



**UNIVERSIDAD DE CUENCA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“DESARROLLO DE UN PLAN DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS  
PELIGROSOS PARA LA UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE”**

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO AMBIENTAL

**AUTORAS:**

MICAELA TELLO GALLEGOS  
SANDRA ELIZABETH ZARI NASQUI

**DIRECTOR:**

ING. MILTON FRANCISCO BARRAGÁN LANDY Mgt.

**COORDINADOR:**

ING. ROLANDO TORRES MOLINA Mgt.

CUENCA – ECUADOR

2016



## RESUMEN

La Unidad de Negocio Hidropaute actualmente es la más grande hidroeléctrica en funcionamiento del país, con la mayor cantidad de unidades generadoras de electricidad trabajando en las Centrales Mazar y Molino. Toda actividad industrial tiene un impacto inevitable en el medio ambiente; las unidades de generación necesitan mantenimiento continuo para asegurar su correcto funcionamiento, además actividades de servicios generales y atención médica son requeridas como procesos de soporte dentro de las centrales. Como resultado se generan desechos peligrosos tales como aceites desgastados (17.740 kg), aceite dieléctrico contaminado con compuestos bifenilpoliclorados (PCB's) (1.137 kg), material adsorbente contaminado (1.967 kg), luminaria (650 kg) y desechos biopeligrosos (150 kg) que afectan al medio ambiente y a la salud de las personas. Por esto, se hace necesario contar con un Plan de Minimización de Desechos Peligrosos, para evitar estos riesgos y cumplir con la normativa ambiental. Se diseñaron alternativas de reducción en base a un diagnóstico de la situación actual de la gestión de desechos; a través de encuestas, entrevistas, análisis de datos de diferentes fuentes de la empresa, y la observación de la composición de estos residuos. Con la información recopilada se inventariaron y jerarquizaron los desechos peligrosos para analizar de forma técnica, económica y ambiental las opciones que garanticen su reducción. Dichas opciones están encaminadas a reducir en un 7% la producción de desechos peligrosos anuales, e incluyen capacitaciones al personal, sustitución de productos y mejoras tecnológicas. Finalmente, para monitorear la implementación del programa se diseñó un tablero de control de indicadores.

**Palabras clave:** Hidropaute, generación, desechos peligrosos, minimización, diagnóstico, gestión



## ABSTRACT

Hidropaute is currently biggest Hydroelectric Power Plant operating in Ecuador, with the highest number of electricity generating units working in Mazar and Molino. All industrial activities have an inevitably impact on the environment, the generation units need an ongoing maintenance to ensure their correct operation, also general services activities and medical attention are required as a support inside the plants. There are some dangerous waste generated like used oils (17.740 kg), dielectric oil polluted with PCB (1.137 kg), adsorbent material contaminated (1.967 kg), luminaires (650 kg), and biohazardous waste (150 kg) that could affect the environment or people's health. For this reason, the main goal would be to have a Hazardous Waste Minimization Plan to avoid these risks and achieved the environmental laws. The reduction alternatives were design based on diagnosis of current situation in waste management, through interview and surveying activities, analysis of data from different sources of company and direct observation of waste's composition. In base of collected information, the hazardous waste was inventory and priority. In addition, we made a technical, economic and environmental analyze the options that ensure reduction of pollution. These alternatives are been made to reduce in 7% the production of hazardous waste each year and include staff trainings, replacement products and technological enhancement. Finally, with the goal to enforce and monitoring the program, we designed an indicator control board.

**Key words:** Hidropaute, generation, hazardous waste, minimization, diagnosis, waste management



## DESARROLLO DE UN PLAN DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS PARA LA UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE

### ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>Capítulo 1 Introducción .....</b>	<b>15</b>
1.1 Antecedentes .....	15
1.2 Identificación del problema .....	17
1.3 Justificación .....	18
1.4 Objetivos .....	19
1.5 Metodología .....	19
1.6 Alcance .....	20
<b>Capítulo 2 Descripción de la Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP .....</b>	
<b>21</b>	
2.1 Breve reseña histórica de la Unidad de Negocio Hidropaute .....	23
2.2 Generalidades .....	24
2.2.1 Visión y Misión .....	24
2.2.2 Caracterización del medio físico .....	24
2.2.2.1 Ubicación geográfica .....	24
2.2.2.2 Climatología .....	25
2.2.2.3 Red vial .....	26
2.3 Descripción de las instalaciones .....	26
2.4 Estructura orgánica .....	34
2.5 Mapa de procesos .....	36
2.5.1 Procesos Generadores de desechos peligrosos .....	38



2.5.2	Productos y servicios.....	42
<b>Capítulo 3 Marco referencial .....</b>		<b>42</b>
3.1	Marco teórico .....	42
3.2	Estado del Arte .....	54
3.3	Marco Legal .....	57
<b>Capítulo 4 Marco metodológico.....</b>		<b>59</b>
4.1	Nivel de investigación .....	59
4.2	Diseño de investigación .....	59
4.3	Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	60
4.4	Técnicas de procesamiento y análisis de información .....	60
4.4.1	Diagnóstico de la situación actual del manejo de desechos peligrosos 60	
4.4.2	Inventario de Desechos Peligrosos .....	90
4.4.3	Jerarquización de desechos.....	93
<b>Capítulo 5 Plan de Minimización de Desechos Peligrosos .....</b>		<b>97</b>
5.1	Identificación de opciones de prevención y minimización .....	97
5.2	Análisis económico .....	118
5.3	Indicadores de Control y Seguimiento: El Tablero de Control presentado a continuación representa una herramienta de monitoreo de las alternativas planteadas. ....	125
<b>Capítulo 6 Conclusiones y Recomendaciones.....</b>		<b>127</b>
<b>Bibliografía .....</b>		<b>132</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>137</b>



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura de CELEC EP .....	22
Figura 2 Mapa del Complejo Hidroeléctrico Paute Integral .....	25
Figura 3 Presa Mazar.....	28
Figura 4 Presa Daniel Palacios .....	28
Figura 5 Proceso Productivo de la Generación de Energía Eléctrica.....	31
Figura 6 Central Mazar .....	32
Figura 7 Central Molino.....	33
Figura 8 Campamento Arenales .....	34
Figura 9 Campamento Guarumales .....	34
Figura 10 Estructura Orgánica Funcional de Hidropaute .....	35
Figura 11 Mapa de procesos.....	37
Figura 12 Proceso de Mantenimiento .....	39
Figura 13 Proceso de Gestión de Servicios Generales.....	40
Figura 14 Proceso de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.....	41
Figura 15 Pirámide jerárquica de gestión de residuos .....	48
Figura 16 Ficha temática de Alternativas de Minimización .....	51
Figura 17 Cantidad de desechos peligrosos generados en empresas públicas en el Ecuador, Año 2012 .....	56
Figura 18 Mantenimiento mecánico, eléctrico y electrónico .....	62
Figura 19 Turbina Hidráulica Pelton Central Molino.....	63
Figura 20 Generador Central Molino.....	64
Figura 21 Reemplazo de transformador, Unidad 4 .....	65
Figura 22 Aceite dieléctrico residual .....	65
Figura 23 Sistema de Agua de Enfriamiento Central Molino.....	66
Figura 24 Actividades de Mantenimiento Preventivo .....	68
Figura 25 Actividades de Servicios Generales.....	70
Figura 26 Proceso de Consulta Médica General.....	72
Figura 27 Balance de Materiales AÑO 2014 – Mantenimiento.....	74
Figura 28 Balance de Materiales AÑO 2014 - Hospital.....	75



Figura 29 Purificadora de Aceite Hidráulico .....	78
Figura 30 Consumo de productos peligrosos vs. generación de desechos AÑO 2014 .....	82
Figura 31 Punto de recolección - Casa de Máquinas Mazar.....	85
Figura 32 Relleno Sanitario Campamento Guarumales.....	85
Figura 33 Diagrama de flujo de Almacenamiento .....	86
Figura 34 Bodega de Almacenamiento Temporal de Desechos Peligrosos .....	87
Figura 35 Almacenamiento de Aceites.....	89
Figura 36 Pesos específicos asignados a criterios de valoración .....	94
Figura 37 Resultados de la Jerarquización .....	96



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Climatología Hidropaute -----	25
Tabla 2 Centrales del Complejo Hidroeléctrico Paute Integral -----	26
Tabla 3 Niveles de Casa de Máquinas -----	29
Tabla 4 Modelo 5W2H -----	53
Tabla 5 Clasificación de los Desechos Peligrosos generados en Hidropaute -----	76
Tabla 6 Registro de Desechos Peligrosos Central Mazar -----	78
Tabla 7 Registro de Desechos Peligrosos Central Molino -----	79
Tabla 8 Porcentaje de Generación Desechos Peligrosos -----	79
Tabla 9 Entradas vs. Salidas – AÑO 2014 (Parte 1)-----	80
Tabla 10 Inventario de Desechos Peligrosos generados en Hidropaute (año 2014) -----	92
Tabla 11 Resultados de encuesta de valoración a criterios -----	93
Tabla 12 Matriz de Jerarquización -----	95
Tabla 13 Matriz de Alternativas de Minimización de Desechos Peligrosos para Hidropaute – Parte 1 -----	98
Tabla 14 Matriz 5w2H Parte 1 -----	113
Tabla 15 Tabla comparativa para reemplazo de luminaria-----	119
Tabla 16 Tabla comparativa para implementación de deshumidificadores-----	120
Tabla 17 Tabla comparativa para reemplazo de productos-----	120
Tabla 18 Presupuesto para implementación del Plan de Minimización de Desechos Peligrosos para Hidropaute-----	121
Tabla 19 Ahorros previstos -----	122
Tabla 20 Costos por gestión de Desechos Peligrosos- Año 2014 -----	123
Tabla 21 Viabilidad Económica-----	124
Tabla 22 Tablero de Control de Indicadores de monitoreo – Parte 1 -----	125



### CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Micaela Tello Gallegos, autora de la tesis "DESARROLLO DE UN PLAN DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS PARA LA UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Ambiental. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 29 de enero de 2016

Micaela Tello Gallegos

C.I: 0106563299



### CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Sandra Elizabeth Zari Nasqui, autora de la tesis "DESARROLLO DE UN PLAN DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS PARA LA UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Ambiental. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 29 de enero de 2016

---

Sandra Elizabeth Zari Nasqui

C.I: 0105223796



### CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, Micaela Tello Gallegos, autora de la tesis "DISEÑO DE UN PLAN DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS PARA LA UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 29 de enero de 2016

---

Micaela Tello Gallegos

C.I: 0106563299



### CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, Sandra Elizabeth Zari Nasqui, autora de la tesis "DISEÑO DE UN PLAN DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS PARA LA UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 29 de enero de 2016

---

Sandra Elizabeth Zari Nasqui

C.I: 0105223796



## DEDICATORIA

Matías,

Mi pequeño maestro, esto es por ti y para ti. Eres mi motor y la fortaleza de mis alas. Gracias por tu paciencia, tu preocupación y tu amor incondicional. Bendigo, amo y agradezco tu presencia en mi vida. Esto solo está empezando, vamos por más.

Riky y Mamu,

Mi orgullo, mi ejemplo y mi soporte constante. Gracias por hacer de mi todo lo que soy. Esto es por ustedes.

Mica



## DEDICATORIA

A Gabriel, a pesar de su ausencia física, su presencia espiritual me inspiró y me dio confianza para continuar en busca de mis sueños.

A mi padre y a mi madre, porque ellos han sido el fundamento de mi vida, por traerme hasta aquí y ayudarme a cumplir todo lo que me he propuesto.

A mi hermano Fernando, porque el ejemplo se lo da, haciéndolo.

Sandra



## AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque sus planes son perfectos.

A nuestros padres, por su compañía y apoyo durante este trayecto, por sacrificar momentos familiares, por su confianza y su amor incondicional.

A nuestro director, Ing. Milton Barragan, quien con su guía, tiempo y paciencia supo dirigir el presente trabajo.

A nuestros profesores, Ingenieros Fernando García, Juan Fernando Cisneros, Alex Avilés y a la Ingeniera Paulina Espinoza, por su tiempo y sus valiosas sugerencias.

A la Unidad de Negocio Hidropaute, por brindarnos todas las facilidades para el desarrollo de este trabajo.

A nuestro coordinador, Ing. Rolando Torres por confiarnos la realización de este trabajo.

Al área de Ingeniería de Mantenimiento de Hidropaute; especialmente a los Ingenieros Patricio Oyervide, Boris Galán, Fabricio Gallardo, Joffre Chalco y Juan Abad, por haber compartido sus conocimientos y su tiempo.

Al área de Inventarios y Bodegas de la Central Molino; en especial al Ingeniero César Neira, por brindarnos su tiempo, paciencia y colaboración con información fundamental para el desarrollo de esta tesis,

A los Ingenieros Lauro Rojas, Santiago Vélez y Stalin Narváez, por su apoyo y disposición durante nuestra estadía en Guarumales

Al personal de casa de máquinas de la Central Molino, en especial al Sr. Walter Chuqui y al Sr. Dany Cabeza, por brindarnos valiosa información muy necesaria para nuestro estudio.

Con afecto,  
Micaela y Sandra



## Capítulo 1 Introducción

### 1.1 Antecedentes

La energía es la capacidad de realizar un trabajo o generar movimiento para lograr la transformación o producción de algo, es decir, el motor de la civilización industrial. Al inicio, los seres humanos usaban la energía que podían obtener de la naturaleza, los animales, el viento, el agua, el fuego; sin embargo la potencia que obtenían de estos recursos no satisfacía su demanda, por lo que vieron la necesidad de buscar nuevas fuentes de energía. Llegando así a descubrir y explotar combustibles fósiles como el carbón, el petróleo en el siglo XIX y durante las últimas décadas el gas natural. Con el aprovechamiento de esta energía fósil, el crecimiento de las economías industriales se vio totalmente favorecido y desde entonces el desarrollo exitoso del hombre en el campo tecnológico, científico y económico no ha parado. (GALARZA, 2012)

Sin embargo, este modelo de desarrollo ha traído consigo problemas ambientales que día a día se ven agravados, entre los que se destacan: el aumento de la temperatura de la Tierra, emisiones desmedidas de dióxido de carbono, extinción de especies, entre otros; situaciones que han despertado la preocupación de científicos, gobernantes y la ciudadanía en general sobre la importancia de tomar acciones enfocadas a mitigar el deterioro del planeta.

En la actualidad la población mundial ha crecido de forma exponencial, alcanzando cifras que exceden la capacidad de producción de recursos para la subsistencia de más de siete mil millones de habitantes y la tendencia de crecimiento muestra que continuará aumentando esta cifra en pocos años. Es importante resaltar este aspecto, ya que el aumento de la población está estrechamente relacionada con el desarrollo industrial debido a que este se sustenta en el uso de recursos naturales, y con la producción de grandes cantidades de desechos de distinta índole.

En una sociedad; la forma de producción, consumo, y las leyes que la gobiernan, reflejan el volumen y composición de los desechos que se generan, por lo que la



gestión de estos debe adecuarse a los cambios y reformas que se dan en dichos procesos. Los desechos peligrosos son el resultado de la fase final del ciclo de vida de materiales peligrosos, al descartar o desperdiciar productos de consumo o insumos de procesos productivos que contienen sustancias peligrosas, o bien son parte de procedimientos médicos donde los materiales de tratamiento han estado en contacto con fluidos corporales o partes de seres vivos. Lo que evidencia que este tipo de desechos están presentes en prácticamente todas las actividades humanas, claro que el sector industrial y de servicios los generan en mayor cantidad. (SEMARNAT, 2015).

Actualmente, la línea política ecuatoriana se encuentra enmarcada en el Desarrollo Sustentable, ya que ha sido uno de los países pioneros en reconocer los Derechos de la Naturaleza en la Constitución del año 2008 y además nuestro país es signatario de diversos convenios internacionales tales como: el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, el Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional, el convenio de Minamata sobre Mercurio, el Enfoque Estratégico para la Gestión de Sustancias Químicas a Nivel Internacional (SAICM), y el Convenio de Basilea que tiene como objetivo fundamental el reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos, con la adopción de metodologías de producción limpia y la disposición final de los desechos de forma ambientalmente adecuada. Por tanto, las iniciativas y la legislación ambiental aplicable para los diferentes sectores industriales de producción y de servicios propende el cumplimiento de estos lineamientos de gestión de desechos peligrosos en el país. Ecuador en la actualidad solventa su demanda de energía eléctrica con tres tipos de fuentes; termoeléctrica, hidroeléctrica y eólica. Contamos con un elevado potencial hídrico, por lo que la Unidad de Negocio Hidropaute a través del Complejo Hidroeléctrico Paute Integral, ubicado entre las provincias de Cañar, Azuay y Morona Santiago, aprovecha el caudal en cascada de la cuenca del Río Paute para la generación de electricidad, aportando al Sistema Nacional



Interconectado con alrededor del 35% del servicio eléctrico para el país; con una capacidad de generación de 1.270 MW. (CELEC, 2013)

Adicionalmente la Política de Gestión Integral de la Unidad de Negocio Hidropaute declara que se compromete a generar electricidad de manera eficaz y eficiente, con las disposiciones legales, en un marco de una cultura de mejoramiento continuo de su gestión integral. Contribuyendo a la calidad de vida de sus colaboradores, sus familias y las comunidades donde se realizan sus actividades. Manteniendo un Sistema de Gestión Ambiental empresarial que garantiza el desempeño ambiental desarrollando programas e instrumentos técnicos que permitan dimensionar la problemática de contaminación ambiental (estudios, monitoreo, inventarios, inspecciones, etc.). (CELEC, 2013)

Debido al tiempo de funcionamiento y el consecuente mantenimiento de la maquinaria y equipos existentes en las centrales; Hidropaute ha pasado a ser generador de desechos peligrosos, por lo que la entidad se ha visto en la necesidad de tomar acciones sobre este hecho.

## 1.2 Identificación del problema

Las Centrales Hidroeléctricas que conforman Hidropaute constan de una presa encargada de contener el agua del río, la Casa de Máquinas donde están instaladas las unidades de generación y los centros de control; además del campamento donde se encuentran viviendas destinadas a su personal laboral, oficinas administrativas, comedor, centro de recreación y Centro Médico Tipo A.

Las operaciones de generación eléctrica tanto en su proceso productivo como en sus actividades de mantenimiento, el cuidado, reparación de las instalaciones y servicios del campamento, demandan el uso de productos químicos; esto sumado a los procedimientos que se realizan en el Centro Médico, significan la producción de desechos peligrosos que por su cantidad y características han situado a la empresa como parte del Registro de Generadores de Desechos Peligrosos del Ecuador.



Estos desechos provienen del uso de pinturas, solventes, ácidos, medicinas, etc. tanto en viviendas, talleres, casa de máquinas, presa, draga, oficinas o cualquier área de trabajo; que, en cualquier estado físico, representen un peligro para la salud humana o el ambiente por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas o irritantes. (GUZMÁN, 2013).

La gestión de estos desechos implica un costo elevado en su manejo y disposición final; por lo que es necesario establecer acciones encaminadas a reducir éstos; alternativas que pueden contemplar desde cambios tecnológicos, administrativos, de materiales, hasta sencillas modificaciones en los hábitos de trabajo.

### 1.3 Justificación

La gestión de desechos peligrosos y especiales en el Ecuador se ha vuelto un tema relevante en el desarrollo de las actividades industriales; debido a que es imprescindible evitar impactos negativos a la salud y al medio ambiente, se ha creado el Sistema de Gestión de Desechos Peligrosos y Especiales a cuyas pautas las industrias se acogen. La Unidad de Negocio Hidropaute en su compromiso de generar energía de manera eficaz y eficiente, mantiene un Sistema de Gestión Ambiental empresarial que garantiza el desempeño ambiental desarrollando programas e instrumentos técnicos que permitan dimensionar la problemática de contaminación ambiental inherente a las actividades de generación hidroeléctrica; entre estas el mantenimiento de las Centrales de Generación y sus procesos de soporte.

Actualmente, la gestión de desechos peligrosos en la empresa se desarrolla de una forma adecuada en sus fases de segregación, recolección y almacenamiento temporal; sin embargo la ausencia de opciones de disminución en su generación no ha sido aún analizada, por lo que la propuesta es buscar alternativas técnicamente factibles, ambientalmente amigables, económicamente viables y socialmente tolerables, en base al análisis de los productos utilizados a lo largo del



proceso de generación hidroeléctrica contribuyendo a la disminución de estos, en la medida de las posibilidades de la empresa.

La importancia de este tema radica en el cumplimiento a los requisitos contemplados en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

#### 1.4 Objetivos

##### **Objetivo general**

Desarrollar un Plan de Minimización de Desechos Peligrosos para la Unidad de Negocios Hidropaute.

##### **Objetivos específicos**

- Identificar los procesos generadores de desechos peligrosos inherentes de la producción de energía eléctrica y sus actividades auxiliares.
- Cuantificar los desechos peligrosos generados en los diferentes procesos.
- Realizar un inventario y jerarquizar los desechos peligrosos generados.
- Elaborar el Plan de alternativas para la Minimización de Desechos Peligrosos y sus respectivos indicadores de seguimiento.

#### 1.5 Metodología

En la metodología del presente trabajo se realizaron las siguientes actividades:

Identificación de los procesos generadores de desechos peligrosos:

- Recopilación de bibliografía para consulta.
- Análisis de la información proporcionada por funcionarios de Hidropaute.
- Visitas a las centrales Mazar y Molino.

Cuantificación de desechos peligrosos:

- Obtención de cantidades de productos despachados desde Bodega y homologación de unidades.
- Visitas al relleno sanitario del campamento Guarumales.



- Establecimiento de la relación entre la cantidad de productos peligrosos despachados desde bodega y la cantidad de desechos generados.

Desarrollo de inventario y jerarquización de los desechos peligrosos:

- Enlistar los desechos identificados en base a distintas características.
- Jerarquizar estos desechos en base a encuestas.

Elaboración del plan de medidas e indicadores de seguimiento para la Minimización de Desechos Peligrosos:

- Seleccionar alternativas de minimización en base a aspectos identificados.
- Proponer un programa de implementación.
- Establecer indicadores de seguimiento y control.

#### 1.6 Alcance

El diagnóstico y el análisis de los procesos generadores de desechos peligrosos se realizaron en las Centrales Mazar y Molino de la Unidad de Negocio Hidropaute, ubicados aproximadamente a 120 y 140 Km respectivamente, de la ciudad de Cuenca.

Las áreas de estudio son: Casa de Máquinas de las mencionadas centrales, los campamentos Arenales y Guarumales, y sus respectivos Centros Médicos.

Los desechos peligrosos declarados que genera la empresa son:

- Aceites minerales usados o gastados.
- Aceites dieléctricos usados u otros aceites minerales que contengan bifenilopoliclorados (PCB) mayor o igual a 50 ppm o mg/l.
- Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes.
- Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención médica presentados en centros médicos de empresas.
- Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio.



## **Capítulo 2 Descripción de la Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP**

La Corporación Eléctrica del Ecuador, CELEC EP, se encarga de la generación y transmisión de la energía eléctrica al país, cumpliendo el artículo 314 de la Constitución de la República del Ecuador, que establece “que el Estado es responsable de la provisión de servicio eléctrico y éste debe responder a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad”. En la *Figura 1* se muestra la fusión de las 13 Unidades de Negocio que constituyen CELEC:

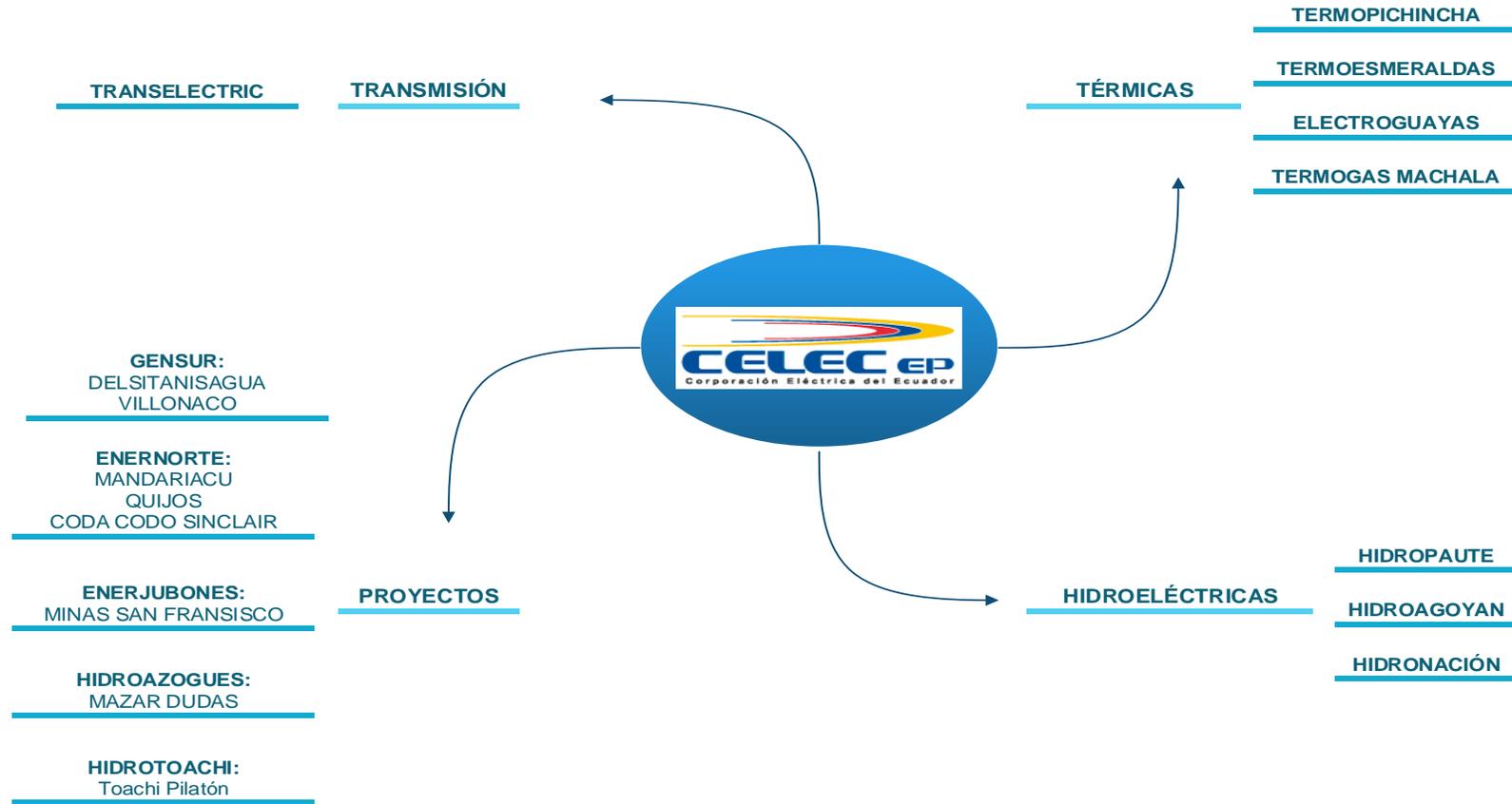


Figura 1 Estructura de CELEC EP

Fuente: (CELEC, 2013)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



La Unidad de Negocio Hidropaute administra el Complejo Hidroeléctrico Paute Integral, con las centrales Mazar, Molino, Sopladora y Cardenillo, que, en conjunto, aportarán al Sistema Nacional Interconectado con un total 2.353 MW para convertirse en el complejo hidroeléctrico más grande del Ecuador. (CELEC, 2013) Los aprovechamientos hidroeléctricos Mazar y Molino se encuentran en operación, Sopladora está en proceso de construcción y Cardenillo cuenta con los diseños y estudios definitivos para su incorporación.

### 2.1 Breve reseña histórica de la Unidad de Negocio Hidropaute

La Unidad de Negocio Hidropaute posee independencia administrativa y financiera luego de la desaparición del Instituto Nacional Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) en el año 1999, año en el que deja de trabajar como Sociedad Anónima y gracias a que se fusionan empresas de generación y transmisión para constituir la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP.

La historia inicia en 1961 cuando Daniel Palacios Izquierdo presenta un informe sobre sus estudios acerca del desnivel del río Paute, esto da como resultado, varias décadas después, la firma de los contratos para la construcción de la fase AB del proyecto Paute Molino que entra en operación ocho años después con 500MW, al mismo tiempo que se aprueban los estudios de factibilidad y diseños definitivos del Proyecto Paute Mazar. En la década de los 80's se cierran las compuertas para el llenado del embalse Amaluza y se inicia la construcción de la fase C de la Central Paute Molino, que entra en funcionamiento con 575 MW en 1991. A principios del año 2005 se inicia la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Paute Mazar que cinco años más tarde, el Presidente de la República, Eco. Rafael Correa Delgado inaugura oficialmente. Durante el mismo año se realiza el proceso precontractual para la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Paute Sopladora y se firma el contrato para los Estudios Definitivos del Proyecto Hidroeléctrico Paute Cardenillo. En el año 2011 se inicia la construcción del Proyecto Sopladora y se proyecta que a mediados del año 2016, entre en funcionamiento.



## 2.2 Generalidades

### 2.2.1 Visión y Misión

#### *Visión*

Ser la Empresa Pública líder que garantiza la soberanía eléctrica e impulsa el desarrollo del Ecuador.

#### *Misión*

Hidropaute es la mayor generadora de CELEC EP que busca generar bienestar y desarrollo nacional contribuyendo con la ejecución de proyectos y la provisión de energía eléctrica a través de fuentes renovables, con responsabilidad social y ambiental.

### 2.2.2 Caracterización del medio físico

#### 2.2.2.1 Ubicación geográfica

El Complejo Hidroeléctrico Paute Integral (*figura 2*) está ubicado a 125 km. de la ciudad de Cuenca, en las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago. Se beneficia de las aguas del caudal de río Paute que producen un desnivel de 1.000m en un recorrido de 13 km y precipitan en el sector de la Cola de San Pablo. (VALLADAREZ, 2010)

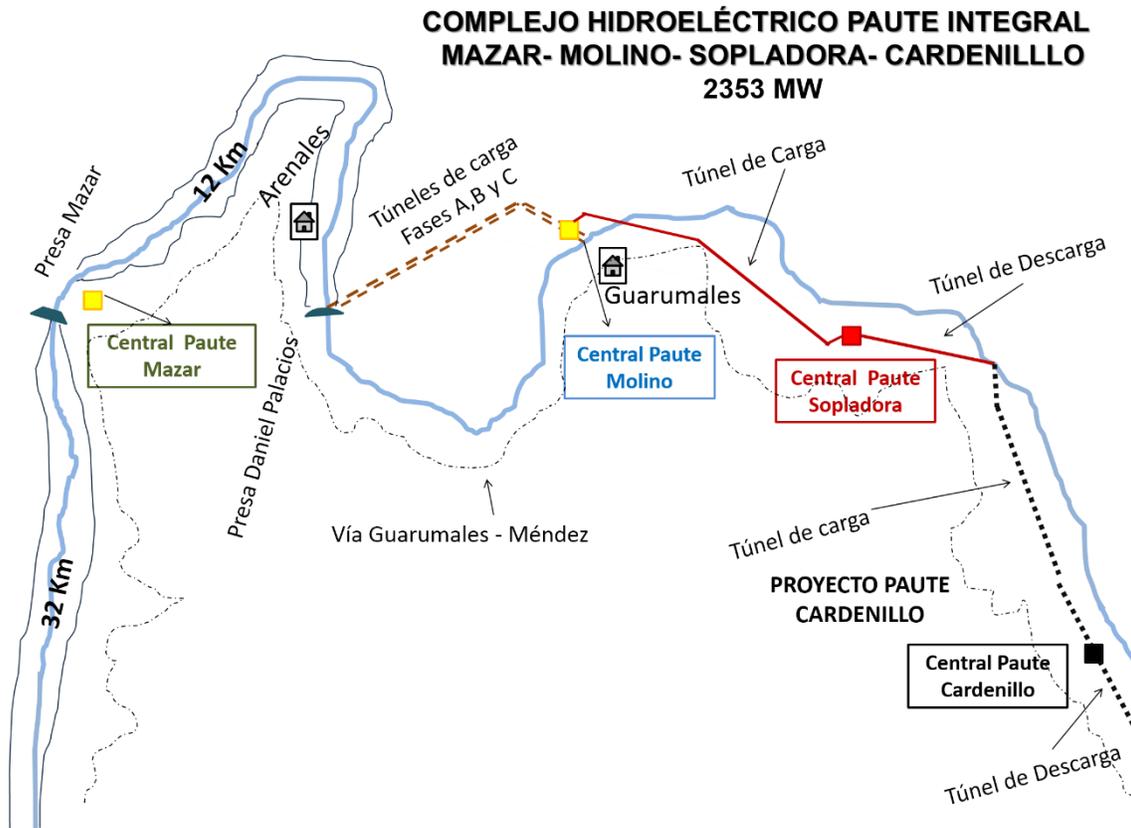


Figura 2 Mapa del Complejo Hidroeléctrico Paute Integral

Fuente: (CELEC, 2013)

### 2.2.2.2 Climatología

La zona donde se ubica la Central Mazar corresponde al régimen sierra, mientras que en la Central Molino se presenta un clima húmedo y corresponde al régimen amazónico. La *tabla 1* describe las características climatológicas de las Centrales.

Tabla 1 Climatología Hidropaute

ELEMENTO	MAZAR	MOLINO
Clima	Ecuatorial de Alta Montaña	Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo
Temperatura	8-10 °C	14-16 °C
Precipitación Promedio Anual	2000-2500 mm	3000-4000 mm
Humedad	77-88%	98-100%

Fuente: (PREFECTURA DEL AZUAY, 2013)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



### 2.2.2.3 Red vial

El ingreso a la Central Mazar se puede dar por tres rutas:

- Cuenca - Paute - Sevilla de Oro - Mazar, vía asfaltada con una longitud aproximada de 105 km.
- Cuenca - Paute - Guarainag - Shoray - Mazar, vía con calzada de asfalto y una longitud aproximada de 113 km.
- Cuenca - Azogues - Taday - Shoray - Mazar, vía con capa de rodadura de asfalto con una distancia aproximada de 123 km.

Siguiendo por la vía Cuenca - Guarumales - Méndez, desde la Central Mazar, a 5,7 km se encuentra el Campamento Arenales y 25 km más adelante está la Central Molino y el Campamento Guarumales. (CRIOLLO & POZO, 2011)

## 2.3 Descripción de las instalaciones

La siguiente tabla recopila las características de las Centrales funcionales y futuras:

**Tabla 2 Centrales del Complejo Hidroeléctrico Paute Integral**

	<b>MAZAR</b>	<b>MOLINO</b>	<b>SOPLADORA</b>	<b>CARDENILLO</b>
<b>Estado</b>	En operación	En operación	Construcción	Estudios Definitivos
<b>Potencia (MW)</b>	170	1100	487	596
<b>Capacidad del Embalse (m³)</b>	410 '000.000	120'000.000	No tiene embalse	Dato no disponible
<b>Presa</b>	Enrocado con cara de hormigon	Arco de gravedad	No	Derivadora
<b>Número de unidades de Generación</b>	2	10	3	6
<b>Turbina</b>	Francis	Pelton	Francis	Francis

Fuente: (CELEC, 2013)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

**La generación hidroeléctrica involucra las siguientes infraestructuras:**

### **Embalse**



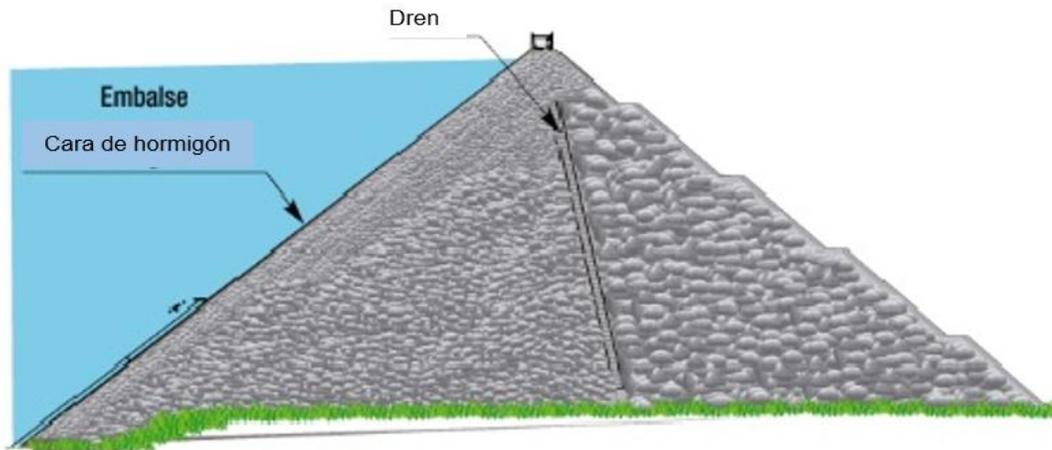
Es el almacenamiento de agua producido por una obstrucción en un lecho de un río o arroyo, cerrando parcial o totalmente su cauce (TRUJILLO, 2012). La construcción del embalse de Mazar tiene como objetivo principal regular los caudales de acceso a la Central Molino, además de retener hasta 2 millones de metros cúbicos de sedimentos anuales; la longitud del embalse es de 31 km y su capacidad de almacenamiento es de 410 millones de metros cúbicos. El embalse Amaluza, de la Central Molino tiene una capacidad de almacenamiento de 120 millones de metros cúbicos de agua y a una distancia de 12 km aguas abajo de la Central Mazar. (CELEC, 2013) Antes de la construcción de Mazar el alto grado de erosión del río Paute hizo que los sedimentos acumulados se convirtieran en una amenaza para el funcionamiento de la Central Molino, por lo que se hizo necesario adquirir una draga de funcionamiento eléctrico, que utiliza la energía de la propia Central para el control de volúmenes sedimentados, la cual realiza batimetrías<sup>1</sup> semestrales.

