central, los sistemas de calefacción o aire acondicionado que circulan el aire desde el sitio del incidente a otras áreas del interior del edificio.

*Paso 6 – Reducir las concentraciones de vapor en el área:* Los límites de exposición al vapor de mercurio (ver Hoja de Datos de Seguridad – anexo C) varían de acuerdo al tiempo de exposición, y toman en cuenta los efectos que se presentan frente a la exposición; dichos límites no deben ser excedidos. Para diluir las concentraciones de vapor en el área afectada, abrir las ventanas y puertas exteriores, verificando que estas no comuniquen con áreas ocupadas por personas. Prevenir el acceso al área poniendo señales y luego abandonar la misma.

En puntos de recepción y en transporte, en caso de rotura de lámparas de descarga, abandonar el área por lo menos durante 15 minutos, procurando con esto, la reducción del nivel de mercurio antes de retomar las actividades de limpieza; al retornar al sitio deben portarse dispositivos de medición de los niveles de vapor de mercurio para determinar si el ambiente se encuentra dentro del límite de exposición permisible (0,025 mg/m<sup>3</sup> TLV-TWA o VLA-ED en 8 horas).

*Paso 7 – Utilizar equipamiento y materiales apropiados:* Antes de volver a entrar al lugar del incidente, usar como mínimo el equipamiento y materiales básicos para la limpieza en caso de la rotura de lámparas de descarga (literal f). El equipamiento y materiales deben ir acompañados de las correspondientes instrucciones paso a paso.

**Nota:**

No portar joyas, relojes, teléfonos móviles ni otros artículos que contengan metal.

*Paso 8 – Eliminar el vidrio quebrado:* Retirar los pedazos más grandes y colocarlos en el contenedor destinado para estos desechos. Recoger los vidrios usando papel rígido, cartulina o cartón y colocarlos en el contenedor dispuesto para ser sellado. A continuación, recolectar los pedazos más pequeños, las partículas más finas y el polvo, mediante el uso de cinta adhesiva. Finalmente, limpiar el área con un trapo húmedo o toalla de papel humedecida y colocarlos en el mismo contenedor y sellar.

*Paso 9 – Buscar y eliminar los pedazos más pequeños de vidrio:* Para los pedazos más pequeños de vidrio, pudiera ser más fácil recogerlas con cinta adhesiva, pero se debe tener cuidado.

Colocar la cinta adhesiva en el mismo contenedor de desechos de las lámparas.

*Paso 10 – Eliminar o descontaminar el material de limpieza:* Colocar todos los materiales contaminados utilizados durante la limpieza (trapos, toallas de papel, cinta adhesiva, jabón, cepillo o escoba) dentro del recipiente destinado para estos desechos.

*Paso 11 – Etiquetar y sellar todos los contenedores con materiales contaminados:* Etiquetar el contenedor de conformidad con lo establecido en la NTE INEN 2266, con la etiqueta de clave NE-40, indicando adicionalmente: “PELIGRO Lámpara de descarga rota”.

*Paso 12 – Ventilar el área.* Luego de la limpieza, mantener la ventilación abriendo las ventanas y puertas exteriores, verificando que estas no comuniquen con áreas ocupadas por personas, hasta que la concentración de vapor de mercurio se encuentre dentro de los límites de exposición permitidos.

*Paso 13 – Retirarse el EPP* empezando con los cobertores de zapatos que deben colocarse en otra bolsa con cierre hermético. Luego quitarse los guantes agarrando un guante con el otro, desprendiendo el primero, deslizando los dedos bajo el guante que permanece en la muñeca, desprendiendo el segundo guante y descartándolos. Voltear completamente los overoles utilizados. Finalmente, retirarse la máscara o respirador sin tocar el frente.

Deshacerse de los guantes, cobertores de zapatos y overol en una bolsa plástica, que debe almacenarse junto con los desechos de mercurio.

La ropa que haya sido expuesta al ambiente contaminado con mercurio debe ser desechada en caso de que su concentración exceda los límites establecidos, en cuyo caso no debe procederse al lavado, en razón de que las fracciones de mercurio contenidas en la ropa pueden contaminar las aguas residuales.

Descontaminar los respiradores o máscara facial usando la solución descontaminante para mercurio.

*Paso 14 – Lavarse los ojos, las manos y la piel.* Después de cualquier exposición, las personas que han sido expuestas deben proceder a su limpieza. Lavar inmediatamente los ojos con agua tibia, que fluya suavemente durante al menos 5 minutos, mientras sostiene los párpados abiertos. Usar abundante agua y jabón no abrasivo para limpiar toda la piel expuesta y enjuagarse bien, durante al menos 5 minutos.

*Paso 15* – Después de cualquier exposición se debe buscar consejo médico. Las personas que han sido expuestas y las que laboren en áreas de riesgo, deben realizarse pruebas post-ocupacionales anuales en el Sistema Integrado de Salud.

*Paso 16* – Inmediato al incidente, la Unidad de Seguridad Integrada debe desarrollar el Informe de situación de emergencia / accidente del incidente respectivo.