### **Presa**

Es una estructura construida al través de un río para mantener en un lugar alto el agua y que de esta manera obtenga la fuerza necesaria para mover las turbinas. La presa de Mazar (*figura 3*) tiene una altura de 166 metros y fue construida con un relleno de roca y una losa de hormigón como elemento impermeable sobre la cara ubicada aguas arriba de la presa.

---

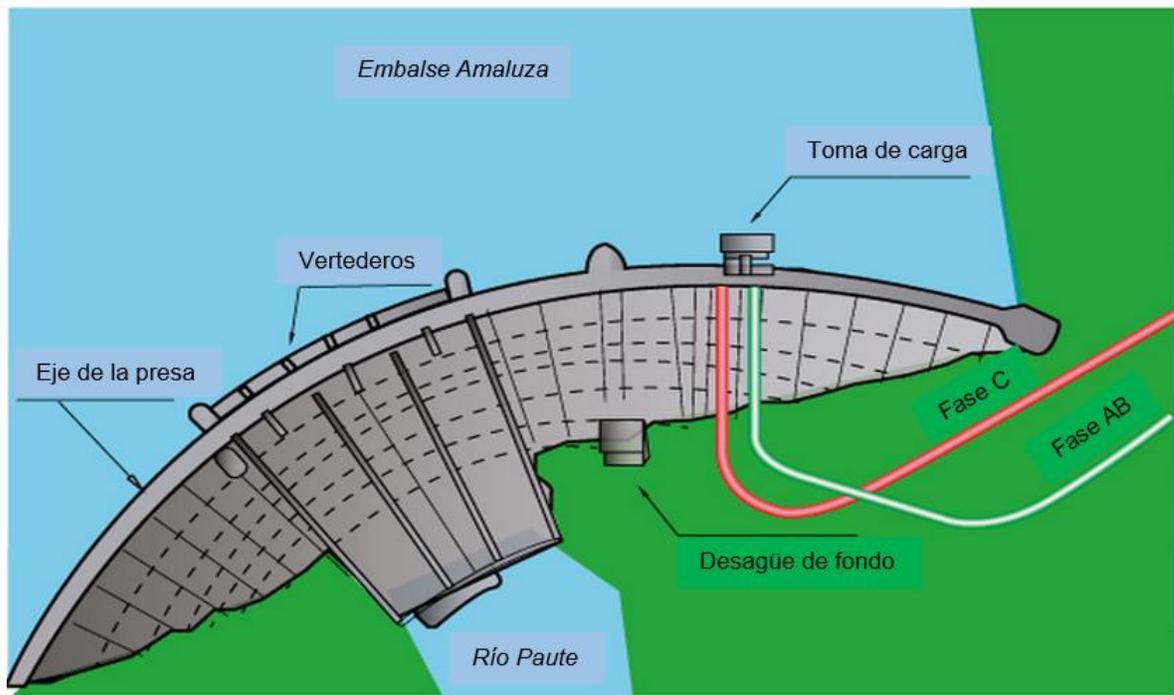
<sup>1</sup> La Organización Hidrográfica Internacional en su publicación S-32, Diccionario Hidrográfico, define Batimetría como "...la configuración general del fondo marino, determinada por el análisis de perfiles de datos de profundidad"; la medida o medición de las profundidades.



**Figura 3 Presa Mazar**

Fuente: (CELEC, 2013)

La Central Molino está constituida por la presa Daniel Palacios (*figura 4*), construida de hormigón y de tipo Arco gravedad, con una altura de 170 m y una longitud de coronación de 420 m. La presa está compuesta de tres vertederos con seis compuertas radiales. En su margen izquierdo están ubicadas dos tomas de carga, una para la fase AB y otra para la fase C. Y posee dos desagües de fondo.



**Figura 4 Presa Daniel Palacios**

Fuente: (CELEC, 2013)

### Túnel de carga

Son conductos revestidos de hormigón por donde se lleva el agua desde la presa hacia la turbina.

### Chimenea de equilibrio

Construcción subterránea única al túnel de carga; sirve para para amortiguar las sobrepresiones producidas por las maniobras de operación.

### Casa de máquinas

Es una caverna subterránea donde están instaladas unidades de generación, sistemas auxiliares, salas de operación y talleres.

La casa de máquinas está conformada por los siguientes niveles que se refieren a su altitud con respecto al nivel del mar:

**Tabla 3 Niveles de Casa de Máquinas**

Nombre	Nivel	
	Mazar	Molino
Piso de válvulas	1990,0	1320,5
Piso de turbinas	1996,0	1322,0
Piso de tableros	2001,0	1327,0
Piso principal	2006,6	1333,0

Fuente: (GALÁN, 2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

Una vez que el agua llega por la tubería de presión su caudal de entrada es regulado por la válvula principal, luego ingresa por un conducto que alimenta a los inyectores que se encuentran distribuidos alrededor de las turbinas que en el caso de Mazar son de tipo Francis<sup>2</sup>, y en el caso de Molino son de tipo Pelton<sup>3</sup>; estas giran con la energía cinética que le proporciona el agua inyectada directamente a

<sup>2</sup> Turbinas tipo Francis: Se trata de una turbo máquina motora a reacción y de flujo mixto, se pueden diseñar para un amplio rango de saltos y caudales, siendo capaces de operar en rangos de desnivel que van de los diez metros hasta varios cientos de metros.

<sup>3</sup> Turbinas tipo Pelton: Es una turbo máquina motora, de flujo transversal, admisión parcial y de acción, consiste en un rodete dotado de cucharas en su periferia, las que están especialmente diseñadas para explotar grandes saltos hidráulicos de bajo caudal y así convertir la energía del chorro de agua que incide sobre estas cucharas.



sus álabes; a continuación el rotor que está acoplado a la turbina es accionado y junto con el estator excitado generan un campo electromagnético y así se produce la corriente. La electricidad generada en cada unidad llega a su respectivo transformador que eleva el potencial y lo envía a una subestación.

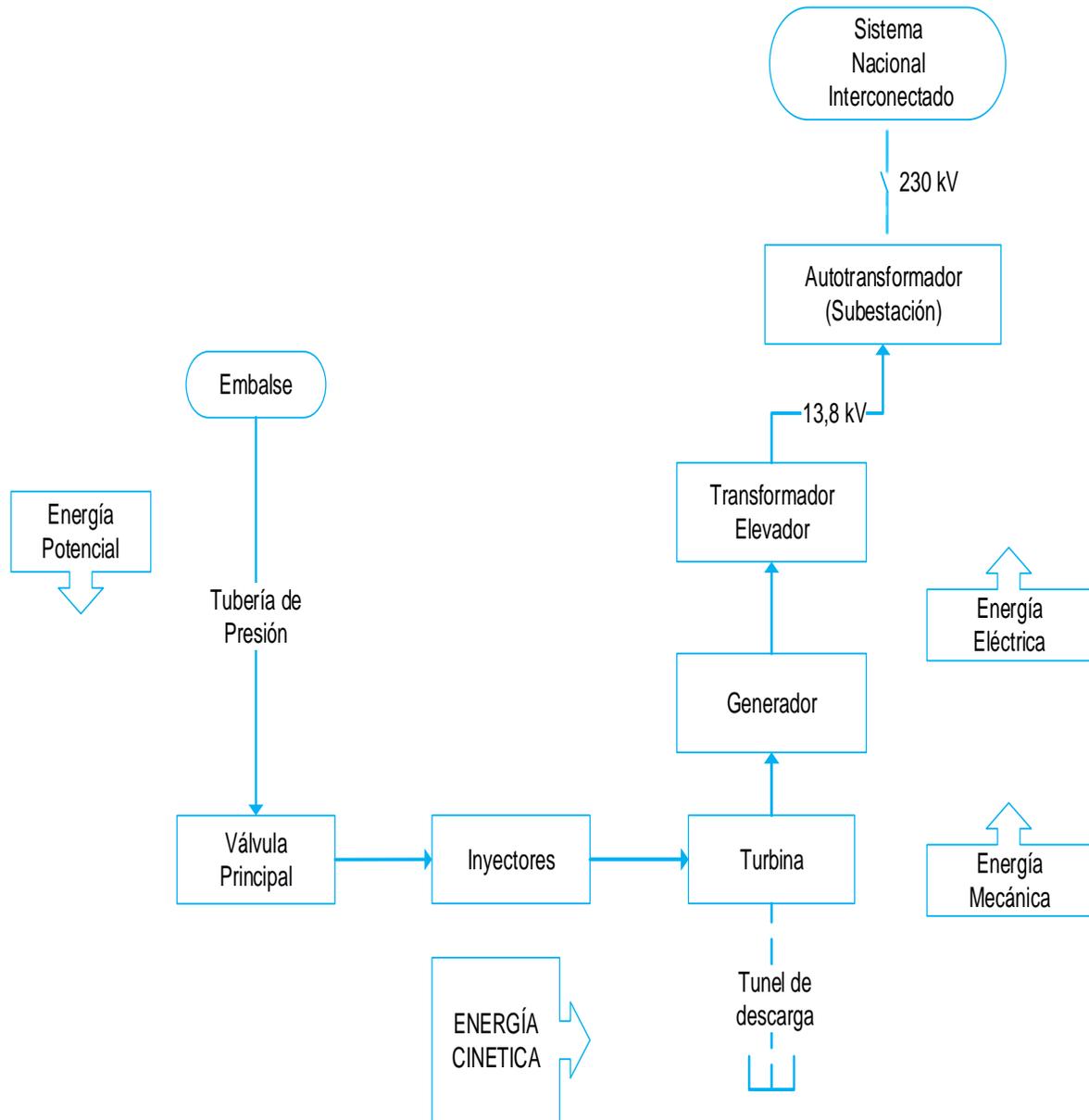
### **Subestación**

Estructura fuera de casa de máquinas, aquí el autotransformador eleva el potencial y lo envía a las redes de transmisión del Sistema Nacional Interconectado que tiene que ser alimentado con un voltaje de 230 kV.

### **Túnel de descarga**

Conducto que lleva el agua turbinada de vuelta al río.

La *figura 5* muestra el proceso de transformación de la energía en las Centrales Mazar y Molino.

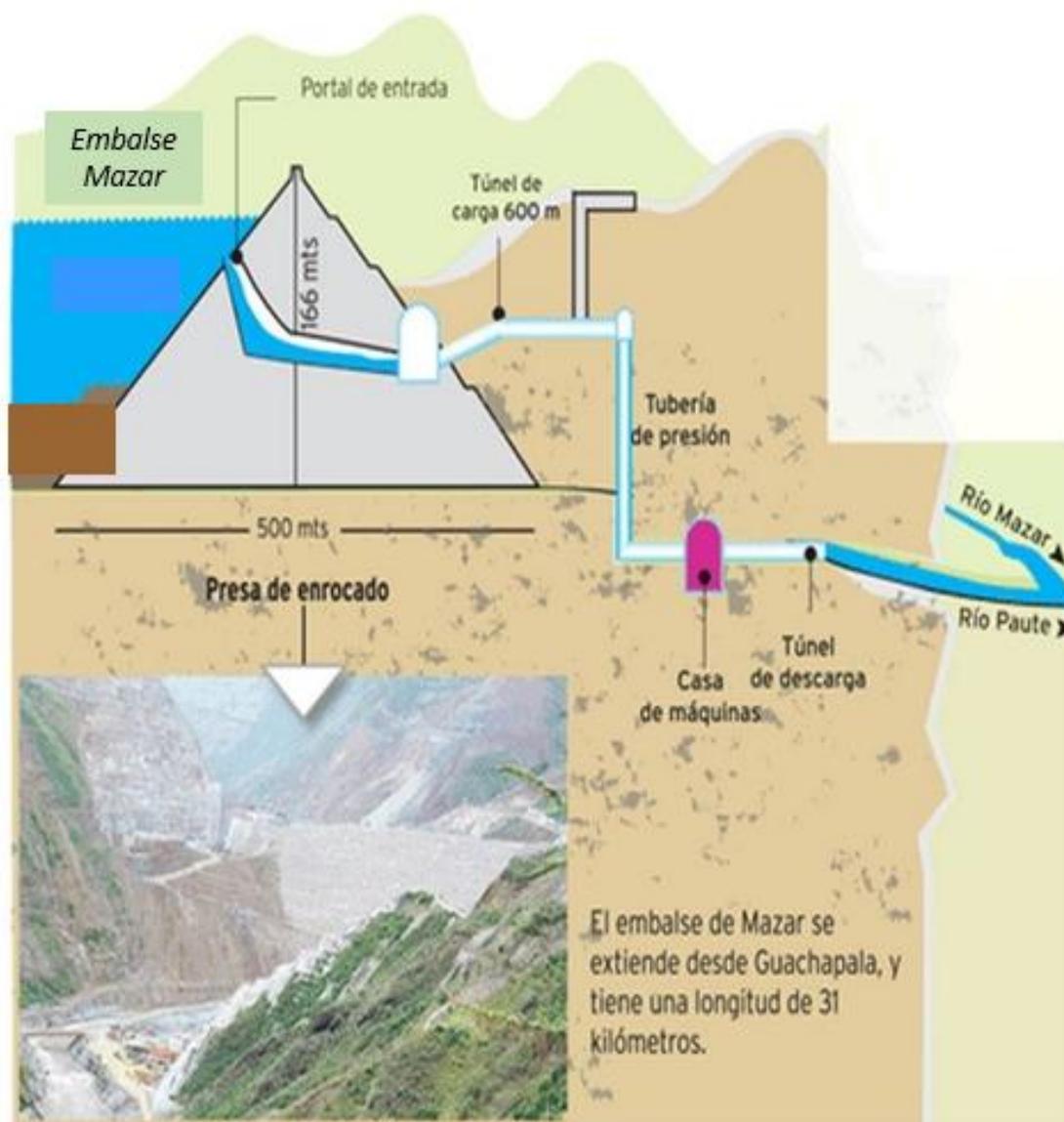


**Figura 5 Proceso Productivo de la Generación de Energía Eléctrica**

Fuente: (GALÁN, 2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

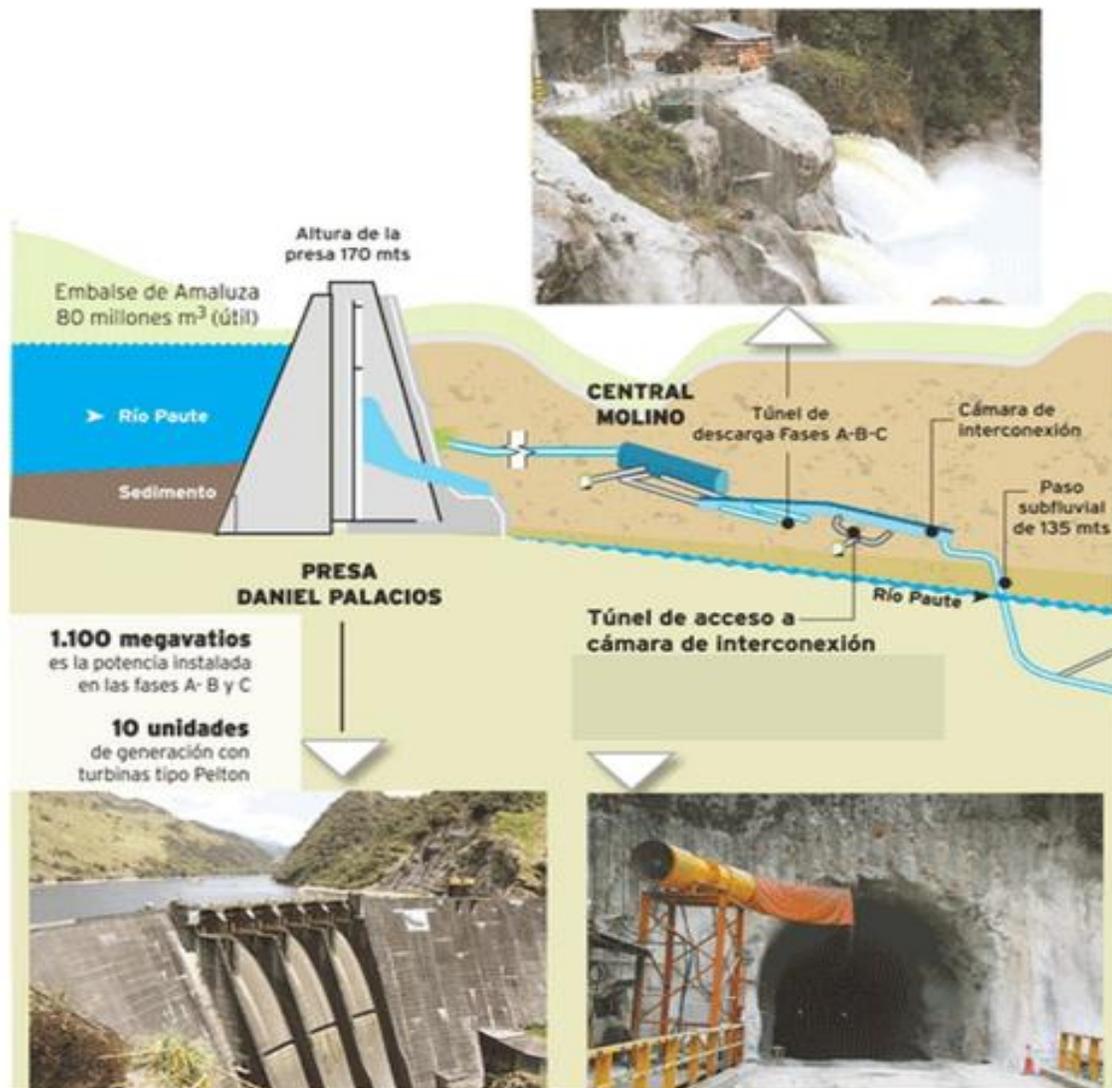
A continuación se muestra la distribución general de la infraestructura de obra civil de las Centrales:



**Figura 6 Central Mazar**

Fuente: (DIARIO EL TIEMPO, 2011)

Elaboración: EL TIEMPO



**Figura 7 Central Molino**

Fuente: (DIARIO EL TIEMPO, 2011)

Elaboración: EL TIEMPO

## Campamentos

Áreas destinadas a cubrir las necesidades de alojamiento, salud y recreación del personal que trabaja directa o indirectamente con Hidropaute. El campamento Arenales (*figura 8*) pertenece a la Central Mazar, tiene una capacidad de 150 personas y está ubicado a 105 km de la ciudad de Cuenca; cuenta con: Centro médico tipo A, comedor, oficinas, viviendas, plantas de tratamiento de agua, y áreas recreacionales.



**Figura 8 Campamento Arenales**

Fuente: Archivo Fotográfico del Proyecto (2015)

Reproducción: Micaela Tello / Sandra Zari

El Campamento Guarumales (*figura 9*) pertenece a la Central Molino y Sopladora, tiene una capacidad de 350 personas y está ubicado a 70 km de la ciudad de Cuenca, cuenta con: Centro médico tipo A, Escuela Daniel Palacios Izquierdo, bodega central, comedor, oficinas, viviendas, plantas de tratamiento de agua, talleres, gasolinera, relleno sanitario, y áreas recreacionales.



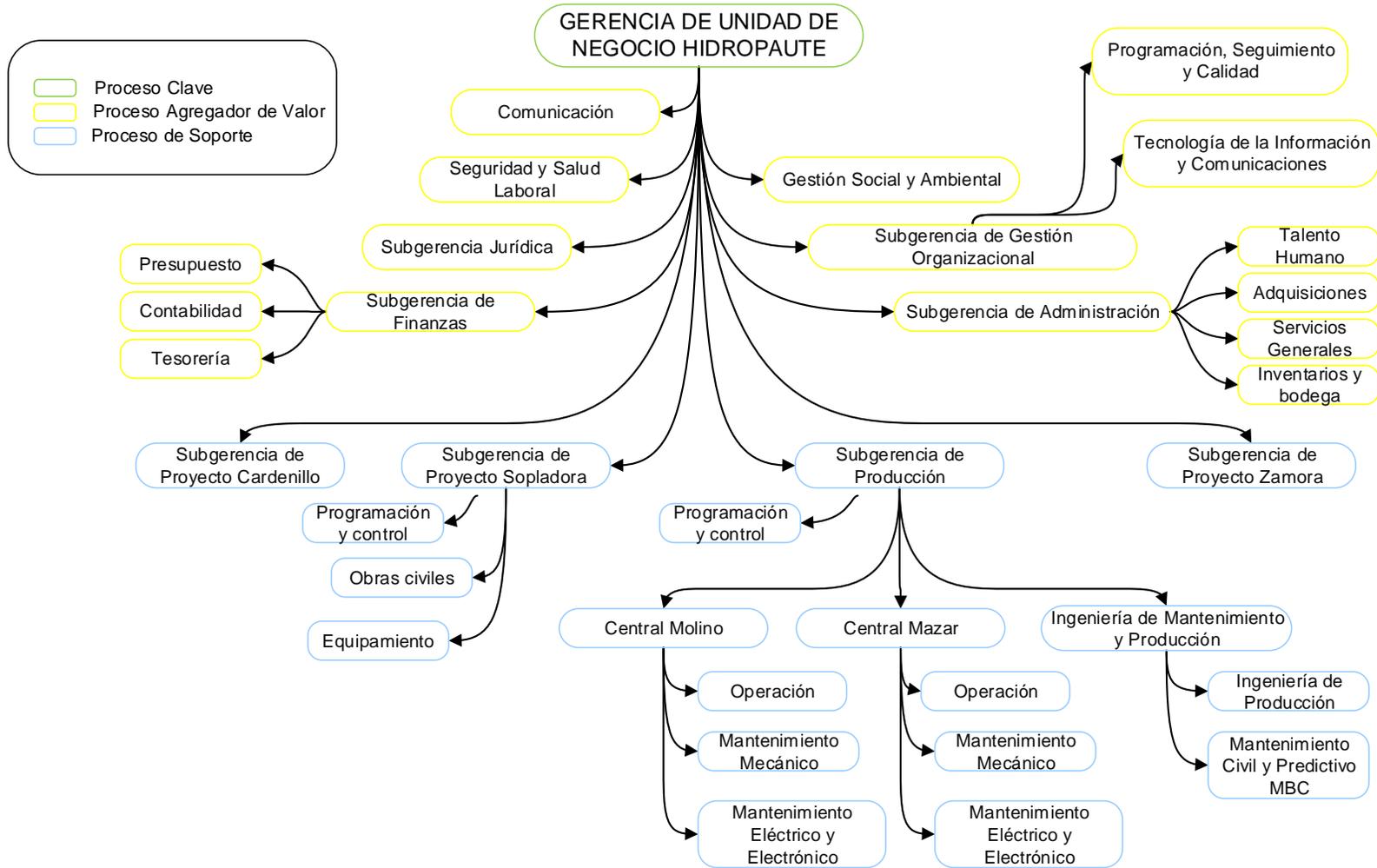
**Figura 9 Campamento Guarumales**

Fuente: Archivo Fotográfico del Proyecto (2015)

Reproducción: Micaela Tello / Sandra Zari

## 2.4 Estructura orgánica

El esquema de jerarquía de las distintas funciones componentes de la empresa se muestran en la siguiente figura:



**Figura 10 Estructura Orgánica Funcional de Hidropaute**

Fuente: (CELEC, 2013)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



La nómina del personal que actualmente conforma el grupo gerencial de la Unidad de Negocio Hidropaute se presenta en el *Anexo 1*.

## 2.5 Mapa de procesos

La *figura 11* muestra la representación gráfica de los procesos y su relación; estos se encuentran clasificados en tres tipos:

- Procesos clave que están ligados directamente al servicio que se presta;
- Procesos agregadores de valor que definen cómo opera la empresa para la satisfacción de la comunidad; y
- Procesos de soporte que son los de apoyo a los primeros.

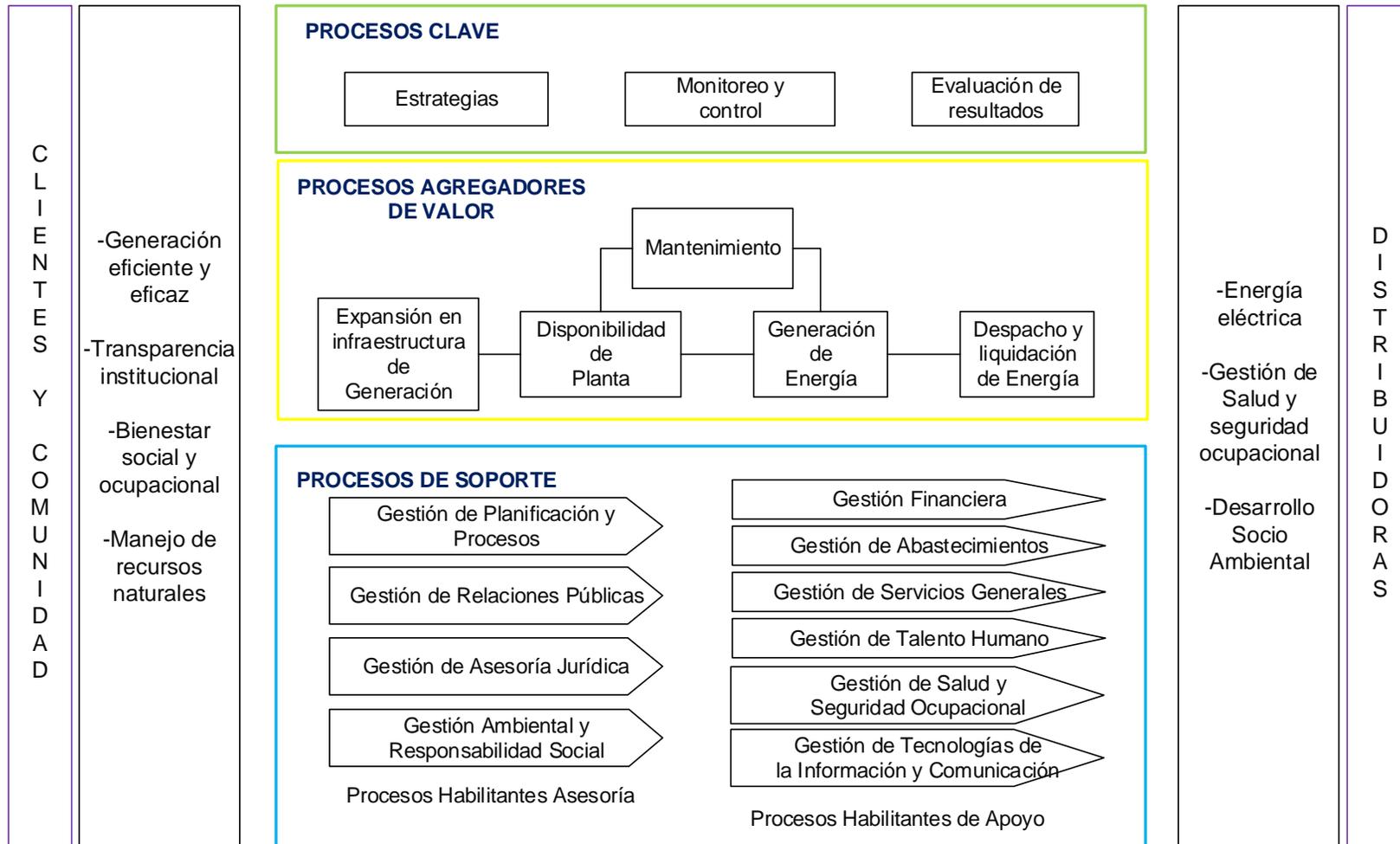


Figura 11 Mapa de procesos

Fuente: (CELEC, 2013)

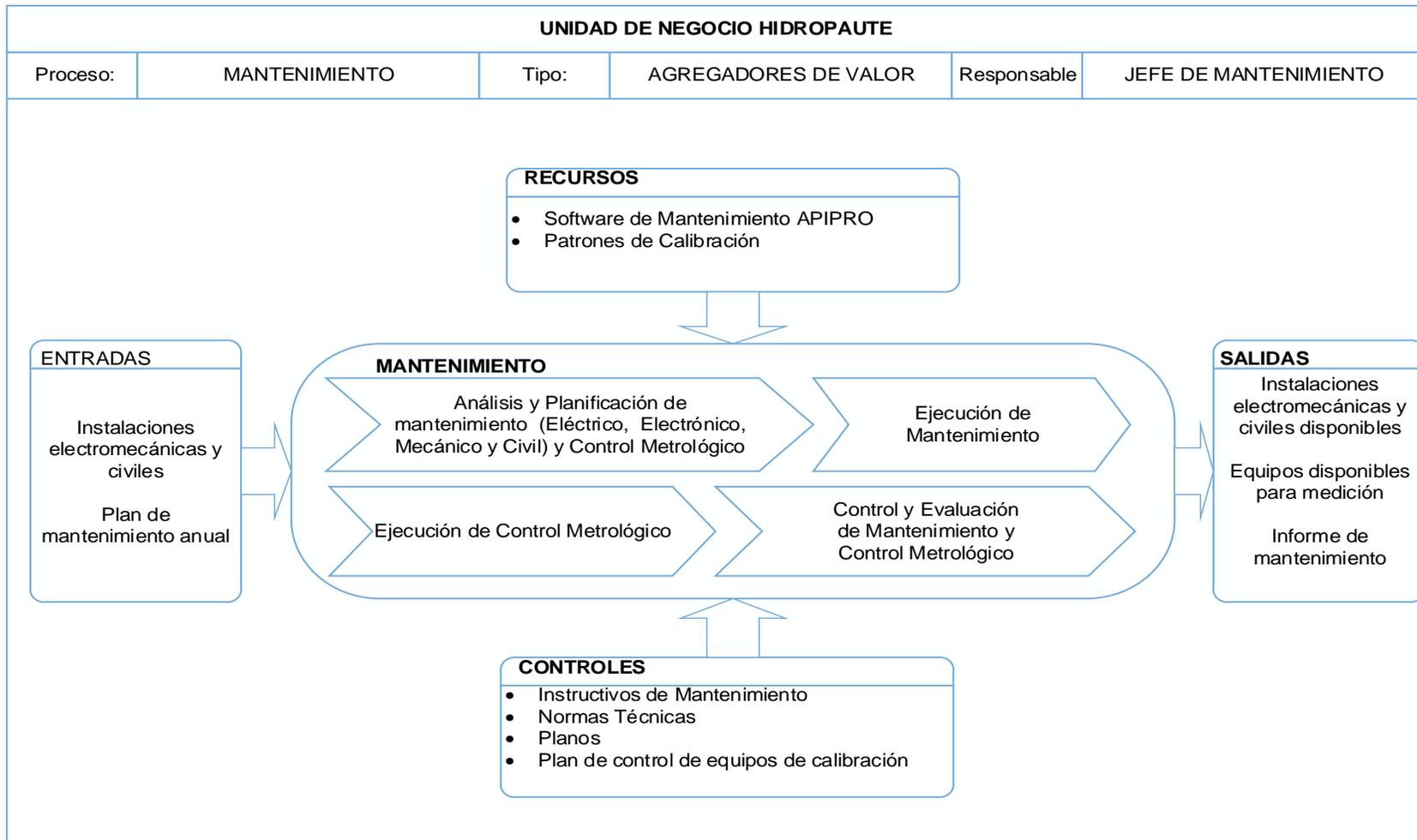
Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



### 2.5.1 Procesos Generadores de desechos peligrosos

De acuerdo al Mapa de Procesos anterior, se han seleccionado los siguientes: Mantenimiento (*figura 12*), Gestión de Servicios Generales (*figura 13*) y Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (*figura 14*), como generadores de Desechos Peligrosos a lo largo de la producción de energía.

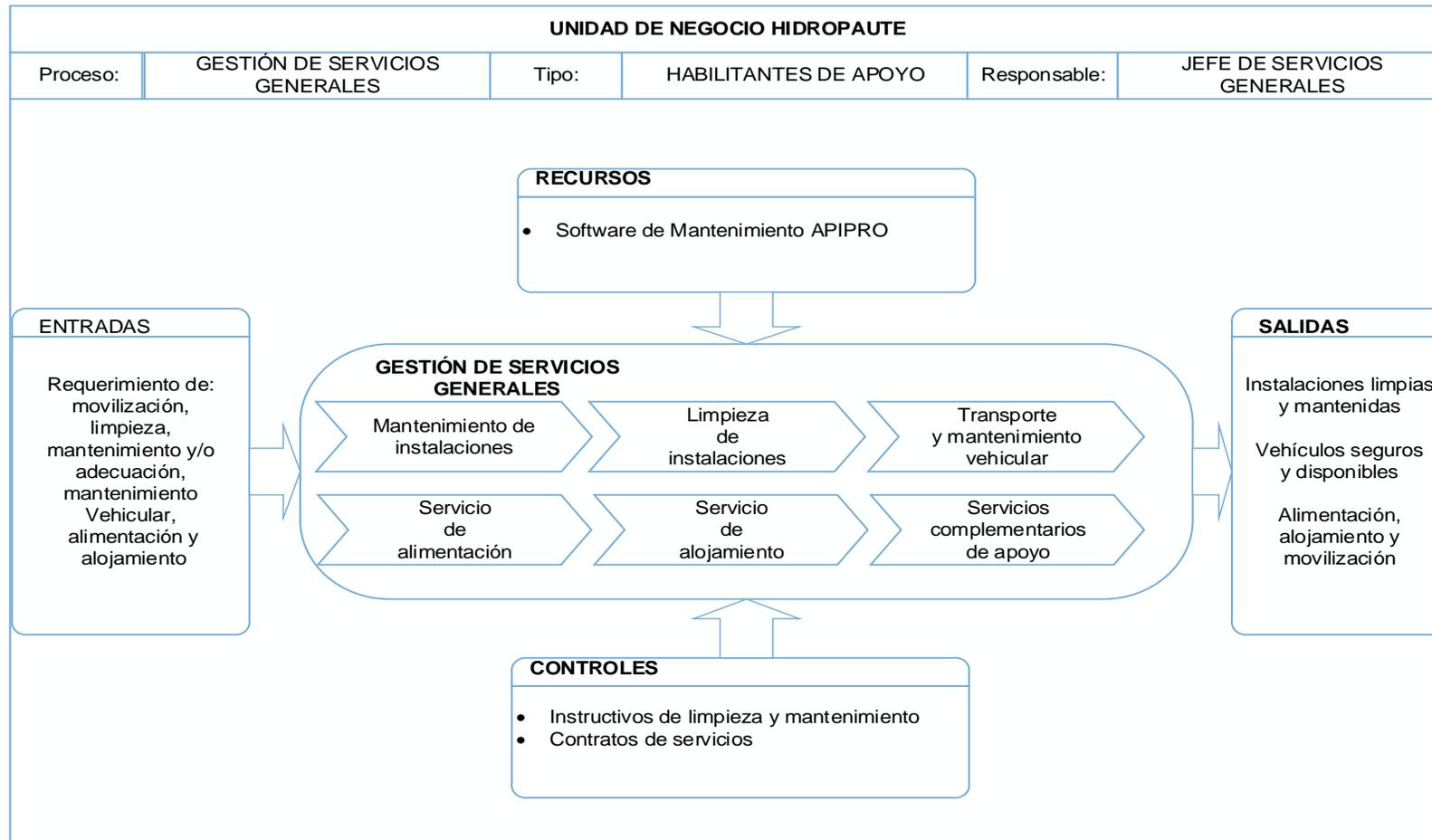
A continuación se mencionan las actividades que se realizan en cada proceso:



**Figura 12 Proceso de Mantenimiento**

Fuente: (CELEC, 2013)

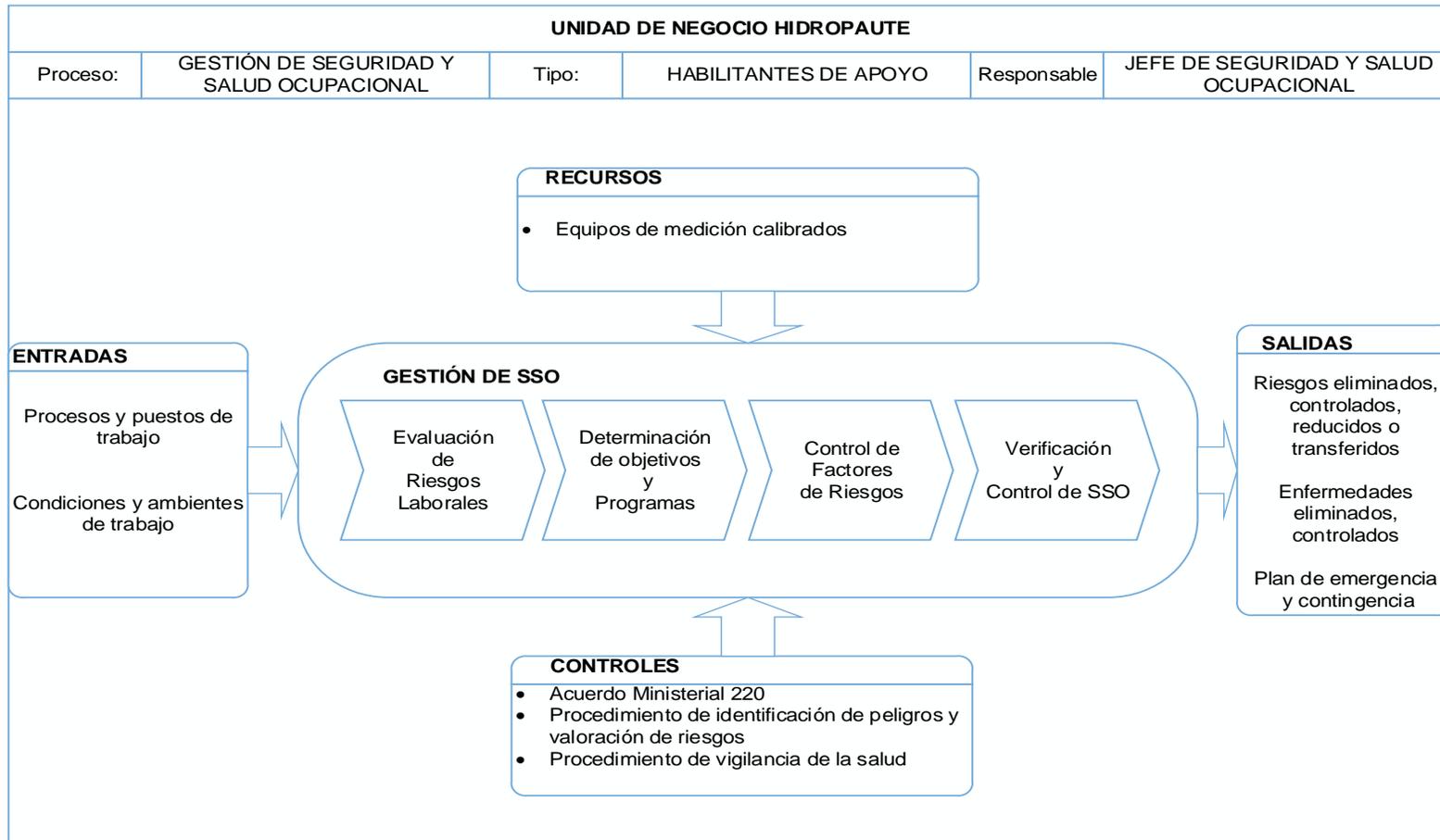
Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



**Figura 13 Proceso de Gestión de Servicios Generales**

Fuente: (CELEC, 2013)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



**Figura 14 Proceso de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional**

Fuente: (CELEC, 2013)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



## 2.5.2 Productos y servicios

### Productos

- Energía Hidroeléctrica para el Ecuador.

### Servicios

- Manejo de la sub cuenca del río Paute.
- Revegetación y reforestación de las franjas de amortiguamiento de los embalses.
- Acuerdos comunitarios para el cuidado de bosques y páramos.
- Apoyo en el manejo del Parque Nacional Sangay y del Bosque Protector de la Cuenca del Río Collay.
- Investigación en recursos hídricos y cambio climático.
- Fortalecimiento organizativo e institucional de los gobiernos locales.
- Desarrollo de obras de infraestructura en líneas de saneamiento.
- Educación Ambiental.
- Implementación de Proyectos Productivos Comunitarios (planta de lácteos, invernaderos de tomate, deshidratación de plantas medicinales, granjas de cuyes, etc.). (CELEC, 2013)

## Capítulo 3 Marco referencial

### 3.1 Marco teórico

Un Plan de Minimización es un instrumento encaminado a la implementación de medidas dirigidas a la disminución, hasta niveles económicos y técnicos viables, de la cantidad o toxicidad de los desechos peligrosos generados en un proceso; con el fin de evitar el tratamiento o disposición final de los mismos.

El proceso productivo de generación hidroeléctrica implica actividades que definen los procesos como clave o de soporte; entre los primeros se encuentran las actividades de mantenimiento de equipos de las Centrales y entre los de soporte



se encuentran la gestión de Salud y Seguridad Ocupacional y Servicios Generales. En estos procesos interactúan algunas actividades, personas y entrada de materiales e insumos para obtener un producto o servicio, que provocan que estos sean identificados como procesos generadores de desechos peligrosos.

Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador los desechos peligrosos son: “aquellos desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contengan algún compuesto que tenga características reactivas, inflamables, corrosivas, infecciosas, o tóxicas, que represente un riesgo para la salud humana, los recursos naturales y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales vigentes. Envases o recipientes contenedores de dichos desechos también deben ser considerados como tal.”

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos define a los desechos peligrosos como “elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, al finalizar su vida útil adquieren la condición de residuos o desechos y que independientemente de su estado físico, representan un riesgo para la salud o el ambiente, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas”.

“Un generador de desechos peligrosos es toda persona natural o jurídica, cuya actividad produzca desechos peligrosos u otros desechos...” (Acuerdo Ministerial N° 026, 2008)

### **Desechos especiales**

Según el Ministerio del Ambiente “son aquellos desechos, que sin ser peligrosos, por su naturaleza, pueden impactar el entorno ambiental o la salud, debido al volumen de generación y/o difícil degradación y para los cuales se debe implementar un sistema de recuperación, re uso y/o reciclaje con el fin de reducir la cantidad de desechos generados, evitar su inadecuado manejo y disposición, así como la sobresaturación de los rellenos sanitarios municipales. Aquellos cuyo



contenido de sustancias que tenga características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas y/o radiactivas, no superen los límites de concentración establecidos en la normativa ambiental que se expida para el efecto y para los cuales es necesario un manejo ambiental adecuado y mantener un control- monitoreo periódico”. (Acuerdo Ministerial N° 026, 2008)

### **Clasificación de desechos peligrosos**

La clasificación de los desechos se hace en base a diferentes criterios:

#### **Por fuente específica**

- Desechos de industria química y farmacéutica resultantes de la producción y preparación de productos que contienen constituyentes peligrosos, fuera de especificaciones, o caducados.
- Desechos de la actividad agropecuaria o forestal como fungicidas, plaguicidas, biocidas, agroquímicos obsoletos o caducados.
- Desechos mineros provenientes de la extracción, separación, lavado y limpieza de minerales; tales como sulfuros, cianuros, solventes orgánicos, mezclas de hidrocarburos, etc.
- Desechos de la industria del petróleo: bituminosos, alquitranados, destilados, emulsiones acuosas, entre otros.
- Desechos de la industria textil provenientes del blanqueado: cromo oxidado, colorantes, tintas, ácidos, etc.
- Desechos de centros de investigación científica como aguas residuales sin tratamiento, productos químicos caducados, muestras residuales con sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos, etc.
- Desechos de la industria del plástico como insumos con características de peligrosidad, como: butadieno-estireno, resinas sintéticas, agentes antioxidantes.
- Desechos hospitalarios provenientes de actividades de atención a la salud humana como gasas, compresas, guantes, vendas, etc.



- Desechos de la industria energética, como aceites de transformadores eléctricos que contengan bifenilos policlorados coplanares (PCB's). (MORENO, 2011)

### **Por su peligrosidad**

Se clasifican de acuerdo al código CRTIB que identifica las características de peligrosidad de los desechos:

Corrosivo (C): Cuando una muestra representativa del desecho:

- Sea acuosa y presente un pH menor o igual a 2, o mayor o igual a 12,5. O la solución de su mezcla en iguales proporciones con agua, presente un pH menor a 2 o superior o igual a 12,5.
- Sea líquida, o en una solución proporcional con agua, produzca un líquido y sea capaz de corroer el acero (SAE 1020), a una razón mayor a 6,35 mm al año, a una temperatura de 55°C, de acuerdo al método NACE, Standard TM 01-693 o equivalente.

Reactivo (R): Cuando una muestra representativa del desecho:

- Sea inestable y reaccione de forma violenta e inmediata, sin detonar.
- Reaccione de forma violenta con el agua.
- Cuando, mezclada con agua, genere gases, vapores o humos tóxicos y cantidades suficientes para dañar la salud o el ambiente.
- En su constitución posea cianuros o sulfuros, y que por reacción pueda liberar gases, vapores o humos tóxicos y en cantidades suficientes para poner en riesgo la salud humana o el ambiente.
- Bajo la acción de un fuerte estímulo, acción catalítica o de la temperatura en ambientes confinados pueda producir reacción explosiva o detonante.

Tóxico (T): Cuando la Prueba de Extracción para la Característica de Toxicidad (PECT) obtenido de una muestra de lixiviación o una muestra analizada en base seca contenga:



- Concentraciones mayores de contaminantes a los presentados en el *Anexo 2*.
- Sustancias consideradas tóxicas persistentes y bioacumulativas; en concentraciones superiores a las establecidas en el *Anexo 3*.

Inflamable (I): Cuando una muestra representativa del desecho:

- Sea líquida y su punto de ignición sea inferior a 60°C, según la norma NTE INEN 1047, excepto soluciones acuosas con menos del 24% de alcohol en volumen.
- No sea líquida y, en condiciones normales de presión y temperatura (1 atm y 25°C) pueda producir fuego por fricción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas; y queme vigorosa y persistentemente cuando se inflama, dificultando su extinción.
- Sea una sustancia que pueda liberar al oxígeno, estimulando la combustión y aumentando la intensidad de fuego en otros materiales.

Biológico-infeccioso (B): Cuando un desecho presenta la cantidad o concentración suficiente de patógenos que son microorganismos como bacterias, parásitos, virus y hongos; y otros agentes como priones, para causar enfermedades en seres humanos. (Secretaría de Ambiente, 2013) (MARÍN & ARBOLEDA, 2008)

#### **Por su forma de generación:**

Intrínsecos: Aquellos derivados de las actividades propias del proceso de producción.

Extrínsecos: Se deben a mantenimientos, fugas, operaciones auxiliares, etc. (NOVOTEC Consultores S.A, 2002)

#### **Gestión o Manejo Integral de Desechos Peligrosos**

Conjunto de medidas encaminadas a la disminución de la generación de desechos y de su peligrosidad; además de asegurar prácticas adecuadas en el almacenamiento, transporte, reciclaje, tratamiento y disposición final de los residuos. (MARTINEZ, 2005)



### **Etapas de la Gestión Integral de Desechos Peligrosos:**

- **Generación:** cuando un material ya no puede ser aprovechado en las actividades llevadas a cabo en la empresa ya no tiene valor comercial adicional y es botado o recogido junto con otros materiales para su evacuación. Esta es la etapa clave en la minimización, ya que aquí se puede determinar el tipo y la cantidad de desechos; además, es fundamental que se caractericen éstos de acuerdo a su peligrosidad y características físicas debido a que el manejo y las etapas de gestión posteriores están en función de ésta.
- **Recolección:** acción que consiste en retirar los desechos, desde los puntos generadores, evitando mezclas, derrames y fugas, por una ruta definida hacia la siguiente etapa de manejo que consiste en el almacenamiento temporal.
- **Almacenamiento temporal:** En esta etapa los desechos deben estar en contenedores adecuados, fáciles de operar y rotulados con la información de peligrosidad, tipo de desecho, su código, etc.
- **Transporte:** El transporte externo lo realiza la empresa autorizada por el Ministerio del Ambiente, encargada de trasladar los desechos desde el almacenamiento temporal hasta su tratamiento o disposición final.
- **Tratamiento y disposición final:** “El tratamiento de un desecho peligroso es un método, técnica o proceso dirigido a cambiar las características físicas, químicas o biológicas de manera que se produzca un desecho no peligroso o menos peligroso para su disposición final”. (QUESADA, SALAS, & ROMERO, 2006)

A continuación, se presenta la pirámide jerárquica que nos muestra desde la opción más favorable hasta la menos favorable en la gestión de desechos:



**Figura 15 Pirámide jerárquica de gestión de residuos**

Fuente: (MARTINEZ, 2005)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

Prevención y minimización: Evita producir desechos o la reducción de su volumen inicial; esto implica que tanto los procesos como los colaboradores se desarrollen en un enfoque preventivo.

La minimización se basa en dos aspectos primordiales: la reducción y el reciclaje en el origen. Las opciones de reducción en el origen implican buenas prácticas operativas, cambios tecnológicos y cambios de materiales. Mientras que las opciones de reciclaje en el origen implican reutilización y recuperación. (CISNEROS, 2014)

*Buenas prácticas operativas*: En una empresa estas prácticas abarcan desde sencillas modificaciones en la forma de realizar sus actividades cotidianas con el fin de optimizar recursos o tiempo y evitar desperdicios, hasta cambios en los procedimientos administrativos o institucionales. Su implementación se caracteriza por requerir una mínima inversión económica. (MARTINEZ, 2005)

*Cambios tecnológicos*: modifican los procesos a través de la implementación de equipos modernos derivándose de ello el ahorro de recursos naturales y energía.



Es necesario evaluar estas alternativas pues su inversión económica es alta pero recuperable en corto tiempo.

*Cambios de materiales:* Involucra el uso de productos menos peligrosos o biodegradables en el proceso productivo o en los procesos auxiliares, sin alterar sus aspectos técnicos. (GARCÍA, 2014)

*Re uso o reciclaje:* cuando un material puede ser reinsertado en la misma línea de flujo donde se originó o a su vez puede utilizarse en otra actividad, analizando si es o no adecuado, y cuáles serían sus efectos ambientales y técnicos.

*Recuperación:* consiste en el uso de desechos como productos valiosos dentro o fuera de la empresa, en esta alternativa se debe tener en cuenta la calidad, cantidad de los desechos y su traslado. (CISNEROS, 2014)

Aprovechamiento y valorización: Implica el reciclaje y el aprovechamiento energético de los desechos. Se trata de recuperar los recursos que aún contienen los desechos en un ámbito de eficiencia económica y ambiental.

Tratamiento: Procesos de transformación de desechos en donde estos sufren alteraciones físicas, químicas y/o biológicas con el fin de disminuir su volumen y peligrosidad. En estos procesos se generan nuevos desechos que deben ser manejados correctamente. (GARCÍA, 2014)

Disposición final: Es la última opción donde los desechos que ya no pueden ser aprovechados o tratados se envían a un relleno de seguridad diseñado para el almacenamiento a largo plazo donde los desechos son dispuestos por debajo de la superficie, controlando las fugas de estos al subsuelo. (MARTINEZ, 2005)

Luego de definir las opciones que se pueden aplicar a los desechos peligrosos se procede a definir lo que es un diagnóstico situacional ya que es un requerimiento para el diseño de alternativas de minimización.

Un diagnóstico es el estado actual de la generación de los desechos peligrosos dentro de la empresa antes de la implementación de alternativas. Consiste en detectar las áreas críticas y así establecer una línea base en el manejo de estos



desechos para enfocar las estrategias de minimización. Para la descripción del diagnóstico son útiles algunas herramientas como:

- Diagramas de flujo: Procesos o líneas de trabajo existentes en la empresa. Aquí se detallan las actividades realizadas en los procesos identificados como generadores de desechos peligrosos.
- Balance de materiales: Es un análisis que recoge la entrada de materiales e insumos y la salida de desechos y emisiones. (GARCÍA, 2014)
- Inventario de Desechos Peligrosos: Listado que recoge algunos aspectos o características de los desechos peligrosos identificados en la empresa como su cantidad producida por año, su código en base al listado nacional, su lugar de almacenamiento, entre otros.
- Jerarquización de Desechos Peligrosos: A partir de la identificación de desechos; la jerarquización sirve para obtener un puntaje de cada uno de estos para determinar los que tengan mayor incidencia en el medio ambiente y así poder proponer alternativas encaminadas en este orden de prioridades. (Instituto de la Pequeña y Mediana Industria Valenciana, 2012)

**Alternativas de Minimización:** Son acciones planteadas en función de las características y posibilidades de la empresa, que conducen a la minimización de desechos peligrosos. Además se obtienen beneficios adicionales como el mejoramiento de las condiciones de trabajo, un aumento en la motivación del personal, aumento en la productividad, progreso del área de Gestión Ambiental en la empresa, entre otros.

Para proponer estas alternativas es necesario establecer los aspectos:

- Técnicos: flexibilidad del nuevo proceso en la fase de producción; el espacio disponible para el reciclaje o para la instalación de una nueva tecnología; el mantenimiento de los nuevos equipos y las consecuencias legales y administrativas de estos cambios. (FRIEDMANN, 1996)

- Económicos: la rentabilidad de la implementación de las alternativas; esto es, la implicación económica positiva o negativa.
- Ambientales: se refiere al cumplimiento de la normativa, el uso racional de recursos, la reutilización de residuos, entre otros. (GARCÍA, 2014)

Las fichas temáticas resumen todos los elementos que se deben tomar en cuenta para el desarrollo de la alternativa planteada. Están conformadas por:

	<b>ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS</b>	
	<b>Alternativa <u>1</u></b>	
<b>Código: <u>2</u></b>	<b>Aspecto: <u>3</u></b>	
<b>Objetivo <u>4</u></b>		
<b>Lugar <u>5</u></b>	<b>Situación actual <u>9</u></b>	
<b>Etapas de gestión <u>6</u></b>		
<b>Opción de minimización <u>7</u></b>		
<b>Plazo <u>8</u></b>		
<b>Justificación <u>10</u></b>	<b>Acciones a implementar <u>12</u></b>	
<b>Resultado esperado <u>11</u></b>		
	<b>Costos de inversión <u>13</u></b>	<b>Responsables <u>14</u></b>
	Elemento 1	
	<b>Costo total</b>	

Figura 16 Ficha temática de Alternativas de Minimización

Fuente: (SOLER, 2006) (SANTACRUZ, 2005)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



**Descripción:**

1. Nombre de la alternativa.
2. Código: se refiere al código asignado al aspecto; la letra P indica que es una medida preventiva, mientras que la letra R indica que es una medida de reciclaje.
3. Aspecto: “elemento de las actividades, productos o servicios de una organización, que puede interactuar con el medio ambiente.” (LOUSTAUNAU, 2014)
4. Objetivo específico que busca la medida.
5. Lugar donde se desarrolla la actividad.
6. Etapa de gestión de los desechos peligrosos.
7. Opción de minimización que se pretende aplicar.
8. Plazo aproximado para implementar la alternativa.
9. Situación actual.
10. Justificación o deficiencia detectada en la gestión de desechos peligrosos.
11. Resultados que se buscan.
12. Acciones a implementar, que son los pasos a seguir para lograr el objetivo planteado.
13. Costos de inversión; en función del plazo propuesto.
14. Responsables; área(s) encargada(s) de ejecutar las acciones.

Para la ejecución de las actividades propuestas es necesario contar con una herramienta de planificación que nos permita tener una visión general del proyecto propuesto.

La denominación 5W+2H responde a las palabras en inglés expuestas en la siguiente tabla:

Tabla 4 Modelo 5W2H

Pregunta	Descripción
What?-¿Qué?	Expone la alternativa propuesta
When?-¿Cuándo?	Se refiere al plazo de ejecución
Where?-¿Dónde?	Indica el lugar de implementación de la medida
Who?-¿Quién?	Nombra los responsables de llevar a cabo la alternativa
How?-¿Cómo?	Describe las acciones encaminadas al cumplimiento del objetivo
How many?-¿Cuánto?	Establece el costo de inversión de la medida a implementarse
Why?-¿Por qué?	Se refiere al aspecto deficiente identificado

Fuente: (BUSTOS, 2010)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

### Indicadores

Un indicador es un parámetro de control y seguimiento que muestra el comportamiento de la gestión y nos permite analizar el grado de cumplimiento de un objetivo y así tomar decisiones. (GARCÍA, 2014)

#### Tipos de indicadores:

Indicadores estratégicos: evalúan el cumplimiento de los objetivos planteados en términos de eficiencia, eficacia y calidad.

Indicadores de proyectos: evalúan el avance del proyecto.

Indicadores de gestión: evalúan el desempeño de los procesos y vinculan los resultados con la solución de las deficiencias detectadas. (TORRES, 2010)

Para el seguimiento del proyecto de debe contar con un tablero de control que recoge los indicadores para un diagnóstico permanente. Los elementos que contiene el tablero de control son:

- Código: código del aspecto identificado.
- Indicador: nombre del indicador para el aspecto identificado.
- Fórmula: mecanismo de cálculo.
- Unidad: en qué se va a medir el resultado.



- Tipo: indicador de acciones ejecutadas con la mínima cantidad de recursos (eficiencia), indicador de tiempo óptimo en el que se alcanzan los objetivos (eficacia), indicador que combina la eficiencia y la eficacia (efectividad) y un indicador basado en fórmulas matemáticas o estadísticas (técnico).
- Frecuencia de Medida: el tiempo entre cada control.
- Períodos de control: el número de veces que se van a aplicar los indicadores. (TORRES, 2010)

### 3.2 Estado del Arte

La tendencia en la gestión de desechos peligrosos en la Comunidad Europea y en Estados Unidos está dirigida a la prevención a través del establecimiento de listas de productos nocivos para el medio ambiente, con lo cual se evita que ingresen a sus países siendo este uno de los requisitos para el funcionamiento de las empresas. (HERRERA, 2007)

A nivel de Latinoamérica uno de los países que más se ha caracterizado por desarrollar planes de minimización para la actividad de generación hidroeléctrica ha sido Colombia ya que su matriz energética se sustenta con un 70% de hidroelectricidad. (BOCHNO, 2011)

Colombia al igual que Ecuador, en 1993 se acogió al cumplimiento del Convenio de Basilea. En 1997 se aprueba la Política de Producción Más Limpia con el fin de fortalecer las regulaciones ambientales. Para el año 2005 se expide la Norma de Residuos Peligrosos con un enfoque fundamentalmente preventivo.

La producción más limpia en Colombia ha tenido varias etapas, al principio se establecieron estrategias para optimizar procesos solamente; sin embargo, en la marcha se determinó que además de esta opción es importante incluir el mejoramiento de los productos. Por esto, se planteó la integración de la gestión ambiental con el resto de áreas de la empresa como son: compras, producción, mantenimientos, procesos administrativos, etc. Bajo esta visión se expidió una “Declaración de Eco-eficiencia”, en el año 2006. (HERRERA, 2007)



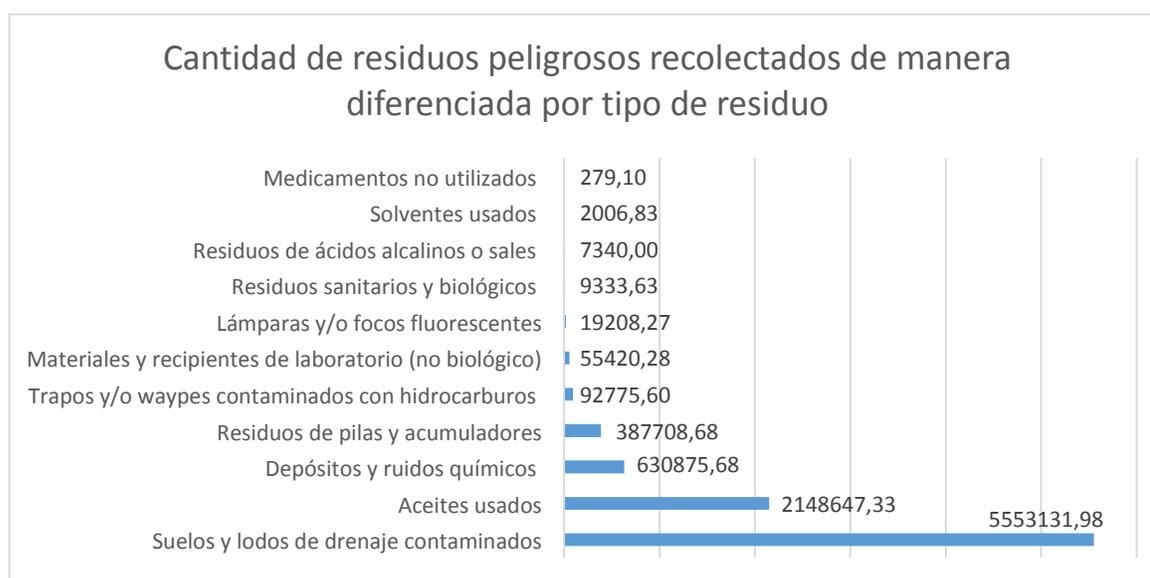
El gobierno colombiano a lo largo de su trayectoria en el manejo de desechos peligrosos ha desarrollado publicaciones que guían a sus industrias de producción y/o servicios en la prevención de desechos peligrosos y en el manejo adecuado de sustancias peligrosas, entre ellas tenemos:

- Gestión Integral de residuos o desechos peligrosos, Bases Conceptuales.
- Guías para manejo seguro y gestión ambiental de 25 sustancias químicas.
- Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

La orientación que se ha dado a la gestión de desechos en el país ha estado más bien dirigida hacia las fases de almacenamiento, transporte y disposición final correctos, dejando de lado la prevención y minimización de éstos en su etapa de generación. El Gobierno Nacional a través del Ministerio del Ambiente, en abril del año 2010, crea el Programa Nacional Para La Gestión Integral De Desechos Sólidos (PNGIDS) y uno de sus objetivos específicos es el de “Implementar la gestión integral de desechos peligrosos y especiales, aplicando el principio de responsabilidad extendida del productor e importador, potenciando el reciclaje sustentable” lo cual obliga a que el productor/importador de productos peligrosos sea responsable de gestionarlos después de que el producto ha terminado su ciclo de vida. Para el año 2011 el Ministerio del ambiente a través del proyecto “Implementación del Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a nivel internacional”- SAICM, elaboró un estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador. Con este diagnóstico aplicado a 74 actividades productivas y de servicios se estableció que 10 de ellas son las más contaminantes, entre ellas constan: refinamiento de petróleo, producción de dinamita, fundición de plomo, extracción de crudo, procesamiento de oro con mercurio (método artesanal), producción de ácido clorhídrico, producción de ácido sulfúrico, curtido de cuero con sales de cromo y producción de Rubber Solvent. Como uno de los resultados del Proyecto SAICM

el 16 de abril del 2013 se crea el Sistema de Gestión de Desechos Peligrosos. (MAE, 2015)

De acuerdo con el Censo de Información Ambiental Económica en Empresas Públicas 2012, nueve de cada diez empresas públicas realizan la gestión diferenciada de sus desechos peligrosos. Entre los desechos que se recolectan de manera diferenciada están: aceites usados o desgastados, wypes contaminados con hidrocarburos, Lámparas y/o focos fluorescentes y residuos sanitarios y biológicos. Las cantidades se las puede observar en el siguiente gráfico:



**Figura 17 Cantidad de desechos peligrosos generados en empresas públicas en el Ecuador, Año 2012**

Fuente: (INEC, 2012)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

En el Ecuador, específicamente en el sector hidroeléctrico, no se han desarrollado planes de minimización de desechos peligrosos como tal a través de investigaciones académicas. Sin embargo se han desarrollado estudios en laboratorios y en terminales y depósitos de petróleo. Como estrategia de minimización propuesta para un laboratorio de ciencias químicas de la Universidad Central de Quito se plantean métodos distintos para la realización de prácticas de



laboratorio con el objetivo de generar desechos con concentraciones menores a los límites establecidos en la legislación ambiental (Acuerdo Ministerial 142) y así tratarlos como desechos no peligrosos. (VACA, 2012)

En un trabajo de tesis titulado “Diseño e implementación de un sistema de manejo de residuos peligrosos generados en los terminales y depósitos de EP Petroecuador” en el año 2011, se identifican como los mayores problemas para impulsar la minimización de desechos peligrosos: la falta de políticas bien definidas y conciencia ambiental por parte de los funcionarios, la falta de asignación de recursos económicos para la gestión adecuada de desechos peligrosos y la separación incorrecta en la fuente. (MORENO, 2011)

### 3.3 Marco Legal

- Constitución de la República del Ecuador

Los Art. 14, Art. 66 numeral 27, Art. 395 numeral 1 y 2 reconocen los derechos de la población a vivir en un ambiente sano, previniendo daños ambientales y la contaminación.

Art. 83 numeral 6: Establece el deber y responsabilidad de los ciudadanos de preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Art. 395 numeral 1: Reconoce que el Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo y ambientalmente equilibrado.

- Tratados y Convenios Internacionales

Convenio de Basilea: Acuerdo que fue ratificado en Ecuador en febrero de 1993, por lo que su cumplimiento en el país es de carácter obligatorio. El convenio busca la reducción de desechos peligrosos en la fase de generación, también establece que el Estado está en la obligación de vigilar que el generador cumpla sus funciones con respecto al transporte y a la eliminación de los desechos peligrosos de forma compatible con la protección de la salud humana y del medio ambiente. (MAE, 2015)

- Decretos y Reglamentos



Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, Título V del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos, que establece los conceptos generales de la gestión de este tipo de desechos y establece las sanciones por contaminación ambiental por desechos peligrosos.

“Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, De La Calidad Ambiental”. Acuerdo Ministerial 061, publicado en el Registro Oficial No. 316 el 4 de mayo del 2015. Establece principios que son de aplicación obligatoria y que dan origen a los conceptos de la gestión de desechos peligrosos. Dichos principios deben regir las actividades públicas (generación eléctrica por ejemplo) respecto a la gestión sobre la calidad ambiental, así como la responsabilidad por daños ambientales.

“Procedimientos para el Registro de Generadores de Desechos Peligrosos, Gestión de Desechos Peligrosos previo al Licenciamiento Ambiental y para el Transporte de Materiales Peligrosos” Acuerdo Ministerial 026, publicado en el Registro Oficial No. 334 el 12 de mayo del 2008.

“Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales”. Acuerdo Ministerial 142, publicado en el Registro Oficial No. 852 el 21 de diciembre del 2012. Contiene un listado por fuente específica de generación de desechos peligrosos donde detalla el sector productivo o de servicios al que pertenece, la característica del desecho de acuerdo a sus propiedades (Corrosivo, Reactivo, Inflamable, Tóxico, Biológico), y el código del desecho.

Un segundo listado de desechos peligrosos es por una fuente no específica, donde detalla el nombre del desecho peligroso, sus propiedades y un código.

“Política Nacional de Post Consumo de Equipos Eléctricos y Electrónicos en Desuso” Acuerdo Ministerial 190. Y el “Instructivo de Aplicación del Principio de Responsabilidad Extendida establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos



Peligrosos y Especiales, para Equipos Celulares en Desuso” del Acuerdo Ministerial 191, publicados en el Registro Oficial No. 881 el 29 de enero del 2013. Describen los principios fundamentales de que se aplican a la gestión de estos desechos y explica en qué consisten ambos ejes de la política. El eje de “Gestión Ambientalmente adecuada de equipos eléctricos y electrónicos en desuso” aplicado a este estudio, explica el orden de jerarquización de la gestión aplicable a desechos eléctricos y electrónicos y las responsabilidades del generador. (MAE, 2015)

- Normas Técnicas Ecuatorianas

“Gestión ambiental. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos. Requisitos”. NTE INEN 2841, publicada en marzo del 2014.

“Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos”. NTE INEN 2266:2013. Segunda revisión. Publicada en enero del 2013.

## Capítulo 4 Marco metodológico

### 4.1 Nivel de investigación

El estudio desarrollado en el presente documento es de nivel explicativo, ya que se pretende establecer la causa de la generación de desechos peligrosos, las condiciones en las que se generan y los efectos que conlleva este aspecto.

### 4.2 Diseño de investigación

Con el fin de conseguir los objetivos planteados, se lleva a cabo un diseño de investigación de campo; de acuerdo al procesamiento de los datos, es de orden no experimental debido a que el trabajo se centra en recolectar, entrevistar, filtrar, analizar y describir la información para finalmente elaborar un Plan de Minimización de Desechos Peligrosos. (ABAD, 2011)

Para el estudio, la información recopilada se basa en datos de naturaleza mixta; tanto documental como datos proporcionados por personal técnico de cada área.

En cuanto a la perspectiva temporal, la investigación es transversal porque se basa en información del año 2014, considerando la periodicidad de los mantenimientos de las Centrales y su relación con la generación de desechos peligrosos, para así proponer alternativas proyectadas a su disminución.

#### 4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información

**Encuestas:** En función de los objetivos y con el fin de obtener datos fiables, se elaboran preguntas de fácil comprensión que están dirigidas al personal que labora en el área de mantenimiento de las Centrales.

**Entrevistas:** Aplicada a personas involucradas con los procesos generadores de desechos peligrosos y administradores de bodega.

**Pesaje:** Se realiza en el Relleno Sanitario ubicado en el Campamento Guarumales, se utiliza una balanza electrónica con capacidad máxima de 30 kg. Los pesajes de los desechos de funda roja acumulados durante toda la semana, se realizan los días viernes; esto es con el fin de caracterizar los desechos peligrosos e identificar deficiencias en la segregación.

**Medición del Porcentaje de Aceite:** Se realiza a los contenedores plásticos de 1m<sup>3</sup> que alojan la mezcla agua-aceite proveniente de la máquina purificadora; con un flexómetro, tomando la medida desde la base del recipiente hasta la señal del agua (más denso), y desde la señal del primer líquido hasta superficie del aceite (menos denso). Con los valores promedio obtenidos se calcula el porcentaje de aceite presente en este sistema heterogéneo.

**Recopilación bibliográfica:** Se revisa información del software para Gestión de Activos Empresariales (API PRO), y del software de Control Interno (Industrial Financial System), además de documentos, cronogramas de actividades, etc.

#### 4.4 Técnicas de procesamiento y análisis de información

##### 4.4.1 Diagnóstico de la situación actual del manejo de desechos peligrosos

El presente diagnóstico recoge información del manejo de desechos peligrosos en las fases de generación, segregación, transporte interno, almacenamiento



temporal y disposición final de los desechos de las Centrales Mazar y Molino; en los procesos de Mantenimiento Preventivo de las Unidades de Generación, Servicios Generales y Gestión de la Salud y Seguridad Ocupacional.

- Generación

1. El Departamento de Ingeniería de Mantenimiento, en coordinación con el área mecánica, eléctrica, electrónica y TIC<sup>4</sup>, está encargada de llevar a cabo cinco tipos de mantenimiento: preventivo, predictivo, correctivo, mayor, y de sistemas auxiliares.

- Preventivo: es planificado por el área de ingeniería mes a mes en base a un Plan Anual de Mantenimiento, que determina la periodicidad de estos, la misma que puede ser bimensual, mensual, trimestral, semestral y anual. Las actividades que se desarrollan principalmente están enfocadas en inspecciones generales, pruebas de control y ajustes, limpieza y mediciones.
- Predictivo: es básicamente de monitoreo para conocer el estado de los sistemas y en base a este monitoreo realizar acciones correctivas. (GALÁN, 2015)
- Correctivo: este mantenimiento lo hace el fabricante y es muy especializado, se realiza en un sistema luego de que se presenta una falla o al detectar alguna anomalía con el mantenimiento predictivo.
- OVERHAULL o mantenimiento mayor: es de tipo preventivo programado cada cierto tiempo, en el caso de la Central Molino se lo realiza cada 20 años, en éste se desmonta casi toda la Unidad de Generación para dar mantenimiento a sus diferentes partes.
- Sistemas auxiliares: son los que no intervienen directamente en el funcionamiento de la Unidad. (GALÁN, 2015)

---

<sup>4</sup> TIC: Departamento de Tecnología de la Información y Comunicación; se encarga de brindar mantenimiento a los sistemas de video vigilancia y a los equipos de comunicación directamente relacionados con el sistema SCADA que es un software de control, supervisión y adquisición de datos aplicado a la producción de energía.



**Figura 18 Mantenimiento mecánico, eléctrico y electrónico**

Fuente: Archivo Fotográfico del Proyecto (2015)

Reproducción: Micaela Tello / Sandra Zari

El estudio de la situación actual se centra en el Mantenimiento Preventivo (*figura 18*), por su periodicidad y por abarcar la verificación y control del buen funcionamiento de todas las partes de la Unidad de Generación.

Cada una de las diez Unidades de Generación de la central Molino y de las dos de Mazar están constituida por las siguientes secciones o sistemas:

**Turbina Hidráulica:** (*Figura 19*) Es una máquina que convierte la energía hidráulica en mecánica, por el movimiento de sus álabes gracias a la fuerza del agua cuya entrada es regulada por la válvula principal. Las actividades de mantenimiento de forma general comprenden revisiones del rodete con tintas penetrantes para detectar anomalías, pintado del recinto, engrasado y reposición de lubricante. (MIÑO & PAREDES, 2010)



**Figura 19 Turbina Hidráulica Pelton Central Molino**

Fuente: Archivo Fotográfico del Proyecto (2015)

Reproducción: Micaela Tello / Sandra Zari

**Generador:** (Figura 20) Encargado de transformar energía mecánica en eléctrica, manteniendo una diferencia de potencial eléctrico entre sus dos polos. (MIÑO & PAREDES, 2010) Está conformado por: el sistema de excitación y regulación de voltaje encargado de alimentar al estator<sup>5</sup> con una fuente de corriente externa; el sistema de acumulación bombeo y regulación controla el paso del agua necesaria para el movimiento de la turbina; el cojinete combinado es un órgano de transmisión de movimiento entre piezas fijas y móviles que necesita lubricación para evitar el desgaste por fricción; el sistema de frenos y gatos que detiene la unidad para darle mantenimiento; conexión generador-transformador; el sistema de inyección de aceite a alta presión regula el caudal del chorro de agua; el sistema de mando, medición y protección del generador; y, finalmente el sistema de regulación de velocidad encargado de mantener al rotor girando a una velocidad nominal constante de 360 rpm. (NARVAEZ, 2015). En el mantenimiento de este sistema se realiza limpieza de intercambiadores de calor, cambio de escobillas, limpieza de tableros electrónicos, verificación y ajuste de conexiones, entre otros. Además es necesario la verificación del nivel de aceite de las cubas

---

<sup>5</sup> Estator: Armadura metálica, que posee hilos de cobre que forman circuitos y está aislado por radiadores para su enfriamiento.

de los cojinetes para su reposición, el aceite utilizado es el Tellus ISO VG/46 que se purifica y recircula cuando está contaminado con agua. (GALLARDO, 2015)



**Figura 20 Generador Central Molino**

Fuente: (CELEC EP, 2014)

**Transformador principal:** Es un equipo encargado de transformar un voltaje de entrada en uno de salida, este voltaje es elevado a cierto nivel para poder ser transmitido sin grandes pérdidas a largas distancias. En la Central Molino la tensión se eleva: en la fase AB de 13,8 kV a 138 kV, en la fase C de 13,8 kV a 230 kV; y en la Central Mazar de 13,8kV a 230 kV. Cada unidad cuenta con un transformador de potencia y un sistema contra incendios. El transformador principal está formado por un núcleo de hierro, bobinas de cobre, tableros de control, elementos de monitoreo y protección, entre otros. Dentro de los elementos más importantes, el sistema de aislamiento (aceite y papel) es al que se debe priorizar su cuidado. (ABAD, 2011)

En el aceite dieléctrico la concentración de partículas de agua y demás gases debe ser mínima, para ello en las centrales funciona un sistema de monitoreo en línea que mide esta concentración. Cuando esta concentración excede las 20 ppm a un nivel de 138000V, se realiza un proceso de restauración del aceite dieléctrico

con el fin de recuperar sus propiedades. Este proceso se realiza a través de una máquina de termo vacío cuyo principio de funcionamiento es la deshidratación del aceite aplicando altas presiones. El aceite además es recirculado cuando existe un cambio de alguna parte del transformador debido a que ingresa humedad. (CHALCO, 2015)

En febrero del año 2014 se realizó el cambio del transformador principal de la Unidad 4 de la fase AB de la Central Molino (*figura 21*), generando como desecho el aceite dieléctrico del transformador anterior (*figura 22*).