(INEN, 2012)

## BIBLIOGRAFÍA

- Agasisti, T., & Pérez, C. (2010). Comparing efficiency in a cross-country perspective: the case of Italian and Spanish State Universities. En A. Vázquez, & Z. Hernández, *Modelando el proceso productivo en la educación superior. El caso de las universidades españolas* (pág. 90).
- Basel and Stockholm Convention Centres. (30 de Septiembre al 2 de Octubre de 2014). Taller Gestión de Residuos y Residuos Peligrosos. San José, Costa Rica.
- Bhavnani, R. (2009). Scarcity, Abundance, and Conflict: A Complex New World. *The Whitehead Journal of Diplomacy and International Relations*, 65-76.
- Chang, L. (26 de Julio de 2012). *Recycling LEDs Becomes a Pressing Issue*. Recuperado el 11 de Febrero de 2018, de LEDinside Web site: [https://www.ledinside.com/knowledge/2012/7/what\\_is\\_led](https://www.ledinside.com/knowledge/2012/7/what_is_led)
- Convención de Basilea. (2000). *Guía metodológica para la realización de inventarios nacionales de desechos peligrosos en el marco de la Convención de Basilea*. Recuperado el 31 de Enero de 2018, de Basel Web site: <http://archive.basel.int/pub/guiameth.pdf>
- Convenio de Basilea. (22 de Marzo de 1989). Control de los Movimientos Transfronterizos de Residuos Peligrosos y su Eliminación. Basilea, Suiza.
- Convenio de Estocolmo. (22 de Mayo de 2001). Contaminantes Orgánicos Persistentes. Estocolmo, Suecia.
- Convenio de Rotterdam. (10 de Septiembre de 1998). Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional. Rotterdam, Holanda.
- Crespo, M., & Ferrer, A. (2005). *Guía de control y gestión de residuos peligrosos, Manual práctico para la intervención*. (ISTAS, Ed.) Madrid, España: Paralelo Edición.
- Fernandez, M., & Lala, H. (2017). *Registro Generador de Desechos Peligrosos y/o Especiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE. Sangolquí*.
- INEN. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266:2013. *Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos. Requisitos*.(1). Quito, Ecuador.
- INEN. (2014). Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2841:2014. *Gestión Ambiental. Estandarización de Colores para Recipientes de Depósito y Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos. Requisitos*. Quito, Ecuador.

- INSHT. (2009). Notas Técnicas de Prevención 833. Madrid, España.
- INSHT. (Febrero de 2017). Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. 2017. Madrid, España.
- IPCS, CE. (2006). *Fichas Internacionales de Seguridad Química*. Recuperado el 31 de Enero de 2018, de INSHT Web site: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/0a100/nspn0024.pdf>
- IPCS, CE. (2013). Fichas Internacionales de Seguridad Química. *Mercurio*. Madrid, España.
- Llumor. (9 de Marzo de 2017). *EQUIVALENCIA LUMEN A VATIOS TUBOS FLUORESCENTES*. Recuperado el 31 de Enero de 2018, de Llumor Web site: <http://www.llumor.es/info-led/equivalencia-lumen-a-vatios-tubos-fluorescentes>
- MAE. (2008). Acuerdo Ministerial No. 026. *Registro de Generadores de Desechos Peligrosos*. Quito, Ecuador.
- MAE. (2012). Acuerdo Ministerial No. 142. *Listado de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales*. Quito.
- MAE. (2012). Acuerdo Ministerial No. 190. *Política Nacional de Post consumo de Equipos Eléctricos y Electrónicos en Desuso*. Quito, Ecuador.
- MAE. (2013). *Proyecto SAICM*. Recuperado el 28 de Enero de 2018, de Ministerio del Ambiente Web site: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART5.pdf>
- MAE. (2014). Acuerdo Interministerial No. 5186. *Reglamento Interministerial para la Gestión Integral de Desechos Sanitarios*. Quito, Ecuador.
- MAE. (2015). Acuerdo Ministerial No. 061. *Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria*. Quito, Ecuador.
- MAE. (2015). *Acuerdo No. 061*. Quito: Corporación de Estudios y Publicaciones.
- Martínez, J. (Septiembre de 2005). *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos - Fundamentos*. Montevideo, Uruguay.
- Méndez, M. (21 de Agosto de 2014). *Un compuesto químico prohibido sigue destruyendo la capa de ozono*. Recuperado el 11 de Enero de 2018, de Gizmodo Media Group: <https://es.gizmodo.com/un-componente-quimico-prohibido-sigue-destruyendo-la-ca-1624897655>

- Naciones Unidas. (2015). Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas. *Reglamentación modelo, I(19)*.
- ONU. (2011). Anexo 3. *Codificación de las Indicaciones de Peligro, Codificación y Uso de los Consejos de Prudencia y Ejemplos de Pictogramas de Precaución*.
- ONU. (2015). Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas - Reglamentación Modelo. *I(19)*. New York y Ginebra.
- ONU. (2017). *Día Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono, 16 de septiembre*. Recuperado el 11 de Enero de 2018, de Naciones Unidas Web site: <http://www.un.org/es/events/ozoneday/background.shtml>
- SCB. (Octubre de 2011). Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en mercurio elemental y desechos que contienen mercurio o están contaminados por este. Cartagena, Colombia.
- SEMARNAT. (2009). *Guía para el cumplimiento de obligaciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento*. Recuperado el 14 de Febrero de 2018, de Biblioteca SEMARNAT Web site: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/CD002173.pdf>
- TEISA. (30 de Abril de 2014). *Fabricación y producción de LEDS*. Recuperado el 31 de Enero de 2018, de TEI S.L. Web site: <https://www.tecnicasei.com/fabricacion-y-produccion-de-leds/>
- UFA - ESPE. (s.f.). *Campus Matriz*. Obtenido de La ESPE: <http://www.espe.edu.ec/?q=la-espe/campus-martriz>
- Universia Ecuador. (4 de Febrero de 2014). *La Espol entre las 100 universidades más sostenibles del mundo*. Recuperado el 10 de Octubre de 2017, de Universia Ecuador Noticias: <http://noticias.universia.com.ec/en-portada/noticia/2014/02/04/1079832/espole-100-universidades-mas-sostenibles-mundo.html>