**Figura 21 Reemplazo de transformador, Unidad 4**

Fuente: (CHALCO, 2015)



**Figura 22 Aceite dieléctrico residual**

Fuente: (CHALCO, 2015)

**Sistemas Auxiliares de las unidades de generación:** Comprende los sistemas auxiliares eléctricos y el sistema de agua de enfriamiento (SAE) (*figura 23*) que mantiene la temperatura adecuada para el óptimo funcionamiento de los siguientes equipos de la unidad de generación: cojinete combinado, cojinete guía inferior del generador, recinto del generador, sistema de bombeo del aceite del regulador de la turbina y el aceite del transformador. (MIÑO & PAREDES, 2010)

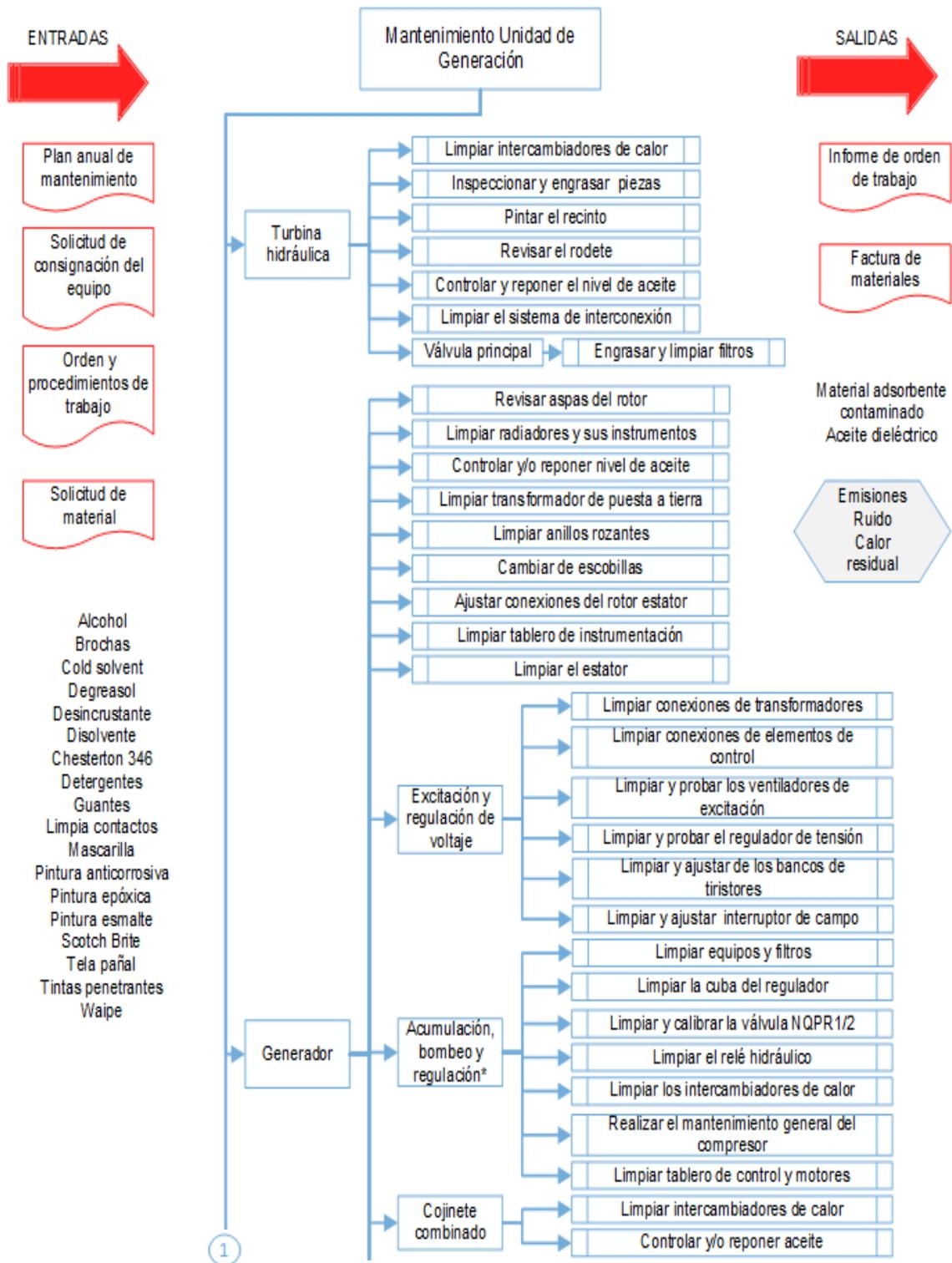


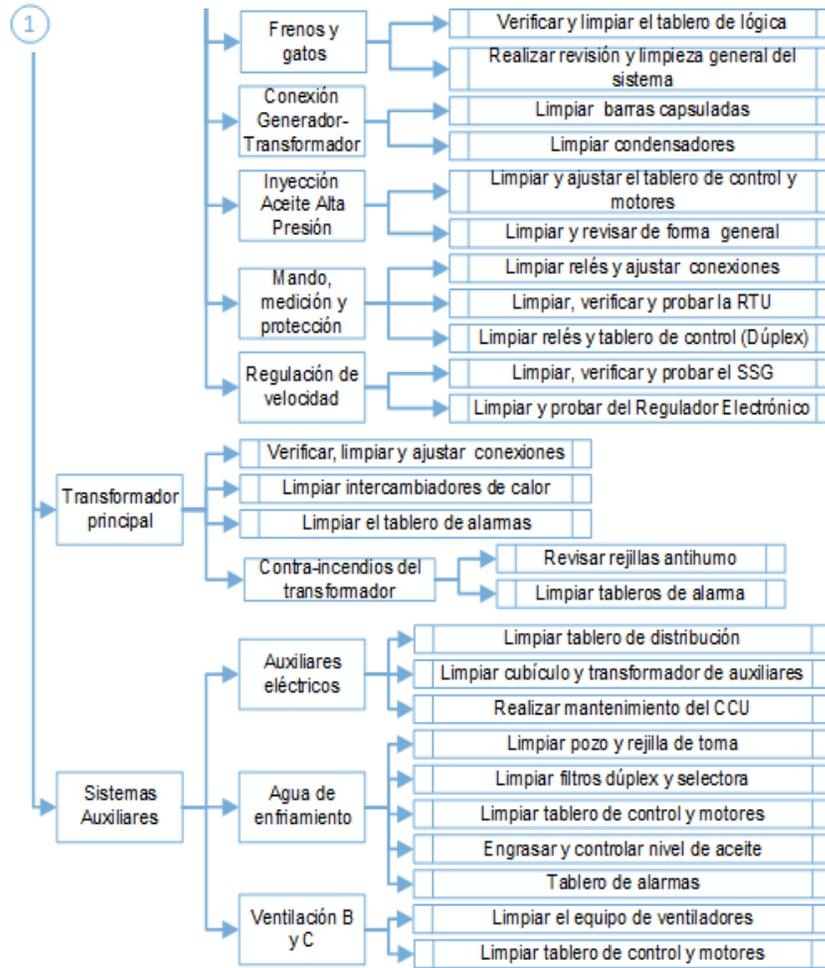
**Figura 23 Sistema de Agua de Enfriamiento Central Molino**

Fuente: Archivo Fotográfico del Proyecto (2015)

Reproducción: Micaela Tello / Sandra Zari

El diagrama de flujo del mantenimiento preventivo general con sus actividades respectivas se encuentra detallado en la siguiente figura:





\* El Sistema de Acumulación, Bombeo y Regulación solo pertenece al funcionamiento de la Central Molino

**Figura 24 Actividades de Mantenimiento Preventivo**

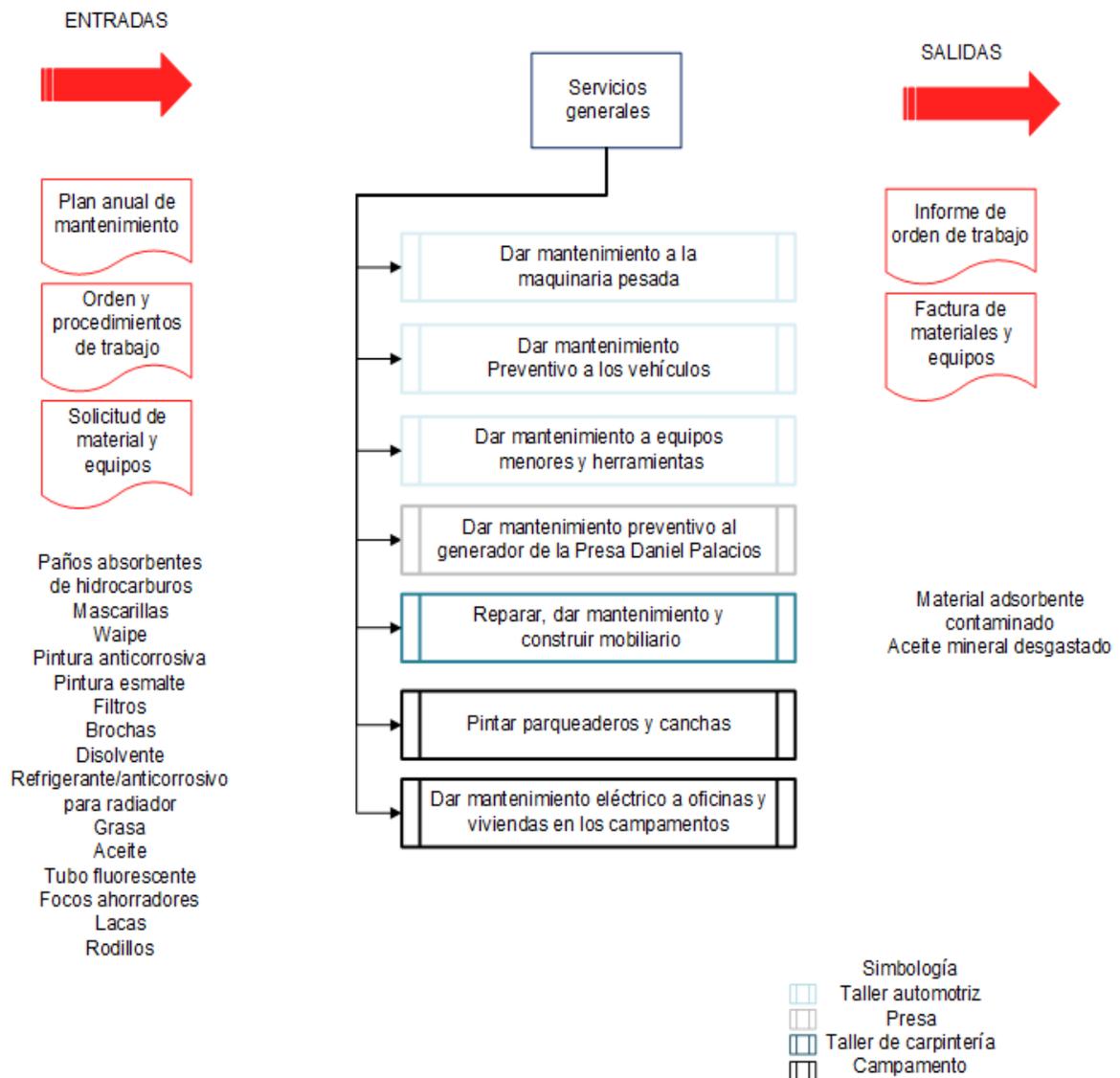
Fuente: (CHALCO, 2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



2. El área de Servicios Generales coordina la ejecución de servicios complementarios garantizando la satisfacción del personal vinculado a la empresa; además del buen uso y mantenimiento de sus instalaciones (ver *figura 25*), desempeña las siguientes actividades:

- Administración de campamentos: Comprende el mantenimiento de infraestructura e instalaciones en general, tanto en la Central Mazar como Molino; en coordinación con el departamento de Ingeniería de Mantenimiento para brindar servicios complementarios.
- Taller automotriz: Ubicado en el campamento Guarumales, aquí se realiza el mantenimiento preventivo de aproximadamente 120 vehículos pertenecientes a la Unidad de Negocio Hidropaute, además del lubricado y cambio de filtros de herramientas motorizadas (hidrolavadoras, desbrozadoras, cortadoras).
- Presa: Mantenimiento de la presa Daniel Palacios.
- Taller de carpintería: Ubicado en el Campamento Guarumales, de aproximadamente 360 metros cuadrados, se encarga de la fabricación, reparación y mantenimiento del mobiliario de la empresa. (CELEC EP, 2011)



**Figura 25 Actividades de Servicios Generales**

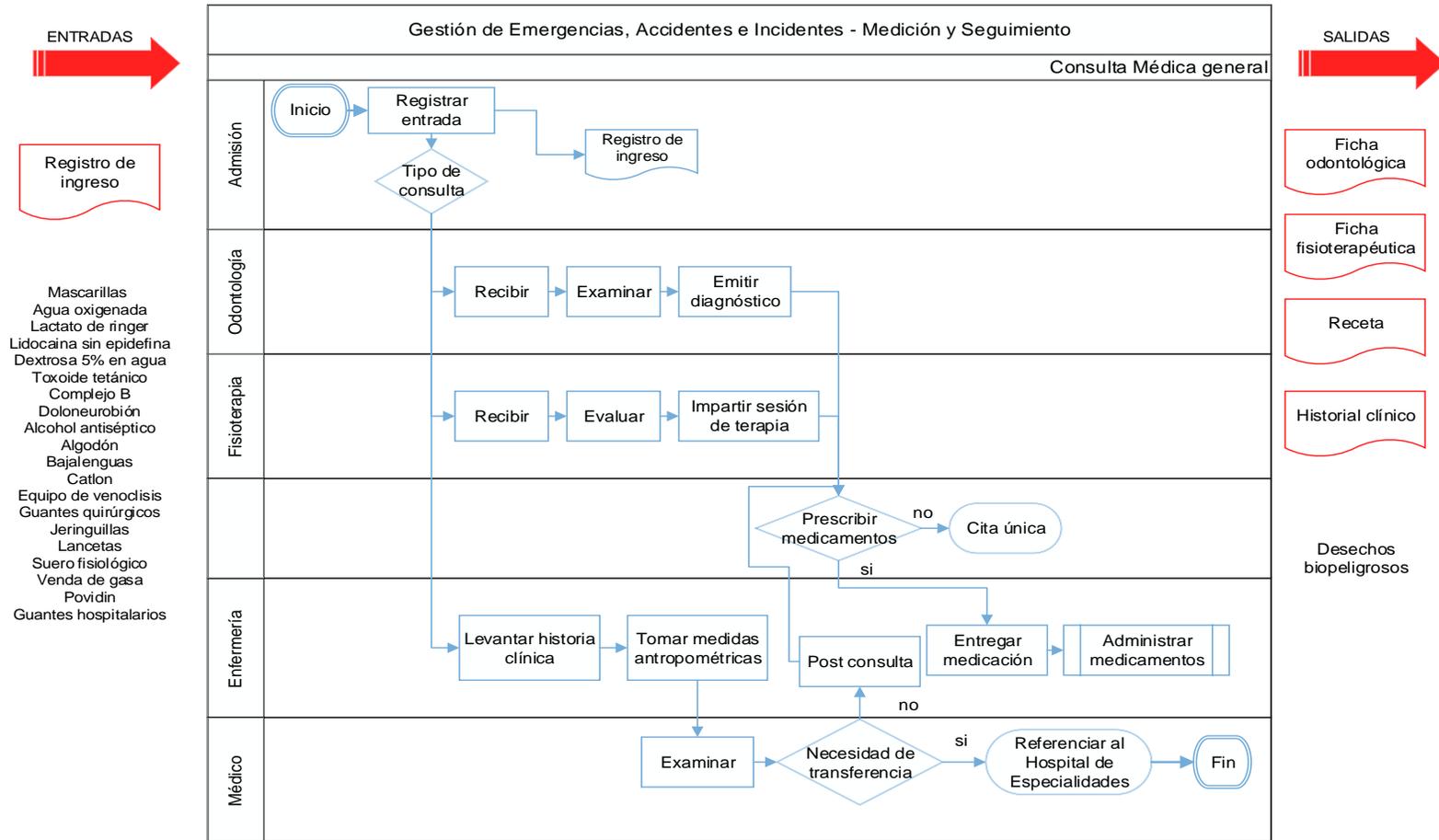
Fuente: (CELEC, 2013)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

3. Las funciones del área de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional van dirigidas a la vigilancia de la salud de los colaboradores. Los campamentos Mazar y Guarumales cuentan con un Centro de Salud tipo A, que brinda atención médica tanto al personal de la empresa como a los pobladores de las



comunidades aledañas; el proceso de atención se encuentra en la siguiente figura:



**Figura 26 Proceso de Consulta Médica General**

Fuente: (ACOSTA, 2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



### **Balance de materiales de entrada y salida**

Los balances de materia mostrados en las *figuras 27 y 28* se desarrollaron de la siguiente forma:

- Los productos usados por cada área en los mantenimientos se obtuvieron del Informe de Pasantías realizadas por las estudiantes Paola Urgilés y Micaela Tello en Hidropaute en el año 2014.
- Se comprobó la peligrosidad de estos productos mediante las Hojas de Seguridad existentes en el catálogo de Fichas de Datos de Seguridad de Materiales y Sustancias Peligrosas.
- Las cantidades de productos utilizados durante el año 2014 fueron tomados de la base de datos de la Bodega Central y del Software para Gestión de Activos Empresariales API PRO.
- De acuerdo a los requerimientos del Ministerio del Ambiente, el Plan de Minimización debe presentar balances de materiales en kilogramos o toneladas, por lo que para la homologación es necesario un factor de conversión (ver *anexo 4*) para los productos en presentaciones volumétricas o longitudinales. Este factor de conversión se obtuvo mediante el peso directo de los productos.
- Los valores de salida son los que constan en la “Declaración Anual de la Generación, Manejo y Transferencia de Desechos Peligrosos” que la Unidad de Negocio Hidropaute presentó al momento de su registro como generador. Originalmente el valor de aceite mineral gastado fue 19740, material adsorbente contaminado 2667 y luminaria 1050 kg. El excedente se debe a la cantidad de desechos que se almacenaron en los últimos meses del año 2013 y fueron enviados en el año 2014 para su gestión.

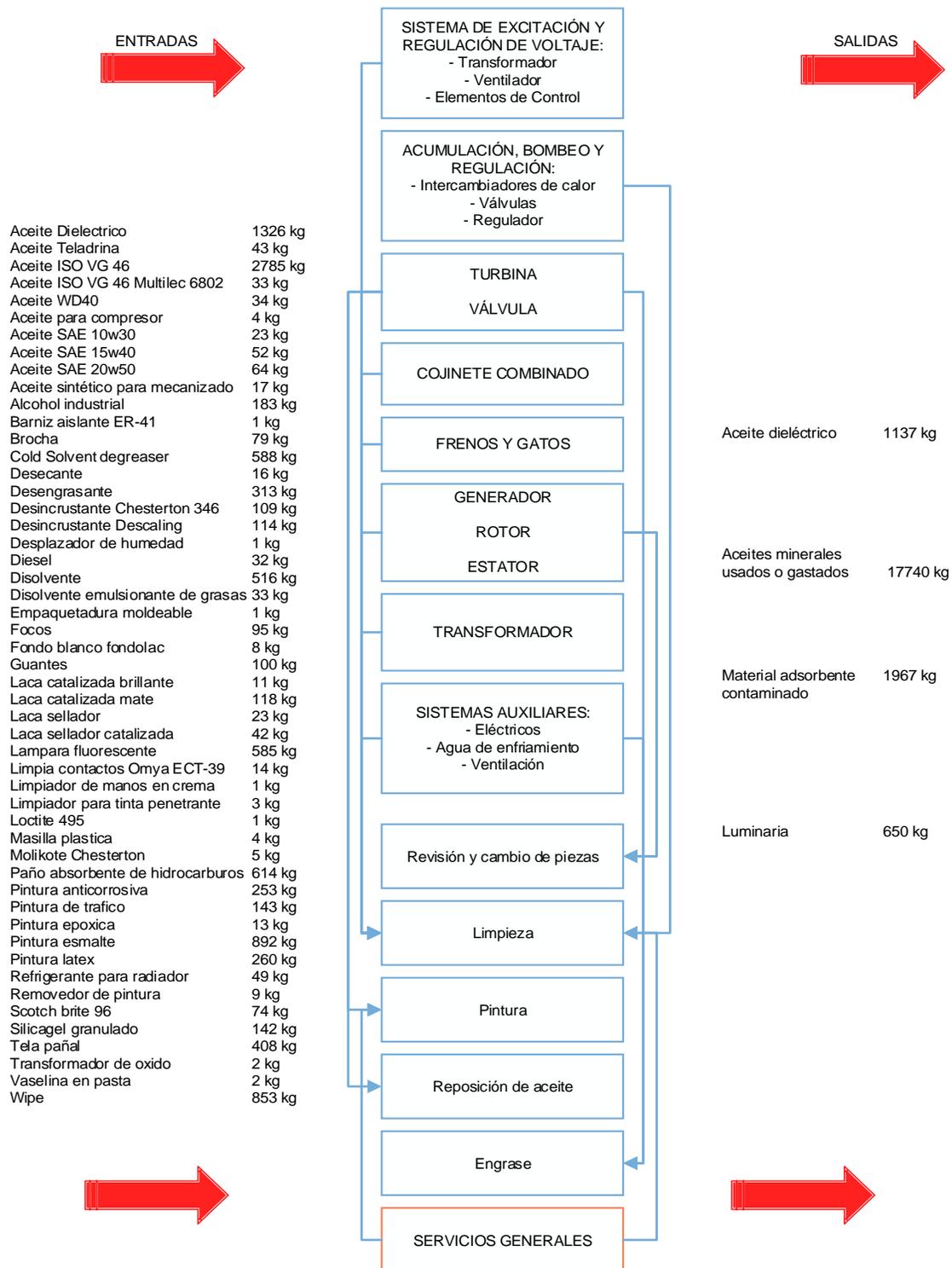
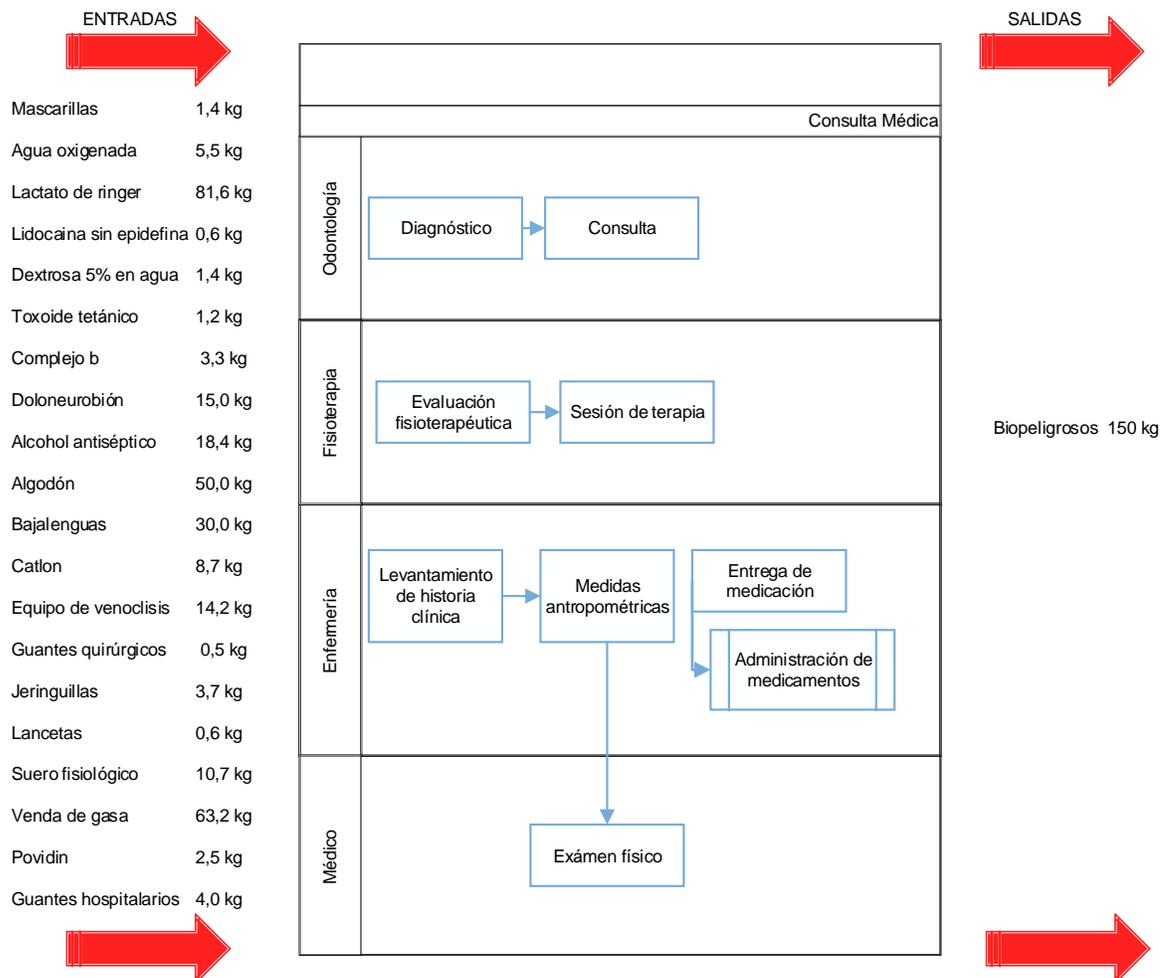


Figura 27 Balance de Materiales AÑO 2014 – Mantenimiento

Fuente: (NEIRA, 2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



**Figura 28 Balance de Materiales AÑO 2014 - Hospital**

Fuente: (ACOSTA, 2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

Hidropaute se ha registrado en el año 2014, ante el Ministerio del Ambiente como generador de los siguientes desechos peligrosos:

**Tabla 5 Clasificación de los Desechos Peligrosos generados en Hidropaute**

Código MAE	Identidad del Desecho	Cantidad anual (kg)
NE-03	Aceites minerales usados o gastados	17740
NE-02	Aceites dieléctricos usados u otros aceites minerales que contengan bifenilpoliclorados (PBC) mayor o igual a 50 ppm o mg/l	1137
NE-40	Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio	650
NE-42	Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos	1967
NE-10	Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención médica presentados en centros médicos de empresas	150

Fuente: (CELEC EP, 2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

**Aceites dieléctricos usados:** Aceite usado que proveniente de los antiguos transformadores de distribución de los campamentos que ya ha perdido sus propiedades aislantes.

**Desechos Biopeligrosos:** Desechos resultantes de los procesos de atención médica en los campamentos. Son gasas, jeringas, sueros, equipos de venoclisis, etc.

**Luminarias:** Provenientes del sistema de iluminación de las Centrales; estos son: tubos fluorescentes, focos ahorradores e incandescentes. Se conoce que mensualmente en los mantenimientos eléctricos del campamento Guarumales se generan: 30-40 tubos fluorescentes, 80-100 focos ahorradores y aproximadamente 30 focos incandescentes.

**Material adsorbente contaminado con hidrocarburos:** Entre estos están el wype que es utilizado para limpiar grasa, polvo, líquidos como desengrasantes, diluyentes y alcohol; tela pañal o lienzo usado para la limpieza de piezas que se van a armar y de elementos eléctricos y electrónicos de tableros de control, debido a que no deja restos de pelusa; y paños absorbentes de hidrocarburos para la limpieza y control derrames de aceite.



**Aceites minerales usados o gastados:** Líquido residual proveniente de la purificadora. Esta es una mezcla de agua, aceite y partículas metálicas en suspensión. (GALLARDO, 2015) La contaminación del lubricante de los sistemas hidráulicos se origina en los intercambiadores de calor que usan agua como refrigerante, la misma que llega a condensarse debido a la transferencia de energía en forma de calor. Adicionalmente, por su tiempo de funcionamiento y la vibración las tuberías del intercambiador presentan grietas contaminando el aceite con el agua de enfriamiento. Los operarios de mantenimiento mecánico se encargan de sellar las fugas con soldadura y de llevar a cabo la purificación o secado del aceite, el mismo que es devuelto al cojinete para continuar lubricando. Además se realiza un control del nivel de aceite en la cuba y de ser necesario se procede a la reposición. Esto, con el fin de extender la vida útil de los equipos. (CABEZAS, 2015)

Purificadora de Aceite Hidráulico: Es una máquina basada en la centrifugación que trabaja a altas velocidades para desprender partículas sólidas del aceite hidráulico; además de las partículas sólidas removidas, este sistema elimina pequeños porcentajes de agua presentes en el aceite lubricante y así evita fallas de los sistemas hidráulicos. En la central Molino existen 2 máquinas purificadoras (*figura 29*) que son usadas para el proceso de secado del aceite de las diferentes unidades según se presente la necesidad de mantenimiento. (GALLARDO, 2015)



**Figura 29 Purificadora de Aceite Hidráulico**

Fuente: Archivo Fotográfico del Proyecto (2015)

Reproducción: Micaela Tello / Sandra Zari

Con los pesajes realizados en el relleno sanitario del Campamento Guarumales, donde únicamente llegan desechos peligrosos sólidos, se han identificado los siguientes:

**Tabla 6 Registro de Desechos Peligrosos Central Mazar**

Desechos Peligrosos Central Mazar						
Fecha	Biopeligrosos (kg)	Lámparas y focos (kg)	Material adsorbente (kg)	Otros (kg)	Envases (kg)	TOTAL
10/07/2015	0,00	0,23	3,62	0,79	0,45	5,09
17/07/2015	0,66	0,17	10,30	3,65	2,10	16,88
24/07/2015	0,00	0,00	16,43	3,57	2,44	22,43
31/07/2015	0,00	0,00	21,85	25,68	6,33	53,86
07/07/2015	0,00	0,00	3,31	0,76	3,29	7,36
14/08/2015	0,00	0,20	9,60	7,17	0,46	17,42
21/08/2015	0,50	0,00	8,15	7,79	3,58	20,01
28/08/2015	0,11	0,25	14,88	7,76	4,41	27,40
						170,44

\*Otros: Generados por la clasificación inadecuada; desechos orgánicos (restos de comida, frutas), reciclables (empaques, cartones, plásticos, piezas metálicas contaminadas, entre otros), eléctricos y electrónicos (balastos, cables, relés, baterías de celular, etc.) llegan a las fundas rojas, por lo que son tratados como peligrosos. El porcentaje de estos desechos representa el 35% del total de desechos sólidos peligrosos.

Fuente: Registro de pesaje del Proyecto (2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

**Tabla 7 Registro de Desechos Peligrosos Central Molino**

Desechos Peligrosos Central Molino						
Fecha	Biopeligrosos (kg)	Lámparas y focos (kg)	Material adsorbente (kg)	Otros* (kg)	Envases (kg)	TOTAL
10/07/2015	1,13	0,23	35,16	8,16	7,50	52,18
17/07/2015	0,00	0,44	39,925	23,61	13,91	77,88
24/07/2015	0,00	2,08	76,967	34,41	8,25	121,70
31/07/2015	0,84	4,97	72,935	71,91	12,95	163,60
07/07/2015	1,92	2,24	17,64	22,96	3,92	48,67
14/08/2015	1,32	4,24	37,325	34,00	6,62	83,51
21/08/2015	2,38	1,25	111,445	72,31	8,20	195,58
28/08/2015	0,45	2,17	95,76	63,42	5,36	167,15
						910,26

\*Otros: Generados por la clasificación inadecuada; desechos orgánicos (restos de comida, frutas), reciclables (empaques, cartones, plásticos, piezas metálicas contaminadas, entre otros), eléctricos y electrónicos (balastos, cables, relés, baterías de celular, etc.) llegan a las fundas rojas, por lo que son tratados como peligrosos. El porcentaje de estos desechos representa el 35% del total de desechos sólidos peligrosos.

Fuente: Registro de pesaje del proyecto (2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

En base al total de desechos peligrosos pesados durante los meses de julio a agosto, se determina el porcentaje de generación en las Centrales, tal como se observa en la *tabla 8*:

**Tabla 8 Porcentaje de Generación Desechos Peligrosos**

Total de desechos peligrosos generados en Hidropaute (julio-agosto del 2015)	1080,69 kg
Porcentaje de desechos Central Molino:	84%
Porcentaje de desechos Central Mazar:	16%

Fuente: Registro de pesaje del proyecto (2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

Las cantidades de los productos de entrada para el mantenimiento preventivo y atención médica en las Centrales Mazar y Molino; así como las salidas de desechos peligrosos se detallan en la siguiente tabla:



Tabla 9 Entradas vs. Salidas – AÑO 2014 (Parte 1)

ENTRADAS				SALIDAS			
PRODUCTO	MAZAR	MOLINO	TOTAL	DESECHO	MAZAR	MOLINO	TOTAL
	kg	kg	kg		kg	kg	kg
Aceite dieléctrico	-	-	-	Aceites dieléctricos con PCB	182	955	1137
	<b>TOTAL</b>		<b>-</b>		<b>TOTAL</b>		<b>1137</b>
Aceite ISO VG 46	3	2782	2785	Aceites minerales usados o gastados	2838	14902	17740
Aceite ISO VG 46 Multilec 6802	33	0	33				
	<b>TOTAL</b>		<b>2818</b>		<b>TOTAL</b>		<b>17740</b>
Lámpara fluorescente	59	526	585	Luminarias con mercurio	104	546	650
Focos	6	90	95				
<b>LAMPARAS</b>	<b>TOTAL</b>		<b>680</b>		<b>TOTAL</b>		<b>650</b>
Mascarillas	0,5	0,8	1,4	Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención médica presentados en centros médicos de empresas	24	126	150
Agua oxigenada	2,2	3,3	5,5				
Lactato de ringer 1000 ml	32,6	49,0	81,6				
Lidocaina sin epidefina(anestésico)	0,3	0,4	0,6				
Dextrosa 5% en agua	0,6	0,8	1,4				
Ampollas toxoide tetánico	0,5	0,7	1,2				
Complejo B en ampollas 1000U	1,3	2,0	3,3				
Doloneurobión	6,0	9,0	15,0				
Alcohol antiséptico	7,3	11,0	18,4				
Algodón	20,0	30,0	50,0				
Bajalenguas	12,0	18,0	30,0				
Catlon	3,5	5,2	8,7				
Equipo de venoclisis	5,7	8,5	14,2				
Guantes quirúrgicos	0,2	0,3	0,5				
Jeringuillas	1,5	2,2	3,7				
Lancetas	0,2	0,4	0,6				
Suero fisiológico	4,3	6,4	10,7				
Venda de gasa	25,3	37,9	63,2				
Povidin	1,0	1,5	2,5				
Guantes hospitalarios	1,6	2,4	4,0				
	<b>TOTAL</b>		<b>316</b>		<b>TOTAL</b>		<b>150</b>

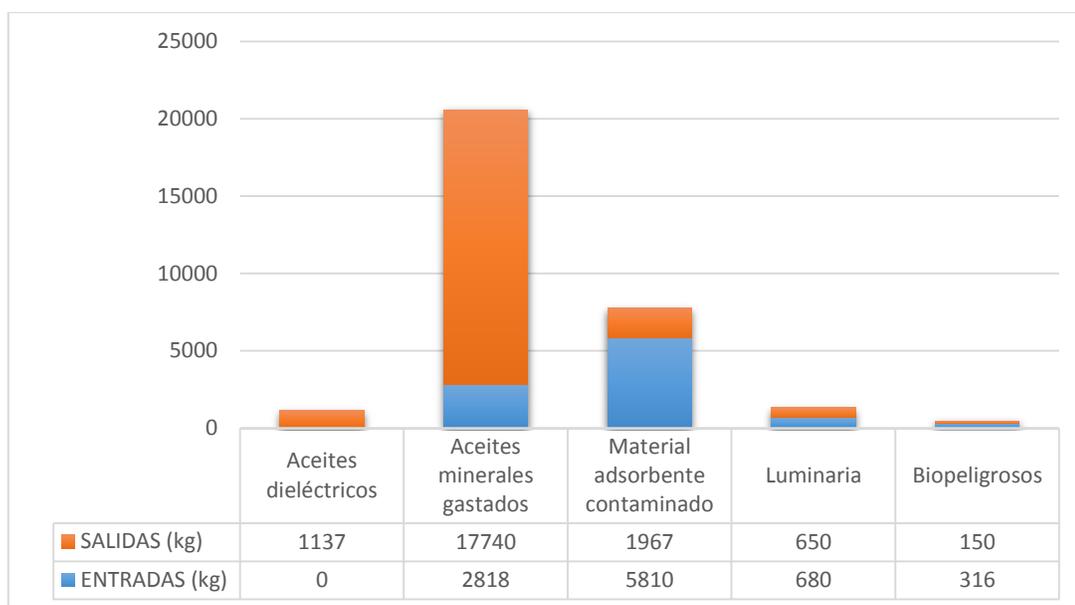


Tabla 9 Entradas vs. Salidas – AÑO 2014 (Parte 2)

ENTRADAS				SALIDAS			
PRODUCTO	MAZAR	MOLINO	TOTAL	DESECHO	MAZAR	MOLINO	TOTAL
	kg	kg	kg		kg	kg	kg
Aceite Dromus B Teladrina	0	43	43	Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes	315	1652	1967
Aceite en spray WD40	4	30	34				
Aceite para compresor	0	4	4				
Aceite SAE 10W30	5	18	23				
Aceite SAE 15W40	12	40	52				
Aceite SAE 20W50	64	0	64				
Aceite sintético para mecanizado	0	17	17				
Alcohol industrial	84	99	183				
Barniz aislante Dolphs ER-41	0	1	1				
Cold Solvent Degreaser	63	525	588				
Desecante	0	16	16				
Desengrasante	111	202	313				
Desincrustante	31	192	223				
Desplazador de humedad Omya	0	1	1				
Diesel	12	20	32				
Disolvente	230	286	516				
Disolvente emulsionante de grasas	0	33	33				
Empaquetadura Chesterton 860	0	1	1				
Fondo blanco Fondolac	2	6	8				
Laca catalizada acabado brillante	2	9	11				
Laca catalizada acabado mate	46	72	118				
Laca sellador	5	18	23				
Laca sellador catalizada	7	35	42				
Limpia contactos Omya ECT-39	3	11	14				
Limpiador de manos en crema	0	1	1				
Limpiador para tinta penetrante	1	2	3				
Loctite 495	0	1	1				
Masilla plástica	1	3	4				
Molikote Chesterton 785	2	3	5				
Paño absorbente de hidrocarburos	94	250	344				
Pintura anticorrosiva	122	131	253				
Pintura de tráfico	60	83	143				
Pintura epóxica	2	11	13				
Pintura esmalte	203	689	892				
Pintura látex	53	200	253				
Refrigerante para radiador	0	49	49				
Removedor de pintura	2	7	9				
Scotch brite 96	21	53	74				
Silicagel granulado	13	129	142				
Tela pañal	87	321	408				
Transformador de óxido Omya	1	1	2				
Vaselina en pasta	0	2	2				
Wipe	159	695	853				

Fuente: (NEIRA, 2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



**Figura 30 Consumo de productos peligrosos vs. generación de desechos AÑO 2014**

Fuente: (CELEC EP, 2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

Como se puede observar en la *figura 30*, la relación entre la entrada de productos y los desechos resultantes muestra un comportamiento equilibrado; mientras que en el caso de los aceites minerales la cantidad excesiva se debe a la mezcla del aceite hidráulico gastado con agua. En base a las mediciones realizadas se puede determinar que el porcentaje de aceite presente en la mezcla es del 28%. Obteniéndose con ello 4.967 kg de los 17.740 kg de aceite declarado.

La diferencia de 3.843 kg entre la entrada de productos adsorbentes y sus desechos se debe a que el producto resultante es material adsorbente contaminado con productos peligrosos y no peligrosos (1.737 kg) y envases (230 kg); mientras que el peso restante representa el contenido (pintura, disolvente, aceites, etc.) que se queda en los procesos.

En el caso de las luminarias, se encuentra una desproporción entre la entrada de insumos y la salida de desechos debido al peso de las cajas contenedoras y a



que, cuando las lámparas se rompen son enviadas en las fundas de desechos peligrosos y no separadas en lámparas o focos como tal.

La diferencia entre la entrada de productos médicos y los desechos biopeligrosos se debe a la cantidad de medicamentos que se suministran por vía intravenosa a las personas, de los que se desechan solamente los envases.

**- Proyectos y actividades que aportan a la disminución de la Generación de Desechos Peligrosos**

Reemplazo de luminarias (focos incandescentes y ahorradores) por iluminación LED: Actualmente las Centrales Mazar y Molino utilizan tubos fluorescentes para su iluminación, lo que genera semanalmente 10 y 30 unidades, respectivamente, inservibles y en su mayoría provenientes de Casa de Máquinas y de la presa Daniel Palacios; los mismos forman parte de los desechos peligrosos que deben ser gestionados por la empresa. Hasta el 2019 Hidropaute prevé la sustitución de luminaria actual por iluminación LED, en Casa de Máquinas de la Central Molino existen aproximadamente 1.200 tubos fluorescentes de 40 W, mientras que en Mazar son 900, en la Presa Daniel Palacios entre focos incandescentes y ahorradores suman 685 unidades. Este cambio se vio necesario por las ventajas que ofrece esta nueva tecnología como: menor potencia de consumo, menor corriente, aumento de vida útil y ahorro en costos de trabajo por hora/hombre requerido para la reposición de lámparas; la variación de voltaje en Casa de Máquinas provoca que las lámparas se quemen; las lámparas LED que se pretenden implementar poseen un kit de arranque que regula el voltaje. Además de los beneficios técnicos mencionados, esta medida lograría disminuir la cantidad de luminaria generada así como los balastos, que son los reguladores de voltaje usados actualmente. (CHALCO, 2015)

Programa de limpieza por micro filtrado del aceite hidráulico: De acuerdo a los resultados de análisis del lubricante aplicado a los diferentes sistemas de las



unidades de generación, draga y generador de emergencia; Hidropaute ha identificado la necesidad de un proceso de limpieza por micro filtrado para mejorar la condición del aceite utilizado y optimizar su grado de limpieza. Este sistema busca una lubricación libre de partículas metálicas en suspensión garantizando que elementos como válvulas, cojinetes, bombas, cilindros, servo-válvulas de los sistemas de control y accesorios prolonguen su vida de funcionamiento disminuyendo así la frecuencia de los mantenimientos por cambio y reposición de aceite. (CELEC EP, 2015)

Aplicación en cascada: Los operarios de mantenimiento en las centrales aprovechan el disolvente resultante para el lavado de las brochas, lo cual aporta a la disminución de nuevo material, esto contribuye a la práctica de producción más limpia llamada aplicación en cascada que se refiere al uso de material residual en otros procesos que requieren menor pureza.

- Recolección

La recolección la realiza el personal de limpieza contratado, esto consiste en retirar las fundas de los tachos asegurando la hermeticidad y el correcto cerrado de las mismas antes de colocarlas en el camión recolector. En las casas de máquinas existen contenedores de gran capacidad (*figura 31*) donde son colocados los desechos peligrosos de cada nivel recolectados por el personal de limpieza.

Puntos exteriores dispuestos para el almacenamiento de desechos:

Campamentos	Arenales: 16	Guarumales: 46
Casa de Máquinas	Mazar: 2	Molino: 1
Presa	-	Daniel Palacios: 3
Edificios de servicios y control	Mazar: 2	Molino: 2

Los desechos peligrosos hospitalarios son almacenados bajo techo además de estar en envases herméticos mientras esperan ser recogidos.



**Figura 31 Punto de recolección - Casa de Máquinas Mazar**

Fuente: Archivo Fotográfico del Proyecto (Año 2015)

Reproducción: Micaela Tello / Sandra Zari

- Transporte

La recolección y transporte se realiza a tempranas horas del día en un vehículo cerrado. Al momento de la recolección las fundas se colocan de acuerdo al orden del recorrido. La ruta de recolección inicia en el campamento Arenales y finaliza en el Campamento Guarumales (*figura 32*).

Recorrido: Campamento Arenales – Casa de Máquinas Mazar - Presa Daniel Palacios<sup>6</sup> – Centro de Control Molino – Casa de Máquinas Molino – Talleres - Bodega – Comedor – Viviendas - Relleno Sanitario.



**Figura 32 Relleno Sanitario Campamento Guarumales**

Fuente: Archivo Fotográfico del Proyecto (2015)

Reproducción: Micaela Tello / Sandra Zari

---

<sup>6</sup> En la Presa la recolección se realiza una vez al mes

- Almacenamiento Temporal

Este proceso se muestra en el siguiente diagrama:

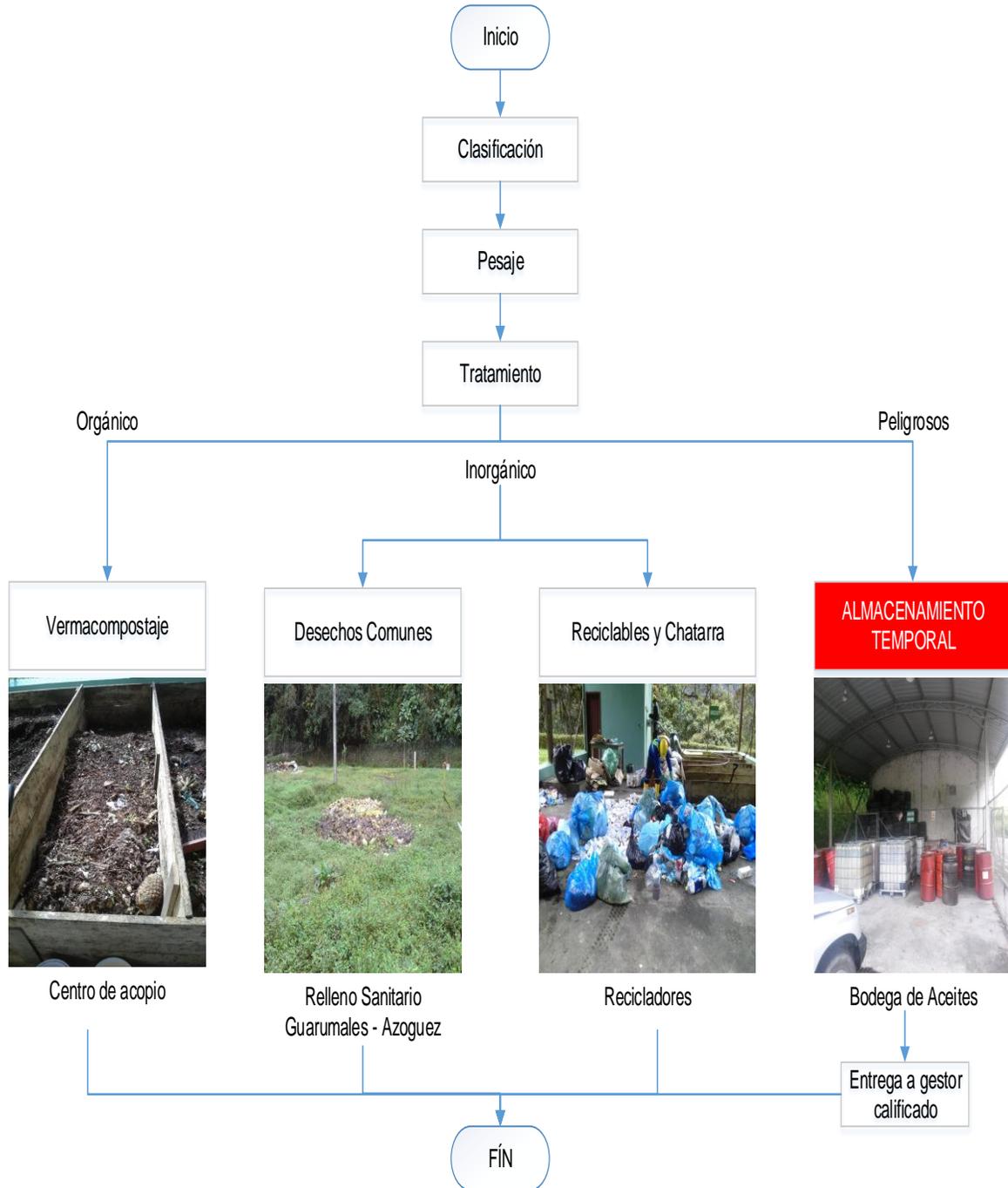


Figura 33 Diagrama de flujo de Almacenamiento

Fuente: (CELEC EP, 2012)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

La Bodega de Almacenamiento Temporal (*figura 34*) es una estructura con paredes, techo, ventilación e iluminación natural, posee una puerta corrediza y un extintor, se encuentra en la entrada al Relleno Sanitario del Campamento Guarumales donde luminarias, desechos biopeligrosos y material adsorbente contaminado permanecen en contenedores separados, mientras que la chatarra se encuentra fuera de la Bodega, en una zona cubierta.



**Figura 34 Bodega de Almacenamiento Temporal de Desechos Peligrosos**

Fuente: Archivo Fotográfico del proyecto

Reproducción: Micaela Tello / Sandra Zari

Los aceites minerales gastados y los dieléctricos contaminados con bifenilpoliclorados (PCB), son almacenados bajo una estructura metálica techada junto al taller automotriz (*figura 35*). Este lugar está señalizado, posee un dispositivo contra incendios y su entrada de fácil acceso de vehículos para la carga y descarga.

A la fecha, los aceites minerales gastados se recolectan en contenedores de plástico de 1m<sup>3</sup> de capacidad separados del suelo por un pallet que facilita su traslado, hasta reunir 6 de estos antes de enviarse al gestor autorizado para su tratamiento.



Los aceites dieléctricos se recolectan en envases metálicos de 55 galones hasta reunir 6 de estos antes de enviarse al gestor autorizado para su tratamiento.



**Figura 35 Almacenamiento de Aceites**

Fuente: Archivo Fotográfico del Proyecto

Reproducción: Micaela Tello / Sandra Zari

Desechos eléctricos y electrónicos generados en las Centrales son almacenados en una habitación junto a la bodega central, entre los equipos existentes tenemos: informáticos (computadoras, monitores, teclados, mouse); de conectividad (decodificadores, módems, radio comunicadores, etc.); de audio y video (equipos de música, televisores, DVD, etc.). Estos se encuentran en proceso de depreciación de activos fijos para su posterior destino. (LORUSSO, s.f.)

- Transporte y manejo

Los desechos son transportados fuera de la provincia por la empresa PECKSAMBIENTE S.A., la misma que trata los aceites minerales usados o gastados, mientras que el resto de desechos son tratados por la empresa INCINEROX S.A.

Los aceites minerales destinan a: tratamiento biológico en lagunas aireadas mecánicamente - biotratamiento in situ, tratamiento físico por coagulación, filtración y sedimentación, tratamiento químico por precipitación y coagulación-floculación y disposición final in situ.

La luminaria se destina a: recuperación de metales, tratamiento físico por encapsulación y disposición final in situ.



El material adsorbente contaminado se destina a: tratamiento térmico mediante incineración (oxidación térmica) y a disposición final mediante confinamiento controlado e in situ.

Los desechos biopeligrosos se destinan para remoción de metales, tratamiento físico por encapsulación y disposición final in situ.

#### 4.4.2 Inventario de Desechos Peligrosos

En base al diagrama de flujo del proceso productivo se realiza un resumen comparativo que recoge algunos aspectos de cada desecho identificado:

Código <b>1</b>	Identidad del Desecho <b>2</b>	Área de generación <b>3</b>	Características de peligrosidad <b>4</b>	Forma de almacenamiento <b>5</b>
--------------------	-----------------------------------	--------------------------------	---	-------------------------------------

1. Código: Es el código establecido en el Listado Nacional de Sustancias Químicas Peligrosas Desechos Peligrosos y Especiales expedido por el Ministerio del Ambiente.

2. Identidad del Desecho: Es la descripción del desecho identificado.

3. Área de generación: Etapa del proceso productivo de la empresa donde se produce el desecho peligroso identificado.

4. Características de peligrosidad: Clasificación según la naturaleza del desecho que permite catalogarlo como peligroso, otorgada por el Ministerio del Ambiente en el Listado mencionado anteriormente.

5. Forma de almacenamiento: Características de la infraestructura destinada para este fin. Indica el tipo de contenedor, características, iluminación y ventilación del local.



Gestión <b>6</b>	Frecuencia de generación <b>7</b>	Cantidad anual generada <b>8</b>	Tasa de producción (kg/Mw h) <b>9</b>	Coste unitario de gestión (\$/kg) <b>10</b>
---------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	--	--

6. Gestión: Muestra el tipo de tratamiento al que serán sometidos los desechos, además de la empresa autorizada por el Ministerio del Ambiente para manejarlos.

7. Frecuencia de generación: La periodicidad con la que se generan estos desechos.

8. Cantidad anual generada: En unidades de masa (kg).

9. Tasa de producción: Se refiere al cociente entre la cantidad anual generada del desecho por unidad de producción correspondiente a ese año, esta depende de la actividad que desarrolle la empresa. En el caso de Hidropaute, su actividad es generar energía eléctrica, la misma que se mide en Mwh. Según los registros de producción del año 2014 de CELEC EP, esta fue de 5'332.289 Mwh.

10. Coste unitario de gestión: Indica el precio de gestionar cada desecho. (Instituto de la Pequeña y Mediana Industria Valenciana, 2012)

La información del siguiente inventario (*tabla 10*) se fundamenta en el registro de datos de la Declaración Anual de Generación y Manejo de Desechos Peligrosos de Hidropaute.



**Tabla 10 Inventario de Desechos Peligrosos generados en Hidropaute (año 2014)**

Código	Identidad del Desecho	Área de generación	Características de peligrosidad	Forma de almacenamiento	Gestión	Frecuencia de generación	Cantidad anual generada (kg)	Tasa de producción (kg/Mw h)	Coste unitario de gestión (\$/kg)
NE-03	Aceites minerales usados o gastados	Proceso productivo y mantenimiento	Tóxico, inflamable	Tanque de 55 galones. Local cerrado con ventilación e iluminación natural	Tratamiento físico, químico y disposición final PECKSAMBIENTE S.A	Semanal	17740	0,003327	\$ 0,56
NE-02	Aceites dieléctricos usados u otros aceites minerales que contengan bifenilpoliclorados (PBC) mayor o igual a 50 ppm o mg/l	Proceso productivo y mantenimiento	Tóxico, inflamable	Tanque de 55 galones. Local cerrado con ventilación e iluminación natural	Aún no han sido gestionados	Mensual	1137	0,000213	\$ 0,11
NE-40	Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio	Mantenimiento	Tóxico	Contenedor plástico. Local abierto con ventilación e iluminación natural	Recuperación de materiales, tratamiento físico y disposición final INCINEROX S.A	Mensual	650	0,000122	\$ 2,44
NE-42	Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: w aipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos	Proceso productivo y mantenimiento	Tóxico	Tanque de 55 galones. Local abierto con ventilación e iluminación natural	Incineración y disposición final INCINEROX S.A	Diario	1967	0,000369	\$ 1,01
NE-10	Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención médica presentados en centros médicos de empresas	Servicios auxiliares	Biopeligroso	Tanque de 55 galones. Local abierto con ventilación e iluminación natural	Incineración y disposición final INCINEROX S.A	Diario	150	0,000028	\$ 1,01

Fuente: (CELEC EP, 2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

#### 4.4.3 Jerarquización de desechos

Luego de inventariar los desechos peligrosos generados, se debe establecer la importancia de cada uno para poder definir prioridades de mejora, mediante criterios de valoración objetiva, los mismos que tendrán un peso específico de acuerdo a su prioridad de gestión.

Se realizó una encuesta (*anexo 5*) al personal de diversas áreas de la empresa, con el fin de seleccionar los pesos específicos que se van a designar a estos criterios de evaluación según su importancia relativa en el conjunto definido.

Las encuestas se realizaron en el campamento Guarumales, a personal de diversas áreas, obteniéndose los siguientes resultados:

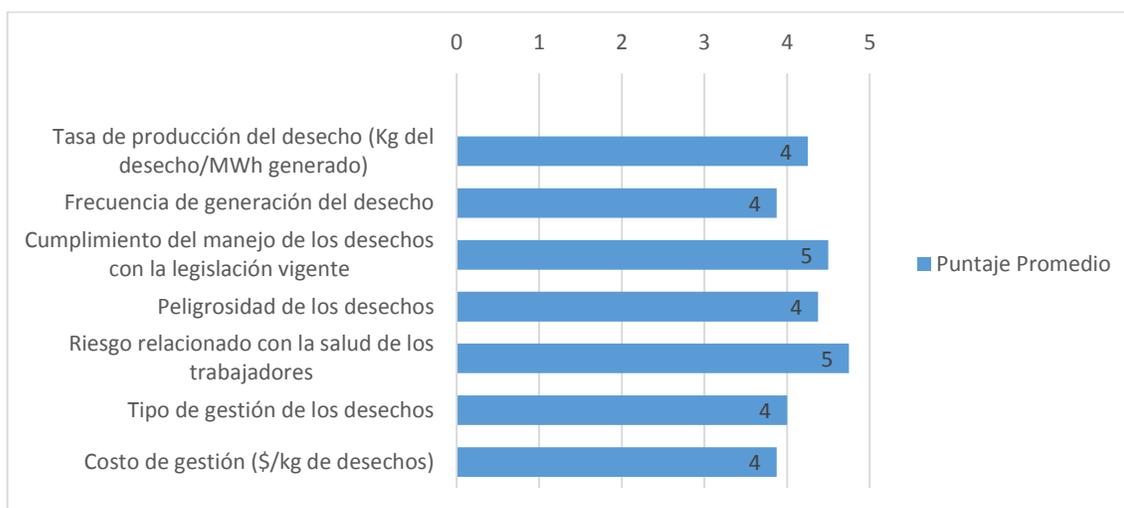
**Tabla 11 Resultados de encuesta de valoración a criterios**

Nombre del Encuestado	Área	Criterio						
		1	2	3	4	5	6	7
Martín Cárdenas	Metrología-Sopladora	5	5	5	5	5	4	4
Patricio Oyervide	Ingeniería de Mantenimiento y Producción Mecánica	3	3	5	4	5	4	3
Esteban Calle	Servicios de campamento	4	4	5	5	5	5	3
Rolando Torres	Gestión Social y Ambiental	5	4	5	4	5	4	4
Boris Galán	Ingeniería de Producción	5	3	5	4	5	4	5
Naldo López	Mantenimiento Mecánico	4	4	5	5	5	4	4
Joffre Chalco	Ingeniería de Mantenimiento Eléctrico	3	3	3	3	4	4	4
Juan Buñay	Seguridad y Salud Laboral	5	5	3	5	4	3	4

Fuente: Personal Hidropaute (2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

Las puntuaciones obtenidas fueron promediadas y se asignaron los siguientes valores de pesos específicos a cada criterio:



**Figura 36 Pesos específicos asignados a criterios de valoración**

Fuente: Personal Hidropaute (2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

En la *tabla 12* se presenta la metodología aplicada en la jerarquización de los desechos peligrosos.

Tabla 12 Matriz de Jerarquización

Criterios de Jerarquización	Peso	Valoración asignada al desecho - VAD			
		VAD	VAD	VAD	
Desecho:	Específico	1*	5*	10*	
	PE				
1. Tasa de producción del desecho (Kg/MWh)**	Asignado según la importancia relativa de cada uno de los criterios en el conjunto	4	La tasa de producción se encuentra en un nivel inferior a 0,001128	La tasa de producción está entre 0,001128 y 0,002227	La tasa de producción se encuentra en un nivel superior a 0,002227
2. Frecuencia de generación		4	Trimestral o mayor	Semanal o Mensual	Diaria
3. Cumplimiento del manejo con la legislación vigente		5	Se cumple	Se cumplen pero las condiciones podrían mejorar	Se gestiona legalmente pero el resto de requisitos es deficiente
4. Peligrosidad		4	Desechos sólidos	desechos líquidos	Lodos y fangos
5. Riesgo relacionado con la salud de los trabajadores		5	NO presenta riesgos importantes	Existen riesgos	Riesgo evidente, prácticas incorrectas
6. Tipo de gestión		4	Valorización material	Valorización energética	Eliminación en vertedero controlado
7. Costo de gestión (\$/kg de desecho)***		4	Costo de gestión de este desecho 20% menor del costo de gestión medio	Costo de gestión de este desecho entre 20 y 70% del costo de gestión medio	Costo de gestión de este desecho 70% mayor del costo de gestión medio
Puntuación total del desecho =		4*VAD1 + 4*VAD2 + 5*VAD3 + 4*VAD4 + 5*VAD5 + 4*VAD6 + 4*VAD7			

Fuente: (Instituto de la Pequeña y Mediana Industria Valenciana, 2012)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

\* Los valores se establecen según cómo se ajuste el desecho a las distintas opciones que puede adoptar el criterio.

\*\* Los límites del criterio "Tasa de Producción" se proponen de acuerdo a los valores obtenidos del cociente entre la cantidad anual generada de cada desecho por unidad de producción. El límite superior corresponde a la tasa de producción de los aceites minerales gastados y el inferior a los desechos biopeligrosos. Los intervalos se establecen de modo que la tasa de producción del resto de desechos se ubique dentro de estos límites.

\*\*\* El costo de gestión medio es \$ 1.03 USD. A partir de este valor se calcula el 20 y el 70% para seleccionar la ubicación de los desechos.

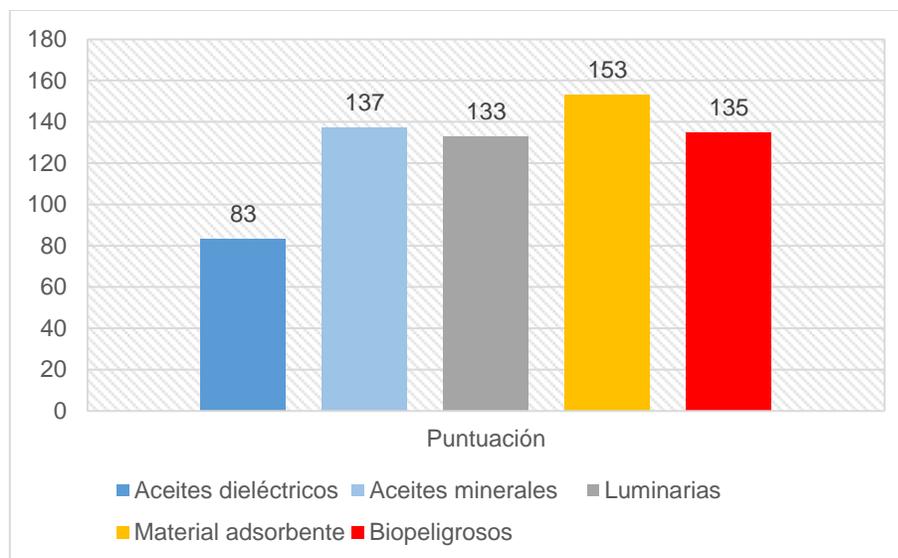
**Puntuación total del desecho:** es el resultado de la suma de los productos del peso específico por la valoración asignada del desecho.

$$4 \cdot \text{VAD1} + 4 \cdot \text{VAD2} + 5 \cdot \text{VAD3} + 4 \cdot \text{VAD4} + 5 \cdot \text{VAD5} + 4 \cdot \text{VAD6} + 4 \cdot \text{VAD7}$$

Los coeficientes 4 y 5 son los pesos específicos asignados.

Las variables VAD1, VAD2... VAD7 son los valores asignados al desecho.

Con la evaluación aplicada, se puede comparar la situación de los distintos desechos y se observa (*figura 37*) que el prioritario es el material adsorbente por lo que las alternativas a proponer se enfocarán en éste, sin excluir la minimización de los demás.



**Figura 37 Resultados de la Jerarquización**

Fuente: Matriz de Jerarquización (2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



## Capítulo 5 Plan de Minimización de Desechos Peligrosos

### 5.1 Identificación de opciones de prevención y minimización

Conforme a los aspectos percibidos durante el levantamiento del diagnóstico, se establecen las etapas defectuosas en la gestión de desechos peligrosos; por lo que se presentan a continuación las medidas que proponen, en principio, disminuir la generación de estos desechos, y si no es posible manejar de forma eficiente los mismos.

La *tabla 13* presenta de manera sintetizada, las opciones que se plantean en el programa de minimización de desechos peligrosos para la Unidad de Negocio Hidropaute.



**Tabla 13 Matriz de Alternativas de Minimización de Desechos Peligrosos para Hidropaute – Parte 1**

Código	Aspecto	Deficiencia detectada	Medida	Mejoras			
				Técnico	Ambiental	Económico	Prevención de riesgos laborales
p	<b>Reducción en origen</b>						
P-1	Mezcla de desechos	El personal desconoce la importancia de prácticas de producción más limpia	Capacitar y sensibilizar al personal sobre manejo de insumos y separación adecuada de desechos peligrosos	Optimización el uso de recursos y mejorar la comunicación entre áreas de la empresa	Reducción de la cantidad de desechos peligrosos. Participación activa en la Gestión Ambiental de la empresa	Disminución de costos por gestión de desechos peligrosos	Mejora de las condiciones del personal que labora en el relleno
P-2	Consumo de energía	Focos y lámparas se funden en períodos de tiempo cortos y sus desechos presentan contenidos de mercurio	Mejorar el sistema de iluminación de los conjuntos habitacionales	Mejoramiento en la eficiencia de dispositivos de iluminación	Ahorro de energía	Disminución de costos por reposición de luminaria	Evita riesgos a la salud por contaminación con mercurio
P-3	Consumo de energía		Mejorar el sistema de iluminación de las oficinas	Mejoramiento en la eficiencia de dispositivos de iluminación	Ahorro de energía	Disminución de costos por reposición de luminaria	Mejoramiento de la calidad visual del espacio de trabajo
P-4	Presencia de humedad	Uso de focos como método de control de humedad en los armarios de las habitaciones de Guarumales	Reemplazar focos por deshumidificadores	Innovación en el sistema de control de humedad. Caliente, seca y hace circular el aire fuera del armario	Reducción de desechos de luminaria	Disminución de costos por mantenimiento eléctrico	Eliminar la existencia de ácaros y moho para crear un ambiente saludable en las viviendas del campamento
P-5	Manejo de materiales en los mantenimientos	Materiales e insumos durante mantenimiento son desperdiciados	Estandarizar la cantidad de materiales e insumos usados en los mantenimientos	Optimización el uso de recursos	Minimización de la generación de residuos	Previene pérdida de producto	Exposición a cantidades menores de productos tóxicos
P-6	Manejo de sustancias químicas		Reemplazar productos por menos tóxicos y/o biodegradables	Tratamiento posterior sencillo	Desechos pueden ser dispuestos como desechos comunes	Ahorro en costos por gestión de desechos peligrosos	Disminución de riesgo del operario por exposición a tóxicos
P-7	Manejo de sustancias químicas	Reducido porcentaje de productos químicos peligrosos contamina grandes cantidades de material adsorbente	Actualizar y socializar las hojas de seguridad de los productos químicos	Mejoramiento en el manejo de sustancias químicas. Cumplimiento con la Norma INEN: Transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos	Previene accidentes de trabajo e incorrecta disposición de desechos	Ahorro en costos por atención a enfermedades laborales y gestión de desechos peligrosos	Prevención de accidentes
P-8	Fugas de agua en el proceso de enfriamiento	Existe gran cantidad de aceite hidráulico como desecho en los procesos de lubricación de maquinaria	Implementar una máquina para la deshidratación del aceite	Mejoramiento de la pureza del aceite hidráulico utilizado para lubricación	Disminución de desechos peligrosos líquidos	Ahorro por cambio en la frecuencia de mantenimientos	No aplica



Tabla 13 Matriz de Alternativas de Minimización de Desechos Peligrosos para Hidropaute – Parte 1

Código	Aspecto	Deficiencia detectada	Medida	Mejoras			
				Técnico	Ambiental	Económico	Prevención de riesgos laborales
R	<b>Reciclaje en origen</b>						
R-1	Fugas de agua en el proceso de enfriamiento	El mayor porcentaje de la composición del desecho (aceites minerales desgastados) es agua	Obtener la concentración de aceites y grasas del efluente de la máquina purificadora de aceite hidráulico	Permite controlar la eficiencia de la máquina purificadora Permite proponer alternativas de tratamiento del efluente previas a la disposición final	Disminución de desechos peligrosos líquidos	Con resultados compatibles con la normativa, ahorro en costos por gestión	No aplica
R-2	Uso de productos contenidos en envases metálicos	El 14 % de material adsorbente son envases metálicos	Separar envases metálicos del resto de productos peligrosos	Disminución de espacio destinado para el almacenamiento de desechos	Correcta disposición final de envases contaminados	Ahorro en gestión de material adsorbente	Evita accidentes por cortaduras
R-3	Generación de material adsorbente contaminado	Se desaprovecha la oportunidad de reutilizar material adsorbente	Dotar de rejillas para secado y reutilización de material adsorbente	Evita consumo de material adsorbente	Disminución de cantidades de desechos peligrosos	Ahorro en compra de nuevo material	Equipo versátil de fácil traslado
R-4	Generación de desechos especiales	Desechos eléctricos y electrónicos se mezclan con peligrosos, existe falta de gestión de estos	Actualización de la Declaración de Desechos Peligrosos ante MAE incluyendo desechos electrónicos y eléctricos	Cumplimiento del Reglamento de la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales	Correcta disposición final de desechos eléctricos y electrónicos	Evitar multas por incumplimiento con la legislación ambiental	Prevención de riesgos químicos al separar desechos eléctricos y electrónicos con componentes tóxicos
R-5	Generación de desechos peligrosos mal clasificados	Los colores para recipientes de depósitos de residuos sólidos no se encuentran actualizados	Actualizar el Instructivo de Gestión de Residuos Sólidos	Cumplimiento de la Norma NTE INEN 2841 sobre la estandarización de colores para recipientes de residuos sólidos	Gestión adecuada de desechos	Ahorro en costos por pago al personal encargado de la clasificación de desechos	Evitar accidentes del personal que labora en el Relleno Sanitario

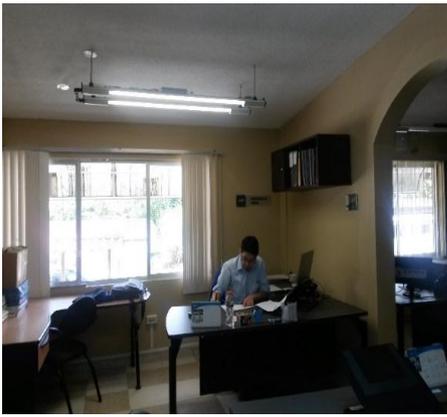
Fuente y Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

## Fichas temáticas

	<b>ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS</b>										
	<b>Capacitar y sensibilizar al personal sobre manejo de insumos y separación adecuada de desechos peligrosos</b>										
<b>Código: P-1</b>	<b>Aspecto: Mezcla de desechos</b>										
<b>Objetivo</b>	Impartir capacitaciones a los colaboradores sobre la importancia de su participación en la correcta gestión de desechos para disminuir en un 15% la presencia de desechos comunes mezclados con peligrosos										
<b>Lugar</b> Central Molino	<b>Situación actual</b> - El personal de mantenimiento desaprovecha la capacidad de absorción del material - El personal médico desecha como peligrosos, envases de soluciones para perfusión intravenosa que pueden ser tratados como desechos reciclables si no están contaminados con fluidos - La clasificación de los desechos durante los mantenimientos en Casa de Máquinas y en el Taller Automotriz es deficiente										
<b>Etapa de gestión</b> Generación											
<b>Opción de minimización</b> Buenas prácticas operativas											
<b>Plazo</b> Largo plazo 4 años											
<b>Justificación</b>	<b>Acciones a implementar</b>										
Alta cantidad de desechos comunes mezclados con peligrosos que transfieren sus características de peligrosidad	1. Programar las capacitaciones para ser impartidas una vez al año a partir del Plan Anual de Mantenimiento Preventivo de las Unidades de Generación; y se realizarán en el Centro Recreacional Central del campamento Guarumales. 2. Realizar las capacitaciones al personal los días martes y miércoles por la mañana. Contar con grupos de 35 personas. Establecer el tiempo para el refrigerio de 15 minutos. 3. Establecer una reunión con el personal de enfermería para concientizar sobre la disposición de los envases de soluciones que se administran. 4. Diseñar un programa de control y seguimiento basándose en el movimiento de materiales e insumos del sistema APIPRO. 5. Proponer un porcentaje del ahorro por gestión de desechos peligrosos para un incentivo al área que sea más eficiente en el uso de materiales durante los mantenimientos.										
<b>Resultado esperado</b>	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"><b>Costos de inversión</b></td> <td rowspan="4"><b>Responsables</b> Gestión Ambiental Recursos Humanos</td> </tr> <tr> <td>Profesional contratado</td> <td>\$ 840,00</td> </tr> <tr> <td>Refrigerio</td> <td>\$ 128,00</td> </tr> <tr> <td><b>Costo total anual</b></td> <td><b>\$ 968,00</b></td> </tr> </table>		<b>Costos de inversión</b>		<b>Responsables</b> Gestión Ambiental Recursos Humanos	Profesional contratado	\$ 840,00	Refrigerio	\$ 128,00	<b>Costo total anual</b>	<b>\$ 968,00</b>
<b>Costos de inversión</b>		<b>Responsables</b> Gestión Ambiental Recursos Humanos									
Profesional contratado	\$ 840,00										
Refrigerio	\$ 128,00										
<b>Costo total anual</b>	<b>\$ 968,00</b>										
- Comunicación mejorada entre el personal de la empresa y el Área de Gestión Ambiental - Personal motivado - Generación de propuestas y nuevas ideas de mejoramiento Ambiental - Reducción de material adsorbente contaminado - Mejoramiento en la separación de desechos - Programa de control y seguimiento											

El Programa de Capacitación se encuentra detallado en el *anexo 6*.

	<b>ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS</b>					
	<b>Mejorar el sistema de iluminación de los conjuntos habitacionales</b>					
<b>Código:</b> P-2	<b>Aspecto:</b> Consumo de energía					
<b>Objetivo</b>	Reemplazar los focos ahorradores por focos LED en un 100% de las habitaciones y baños de los campamentos					
<b>Lugar</b> Campamentos Arenales y Guarumales	<b>Situación actual</b>					
<b>Etapas de gestión</b> Generación						
<b>Opción de minimización</b> Mejora tecnológica						
<b>Plazo</b> Largo plazo 4 años						
<b>Justificación</b>	<b>Acciones a implementar</b>					
Focos y lámparas se funden en períodos de tiempo cortos y sus desechos presentan contenidos de mercurio	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar el estado de la luminaria instalada en las habitaciones, baños y exteriores de los campamentos.</li> <li>2. Evaluar distintas alternativas de reemplazo de focos ahorradores por focos LED's, en base a las condiciones necesarias de iluminación para los diferentes ambientes de los campamentos.</li> <li>3. Abastecerse del producto seleccionado siendo este un foco LED de potencia 9,5 W; temperatura del color 6500 K y 15000 horas de vida útil</li> <li>4. Instalar el producto progresivamente en los conjuntos habitacionales de los campamentos.</li> <li>5. Comunicar al personal de mantenimiento eléctrico de campamentos sobre las especificaciones técnicas y el manejo de este producto.</li> <li>6. Comunicar sobre la disposición final: Una vez finalizada la vida útil del dispositivo, este debe ser dispuesto como un desecho no peligroso, pues contiene materiales reciclables (aluminio, plástico, vidrio).</li> </ol>					
<b>Resultado esperado</b>	<div style="text-align: center;">  </div>					
			<b>Costos de inversión</b>			
			<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">LED habitaciones y baños campamento Guarumales y Arenales</td> <td style="width: 40%; text-align: right;">\$ 8.278,20</td> </tr> <tr> <td><b>Costo total</b></td> <td style="text-align: right;"><b>\$ 8.278,20</b></td> </tr> </table>	LED habitaciones y baños campamento Guarumales y Arenales	\$ 8.278,20	<b>Costo total</b>
LED habitaciones y baños campamento Guarumales y Arenales	\$ 8.278,20					
<b>Costo total</b>	<b>\$ 8.278,20</b>					

 Corporación Eléctrica del Ecuador <b>HIDROPAUTE</b>	<b>ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS</b>										
	<b>Mejorar el sistema de iluminación de las oficinas</b>										
<b>Código:</b> P-3	<b>Aspecto:</b> Consumo de energía										
<b>Objetivo</b>	Reemplazar las lámparas fluorescentes por LED en un 100% de las oficinas de los campamentos										
<b>Lugar</b> Campamentos Arenales y Guarumales	<b>Situación actual</b> 										
<b>Etapas de gestión</b> Generación											
<b>Opción de minimización</b> Mejora tecnológica											
<b>Plazo</b> Largo plazo 4 años											
<b>Justificación</b>	<b>Acciones a implementar</b>										
Focos y lámparas se funden en períodos de tiempo cortos y sus desechos presentan contenidos de mercurio	1. Verificar el estado de la luminaria instalada en las oficinas administrativas de los campamentos. 2. Evaluar distintas alternativas de reemplazo de lámparas fluorescentes T8 por tubos LED's T8, en base a las condiciones necesarias de iluminación para oficinas. 3. Abastecerse del producto seleccionado siendo este un tubo LED de potencia 18 W; temperatura del color 6000 K y 25000 horas de vida útil. 4. Comunicar al personal de mantenimiento eléctrico de campamentos sobre las especificaciones técnicas y el manejo de este producto 5. Instalar el producto progresivamente en las oficinas. 6. Comunicar sobre la disposición final: Una vez finalizada la vida útil del dispositivo, este debe ser dispuesto como un desecho no peligroso, pues contiene materiales reciclables (aluminio, plástico, vidrio).										
<b>Resultado esperado</b>											
			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th colspan="2">Costos de inversión</th> <th rowspan="3">Responsables</th> </tr> <tr> <td>LED oficinas campamento Guarumales y Arenales</td> <td>\$ 6.278,54</td> </tr> <tr> <td><b>Costo total</b></td> <td><b>\$ 6.278,54</b></td> </tr> </table>		Costos de inversión		Responsables	LED oficinas campamento Guarumales y Arenales	\$ 6.278,54	<b>Costo total</b>	<b>\$ 6.278,54</b>
Costos de inversión			Responsables								
LED oficinas campamento Guarumales y Arenales				\$ 6.278,54							
<b>Costo total</b>	<b>\$ 6.278,54</b>										
	Servicios Generales Gestión Ambiental Bodega										

	<b>ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS</b>																				
	<b>Reemplazar focos por deshumidificadores</b>																				
<b>Código: P-4</b>	<b>Aspecto:</b> Presencia de humedad																				
<b>Objetivo</b>	Reducir un 30% la cantidad de desechos de luminaria generada en los campamentos																				
<b>Lugar</b> Campamento Guarumales	<b>Situación actual</b>																				
<b>Etapas de gestión</b> Generación																					
<b>Opción de minimización</b> Mejora tecnológica																					
<b>Plazo</b> Mediano plazo 1-2 años																					
<b>Justificación</b>																					
En las habitaciones del campamento Guarumales existe la necesidad de controlar la humedad por lo que se utilizan focos incandescentes en los closets	<b>Acciones a implementar</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar una prueba piloto: Tomar la medida de la humedad ambiental en un closet.</li> <li>2. Adquirir el deshumidificador de marca Damp-Chaser 70515 de 120V, 122 cm de 35W. Diseñado para áreas de 1,60 x 2,40 m.</li> <li>3. Retirar la luminaria y adecuar un lugar en la parte inferior del armario para este dispositivo.</li> <li>4. Instalar el equipo en el armario, conectarlo al tomacorriente, teniendo cuidado de no sofocar la varilla con ropa u otros artículos.</li> <li>5. Tomar la medida de la humedad ambiental una semana después de la instalación para comparar el porcentaje de humedad disminuido.</li> <li>6. Implementar los dispositivos en el resto de habitaciones del campamento</li> <li>7. Socializar las especificaciones de uso del aparato.</li> </ol>																				
<b>Resultado esperado</b>																					
	<b>Costos de inversión</b>																				
	<table border="1"> <tr> <td>Cajetín</td> <td>\$ 0,90</td> <td>Tacos Fisher y tornillos</td> <td>\$ 1,80</td> </tr> <tr> <td>Broca</td> <td>\$ 1,50</td> <td>Tomacorriente</td> <td>\$ 2,40</td> </tr> <tr> <td>Canaletas</td> <td>\$ 7,20</td> <td>Deshumidificador</td> <td>\$ 50,41</td> </tr> <tr> <td>Cable #12</td> <td>\$ 3,40</td> <td><b>Costo por habitación</b></td> <td><b>\$ 67,61</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><b>Costo total (163 hab.)</b></td> <td><b>\$ 11.020,43</b></td> </tr> </table>	Cajetín	\$ 0,90	Tacos Fisher y tornillos	\$ 1,80	Broca	\$ 1,50	Tomacorriente	\$ 2,40	Canaletas	\$ 7,20	Deshumidificador	\$ 50,41	Cable #12	\$ 3,40	<b>Costo por habitación</b>	<b>\$ 67,61</b>			<b>Costo total (163 hab.)</b>	<b>\$ 11.020,43</b>
Cajetín	\$ 0,90	Tacos Fisher y tornillos	\$ 1,80																		
Broca	\$ 1,50	Tomacorriente	\$ 2,40																		
Canaletas	\$ 7,20	Deshumidificador	\$ 50,41																		
Cable #12	\$ 3,40	<b>Costo por habitación</b>	<b>\$ 67,61</b>																		
		<b>Costo total (163 hab.)</b>	<b>\$ 11.020,43</b>																		
	<b>Responsables</b> Gestión Ambiental, Servicios Generales, Personal de Bodega																				

	<b>ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS</b>	
	<b>Estandarizar la cantidad de materiales e insumos usados en los mantenimientos</b>	
<b>Código:</b> P-5	<b>Aspecto:</b> Uso de materiales	
<b>Objetivo</b>	Disminuir en un 15% la cantidad de insumos y productos usados en los distintos mantenimientos	
<b>Lugar</b> Centrales Mazar y Molino	<b>Situación actual</b>	
<b>Etapas de gestión</b> Generación		
<b>Opción de minimización</b> Buenas prácticas operativas		
<b>Plazo</b> Mediano plazo 2 años		
<b>Justificación</b>		
Materiales e insumos durante mantenimiento son desperdiciados	<b>Acciones a implementar</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrevistar a los colaboradores de cada área de mantenimiento, tanto eléctrico como mecánico y electrónico sobre la cantidad de producto necesaria para cada actividad durante un mantenimiento.</li> <li>2. Realizar tablas con los datos obtenidos para crear medidas estándar de la cantidad de productos que se deben utilizar, por persona y por mantenimiento.</li> <li>3. Planificar y desarrollar una prueba en un mantenimiento con la cantidad de materiales establecidos en la estandarización.</li> <li>4. Verificar la eficiencia.</li> <li>5. Implementar la estandarización.</li> <li>6. Entregar estas tablas a los supervisores de cada área para su difusión.</li> </ol>	
<b>Resultado esperado</b>  - Tablas con las medidas de los materiales que son suficientes para realizar cada mantenimiento - Estandarización socializada con personal de cada área	<b>Costos de inversión</b>	
	No requiere inversión económica	
	<b>Costo total</b>	<b>\$ 0</b>
	<b>Responsables</b> Gestión Ambiental, Supervisores de Área, Bodega	

El detalle de la estandarización se encuentra en el *anexo 7*.

 <p><b>CELEC EP</b> Corporación Eléctrica del Ecuador HIDROPAUTE</p>	<b>ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS</b>	
	<b>Reemplazar productos por menos tóxicos y/o biodegradables</b>	
<b>Código: P-6</b>	<b>Aspecto:</b> Consumo de productos peligrosos	
<b>Objetivo</b>	Disminuir en uno el nivel de peligrosidad de los productos de mantenimiento más utilizados	
<b>Lugar</b> Central Mazar y Molino	<b>Situación actual</b> 	
<b>Etapas de gestión</b> Generación		
<b>Opción de minimización</b> Cambio de materiales		
<b>Plazo</b> Largo plazo 4 años		
<b>Justificación</b>		
El personal desconoce la peligrosidad de los productos que maneja	<b>Acciones a implementar</b>	
<b>Resultado esperado</b> -Cantidad (kg) y toxicidad de los desechos peligrosos disminuidos en las actividades operacionales -Eficacia de productos ecológicos o menos tóxicos evaluada	<ol style="list-style-type: none"> <li>Analizar, del balance de entrada y salida, los productos utilizados para mantenimiento.</li> <li>Tomar en cuenta los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> <li>Cantidad de entrada: realizar un diagrama de Pareto para establecer un orden de prioridades al momento de elegir los productos a sustituirse.</li> <li>Uso del mismo producto en distintos mantenimientos: este criterio es importante a la hora del reemplazo, ya que al tener un solo producto para diferentes usos éstos pueden ser comprados en envases de mayor capacidad, evitando generar desechos de envases.</li> <li>Nivel de riesgo para la salud: los productos han sido seleccionados por su capacidad de producir lesiones por contacto con la piel y por las molestias causadas por los olores.</li> </ul> </li> <li>Investigar la existencia de productos sustituyentes.</li> <li>Plantear en tablas comparativas los productos usados actualmente y las alternativas de reemplazo para su consideración.</li> <li>Planificar y desarrollar una prueba en un mantenimiento con los productos adquiridos en poca cantidad.</li> <li>Verificar la eficiencia.</li> <li>Adquirir a gran escala los productos de reemplazo</li> </ol>	
<b>Costos de inversión</b>		
Prueba piloto	\$	100,79
Pintura esmalte	\$	21.421,68
Limpiador dieléctrico	\$	17.843,94
Disolvente	\$	12.871,12
Desengrasante	\$	2.983,98
<b>Costo total</b>	<b>\$</b>	<b>55.221,50</b>
<b>Responsables</b> Gestión Ambiental, Seguridad y Salud Ocupacional, Mantenimiento		

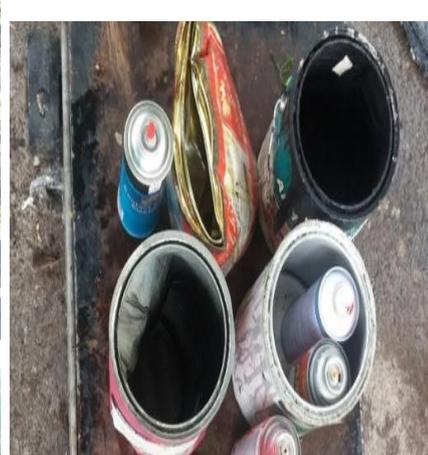
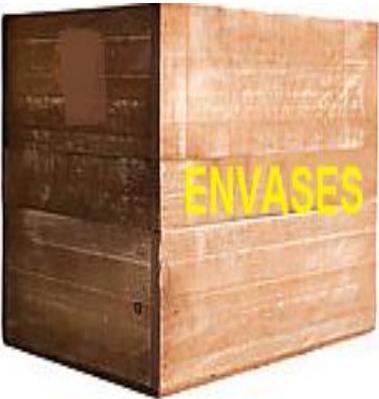
Las tablas comparativas del reemplazo de productos se encuentran detalladas en el *anexo 8*.



 Corporación Eléctrica del Ecuador <b>HIDROPAUTE</b>	<b>ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS</b>																																								
	<b>Actualizar y socializar las hojas de seguridad de los productos químicos</b>																																								
<b>Código: P-7</b>	<b>Aspecto:</b> Manejo de materiales peligrosos																																								
<b>Objetivo</b>	El 100% del personal debe conocer los datos y procedimientos de actuación respecto a los productos que manipula																																								
<b>Lugar</b> Casa de Máquinas Bodega	<b>Situación actual</b>																																								
<b>Etapas de gestión</b> Generación	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">GESTION DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</td> <td style="text-align: right;">Página 1 de 2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">HIDROPAUTE</td> <td style="text-align: center;"><b>INDICE DE HOJAS INFORMATIVAS DE SEGURIDAD Y PROTECCION AMBIENTAL</b></td> <td style="text-align: right;">CÓDIGO: S-E000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Protección: S&amp;SO</td> <td style="text-align: center;">Almacenamiento: Físico</td> <td style="text-align: right;">REVISIÓN N°: 01</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Archivo activo: 2 años</td> <td style="text-align: right;">FECHA ELAB: 14/09/2009</td> </tr> </table>			GESTION DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Página 1 de 2	HIDROPAUTE	<b>INDICE DE HOJAS INFORMATIVAS DE SEGURIDAD Y PROTECCION AMBIENTAL</b>	CÓDIGO: S-E000	Protección: S&SO	Almacenamiento: Físico	REVISIÓN N°: 01		Archivo activo: 2 años	FECHA ELAB: 14/09/2009																											
	GESTION DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Página 1 de 2																																							
HIDROPAUTE	<b>INDICE DE HOJAS INFORMATIVAS DE SEGURIDAD Y PROTECCION AMBIENTAL</b>	CÓDIGO: S-E000																																							
Protección: S&SO	Almacenamiento: Físico	REVISIÓN N°: 01																																							
	Archivo activo: 2 años	FECHA ELAB: 14/09/2009																																							
<b>Opción de minimización</b> Buenas prácticas operativas	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">CÓDIGO</th> <th style="text-align: left;">NOMBRE DEL PRODUCTO QUIMICO</th> <th style="text-align: right;">Número de página</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>MSDS # 003</td><td>346 DESINCRUSTANTE Y LIMPIADOR QUIMICO</td><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td>MSDS # 063</td><td>785 LUBRICANTE SEPARADOR</td><td style="text-align: right;">140</td></tr> <tr><td>MSDS # 005</td><td>785 LUBRICANTE SEPARADOR (AEROSOL)</td><td style="text-align: right;">9</td></tr> <tr><td>MSDS # 060</td><td>860 AGENTE CURADOR PARA EMPAQUETADURA DE POLIMERO MOLDEABLE (AEROSOL)</td><td style="text-align: right;">134</td></tr> <tr><td>MSDS # 006</td><td>860 EMPAQUETADURA DE POLIMERO MOLDEABLE</td><td style="text-align: right;">11</td></tr> <tr><td>MSDS # 129</td><td>ACEITE MOBIL DELVAC 1330</td><td style="text-align: right;">278</td></tr> <tr style="background-color: red;"><td>MSDS # 004</td><td>ACEITE PENETRANTE 706 (RUSTSOLVO)</td><td style="text-align: right;">7</td></tr> <tr style="background-color: red;"><td>MSDS # 068</td><td>ACEITE RIG-GID</td><td style="text-align: right;">150</td></tr> <tr><td>MSDS # 128</td><td>ACEITE SFR 100 PETROLEUM OIL FORTIFIER</td><td style="text-align: right;">276</td></tr> <tr><td>MSDS # 042</td><td>ACEITE SSR ULTRA COOLAND</td><td style="text-align: right;">90</td></tr> <tr><td>MSDS # 036</td><td>ACETILENO (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)</td><td style="text-align: right;">76</td></tr> <tr><td>MSDS # 117</td><td>ACETILENO</td><td style="text-align: right;">250</td></tr> </tbody> </table>		CÓDIGO	NOMBRE DEL PRODUCTO QUIMICO	Número de página	MSDS # 003	346 DESINCRUSTANTE Y LIMPIADOR QUIMICO	5	MSDS # 063	785 LUBRICANTE SEPARADOR	140	MSDS # 005	785 LUBRICANTE SEPARADOR (AEROSOL)	9	MSDS # 060	860 AGENTE CURADOR PARA EMPAQUETADURA DE POLIMERO MOLDEABLE (AEROSOL)	134	MSDS # 006	860 EMPAQUETADURA DE POLIMERO MOLDEABLE	11	MSDS # 129	ACEITE MOBIL DELVAC 1330	278	MSDS # 004	ACEITE PENETRANTE 706 (RUSTSOLVO)	7	MSDS # 068	ACEITE RIG-GID	150	MSDS # 128	ACEITE SFR 100 PETROLEUM OIL FORTIFIER	276	MSDS # 042	ACEITE SSR ULTRA COOLAND	90	MSDS # 036	ACETILENO (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	76	MSDS # 117	ACETILENO	250
CÓDIGO	NOMBRE DEL PRODUCTO QUIMICO	Número de página																																							
MSDS # 003	346 DESINCRUSTANTE Y LIMPIADOR QUIMICO	5																																							
MSDS # 063	785 LUBRICANTE SEPARADOR	140																																							
MSDS # 005	785 LUBRICANTE SEPARADOR (AEROSOL)	9																																							
MSDS # 060	860 AGENTE CURADOR PARA EMPAQUETADURA DE POLIMERO MOLDEABLE (AEROSOL)	134																																							
MSDS # 006	860 EMPAQUETADURA DE POLIMERO MOLDEABLE	11																																							
MSDS # 129	ACEITE MOBIL DELVAC 1330	278																																							
MSDS # 004	ACEITE PENETRANTE 706 (RUSTSOLVO)	7																																							
MSDS # 068	ACEITE RIG-GID	150																																							
MSDS # 128	ACEITE SFR 100 PETROLEUM OIL FORTIFIER	276																																							
MSDS # 042	ACEITE SSR ULTRA COOLAND	90																																							
MSDS # 036	ACETILENO (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	76																																							
MSDS # 117	ACETILENO	250																																							
<b>Plazo</b> Largo plazo 4 años																																									
<b>Justificación</b>	<b>Acciones a implementar</b>																																								
El personal desconoce las propiedades fisicoquímicas, toxicológicas adversas para la salud y el medio ambiente de los productos que maneja	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar un inventario de bodega para comprobar la existencia de los productos nombrados en el "INDICE DE HOJAS INFORMATIVAS DE SEGURIDAD Y PROTECCION AMBIENTAL", el estado de los mismos y su fecha de caducidad.</li> <li>2. De acuerdo al "Modelo de Hoja de Seguridad de Productos Peligrosos" detallado en el anexo B de la Norma INEN 2266:2013; actualizar las hojas de seguridad de los productos inventariados, e incluir las hojas de seguridad de productos ingresados en los últimos años.</li> <li>3. Enviar el archivo digital a los correos institucionales de los operarios, supervisores, bodegueros y personal de seguridad.</li> <li>4. Entregar los archivos físicos en la Bodega Central, en la Bodega de Mazar, en las bodegas de productos químicos de Casa de Máquinas y en la oficina de Salud y Seguridad Ocupacional de ambas centrales.</li> <li>5. Socializar la información con los operarios.</li> <li>6. Tener en cuenta la vigencia de esta información para posteriores modificaciones.</li> </ol>																																								
<b>Resultado esperado</b>																																									
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recopilación de HOJAS INFORMATIVAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN AMBIENTAL, actualizada</li> <li>- Normativa Técnica Ecuatoriana cumplida</li> <li>- Manejo eficaz de productos usados en los mantenimientos</li> <li>- Envases de productos tóxicos segregados correctamente</li> </ul>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>Costos de inversión</b></td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;"><b>Responsables</b> Personal de Bodega Salud y Seguridad Ocupacional</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">No requiere inversión económica</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Costo total</b></td> <td style="text-align: center;"><b>\$ 0</b></td> </tr> </table>		<b>Costos de inversión</b>		<b>Responsables</b> Personal de Bodega Salud y Seguridad Ocupacional	No requiere inversión económica		<b>Costo total</b>	<b>\$ 0</b>																																
<b>Costos de inversión</b>		<b>Responsables</b> Personal de Bodega Salud y Seguridad Ocupacional																																							
No requiere inversión económica																																									
<b>Costo total</b>	<b>\$ 0</b>																																								

	<b>ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS</b>												
	<b>Implementar una máquina para la deshidratación del aceite</b>												
<b>Código: P-8</b>	<b>Aspecto:</b> Fugas de agua en el proceso de enfriamiento												
<b>Objetivo</b>	Disminuir en un 90% la cantidad de aceites minerales gastados procedentes de los procesos de lubricación en las Centrales Mazar, Molino y Sopladora												
<b>Lugar</b> Centrales Mazar, Molino y Sopladora	<b>Situación actual</b> 												
<b>Etapas de gestión</b> Generación													
<b>Opción de minimización</b> Buenas prácticas operativas													
<b>Plazo</b> Largo plazo 4 años													
<b>Justificación</b>													
Existe gran cantidad de aceite hidráulico como desecho en los procesos de lubricación de maquinaria	<b>Acciones a implementar</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar la razón de la generación de aceite mineral desgastado desde la purificación de aceite hidráulico.</li> <li>2. Buscar alternativas para sustituir la purificación de aceite por centrifugación, por un sistema más eficiente.</li> <li>3. Optar por el sistema de termo vacío para la deshidratación de aceite hidráulico; con este la recirculación del aceite será más eficiente y se podrá contar con cantidades mínimas de agua en el mismo, mejorando así la calidad de aceite para lubricación y por lo mismo el aumento de la vida útil de los equipos, además del aumento de tiempo entre mantenimientos.</li> <li>4. Adquirir el sistema de Deshidratación VAC 25 de la marca Siemens, con un volumen de depósito de 7000-15000 litros, potencia de 10,5 kW y un contenido de agua residual de hasta &lt;50 ppm, compatible con el Aceite ISO VG 46 que actualmente se usa en los procesos de lubricación de las máquinas.</li> </ol>												
<b>Resultado esperado</b>													
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;"><b>Costos de inversión</b></th> <th rowspan="5" style="text-align: center;"><b>Responsables</b> Ingeniería de Mantenimiento Departamento de Adquisición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Sistema VAC 25</td> <td style="text-align: center;">\$ 100.000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mantenimiento</td> <td style="text-align: center;">\$ 10.000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Traslado</td> <td style="text-align: center;">\$ 500,00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Costo total</b></td> <td style="text-align: center;"><b>\$ 110.500</b></td> </tr> </tbody> </table>		<b>Costos de inversión</b>		<b>Responsables</b> Ingeniería de Mantenimiento Departamento de Adquisición	Sistema VAC 25	\$ 100.000	Mantenimiento	\$ 10.000	Traslado	\$ 500,00	<b>Costo total</b>	<b>\$ 110.500</b>
<b>Costos de inversión</b>		<b>Responsables</b> Ingeniería de Mantenimiento Departamento de Adquisición											
Sistema VAC 25	\$ 100.000												
Mantenimiento	\$ 10.000												
Traslado	\$ 500,00												
<b>Costo total</b>	<b>\$ 110.500</b>												

 Corporación Eléctrica del Ecuador <b>HIDROPAUTE</b>	<b>ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS</b>																								
	<b>Obtener la concentración de aceites y grasas del efluente de la máquina purificadora de aceite hidráulico</b>																								
<b>Código: R-1</b>	<b>Aspecto:</b> Fugas de agua en el proceso de enfriamiento																								
<b>Objetivo</b>	Conocer la cantidad de Sustancias Solubles al Hexano presentes en la muestra de agua tomada																								
<b>Lugar</b> Centrales Mazar y Molino	<b>Situación actual</b> 																								
<b>Eta de gestión</b> Almacenamiento																									
<b>Opción de minimización</b> Buenas prácticas operativas																									
<b>Plazo</b> Corto plazo 1 año																									
<b>Justificación</b>																									
No existen pruebas de laboratorio del desecho para compararse con la normativa de Calidad de Agua y Descarga de Efluentes	<b>Acciones a implementar</b> 1. Identificar el proceso de origen del efluente y su frecuencia de generación 2. Tomar la muestra del aceite más antiguo: - La muestra se toma en un recipiente nuevo de plástico o vidrio de un litro de capacidad - Por proceso de decantación el fluido menos denso (aceite) asciende a la superficie, dejando libre al fluido más denso (agua emulsionada) para permitir que se tome la muestra por la llave de desfogue ubicada en la parte inferior del contenedor - Llevar en seguida la muestra al laboratorio de Saneamiento para el análisis 3. Los resultados de laboratorio serán comparados con la Normativa de Calidad de Ambiente y Límites de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. 4. Plantear alternativas para reducir la cantidad de aceites presentes en el agua. ** Rotular con: Responsable y fecha del traslado a los contenedores que se almacenen temporalmente para contar con datos de identificación más exactos																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Normativa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Parámetro</td> <td>Aceites y Grasas</td> </tr> <tr> <td>Expresado como</td> <td>Sustancias Solubles al Hexano</td> </tr> <tr> <td>Unidad</td> <td>mg/l</td> </tr> <tr> <td>Descarga</td> <td>A un cuerpo de agua dulce</td> </tr> <tr> <td>Límite máximo permisible</td> <td style="text-align: right;"><b>0,3</b></td> </tr> </tbody> </table>	Normativa		Parámetro	Aceites y Grasas	Expresado como	Sustancias Solubles al Hexano	Unidad	mg/l	Descarga	A un cuerpo de agua dulce	Límite máximo permisible	<b>0,3</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Costos de inversión</th> <th rowspan="5" style="text-align: center;"> <b>Responsables</b>                      Gestión Ambiental                      Servicios de campamento                 </th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Examen</td> <td style="text-align: right;">\$ 15,00</td> </tr> <tr> <td>Recipiente</td> <td style="text-align: right;">\$ 5,00</td> </tr> <tr> <td>Traslados</td> <td style="text-align: right;">\$ 5,00</td> </tr> <tr> <td><b>Costo total</b></td> <td style="text-align: right;"><b>\$ 25,00</b></td> </tr> </tbody> </table>		Costos de inversión		<b>Responsables</b> Gestión Ambiental Servicios de campamento	Examen	\$ 15,00	Recipiente	\$ 5,00	Traslados	\$ 5,00	<b>Costo total</b>	<b>\$ 25,00</b>
Normativa																									
Parámetro	Aceites y Grasas																								
Expresado como	Sustancias Solubles al Hexano																								
Unidad	mg/l																								
Descarga	A un cuerpo de agua dulce																								
Límite máximo permisible	<b>0,3</b>																								
Costos de inversión		<b>Responsables</b> Gestión Ambiental Servicios de campamento																							
Examen	\$ 15,00																								
Recipiente	\$ 5,00																								
Traslados	\$ 5,00																								
<b>Costo total</b>	<b>\$ 25,00</b>																								
<b>Resultados de la muestra: 301,2 mg/l</b> Cumple: NO																									

	<b>ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS</b>								
<b>Código: R-2</b>	<b>Aspecto: Uso de productos en envases metálicos</b>								
<b>Objetivo</b>	Conseguir que el 100% de envases vacíos sean separados del resto de desechos peligrosos para que se puedan vender como chatarra								
<b>Lugar</b> Centrales Mazar y Molino	<b>Situación actual</b>								
<b>Etapas de gestión</b> Manejo									
<b>Opción de minimización</b> Buenas prácticas operativas									
<b>Plazo</b> Mediano plazo 1 año									
<b>Justificación</b>									
El 14 % de material adsorbente son envases metálicos	<b>Acciones a implementar</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar un contenedor de madera de 60 de largo x 45 cm de ancho y 60 cm de alto.</li> <li>2. Adecuar una zona visible y despejada para colocar los contenedores; en Mazar se colocará uno en el nivel 1990,30 (piso de válvulas) y otro en el nivel 1996,60 (piso de turbinas), en Guarumales en el nivel 1320,50 (piso de válvulas) y 1322 (piso de turbinas).</li> <li>3. Luego de cada mantenimiento los operarios se deben asegurar de que los envases no contengan restos de producto y disponerlos en el contenedor</li> <li>4. El personal contratado de limpieza debe recolectar por separado los envases del contenedor una vez que éste llegue a su límite.</li> <li>5. La cantidad de envases recolectados deben ser enviados con la chatarra para ser gestionados como tal.</li> </ol>								
<b>Resultado esperado</b>	 <table border="1" data-bbox="667 1765 1382 1906"> <tr> <td colspan="2" data-bbox="667 1765 1062 1809" style="text-align: center;"><b>Costos de inversión</b></td> <td data-bbox="1062 1765 1382 1906" rowspan="3" style="text-align: center;"><b>Responsables</b> Gestión Ambiental Personal de limpieza</td> </tr> <tr> <td data-bbox="667 1809 938 1861">Playwood 120 mm</td> <td data-bbox="938 1809 1062 1861" style="text-align: right;">\$ 120,00</td> </tr> <tr> <td data-bbox="667 1861 938 1906" style="text-align: center;"><b>Costo total</b></td> <td data-bbox="938 1861 1062 1906" style="text-align: right;"><b>\$ 120,00</b></td> </tr> </table>		<b>Costos de inversión</b>		<b>Responsables</b> Gestión Ambiental Personal de limpieza	Playwood 120 mm	\$ 120,00	<b>Costo total</b>	<b>\$ 120,00</b>
<b>Costos de inversión</b>		<b>Responsables</b> Gestión Ambiental Personal de limpieza							
Playwood 120 mm	\$ 120,00								
<b>Costo total</b>	<b>\$ 120,00</b>								

	<b>ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS</b>												
	<b>Dotar de rejillas para secado y reutilización de material adsorbente</b>												
<b>Código:</b> R-3	<b>Aspecto:</b> Generación de material adsorbente contaminado												
<b>Objetivo</b>	Disminuir en un 5% la cantidad de material adsorbente utilizado en los mantenimientos												
<b>Lugar</b> Casa de Máquinas Mazar y Molino	<b>Situación actual</b>												
<b>Etapas de gestión</b> Generación													
<b>Opción de minimización</b> Reciclaje													
<b>Plazo</b> Mediano plazo 2 años													
<b>Justificación</b>	<b>Acciones a implementar</b>												
Se desaprovecha la oportunidad de reutilizar material adsorbente	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construir cuatro rejillas portátiles: dos para la Central Guarumales y dos para la Central Mazar. Las medidas de las rejillas serán: 35 cm de ancho x 45 cm de largo y 70 cm de alto, con una profundidad de recolección de 20 cm . Varillas de 3/8" y una perforación circular de 1,5 cm de diámetro a los 15 cm desde la parte superior de las rejillas.</li> <li>2. Adecuar un espacio en las bodegas de Casa de Máquinas de ambas centrales para colocar estos equipos.</li> <li>3. Antes de iniciar los mantenimientos trasladar las rejillas a la unidad, en una zona visible y despejada para evitar accidentes laborales.</li> <li>4. Una vez saturado con cualquier químico, excepto lubricantes, el material adsorbente debe colocarse en la rejilla para que este se escurra y poder reusarlo.</li> <li>5. Luego de unas horas el material está listo para poder reusarse.</li> <li>6. Una vez finalizado el mantenimiento se debe descargar el líquido recogido a través de las mangueras; en caso de tratarse de disolvente o alcohol, se puede recuperar y reusar.</li> </ol>												
<b>Resultado esperado</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>Costos de inversión</b></td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;"><b>Responsables</b> Gestión Ambiental Operarios</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Rejillas portátiles</td> <td style="text-align: right;">\$ 140,00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Manguera para descarga</td> <td style="text-align: right;">\$ 4,00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Acople</td> <td style="text-align: right;">\$ 1,00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Costo total</b></td> <td style="text-align: right;"><b>\$ 145,00</b></td> </tr> </table>		<b>Costos de inversión</b>		<b>Responsables</b> Gestión Ambiental Operarios	Rejillas portátiles	\$ 140,00	Manguera para descarga	\$ 4,00	Acople	\$ 1,00	<b>Costo total</b>	<b>\$ 145,00</b>
<b>Costos de inversión</b>		<b>Responsables</b> Gestión Ambiental Operarios											
Rejillas portátiles	\$ 140,00												
Manguera para descarga	\$ 4,00												
Acople	\$ 1,00												
<b>Costo total</b>	<b>\$ 145,00</b>												
													

 Corporación Eléctrica del Ecuador <b>HIDROPAUTE</b>	<b>ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS</b>		
	<b>Actualización de la Declaración de Desechos Peligrosos ante MAE incluyendo desechos electrónicos y eléctricos</b>		
<b>Código: R-4</b>	<b>Aspecto:</b> Generación de desechos peligrosos especiales		
<b>Objetivo</b>	Gestionar adecuadamente el 100% de los desechos eléctricos y electrónicos		
<b>Lugar</b> Centrales Mazar y Molino	<b>Situación actual</b>		
<b>Etapa de gestión</b> Manejo	  		
<b>Opción de minimización</b> Reciclaje			
<b>Plazo</b> Largo plazo 4 años			
<b>Justificación</b>	<b>Acciones a implementar</b>		
Desechos eléctricos y electrónicos se mezclan con peligrosos, existe falta de gestión de estos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar la depreciación de bienes con los aparatos eléctricos y/o electrónicos en desuso para determinar la cantidad que se debe gestionar.</li> <li>2. Adquirir fundas de color naranja (Norma INEN NTE 2841 del 2014), que estarán colocadas en contenedores destinados para la recolección de estos desechos (cables, relés, contactores quemados, escobillas, etc.).</li> <li>3. Adecuar un sitio para los contenedores de recolección en el nivel 1327 de Molino y 2001 de Mazar, que son los pisos de tableros.</li> <li>4. Colocar los desechos eléctricos y electrónicos en las fundas naranja.</li> <li>5. El personal contratado de limpieza debe recolectar estos desechos.</li> <li>6. Trasladar estos desechos hacia el almacenamiento temporal donde son colocados en un contenedor metálico para este fin; este contenedor se diseñara de 70 cm de alto x 70 cm de ancho y 110 cm de largo, y será colocado sobre una estiba de madera en la Bodega de Almacenamiento de Desechos donde no pueden permanecer por más de un año.</li> <li>7. Declarar los desechos eléctricos y electrónicos en base a los Listados Nacionales de Desechos Peligrosos y Especiales, con el código ES-06 bajo la descripción de "Equipos eléctricos y electrónicos en desuso que no han sido desensamblados, separados sus componentes o elementos constitutivos".</li> </ol>		
<b>Resultado esperado</b>	<p style="text-align: center;"><b>Responsables</b></p> Gestión Ambiental, Personal de Bodega, Operarios, Personal de Limpieza y Transporte		
			
<b>Costos de inversión</b>			
Fundas de basura naranja			\$ 180,00
Contenedor metálico			\$ 150,00
Gestión	\$ 600,00		
<b>Costo total</b>	<b>\$ 930,00</b>		

 Corporación Eléctrica del Ecuador <b>HIDROPAUTE</b>	<b>ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS</b>																			
	<b>Actualizar el Instructivo de Gestión de Residuos Sólidos</b>																			
<b>Código:</b> R-5	<b>Aspecto:</b> Generación de desechos peligrosos mal clasificados																			
<b>Objetivo</b>	Actualizar en un año el instructivo para que cumpla al 100% con los requisitos de la normativa actual																			
<b>Lugar</b> Centrales Mazar y Molino	<b>Situación actual</b> 																			
<b>Etapa de gestión</b> Almacenamiento temporal																				
<b>Opción de minimización</b> Buenas prácticas operativas																				
<b>Plazo</b> Mediano plazo 1 año																				
<b>Justificación</b>	<b>Acciones a implementar</b> 1. En la sección "5. REFERENCIAS" incluir: •Reforma al "Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente". Acuerdo Ministerial 161. •"Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2841 sobre Gestión Ambiental. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos. Requisitos." •Acuerdo Ministerial 142. "Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales" 2. Actualizar y agregar definiciones en la sección: "7. DEFINICIONES" de acuerdo a la norma técnica INEN 2841. 3. Actualizar los conceptos de desechos peligrosos en la sección "8.2. GESTION DE DESECHOS PELIGROSOS" 4. En la sección "8.2.3. DISPOSICIÓN EN RELLENO SANITARIO Y DISPOSICIÓN FINAL" se debe incluir el tiempo de almacenamiento temporal establecido en el Artículo 188 del Acuerdo Ministerial 161. 5. En la sección "8.2.4. DESECHOS PELIGROSOS HOSPITALARIOS" considerar el Acuerdo Ministerial 142, ya que el color anaranjado actualmente está designado para los desechos especiales.																			
<b>Resultado esperado</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TIPO DE RESDUO</th> <th colspan="2">COLOR DE RECIPIENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reciclables</td> <td>Azul</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td>No reciclables, no peligrosos.</td> <td>Negro</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td>Orgánicos</td> <td>Verde</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td>Peligrosos</td> <td>Rojo</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td>Especiales</td> <td>Anaranjado</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </tbody> </table>		TIPO DE RESDUO	COLOR DE RECIPIENTE		Reciclables	Azul		No reciclables, no peligrosos.	Negro		Orgánicos	Verde		Peligrosos	Rojo		Especiales	Anaranjado	
TIPO DE RESDUO	COLOR DE RECIPIENTE																			
Reciclables	Azul																			
No reciclables, no peligrosos.	Negro																			
Orgánicos	Verde																			
Peligrosos	Rojo																			
Especiales	Anaranjado																			
	<b>Costos de inversión</b>	<b>Responsables</b> Gestión Ambiental																		
	No requiere inversión económica																			
	<b>Costo total</b>																			
	<b>\$ 0</b>																			



En la *tabla 14* se puede observar el análisis 5W2H del Plan de Minimización de Desechos Peligrosos propuesto para la Unidad de Negocio Hidropaute.

**Tabla 14 Matriz 5w2H Parte 1**

Código	What? - ¿Que?		Why? - ¿Por qué?	When? - ¿Cuándo?	Where? - ¿Dónde?	Who? - ¿Quién?	How? - ¿Cómo?	How much? - ¿Cuánto?
	Aspecto	Actividad						
P-1	Mezcla de desechos	Capacitar y sensibilizar al personal sobre manejo de insumos y separación adecuada de desechos peligrosos	El personal desconoce la importancia de prácticas de producción más limpia	Desde el año 2016 hasta el año 2020	Central Molino	Gestión Ambiental, Recursos Humanos	1. Programar las capacitaciones para ser impartidas una vez al año a partir del Plan Anual de Mantenimiento Preventivo de las Unidades de Generación. Las capacitaciones serán en Legislación, Diagnóstico y Segregación de materiales peligrosos 2. Realizar las capacitaciones al personal. Contar con grupos de 35 personas. 3. Diseñar un programa de control y seguimiento.	\$ 968,00
P-2	Consumo de energía	Mejorar el sistema de iluminación de los conjuntos habitacionales	Focos se funden en períodos de tiempo cortos y sus desechos presentan contenidos de mercurio	Desde el año 2016 hasta el año 2020	Campamentos Mazar y Guarumales	Servicios Generales, Gestión Ambiental, Bodega	1. Verificar el estado de la luminaria actual. 2. Evaluar alternativas de reemplazo de focos ahorradores por focos LED's, . 3. Abastecerse del producto seleccionado siendo este un foco LED de potencia 9,5 W; temperatuta del color 6500 K y 15000 horas de vida útil 4. Instalar el producto en los conjuntos habitacionales de los campamentos. 5. Comunicar sobre la correcta disposición final	\$ 8.278,20
P-3	Consumo de energía	Mejorar el sistema de iluminación de las oficinas	Lámparas se funden en períodos de tiempo cortos y sus desechos presentan contenidos de mercurio	Desde el año 2016 hasta el año 2020	Campamentos Mazar y Guarumales	Servicios Generales, Gestión Ambiental, Bodega	1. Verificar el estado de la luminaria actual. 2. Evaluar disntintas alternativas de reemplazo de lámparas fluorescentes por tubos LED's. 3. Abastecerse del producto seleccionado siendo este un tubo LED de potencia 18 W; temperatuta del color 6000 K y 25000 horas de vida útil. 4. Instalar el producto en las oficinas. 5. Comunicar sobre la correcta disposición final	\$ 6.278,54



Tabla 14 Matriz 5w2H Parte 2

Código	What? - ¿Que?		Why? - ¿Por qué?	When? - ¿Cuándo?	Where? - ¿Dónde?	Who? - ¿Quién?	How? - ¿Cómo?	How much? - ¿Cuánto?
	Aspecto	Actividad						
P-4	Presencia de humedad	Reemplar focos por deshumidificadores	Uso de focos como método de control de humedad en los armarios de las habitaciones de Guarumales	Desde el año 2016 hasta el año 2018	Campamento Guarumales	Gestión Ambiental, Servicios Generales, Personal de Bodega	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tomar la medida de la humedad ambiental en un closet</li> <li>2. Adquirir el deshumidificador Damp-Chaser 70515 de 120V, 122 cm de 35W. Diseñado para áreas de 1,60 x 2,40 m.</li> <li>3. Retirar la luminaria y adecuar un lugar en la parte inferior del armario para este dispositivo</li> <li>4. Instalar el equipo.</li> <li>5. Tomar la medida de la humedad ambiental una semana después para comprobar su disminución.</li> <li>6. Implementar los dispositivos en el resto de habitaciones del campamento.</li> <li>7. Socializar las especificaciones de uso del aparato.</li> </ol>	\$ 11.020,43
P-5	Manejo de materiales en los mantenimientos	Estandarizar la cantidad de materiales e insumos usados en los mantenimientos	Materiales e insumos durante mantenimiento son desperdiciados	Desde el año 2016 hasta el año 2018	Centrales Mazar y Molino	Gestión Ambiental, Supervisores de cada área, Personal de Bodega	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrevistar a los colaboradores de cada área de mantenimiento, sobre la cantidad de producto necesaria para cada actividad durante un mantenimiento.</li> <li>2. Realizar tablas con los datos recolectados.</li> <li>3. Planificar y desarrollar una prueba en un mantenimiento con la cantidad de materiales establecidos en la estandarización.</li> <li>4. Verificar la eficiencia e implementar la estandarización.</li> <li>6. Entregar estas tablas a los supervisores de cada área para su difusión.</li> </ol>	\$ 0
P-6	Manejo de sustancias químicas	Reemplar productos por menos tóxicos y/o biodegradables	Reducido porcentaje de productos químicos peligrosos contamina grandes cantidades de material adsorbente	Desde el año 2016 hasta el año 2020	Centrales Mazar y Molino	Gestión Ambiental, Seguridad y Salud Ocupacional, Mantenimiento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizar, del balance de entrada y salida, los productos utilizados para mantenimiento y escoger los más utilizados y peligrosos para ser reemplazados.</li> <li>2. Investigar la existencia de productos sustituyentes.</li> <li>5. Plantear los productos usados versus las alternativas de reemplazo.</li> <li>5. Planificar y desarrollar una prueba piloto con los productos adquiridos.</li> <li>6. Verificar la eficiencia y adquirirlos a gran escala.</li> </ol>	\$ 55.221,50



Tabla 14 Matriz 5w2H Parte 3

Código	What? - ¿Que?		Why? - ¿Por qué?	When? - ¿Cuándo?	Where? - ¿Dónde?	Who? - ¿Quién?	How? - ¿Cómo?	How much? - ¿Cuánto?
	Aspecto	Actividad						
P-7	Manejo de sustancias químicas	Actualizar y socializar las hojas de seguridad de los productos químicos	Reducido porcentaje de productos químicos peligrosos contamina grandes cantidades de material adsorbente	Desde el año 2016 hasta el año 2020	Centrales Mazar y Molino	Personal de Bodega Salud y Seguridad Ocupacional	1. Realizar un inventario de bodega. 2. Actualizar las hojas de seguridad de acuerdo al "Modelo de Hoja de Seguridad de Productos Peligrosos" detallado la Norma INEN 2266:2013. 3. Enviar el archivo digital a los correos institucionales de los operarios, supervisores, bodegueros y personal de seguridad. 4. Entregar los archivos físicos en lugares de alta concurrencia. 5. Socializar la información.	\$ 0
P-8	Fugas de agua en el proceso de enfriamiento	Implementar una máquina para la deshidratación del aceite	Existe gran cantidad de aceite hidráulico como desecho en los procesos de lubricación de maquinaria	Desde el año 2016 hasta el año 2020	Centrales Mazar, Molino y Sopladora	Ingeniería de Mantenimiento Departamento de Adquisición	1. Identificar la razón de la generación de aceite mineral desgastado desde la purificación de aceite hidráulico. 2. Buscar alternativas para sustituir la purificación de aceite por centrifugación, por un sistema más eficiente. 3. Optar por el sistema de termovaciación para la deshidratación de aceite hidráulico. 4. Adquirir el sistema de Deshidratación VAC 25 de la marca Siemens, con un volumen de depósito de 7000-15000 litros, potencia de 10,5 kW y un contenido de agua residual de hasta <50 ppm, compatible con el Aceite ISO VG 46 que actualmente se usa en los procesos de lubricación de las máquinas.	\$ 110.500,00
R-1	Fugas de agua en el proceso de enfriamiento	Obtener la concentración de aceites y grasas del efluente de la máquina purificadora de aceite hidráulico	El mayor porcentaje de la composición del desecho (aceites minerales desgastados) es agua	Desde el año 2016 hasta el año 2020	Central Molino	Gestión Ambiental Servicios de campamento	1. Identificar el proceso de origen del efluente. 2. Tomar la muestra del aceite más antiguo y realizar un análisis de sustancias solubles al hexano. 3. Los resultados de laboratorio serán comparados con la Normativa de Calidad de Ambiente y Límites de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. 4. Plantear alternativas para reducir la cantidad de aceites presentes en el agua.	\$ 25,00



Tabla 14 Matriz 5w2H Parte 4

Código	What? - ¿Que?		Why? - ¿Por qué?	When? - ¿Cuándo?	Where? - ¿Dónde?	Who? - ¿Quién?	How? - ¿Cómo?	How much? - ¿Cuánto?
	Aspecto	Actividad						
R-2	Uso de productos contenidos en envases metálicos	Separar envases metálicos del resto de productos peligrosos	Envases de productos son gestionados como material adsorbente	Desde el año 2016 hasta el año 2018	Centrales Mazar y Molino	Gestión Ambiental Personal de limpieza	1. Diseñar un contenedor de madera. 2. Adecuar una zona visible y despejada para colocar los contenedores; en Mazar se colocará uno en el nivel 1990,30 (piso de válvulas) y otro en el nivel 1996,60 (piso de turbinas), en Guarumales en el nivel 1320,50 (piso de válvulas) y 1322 (piso de turbinas). 3. Luego de cada mantenimiento los operarios deben disponer los envases en el contenedor y el personal de limpieza debe recolectar por separado los envases del contenedor . 5. Enviar los envases recolectados con la chatarra para ser gestionados como tal.	\$ 120,00
R-3	Generación de material adsorbente contaminado	Dotar de rejillas para secado y reutilización de material adsorbente	Se desaprovecha la oportunidad de reutilizar material adsorbente	Desde el año 2016 hasta el año 2018	Centrales Mazar y Molino	Gestión Ambiental Operarios	1. Construir cuatro rejillas portátiles: dos para la Central Guarumales y dos para la Central Mazar y adecuar un espacio en las bodegas de Casa de Máquinas para colocar estos equipos. 3. En los mantenimientos trasladar las rejillas a una zona visible y despejada. 4. Una vez saturado el material adsorbente debe colocarse en la rejilla para que este se escurra y poder reusarlo luego de unas horas 5. Una vez finalizado el mantenimiento se debe descargar el líquido recogido a través de las mangueras; en caso de tratarse de disolvente o alcohol, se puede recuperar y reusar.	\$ 145,00



Tabla 14 Matriz 5w2H Parte 5

Código	What? - ¿Que?		Why? - ¿Por qué?	When? - ¿Cuándo?	Where? - ¿Dónde?	Who? - ¿Quién?	How? - ¿Cómo?	How much? - ¿Cuánto?
	Aspecto	Actividad						
R-4	Generación de desechos especiales	Actualización de la Declaración de Desechos Peligrosos ante MAE incluyendo desechos electrónicos y eléctricos	Desechos eléctricos y electrónicos se mezclan con peligrosos, existe falta de gestión de estos	Desde el año 2016 hasta el año 2020	Centrales Mazar y Molino	Gestión Ambiental, Personal de Bodega, Operarios, Personal de Limpieza y Transporte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar la depreciación de bienes con los aparatos en desuso.</li> <li>2. Adquirir fundas de color naranja para la recolección de estos desechos.</li> <li>3. Adecuar un sitio para los contenedores de recolección en el nivel 1327 de Molino y 2001 de Mazar, que son los pisos de tableros.</li> <li>4. Colocar los desechos eléctricos y electrónicos en las fundas naranja</li> <li>5. El personal contratado de limpieza debe recolectar por separado estos desechos.</li> <li>6. Trasladar estos desechos hacia el almacenamiento temporal donde son colocados en un contenedor metálico para este fin.</li> <li>7. Declarar los desechos eléctricos y electrónicos en base a los Listados Nacionales de Desechos Peligrosos y Especiales, con el código ES-06 bajo la descripción de "Equipos eléctricos y electrónicos en desuso que no han sido desensamblados, separados sus componentes o elementos constitutivos".</li> </ol>	\$ 930,00
R-5	Generación de desechos peligrosos mal clasificados	Actualizar el Instructivo de Gestión de Residuos Sólidos	Los colores para recipientes de depósitos de residuos sólidos no se encuentran actualizados	En el año 2016	Centrales Mazar y Molino	Gestión Ambiental	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En la sección "5. REFERENCIAS" incluir: Acuerdo Ministerial 161, Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2841, Acuerdo Ministerial 142.</li> <li>2. Actualizar y agregar definiciones en la sección: "7. DEFINICIONES" de acuerdo a la norma técnica INEN 2841.</li> <li>3. Actualizar los conceptos de desechos peligrosos en la sección "8.2. GESTION DE DESECHOS PELIGROSOS"-</li> <li>4. En la sección "8.2.3. DISPOSICIÓN EN RELLENO SANITARIO Y DISPOSICIÓN FINAL" se debe incluir el tiempo de almacenamiento temporal.</li> <li>5. En la sección "8.2.4. DESECHOS PELIGROSOS HOSPITALARIOS" considerar el Acuerdo Ministerial 142.</li> </ol>	\$ 0

Fuente y Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



## 5.2 Análisis económico

El análisis económico establece la viabilidad que implica la implementación del Plan de Minimización, recoge tanto la inversión como los ahorros que se presenten. Los beneficios intangibles, no cuantificables, son:

- Motivación del personal: las alternativas planteadas pretenden mejorar el interés del personal en cuanto al tema ambiental para lograr un compromiso de responsabilidad y ahorro de recursos en las actividades que desempeña.
- Prevención de enfermedades ocupacionales: al manipular productos químicos peligrosos, el trabajador está expuesto a sustancias dañinas para su salud, por lo que el reemplazo de productos por menos peligrosos disminuye este riesgo.
- Mejoramiento de la imagen de la empresa: con la minimización de desechos peligrosos la Unidad de Negocio Hidropaute crea una ventaja competitiva frente a otras hidroeléctricas.
- Mejoramiento del ambiente de trabajo: con la implementación de medidas que requieren de un equipo multidisciplinario se fomenta el trabajo en equipo.

Las *tablas 15, 16 y 17* muestran un análisis económico detallado del cambio de luminaria, de la implementación de deshumidificadores y del reemplazo de productos respectivamente.

La *tabla 18*, a su vez, detalla el presupuesto necesario para la implementación de todo el Plan de Minimización.

Tabla 15 Tabla comparativa para reemplazo de luminaria

Especificaciones técnicas	Focos		Tubos			
	ACTUAL Osram Dulux Energy Saber	LED Toledo A60 9,5W 6500k P24564-36	ACTUAL P1592-3 FO 17WT8 865 60 cm	ACTUAL F32T8/TL835 ALTO Plus 120 cm	LED Ledtube VLE 10W/865 T8 ROT 60 cm	LED Led Ecotubo T8 18w 60K P24250-36 120
Casa Comercial	Osram	Sylvania	Sylvania	Philips	Philips	Sylvania
Potencia nominal (W)	20	9,5	17	32	10	18
Temperatura del color (°K)	6500	6500	6500	3500	6500	6500
Tono de luz	Luz fría	Luz día	Blanco neutro	Blanco neutral	Blanco frío	Luz día
Rango de voltaje (V)	110-130	100-240	No disponible	No disponible	220-240	100-240
Flujo luminoso (lúmen)	1120	820	1350	2950	1050	1600
Vida útil (horas)	6000	15000	20000	36000	40000	25000
Costo (USD\$)	\$ 1,94	\$ 4,38	\$ 3,82	\$ 5,96	\$ 18,23	\$ 17,64
Materiales tóxicos	Mercurio	No contiene	Mercurio	Mercurio	No contiene	No contiene
# focos necesarios/año	1890		147	204	147	204
Balastos necesarios	No aplica	No aplica	74	102	No aplica	No aplica
Costo balastos: USD\$12,40						
Gasto por balastos			\$ 913,14	\$ 1.263,06		
<b>Gasto total anual</b>	<b>\$ 5.353,24</b>	<b>\$ 4.834,47</b>	<b>\$ 246,42</b>	<b>\$ 295,45</b>	<b>\$ 588,00</b>	<b>\$ 1.259,20</b>
Consumo energético (kWh/año)	30698,33	14581,70	10052,60	26173,95	5913,29	14722,84
Costo comercial de energía: 0,02 (USD\$/kWh)						
Costo de energía (USD\$/año)	\$ 613,97	\$ 291,63	\$ 201,05	\$ 523,48	\$ 118,27	\$ 294,46
Desechos (kg/año)	96,58	0,00	1900,17	5049,39	0,00	0,00
<b>Costo por gestión (USD\$/año)</b>	<b>\$ 235,65</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 4.636,41</b>	<b>\$ 12.320,51</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 0</b>

Fuente y elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari (2015)



Tabla 16 Tabla comparativa para implementación de deshumidificadores

<b>Especificaciones técnicas</b>	<b>Foco incandescente</b>	<b>Deshumidificador</b>
Número de habitaciones	163	163
Cant. Anual necesaria	8,76	1
Potencia (W)	100	35
Vida útil (h)	1000	87600
Consumo energético (kW/año)	142788	49975,8
Costo comercial de la energía: 0,02 (US\$/kWh)		
Costo anual de energía (US\$/año)	\$ 2.855,76	\$ 999,52
Costo insumos	\$ 1,10	\$ 67,61
<b>Costo total</b>	<b>\$ 1.570,67</b>	<b>\$ 11.020,43</b>
Costo de gestión (US\$/kg): 2,44		
Desechos (kg/año)	49,9758	0
<b>Costo de gestión (US\$/kg)</b>	<b>\$ 121,94</b>	<b>\$ 0</b>

Fuente y elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari (2015)

Tabla 17 Tabla comparativa para reemplazo de productos

Producto*	Cantidad anual	Actual		Reemplazo	
		Costo (USD\$/unidad)	Total	Costo (USD\$/unidad)	Total
<b>Pintura esmalte</b>	861,00	\$ 13,93	<b>\$ 11.993,73</b>	\$ 24,88	<b>\$ 21.421,68</b>
<b>Limpiador dieléctrico</b>	573,76	\$ 32,26	<b>\$ 18.509,50</b>	\$ 31,10	<b>\$ 17.843,94</b>
<b>Disolvente</b>	931,34	\$ 6,04	<b>\$ 5.625,29</b>	\$ 13,82	<b>\$ 12.871,12</b>
<b>Desengrasante</b>	82,00	\$ 14,40	<b>\$ 1.180,80</b>	\$ 36,39	<b>\$ 2.983,98</b>

Fuente y elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari (2015)

\*El aceite dieléctrico no se analiza pues su sustitución debe ser solamente cuando se necesite reemplazar un transformador.

**Tabla 18 Presupuesto para implementación del Plan de Minimización de Desechos Peligrosos para Hidropaute**

Código	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
P-1	Capacitación anual empleados Hidropaute	4	\$ 968,00	\$ 3.872,00
P-2	Focos LED 9,5W para Campamentos	1890	\$ 4,38	\$ 8.278,20
P-3	Tubos LED 60 cm 10W para oficinas de Campamentos	147	\$ 18,23	\$ 2.684,91
	Tubos LED 120 cm 18W para oficinas de Campamentos	204	\$ 17,64	\$ 3.593,62
P-4	Deshumidificadores para habitaciones campamento Gurumales	163	\$ 67,61	\$ 11.020,43
P-5	Estandarización	0	\$0,00	\$0,00
P-6	Prueba piloto de reemplazo de productos	1	\$ 100,79	\$ 100,79
	Suministro de pintura esmalte para mantenimiento	861	\$ 24,88	\$ 21.421,68
	Suministro de limpiador dieléctrico para mantenimiento	573,76	\$ 31,10	\$ 17.843,94
	Suministro de disolvente para mantenimiento	931,34	\$ 13,82	\$ 12.871,12
	Suministro de desengrasante para mantenimiento	82	\$ 36,39	\$ 2.983,98
P-7	Actualización de hojas de seguridad	0	\$0,00	\$0,00
P-8	Sistema de Deshidratación VAC 25 para aceite hidráulico	1	\$ 110.500,00	\$ 110.500,00
R-1	Análisis de Sustancias Solubles al Hexano	1	\$ 25,00	\$ 25,00
R-2	Contenedor para separar envases de metal	1	\$ 120,00	\$ 120,00
R-3	Rejillas portátiles para reuso de material adsorbente	4	\$ 36,25	\$ 145,00
R-4	Gestión de Desechos Eléctricos y Electrónicos	1	\$ 930,00	\$ 930,00
R-5	Actualización del Instructivo de Gestión de Residuos Sólidos	0	\$0,00	\$0,00
	<b>Total</b>			<b>\$ 196.390,67</b>

Fuente y elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari (2015)

La siguiente es una tabla comparativa que presenta el ahorro que se obtendrá con la implementación de las propuestas:

**Tabla 19 Ahorros previstos**

Código	Descripción	Sin alternativa	Con alternativa implementada	Ahorro
P-1	Capacitación anual empleados HP			
	Costo por gestión (-15%)	\$ 1.986,67	\$ 1.688,67	\$ 298,00
P-2	Focos LED 9,5W para Campamentos			
	Compra de insumos	\$ 5.353,24	\$ 4.834,47	\$ 518,77
	Costo de energía	\$ 613,97	\$ 291,63	\$ 322,33
	Costo por gestión	\$ 235,65	\$ 0,00	\$ 235,65
P-3	Tubos LED 60 cm 10W para oficinas de Campamentos			
	Compra de insumos	\$ 246,42	\$ 588,00	\$ -341,57
	Costo de energía	\$ 201,05	\$ 118,27	\$ 82,79
	Costo por gestión	\$ 4.636,41	\$ 0,00	\$ 4.636,41
	Costo de balastos	\$ 913,14	\$ 0,00	\$ 913,14
	Tubos LED 120 cm 18W para oficinas de Campamentos			
	Compra de insumos	\$ 295,45	\$ 1.259,20	\$ -963,76
	Costo de energía	\$ 523,48	\$ 294,46	\$ 229,02
P-4	Deshumidificadores para habitaciones campamento Gurumales			
	Compra de insumos	\$ 1.570,67	\$ 2.755,11	\$ -1.184,44
	Costo de energía	\$ 2.855,76	\$ 999,52	\$ 1.856,24
	Costo por gestión	\$ 121,94	\$ 0,00	\$ 121,94
P-5	Estandarización	\$ 0,00		\$ 0,00
	Costo por gestión (-15%)	\$ 1.986,67	\$ 1.688,67	\$ 298,00
P-6	Reemplazo de productos			
	Prueba piloto de reemplazo de productos			0,00
	Suministro de pintura esmalte para mantenimiento	\$ 11.993,73	\$ 21.421,68	\$ -9.427,95
	Suministro de limpiador dieléctrico para mantenimiento	\$ 18.509,50	\$ 17.843,94	\$ 665,56
	Suministro de disolvente para mantenimiento	\$ 5.625,29	\$ 12.871,12	\$ -7.245,83
	Suministro de desengrasante para mantenimiento	\$ 1.180,80	\$ 2.983,98	\$ -1.803,18
P-8	Sistema de Deshidratación VAC 25 para aceite hidráulico			
	Costo por gestión	\$ 7.947,52	\$ 794,75	\$ 7.152,77
R-1	Prueba de Sustancias Solubles al Hexano			\$ 0,00
R-2	Contenedor para separar envases de metal			
	Costo por gestión (-14%)	\$ 1.986,67	\$ 1.708,54	\$ 278,13
R-3	Rejillas portátiles para reuso de material adsorbente			
	Costo por gestión (-5%)	\$ 1.986,67	\$ 1.887,34	\$ 99,33
	Costo por multa por contaminación ambiental *			\$ 356.360,00
	<b>Total</b>			\$ 366.684,94

Fuente y elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari (2015)

\* Art. 222: Será sancionado con multa de entre mil y dos mil salarios mínimos vitales generales la infracción a las disposiciones previstas en los mecanismos de prevención y control establecidos en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos. Remuneración mínima vigente 2015 sector electricidad y agua: \$ 356,36 USD (Fuente: [www.relacioneslaborales.gob.ec](http://www.relacioneslaborales.gob.ec)).

Los ahorros por gestión se basaron en el costo de gestión del año 2014 de los desechos peligrosos declarados, los mismos que se presentan a continuación:

**Tabla 20 Costos por gestión de Desechos Peligrosos- Año 2014**

Código	Desecho	Cantidad anual generada (kg)	Costo unitario de gestión (\$/kg)	Costo total de gestión
NE-03	Aceites minerales usados o gastados	17740	\$ 0,56	\$ 7.947,52
NE-02	Aceites dieléctricos usados u otros aceites minerales que contengan bifenilpoliclorados (PBC) mayor o igual a 50 ppm o mg/l	1137	\$ 0,11	\$ 125,07
NE-40	Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio	650	\$ 2,44	\$ 1.586,00
NE-42	Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos	1967	\$ 1,01	\$ 1.986,67
NE-10	Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención médica presentados en centros médicos de empresas	150	\$ 1,01	\$ 151,50
Total cancelado por gestión año 2014				\$ 11.796,76

Fuente: (CELEC EP, 2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

En la *tabla 21* se presenta la viabilidad económica del Plan de Minimización, que muestra que la inversión inicial va a generar valores negativos durante los primeros años; sin embargo, el beneficio neto se muestra positivo.

Tabla 21 Viabilidad Económica

Año	Alternativa	Costo de inversión	Beneficio	Beneficio neto
Año 1	Capacitación	\$968,00	\$74,50	
	Implementación de focos LED para campamentos	\$2.069,55	\$1.076,75	
	Implementación de tubos LED para oficinas	\$1.569,63	\$18.139,60	
	Deshumidificadores	\$5.510,22	\$793,75	
	Estandarización	\$0,00	\$74,50	
	Prueba piloto para reemplazo de productos	\$100,79	\$0,00	
	Reemplazo de productos	\$55.120,71	<b>-\$17.811,39</b>	
	Sistema de deshidratación de aceite hidráulico	\$110.500,00	\$7.152,77	
	Análisis de Sustancias Solubles al Hexano	\$25,00	\$0,00	
	Contenedor para separar envases	\$120,00	\$278,13	
	Rejillas	\$72,50	\$49,67	
	Gestión de Desechos electrónicos	\$232,50	\$0,00	
<b>Total</b>	<b>\$176.288,90</b>	<b>\$9.828,27</b>	<b>-\$166.460,63</b>	
Año 2	Capacitación	\$968,00	\$74,50	
	Implementación de focos LED para campamentos	\$2.069,55	\$1.076,75	
	Implementación de tubos LED para oficinas	\$1.569,63	\$18.139,60	
	Deshumidificadores	\$5.510,22	\$793,75	
	Estandarización	\$0,00	\$74,50	
	Reemplazo de productos	\$55.120,71	<b>-\$17.811,39</b>	
	Sistema de deshidratación de aceite hidráulico	\$0,00	\$7.152,77	
	Contenedor para separar envases	\$0,00	\$278,13	
	Rejillas	\$72,50	\$49,67	
	Gestión de Desechos electrónicos	\$232,50	\$0,00	
	<b>Total</b>	<b>\$65.543,11</b>	<b>\$9.828,27</b>	<b>-\$55.714,84</b>
	Año 3	Capacitación	\$968,00	\$74,50
Implementación de focos LED para campamentos		\$2.069,55	\$1.076,75	
Implementación de tubos LED para oficinas		\$1.569,63	\$18.139,60	
Deshumidificadores		\$5.510,22	\$793,75	
Estandarización		\$0,00	\$74,50	
Reemplazo de productos		\$55.120,71	<b>-\$17.811,39</b>	
Sistema de deshidratación de aceite hidráulico		\$0,00	\$7.152,77	
Contenedor para separar envases		\$0,00	\$278,13	
Rejillas		\$0,00	\$49,67	
Gestión de Desechos electrónicos		\$232,50	\$0,00	
<b>Total</b>		<b>\$65.470,61</b>	<b>\$9.828,27</b>	<b>-\$55.642,34</b>
Año 4		Capacitación	\$968,00	\$74,50
	Implementación de focos LED para campamentos	\$2.069,55	\$1.076,75	
	Implementación de tubos LED para oficinas	\$1.569,63	\$18.139,60	
	Deshumidificadores	\$5.510,22	\$793,75	
	Estandarización	\$0,00	\$74,50	
	Reemplazo de productos	\$55.120,71	<b>-\$17.811,39</b>	
	Sistema de deshidratación de aceite hidráulico	\$0,00	\$7.152,77	
	Contenedor para separar envases	\$0,00	\$278,13	
	Rejillas	\$0,00	\$49,67	
	Gestión de Desechos electrónicos	\$232,50	\$0,00	
	Multas por contaminación ambiental	\$0,00	\$356.360,00	
	<b>Total</b>	<b>\$65.470,61</b>	<b>\$366.188,27</b>	<b>\$300.717,66</b>
Ahorro total				<b>\$22.899,84</b>

Fuente y elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari (2015)



5.3 Indicadores de Control y Seguimiento: El Tablero de Control presentado a continuación representa una herramienta de monitoreo de las alternativas planteadas.

**Tabla 22 Tablero de Control de Indicadores de monitoreo – Parte 1**

Código	Indicador	Fórmula	Unidad	Tipo				Frecuencia de medida	Períodos de control				
				Eficacia	Eficiencia	Efectividad	Técnico			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
P-1	% Personas capacitadas	$(\# \text{ personas capacitadas} / \# \text{ personas totales a capacitar}) * 100$	#	x				Anual	4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
	Desechos	$(\text{cantidad anterior de desechos peligrosos} - \text{cantidad actual de desechos peligrosos} / \text{cantidad anterior de desechos peligrosos}) * 100$	%		X			Anual	4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
P-2	% Desechos de liminaria	$(\text{cantidad anterior de desechos de focos} - \text{cantidad actual de desechos de focos} / \text{cantidad anterior de desechos de focos}) * 100$	%		X			Anual	4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
P-3	% Desechos de liminaria	$(\text{cantidad anterior de desechos de tubos} - \text{cantidad actual de desechos de tubos} / \text{cantidad anterior de desechos de tubos}) * 100$	%		X			Anual	4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
P-4	Humedad relativa ambiente	Lectura directamente tomada desde el equipo	%				X	Semanal	2	Inicio	Semana 1		
	% Deshumidificadores instalados	$(\# \text{ de deshumidificadores instalado} / \# \text{ de deshumidificadores total}) * 100$	%	X				Semestral	4	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4
P-5	Eficiencia en uso de materiales	$(\text{cantidad anterior de insumos usados} - \text{cantidad actual de insumos usados} / \text{cantidad anterior de insumos usados}) * 100$	%		X			Trimestral	4	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
	% Ahorro de materiales	$(\text{Compra \$ de insumos anterior} - \text{compra \$ de insumos actual} / \text{Compra \$ de insumos anterior}) * 100$	%		X			Anual	4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4



Tabla 22 Tablero de Control de Indicadores de monitoreo – Parte 2

Código	Indicador	Fórmula	Unidad	Tipo				Frecuencia de medida	Períodos de control				
				Eficacia	Eficiencia	Efectividad	Técnico			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
P-6	Inversión por sustituciones	(Número de productos sustituidos)	\$	X				Anual	4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
P-7	Actualización de hojas de seguridad	(# de hojas de seguridad actualizadas)	#	X				Anual	4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
	Accidentes ocupacionales	(# de accidentes ocupacionales)	#	X				Anual	4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
P-8	% Aceites enviados a gestión	(cantidad anterior de aceites enviados a gestión - cantidad actual de aceites enviados a gestión / cantidad anterior de aceites enviados a gestión) *100	%		X			Anual	4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
R-1	Cantidad de Sustancias Solubles al Hexano	Resultado de análisis de laboratorio	mg/l				X	Anual	1	Año 1			
R-2	Envases gestionados	(cantidad de envases gestionados)	kg	X				Anual	4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
R-3	% de ahorro por gestión	(cantidad \$ anterior de material adsorbente enviado a gestión - cantidad \$ actual de material adsorbente / cantidad \$ anterior de material adsorbente enviado a gestión) *100	%		X			Anual	4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
R-4	Nivel de cumplimiento con la normativa	(requisitos cumplidos / requisitos totales) *100	%				X	Anual	4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
	% de deesechos eléctricos y electrónicos gestionados	(cantidad de deesechos eléctricos y electrónicos gestionados / cantidad total) *100	%	X				Anual	4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
R-5	Nivel de cumplimiento con la normativa	(requisitos cumplidos / requisitos totales) *100	%				X	Anual	4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4

Fuente y elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari (2015)



## Capítulo 6 Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

- Se identificaron tres procesos, que por su aporte en la generación de desechos peligrosos se encuentran en el siguiente orden: Mantenimiento de las doce Unidades de Generación de las Centrales Mazar y Molino, Gestión de Servicios Generales y Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional que comprende el Centro de Salud Clase A de los campamentos Arenales y Guarumales.
- En el diagnóstico se establecieron las razones de la generación de los desechos declarados ante el Ministerio del Ambiente: el aceite mineral desgastado (17.740 kg) está en función de la contaminación de aceite con el agua en los procesos de lubricación y enfriamiento de las unidades de generación; los aceites dieléctricos contaminados con PCB's (1.137 kg) provienen de transformadores de distribución antiguos que usaban estos aceites como aislantes, aceites que actualmente están prohibidos; el material adsorbente contaminado con hidrocarburos (1.967 kg) está constituido en un alto porcentaje por desechos inorgánicos no peligrosos y envases; los desechos de luminaria (650 kg) se generan debido a la variación del voltaje en la casa de máquinas de ambas centrales; y los desechos biopeligrosos (150 kg) que, al ser gestionados adecuadamente, aportan en mínima cantidad a los desechos peligrosos.
- Para el año 2014 en la Unidad de Negocio Hidropaute se obtuvo un total de 21.644 kg de residuos, que dan como resultado una tasa de producción de 0,004 kg de desecho/Mwh generado; lo cual evidencia la mínima producción de desechos peligrosos con relación a la contribución de energía limpia que esta hidroeléctrica aporta al país.



- Una vez establecido el inventario de desechos peligrosos y gracias a la encuesta realizada al personal de la empresa se seleccionaron los pesos específicos designados a los criterios de evaluación según su importancia relativa, según esta encuesta, los criterios más relevantes son la salud de las personas y el cumplimiento con la legislación. La jerarquización nos encamina a que las medidas de minimización se deben priorizar al “Material adsorbente contaminado con hidrocarburos”.
- Las alternativas propuestas se analizaron tomando en cuenta sus beneficios técnicos, económicos, ambientales y de prevención de riesgos laborales; demostrando así que la aplicación del mismo es viable gracias a que la inversión de \$ 196.390,67 USD se recupera una vez implementado completamente el Plan de Minimización. Además los beneficios que no se pueden cuantificar (intangibles) aportan un valor agregado, puesto que la salud o el respeto por el ambiente son temas de especial cuidado, que al ser tomados en cuenta en cualquier proyecto lo encaminan hacia el éxito.
- Se plantearon 13 alternativas plasmadas en fichas temáticas encaminadas a la minimización de desechos peligrosos; alternativas enfocadas en capacitaciones, reemplazo de productos y cambio de tecnologías.
- Se determinó que la etapa crítica de gestión de desechos es la separación; pues al existir falta de conciencia ambiental los desechos comunes se mezclan con peligrosos; para esto, el programa de capacitación, estandarización y actualización de hojas de seguridad prevén disminuir en conjunto, al menos un 30% de residuos, con lo que se ahorraría un total de \$ 596 USD anuales por gestión.



- En las Centrales Mazar y Guarumales es requerida una alta cantidad de focos incandescentes y lámparas fluorescentes que contienen mercurio, por lo que deben ser gestionados. La gestión de desechos de luminaria representa el costo más elevado en relación al resto de desechos que se generan, siendo este \$2,44USD/kg. Al implementar tecnología LED y deshumidificadores para el control de humedad, se ahorrarían \$ 17.314,51 USD por gestión al año, ya que los deshumidificadores suplen el uso de focos y los dispositivos LED pueden ser dispuestos como desechos reciclables y no tóxicos.
- La propuesta de adquisición de un sistema de deshidratación de aceite está en respuesta al hecho de que un 72% de agua se encuentra en los 17.740kg de aceite mineral desgastado que se envía a gestión; por lo que la disminución de esta cantidad genera un ahorro de \$ 7.152, 77 USD anuales por gestión.
- Al establecer un tablero de control con indicadores de monitoreo aportamos de forma significativa a la evaluación del desempeño ambiental y aseguramos tener los medios necesarios para la verificación del cumplimiento de los objetivos y metas propuestas en el Plan.
- El diseñar el Plan de Minimización de Desechos Peligrosos para la Unidad de Negocio Hidropaute representa un gran avance en la gestión de estos desechos a nivel de hidroeléctricas en el país ya que aún no se cuenta con Planes de esta naturaleza para este sector industrial. Al cumplir con la legislación ambiental también se generan ahorros al evitar sanciones económicas por parte del organismo regulador, multas que pueden superar los \$ 356.360,00 USD.



## Recomendaciones

- Se recomienda a la Unidad de Negocio Hidropaute implementar las alternativas de minimización propuestas; lo cual les permitirá el cumplimiento de la normativa ambiental vigente al ser ya una empresa generadora de desechos peligrosos.
- Mantener programas de capacitación enfocados especialmente en modificar los hábitos de las personas más que en impartir conocimientos; buscando formas de motivación para que cumplan con los requisitos ambientales necesarios en sus labores.
- La empresa debe continuar con el control de pesaje de desechos para obtener registros de frecuencia y aplicar indicadores de evaluación y desempeño en cuanto al manejo de desechos peligrosos, los equipos destinados al pesaje deben ser renovados y calibrados para poder obtener datos más exactos.
- Hacer un seguimiento de los mantenimientos con el fin de determinar las áreas y actividades de mayor generación de desechos peligrosos para dirigir de forma eficiente las opciones de minimización.
- Se recomienda que en los procesos de selección de proveedores de insumos para mantenimientos se incluyan criterios ambientales y así promover el uso de productos biodegradables; para esto es necesario la participación conjunta de las áreas de mantenimiento y compras. Además; en lo posible se debería evitar la diversidad de productos usados para el mismo fin.



- Al ser el aceite gastado el desecho peligroso que más peso aporta en la gestión de estos, se recomienda el análisis y control de fugas para evitar la excesiva pérdida de aceite mineral usado en los procesos de lubricación y enfriamiento.
- Se recomienda realizar un estudio técnico y económico más profundo sobre la alternativa de adquirir una máquina de deshidratación de aceite hidráulico, ya que ésta representaría una inversión inicial alta pero al mismo tiempo un beneficio alto para las Centrales tanto en operación como en construcción de la Unidad de Negocio Hidropaute.



## Bibliografía

- ABAD, J. (Noviembre de 2011). Administración del Sistema de Mantenimiento de Transformadores de Potencia de la Central Hidroeléctrica Paute Molino, Diseño de un Manual de Aspectos Técnicos y Administrativos. Ibarra, Imbabura, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- ACOSTA, G. (07 de Octubre de 2015). Proceso de Atención Médica. (S. ZARI, & M. TELLO, Entrevistadores)
- Acuerdo Ministerial N° 026. (12 de Mayo de 2008). *Expídanse los procedimientos para registro de generadores de desechos peligrosos, gestión de desechos peligrosos previo al Licenciamiento Ambiental y para el transporte de materiales peligrosos*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- ALDEÁN, J. (Marzo de 2014). Las fuentes de Energía Renovables y su Influencia en el Cambio de Matriz Energética. Quito, Ecuador: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales FLACSO.
- BOCHNO, E. (Octubre de 2011). Estado del Arte y Novedades de la Bioenergía en Colombia. Bogotá, Colombia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- BUSTOS, J. (Diciembre de 2010). *Implementación de un nuevo proceso para atacar la pérdida más significativa de OR (Output Reliability) y Estandarizar los métodos de trabajo en todos los departamentos de la cadena de suministro en la empresa: UNILEVER DE MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.* Jiutepec, Morelos, México: Universidad Politécnica del Estado de Morelos.
- CABEZAS, D. (5 de Noviembre de 2015). Purificación del Aceite. (M. Tello, & S. Zari, Entrevistadores)
- CELEC. (2013). *CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR HIDROPAUTE*. Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/hidropaute/>
- CELEC EP. (06 de Junio de 2011). *Gráfico y explicación del mapa de procesos HIDROPAUTE*. Obtenido de [www.celec.gob.ec](http://www.celec.gob.ec)



- CELEC EP. (2012). *Sistema de Gestión Integrado - Instructivo para la Gestión de Residuos Sólidos*. Cuenca: Oruga.
- CELEC EP. (10 de Diciembre de 2014). Presentación Paute Integral - Educación Ambiental. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- CELEC EP. (16 de Julio de 2015). Declaración Anual de Generación y Manejo de Desechos Peligrosos . Cuenca, Azuay, Ecuador.
- CELEC EP. (06 de Mayo de 2015). Procedimiento de Contratación SIE-CELHPA-033-15 "Microfiltrado de Aceite para las Unidades de Generación". Cuenca, Azuay, Ecuador.
- CEVALLOS, S. (Agosto de 2010). Análisis de la Estabilidad y Diagnóstico del Talud de la Zona No. 2 de Guarumales. Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- CHALCO, J. (7 de Octubre de 2015). Implementación de tecnología LED en Hidropaute. (M. Tello, & S. Zari, Entrevistadores)
- CISNEROS, J. (03 de Marzo de 2014). Gestión de Residuos Sólidos. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- CRIOLLO, J., & POZO, C. (Julio de 2011). Recomendaciones de Diseño para el Relleno Sanitario del Proyecto Hidroeléctrico Mazar ubicado en el Cantón Sevilla de Oro, Provincia del Azuay. Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- DIARIO EL TIEMPO. (06 de Noviembre de 2011). Río Paute, el Corazón Hidroeléctrico del Ecuador. *Diario El Tiempo*.
- FRIEDMANN, C. (5 de Agosto de 1996). *Políticas para la Gestión Ambientalmente adecuada de residuos sólidos urbanos e industriales*. Santiago de Chile, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- GALÁN, B. (12 de Agosto de 2015). Presentación de Reguladores de Velocidad y Tensión. Cuenca, Azuay, Ecuador: CELEC EP.
- GALARZA, M. Á. (Septiembre de 2012). Legislación Ambiental del Ecuador. *Compendio, Análisis y Comentario Legal*. Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad de Cuenca.



- GALLARDO, F. (17 de Octubre de 2015). Sistema de Agua de Enfriamiento. (M. Tello, & S. Zari, Entrevistadores)
- GARCÍA, F. (08 de Septiembre de 2014). Manual de Producción Mas Limpia. Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- GUZMÁN, P. I. (27 de 02 de 2013). Sistema de Gestión Inegrado. *Sistema de Gestión Inegrado Instructivo para la Gestión de Residuos Sólidos*. Cuenca, Azuay, Ecuador: Oruga Design.
- HERRERA, C. (2007). La evolución y el futuro de la Producción más Limpia en Colombia. *Revista Scielo*.
- INEC. (2012). *Ecuador en Cifras*. Obtenido de [www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec)
- Instituto de la Pequeña y Mediana Industria Valenciana. (2012). *Planes de Prevención de Residuos Peligrosos para la Industria*. Valencia: IMPIVA.
- LORUSSO, S. (s.f.). *Página de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación de Argentina*. Obtenido de <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=700>
- LOUSTAUNAU, M. (21 de Mayo de 2014). Aspectos e impactos ambientales. Uruguay.
- MAE. (Octubre de 2015). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de [www.ambiente.gob.ec](http://www.ambiente.gob.ec)
- MARÍN, D., & ARBOLEDA, N. (Septiembre de 2008). Gestión de Residuos Peligrosos Industriales en el Valle de Aburrá en los últimos diez años: (1997-2007): Un Estado del Arte. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquía.
- MARTINEZ, J. (Septiembre de 2005). *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos: Fundamentos Tomo 1*. Montevideo, Uruguay: Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe.
- MIÑO, P., & PAREDES, J. (02 de Junio de 2010). Diseño de un Sistema de Sustitución del Agua de Enfriamiento de las Unidades de Generación de la Central Paute-Molino. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



- MORENO, J. (2011). Diseño e implementación de un Sistema de Manejo de Residuos Peligrosos generados en los terminales y depósitos de EP Petroecuador. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Internacional SEK.
- NARVAEZ, S. (5 de Octubre de 2015). Generación eléctrica. (M. Tello, & M. Zari, Entrevistadores)
- NEIRA, C. (21 de Julio de 2015). Movimiento de materiales en Bodegas de Hidropaute. (S. ZARI, & M. TELLO, Entrevistadores)
- NOVOTEC Consultores S.A. (Marzo de 2002). *Manual para realizar Estudios de Minimización*. Zaragoza, España: CEPYME ARGON.
- PREFECTURA DEL AZUAY. (2013). Atlas de la Provincia del Azuay. Cuenca, Ecuador: Monsalve.
- QUESADA, H., SALAS, J., & ROMERO, L. (20 de Noviembre de 2006). *Manejo de Desechos Industriales Peligrosos*. Caldera, Chile.
- SANTACRUZ, D. (Noviembre de 2005). Diseño de Alternativas de Producción más Limpia para los Residuos Peligrosos generados en la Planta Hidroeléctrica CHIVOR S.A. E.S.P. Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle.
- Secretaría de Ambiente. (01 de Octubre de 2013). *Propuesta Norma Técnica Residuos Especiales*. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <http://www.quitoambiente.gob.ec/>
- SEMARNAT. (02 de Junio de 2015). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos naturales de México*. Obtenido de <http://www.semarnat.gob.mx/>
- SOLER, A. (28 de Abril de 2006). Alternativas de Producción más Limpia en la Gestión Integral de Residuos Peligrosos Generados en la Base Aérea CAMAN. Cundinamarca, Madrid, España: Universidad de la Salle.
- TORRES, R. (2010). *Guía de Implementación de Gestión Integral para la Generación de Energía Eléctrica de las Unidades de Negocio de CELEC*. Cuenca, Azuay, Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- TRUJILLO, S. (Diciembre de 2012). Modelado y Control de una Central Hidroeléctrica. Sevilla, España: Univerdisad de Sevilla.



- VACA, L. (Diciembre de 2012). Elaboración del Manual para el adecuado Manejo de Residuos Químicos Peligrosos en la Facultad de Ciencias Químicas. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Central de Quito.
- VALLADAREZ, M. (2010). Implementación del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional bajo la nueva versión de la Norma OSHAS 18001:2007 en la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC-HIDROPAUTE. Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad de Cuenca.



## **ANEXOS**

### **Anexo 1 Grupo Gerencial de la Unidad de Negocio Hidropaute**

Ing. Tito Torres Sarmiento.

Gerente Unidad de Negocio HIDROPAUTE

Ing. Juan Chávez Cárdenas.

Subgerente de Generación

CPA. Claudia Albarracín Torres, Msc.

Subgerente Financiero

Ing. Fredy Vintimilla Romero, MBA

Subgerente Administrativo (E)

Ing. Pedro Reyes, Msc.

Subgerente de Gestión Organizacional (E)

Ab. Juan Pedro Peralta, Msc.

Subgerente Jurídico

Ing. Guillermo Utreras Larriva.

Subgerente de Proyecto Sopladora (E)

Ing. Carlos Ortega Vázquez, MBA

Subgerente de Proyecto Cardenillo (E)

Ing. Luis Alberto Ochoa Pesantez, MBA.

Subgerente de Proyecto Río Zamora - Santiago (E)



Ing. Wilson Enríquez Véle.  
Jefatura de Operación Central Molino

Ing. Paúl Cordero Álvarez.  
Jefatura de Operación Central Mazar

Ing. Xavier Páez Cevallos.  
Jefatura de Mantenimiento

Ing. Pablo Guzmán Cárdenas PhD.  
Jefatura de Gestión Social y Ambiental

Ing. Juan Buñay Garces.  
Jefatura de Seguridad y Salud Laboral

**Anexo 2 Tabla de Concentración máxima de contaminantes (Prueba de lixiviación)**

<b>Contaminante</b>	<b>Límite máximo mg/L</b>
Arsénico	5.0
Bario	100.0
Benceno	0.5
Cadmio	1.0
Clordano	0.03
Cloruro de vinilo	0.02
Clorobenceno	100.0
Cloroformo	6.0
o-Cresol	200.0
m-Cresol	200.0
p-Cresol	200.0
Cresol	200.0
Cromo	5.0
1, 4-Diclorobenceno	7.5
1,2-Dicloroetano	0.5
1, 1-Dicloroetileno	0.7
2, 4-Dinitrotolueno	0.13
Endrin	0.02
Heptacloro y su epóxido	0.008
Hexaclorobenceno	0.13
Hexaclorobutadieno	0.5
Hexacloroetano	3.0
Lindano	0.4
Mercurio	0.2
Metiletilcetona	200.0
Metoxicloro	10.0
Nitrobenceno	2.0
Pentaclorofenol	100.0
Piridina	5.0
Plata	5.0
Plomo	5.0
Selenio	1.0
Tetracloruro de carbono	0.5
Tetracloroetileno	0.7
Toxafeno	0.5
2, 4, 5-TP (Silvex)	1.0
Tricloroetileno	0.5
2, 4, 6-Tricolorfenol	2.0

Fuente: (MARÍN &amp; ARBOLEDA, 2008)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

**Anexo 3 Tabla de Sustancias inorgánicas bioacumulativas y persistentes**

<b>Sustancias Inorgánicas</b>	<b>CLT mg/kg en base seca</b>
Antimonio y sus compuestos	1000
Arsénico y sus compuestos	1000
Asbestos (sujeto a verificación)	1%
Bario y sus compuestos (excepto barita)	20.000
Berilio y sus compuestos	150
Cadmio y sus compuestos	200
Cobalto y sus compuestos	16.000
Cobre y sus compuestos	5.000
Cromo hexavalente y sus compuestos	1.000
Cromo trivalente y sus compuestos	5.000
Mercurio y sus compuestos	40
Molibdeno y sus compuestos	7.000
Níquel y sus compuestos	4.000
Plata y sus compuestos	1.000
Selenio y sus compuestos	200
Talio y sus compuestos	1.400
Vanadio y sus compuestos	4.800
Zinc y sus compuestos	10.000
<b>Sustancias Orgánicas</b>	
Ácido 2, 4-diclorofenoxiacético	100.00
Aldrin	1.40
Plomo, compuestos orgánicos	13.00
Clordano	2.50
DDT, DDE, DDD	1.00
Dieldrin	8.00
Dioxina (2, 3, 7, 8-TCDD)	0.01
Endrin	0.20
Heptacloro	4.70
Kepone	21.00
Lindano	4.00
Metoxicloro	100.00
Mirex	21.00
Pentaclorofenol	17.00
PCB's	50.00
Toxafeno	5.00
Tricoloroetileno	2040.00
CLT: Carga Límite Tolerable	

Fuente: (MARÍN &amp; ARBOLEDA, 2008)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

### Anexo 4 Tabla factores de conversión de materiales

PRODUCTO	Factor de conversión				PRODUCTO	Factor de conversión			
	Kg/ gal	kg/ litro	kg/ unidad	kg/ metro		Kg/ gal	kg/ litro	kg/ unidad	kg/ metro
Aceite Dromus B Teladrina	3,483				Pintura epóxica	3,8			
Aceite en spray WD40	3,093				Pintura esmalte	4,2			
Aceite para compresor	3,748				Pintura látex	3,8			
Aceite SAE 10W30	3,213				Removedor de pintura			0,567	
Aceite SAE 15W40	3,256				Scotch brite 96				0,5
Aceite SAE 20W50	3,354				Tela pañal				0,11
Aceite sintético para mecanizado	3,468				Transformador de óxido Omya	0,453			
Alcohol industrial	2,992				Aceite ISO VG 46	3,331			
Barniz aislante Dolphs ER-41	0,6				Aceite ISO VG 46 Multilec 6802	3,282			
Cold Solvent Degreaser	3,48				Lámpara fluorescente			0,1	
Desengrasante	3,82				Focos			0,035	
Desincrustante	4,372				Mascarillas			0,01	
Desplazador de humedad			0,5		Agua oxigenada			5,48	
Diesel	3,15				Lactato de ringer 1000 ml			1,2	
Disolvente	3,309				Lidocaina sin epidefina(anestésico)			0,09	
Disolvente emulsionante	3,309				Dextrosa 5% en agua			0,46	
Chesterton 860			0,4		Ampollas toxoide tetánico			0,1	
Fondo blanco Fondolac	3,9				Complejo B en ampollas			0,08	
Laca catalizada brillante	3,7				Doloneurobión			0,05	
Laca catalizada acabado mate	3,7				Alcohol antiséptico			2,294	
Laca sellador	3,7				Algodón			1	
Laca sellador catalizada	4,1				Bajalenguas			0,01	
Limpia contactos Omya ECT-39			0,454		Catlon			0,05	
Limpiador de manos en crema		1,1			Equipo de venoclisis			0,08	
Limpiador para tinta penetrante			0,3		Guantes quirúrgicos			0,01	
Loctite 495			0,02		Jeringuillas			0,015	
Masilla plástica			1,2		Lancetas			0,009	
Molikote Chesterton 785			0,5		Suero fisiológico			1,53	
Paño absorbente de hidrocarburos	4,6				Venda de gasa			0,93	
Pintura anticorrosiva	4,2				Povidin			0,25	
Pintura de tráfico	4,2				Guantes hospitalarios			0,01	

Fuente: (CELEC, 2013)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

## Anexo 5 Formato de Encuesta para Jerarquización de Desechos Peligrosos aplicada a colaboradores de distintas áreas de la Unidad de Negocio

Encuesta #

Nombre: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Del siguiente conjunto, ¿Qué tan importante le parecen estos criterios a la hora de tratar desechos peligrosos?

N°	Criterios	Irrelevante	No tan importante	Importante	Importancia significativa	Muy importante
		1	2	3	4	5
	<b>Puntuación</b>					
1	Tasa de producción del desecho (Kg del desecho/MWh generado)					
2	Frecuencia de generación del desecho					
3	Cumplimiento del manejo de los desechos con la legislación vigente					
4	Peligrosidad de los desechos					
5	Riesgo relacionado con la salud de los trabajadores					
6	Tipo de gestión de los desechos					
7	Costo de gestión (\$/kg de desechos)					

Fuente: (Instituto de la Pequeña y Mediana Industria Valenciana, 2012)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



### Anexo 6 Propuesta de Programa de Capacitación

<b>Tema</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Contenido</b>
Legislación	Socializar la legislación ambiental	Socialización
Diagnóstico	Dar a conocer la situación actual de los desechos peligrosos en los procesos de mantenimiento	Caracterización actual de desechos peligrosos Análisis FODA
Material Adsorbente	Concienciar al personal sobre su contribución a la minimización de desechos peligrosos	Porcentaje de absorción Reutilización secado
Segregación	Motivar una ruta de cambio encaminada a la minimización de desechos peligrosos	Desechos electrónicos Envases Correcta disposición

Fuente y elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

### Personal a capacitar

Puesto Institucional	Central	N° personas
Supervisor de Mantenimiento Electrónico	Sopladora	2
Supervisor de Mantenimiento Eléctrico	Molino	2
Supervisor de Mantenimiento Electrónico	Mazar	2
Supervisor de Mantenimiento Eléctrico	Sopladora	2
Supervisor de Mantenimiento Mecánico	Molino	2
Supervisor de Mantenimiento Mecánico	Mazar	2
Supervisor de Mantenimiento Eléctrico	Mazar	2
Supervisor de Mantenimiento Electrónico	Molino	2
Supervisor de Mantenimiento Mecánico	Sopladora	2
Asistente de Seguridad Ocupacional	Molino	2
Asistente de Comunicaciones y Redes	Todo	2
Mecánico	Molino	18
Mecánico	Mazar	6
Mecánico	Sopladora	3
Mecánico automotriz	Todo	2
Soldador	Molino	2
Gasfitero	Mazar	1
Gasfitero	Molino	1
Electricista	Molino	15
Electricista	Mazar	6
Electricista	Sopladora	2
Auxiliar de campamento	Molino	6
Auxiliar de campamento	Mazar	4
Total		102

Fuente: (CELEC EP, 2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



<b>Institución:</b> Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador					
<b>Área de intervención:</b> Mantenimiento Mecánico, Eléctrico, Electrónico, TIC´s, Servicios generales					
<b>Tema:</b> Legislación Ecuatoriana sobre Desechos Peligrosos y Especiales					
<b>Perfil del capacitador:</b> Especialista Ambiental o afines					
<b>Objetivo general:</b> Impartir capacitaciones a los colaboradores para concienciar sobre la importancia de su participación en la gestión ambiental de la empresa					
Contenido	Objetivos específicos	Partes involucradas		Tiempo de duración	Medios de verificación
		Capacitador	Capacitados		
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Constitución del Ecuador</li> <li>* Convenio de Basilea</li> <li>* Ley de Gestión Ambiental</li> <li>* Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente:</li> <li>Reglamento para la prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales</li> <li>* Política Nacional de Posconsumo de equipos Eléctricos y Electrónicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Socializar la legislación ambiental aplicada a la generación de desechos peligrosos</li> <li>* Dar a conocer la importancia de la gestión de desechos peligrosos dentro de la empresa</li> <li>* Difundir el beneficio económico al evitar costos por incumplimiento legal</li> </ul>	Especialista Ambiental	102 trabajadores de las Centrales de Hidropaute	35 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro de personal capacitado</li> <li>Fotografías</li> <li>Sugerencias y recomendaciones</li> </ul>

Fuente y elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



<b>Institución:</b> Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador					
<b>Área de intervención:</b> Mantenimiento Mecánico, Eléctrico, Electrónico, TIC´s, Servicios generales					
<b>Tema:</b> Diagnóstico de la situación actual de la Gestión de Desechos Peligrosos					
<b>Perfil del capacitador:</b> Especialista Ambiental o afines					
<b>Objetivo general:</b> Impartir capacitaciones a los colaboradores para concienciar sobre la importancia de su participación en la gestión ambiental de la empresa					
Contenido	Objetivos específicos	Partes involucradas		Tiempo de duración	Medios de verificación
		Capacitador	Capacitados		
Caracterización actual de desechos peligrosos Herramienta de análisis F.O.D.A Retroalimentación	* Dar a conocer la situación actual de desechos peligrosos en los procesos de mantenimiento * Analizar el interés de los colaboradores con respecto a la gestión de desechos peligrosos * Generar propuestas de mejora * Construir un vínculo de proximidad accesible entre Gestión Ambiental y las distintas áreas	Especialista Ambiental	102 trabajadores de las Centrales de Hidropaute	45 minutos	Registro de personal capacitado Análisis FODA Fotografías Sugerencias y recomendaciones

Fuente y elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



<b>Institución:</b> Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador					
<b>Área de intervención:</b> Mantenimiento Mecánico, Eléctrico, Electrónico, TIC´s, Servicios generales					
<b>Tema:</b> Uso de material Adsorbente					
<b>Perfil del capacitador:</b> Especialista Ambiental o afines					
<b>Objetivo general:</b> Impartir capacitaciones a los colaboradores para concienciar sobre la importancia de su participación en la gestión ambiental de la empresa					
Contenido	Objetivos específicos	Partes involucradas		Tiempo de duración	Medios de verificación
		Capacitador	Capacitados		
Propiedades y correcto manejo de los materiales usados para adsorción (waipe, tela pañal, paños absorbentes de hidrocarburos)  Reutilización  Promoción del uso de la rejilla de secado	* Impulsar la elección adecuada del tipo de material adsorbente según sus necesidades  * Promover el reuso de materiales  * Concienciar al personal sobre su contribución a la minimización de desechos de material adsorbente contaminado	Especialista Ambiental	88 trabajadores de las Centrales de Hidropaute	30 minutos	Registro de personal capacitado  Fotografías  Sugerencias y recomendaciones

Fuente y elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



<b>Institución:</b> Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador					
<b>Área de intervención:</b> Mantenimiento Mecánico, Eléctrico, Electrónico, TIC´s, Servicios generales					
<b>Tema:</b> Segregación de Desechos Peligrosos y Especiales					
<b>Perfil del capacitador:</b> Psicólogo laboral					
<b>Objetivo general:</b> Impartir capacitaciones a los colaboradores para concienciar sobre la importancia de su participación en la gestión ambiental de la empresa					
Contenido	Objetivos específicos	Partes involucradas		Tiempo de duración	Medios de verificación
		Capacitador	Capacitados		
Incorporación de los desechos eléctricos y electrónicos en la clasificación actual  Incorporación de los envases en la clasificación actual  Reiterar la correcta disposición de desechos peligrosos (Instructivo para la Gestión de Residuos Sólidos)	* Solucionar problemas funcionales inmediatos en cuanto a la minimización de desechos  * Fomentar la importancia de una correcta segregación de desechos  * Motivar una ruta de cambio encaminada a la minimización de desechos peligrosos	Psicólogo laboral	88 trabajadores de las Centrales de Hidropaute	1,15 horas	Registro de personal capacitado  Fotografías  Sugerencias y recomendaciones

Fuente y elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

## Anexo 7 Tablas de estandarización

Mantenimiento Mecánico					
Sistema	Subsistema	Actividad	Producto	Cantidad	Unidad
Turbina	Acumulación, bombeo y Regulación	Limpieza del equipo y filtros	Degreasol	0,25	gal
		Revisión y/o pintura del recinto turbina	Pintura epóxica	0,5	gal
			Tela pañal	2,5	m
		Inspección y engrase de agujas, asientos, barras, ejes e inyectores	Grasa EP	0,5	kg
Generador	Sistema de Acumulación y Bombeo	Limpieza de cuba del regulador	Degreasol	0,25	gal
			Tela pañal	2,5	m
		Limpieza y calibración de válvula NQPR1/2.	Degreasol	0,25	gal
			Tela pañal	2,5	m
		Limpieza de relé hidráulico	Degreasol	0,25	gal
			Tela pañal	2,5	m
		Limpieza de intercambiadores de calor	Desincrustante 346	3	gal
	Waipe		1	lb	
	Mantenimiento general del compresor	Tela pañal	1	m	
	Cojinete Combinado	Control y/o reposición del nivel del aceite	Aceite Tellus 46	-	gal
		Control y/o reposición de nivel de aceite	Aceite Tellus 46	-	gal
		Revisión y control de válvulas de radiadores	Tela pañal	1	m
		Control y/o reposición de nivel de aceite	Aceite Tellus 46	-	gal
		Limpieza de radiadores	Desincrustante 346	5	gal
		Limpieza y revisión general	Degreasol	0,5	gal
			Tela pañal	2	m
		Revisión y limpieza general del sistema	Waipe	4	lb
		Revisión y control de válvulas de radiadores	Tela pañal	1	m
		Control y/o reposición de nivel de aceite	Aceite Tellus 46	-	gal
		Limpieza de radiadores	Desincrustante 346	5	gal
Degreasol			0,5	gal	
Limpieza y revisión general		Tela pañal	2	m	
Transformador principal		Limpieza de intercambiadores de calor	Scotch Brite	30	cm
Sistemas auxiliares	Ventilación B-C	Revisión y limpieza general del equipo ventiladores	Waipe	3	lb
	Agua de Enfriamiento	Limpieza del pozo y rejilla de toma	Scotch Brite	50	cm
		Engrase y control de nivel aceite	Grasa EP	0,5	kg
		Limpieza de filtros dúplex y selectora	Scotch Brite	50	cm

Aceite Tellus 46: Su cantidad depende del nivel en el que se encuentra

Fuente: Personal Hidropaute (2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

<b>Actividades de Mantenimiento Eléctrico</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Verificación, limpieza y ajuste de conexiones tablero de control y motores del sistema de acumulación y bombeo	Cold solvent	0,25	gal
	Tela pañal	3	m
Verificación, limpieza y ajuste de conexiones tablero de control y motores del sistema de agua de enfriamiento	Tela pañal	6	m
	Cold solvent	1	gal
	Waipe	2	lb
Verificación, limpieza y ajuste de conexiones tablero de distribución 125Vdc	Cold solvent	0,1	gal
Revisión, limpieza de cubículo y ajuste de conexiones en seccionador y transformador de auxiliares	Cold solvent	1	gal
	Tela pañal	3,5	m
Revisión, limpieza de interruptores y ajuste de conexiones del CCU	Cold solvent	0,5	gal
	Tela pañal	3	m
	Waipe	2	lb
	Limpia contactos	1	unidad
Verificación, limpieza y ajuste de conexiones tablero de lógica	Limpia contactos	1	unidad
	Tela pañal	2	m
Verificación, limpieza y ajuste de conexiones del transformador principal	Tela pañal	2	m
	Detergente	200	g
Mantenimiento de transformador de puesta a tierra del generador	Cold solvent	0,5	gal
	Tela pañal	3	m
	Waipe	2	lb
	Cold solvent	3	gal
Limpieza y revisión de Estator y Rotor ajuste de conexiones eléctricas	Cold solvent	1	gal
	Tela pañal	3	m
	Waipe	1	lb
Revisión, limpieza de interruptores y ajuste de conexiones del CCU	Cold solvent	0,5	gal
	Tela pañal	3	m
	Waipe	2	lb
	Limpia contactos	1	unidad
Revisión, limpieza de tablero de instrumentación y calefactor de Generador	Limpia contactos	1	unidad
	Tela pañal	2	m
Verificación, limpieza y ajuste de conexiones tablero de control y motores del sistema de inyección de aceite a alta presión	Cold solvent	0,5	gal
	Waipe	1	lb
	Limpia contactos	1	unidad
Verificación, limpieza y ajuste de conexiones y aisladores de barras capsuladas	Tela pañal	5	m
	Detergente	200	g
UCB1 y PIT - Verificación, limpieza de relés y ajuste de conexiones tablero de control	Tela pañal	2	m
	Limpia contactos	2	unidad
Verificación de operación de relés de protección	Tela pañal	3	m
	Limpia contactos	1	unidad
Verificación de operación de relés de protección	Limpia contactos	1	unidad
	Tela pañal	1	m

Fuente: Personal Hidropaute (2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

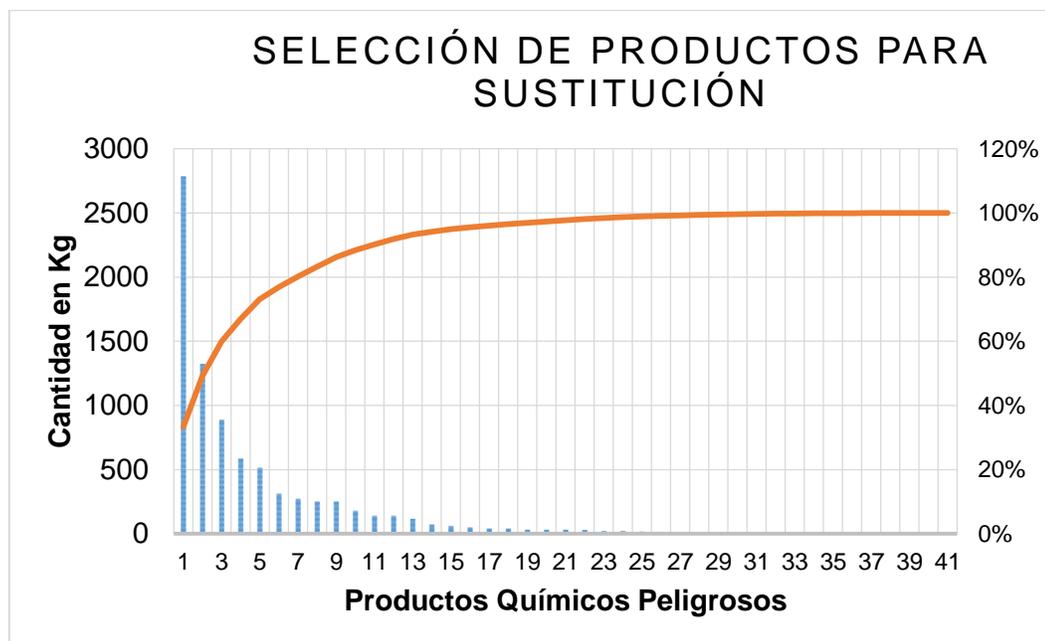
<b>Mantenimiento Electrónico</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Tablero de alarmas fase C	Limpia contactos	0,5	Unidad
	Tela pañal	1	m
	Cold solvent	0,5	gal
Limpieza, verificación y pruebas de los ventiladores de excitación	Tela pañal	3	m
Limpieza, verificación y pruebas del Regulador de tensión	Cold solvent	0,3	gal
	Tela pañal	2	m
Limpieza, verificación, pruebas y ajuste de los bancos de tiristores	Cold solvent	1	gal
	Tela pañal	3	m
Limpieza, verificación, pruebas y ajuste del interruptor de campo	Tela pañal	2	m
	Cold solvent	0,3	gal
Tableros de alarma del sistema de agua de enfriamiento	Degreasol	0,5	gal
	Limpia contactos	0,5	unidad
	Tela pañal	1	m
Limpieza, verificación y pruebas de la RTU	Limpia contactos	0,5	unidad
	Tela pañal	1	m
Limpieza, verificación y pruebas del SSG	Limpia contactos	0,5	unidad
Limpieza, verificación y pruebas del Regulador electrónico.	Tela pañal	2	m
	Limpia contactos	1	unidad
	Limpia contactos	0,5	unidad
Tablero de alarmas fase C	Tela pañal	0,5	m

Fuente: Personal Hidropaute (2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

## Anexo 8 Sustitución de productos

Diagrama de Pareto para la selección



Item	Productos Químicos Peligrosos	Cantidad	Unidad	Nivel de riesgo para la salud	
1	Aceite ISO VG 46	2785	kg	1	Poco peligroso
2	Aceite dieléctrico	1326	kg	1	Poco peligroso
3	Pintura esmalte	892	kg	2	Peligroso
4	Cold Solvent Degreaser	588	kg	2	Peligroso
5	Disolvente	516	kg	2	Peligroso
6	Desengrasante	313	kg	3	Muy peligroso
7	Desincrustante	274	kg	3	Muy peligroso

Fuente: (NEIRA, 2015)

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

Conforme a los resultados obtenidos y en función del nivel de riesgo para la salud, se detallan parámetros comparativos entre los productos actuales y posibles sustitutos:

## Sustitución Aceite Dieléctrico:

ESPECIFICACIONES	PRODUCTO ACTUAL A	PRODUCTO ACTUAL B	SUSTITUTO
Nombre del producto:	Aceite Dieléctrico Nivel N 61B	Diala oil AX	FR3 Envirotemp Fluid
Nombre del fabricante:	Mobil	Lubricante Shell S.A	COOPER Power Systems
Uso recomendado del producto:	Aceite aislante eléctrico	Aceite aislante dieléctrico	Aceite aislante eléctrico
Presentación comercial:	Envases de 55 Galones	Envases de 55 Galones	Envases de 55 Galones
Inflamabilidad:	Combustible si se calienta	Combustible si se calienta	Combustible si se calienta
Reactividad :	Estable	Estable	Estable
Peligro para la salud:	Poco peligroso	Poco peligroso	Sin peligro
Corrosividad:	-	-	No
Composición:	Aceites Base	Mezcla de aceites minerales altamente refinados y	Ester Natural
Estado físico :	Líquido	Líquido	Líquido
Apariencia y color:	Amarillo claro	Claro y brillante	Verde claro limpio
Olor:	Característico	Ligero	Leve olor de aceite vegetal
Densidad relativa:	0,883	0,885	0,92
Viscosidad (cSt):	9,2 a 40°C	9,86 a 40°C	≤ 40 a 40°C
	2,3 a 100 °C	-	≤ 2,3 a 100 ° C
Rigidez Dieléctrica (kV):	30	20-30	≥ 30
Temperatura de ebullición (°C):	No aplica	>280	>360
Temperatura de inflamación (°C)	151	148	330
Temperatura de fluidez (°C):	-40	-50	-18 a -24
Temperatura de combustión (°C)	No disponible	-	360
Temperatura de ignición espontánea (°C):	>315	>320	401-404
Porcentaje de volatilidad:	-	-	<0,001 g/l
Densidad de vapor (kPa):	>5 a 101	>1	No aplica
Presión de vapor (kPa):	<0,013	<0,5	<0,01
pH:	No aplica	-	Neutro
Productos de descomposición peligrosos:	Ninguno	No se forman	Ninguno
Efectos por exposición a corto plazo:	Irritación dérmica	Irritación dérmica	LD50>2000mg/kg
Efectos por exposición a largo plazo:	No carcinógeno en animales	No carcinógeno	No carcinógeno
Biodegradabilidad:	No	No	>99%
Potencial de bioacumulación/coeficiente de reparto octanol-agua (Kow):	>6,5	Potencialmente bioacumulativo	No se acumula de forma notable en el organismo
Precio de referencia (USD \$) :	8,59/ galón	6,64/ galón	2,5 veces más que un aceite mineral
Link de referencia:	<a href="https://www.avepetroleum.com/admin/msds_docs/UNIVO-LT-N-61-B-msds.pdf">https://www.avepetroleum.com/admin/msds_docs/UNIVO-LT-N-61-B-msds.pdf</a>	Hoja informativa de Seguridad y Protección Ambiental de la empresa # 046	<a href="http://controlrebates.org/control/dam/public/powersystems/resources/MSDS/98082S.pdf">http://controlrebates.org/control/dam/public/powersystems/resources/MSDS/98082S.pdf</a>

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



Sustitución Limpiador para motores mecánicos y eléctricos:

ESPECIFICACIONES	PRODUCTO ACTUAL	SUSTITUTO A	SUSTITUTO B	SUSTITUTO C
Nombre del producto:	Cold Solvent Degreaser CSD	273 Limpiador de Motores Eléctricos	Solvent Degreaser	Solvente dieléctrico SS-25NC
Nombre del fabricante:	Spartan	Chesterton	Ecolab Chile	Chemsearch
Uso recomendado del producto:	Limpiador para motores eléctricos	Limpiador de motores eléctricos	Desengrasante o solvente dieléctrico de limpieza	Solvente dieléctrico ecológico
Presentación comercial:	Galones	Aerosol	Galones	Contenedores de 1, 5 y 55 galones
Inflamabilidad:	Inflamable	No arde	Combustible	Combustible
Reactividad :	Estable	Estable	Estable	Estable
Peligro para la salud:	Peligroso	Poco peligroso	Poco peligroso	Poco peligroso
Corrosividad:	-	-	No corrosivo	No corrosivo
Composición:	Aguarrás, Perclorotileno	Tetraclorotileno y Dióxido de Carbono	Hidrocarburo aromático	Destilado alifático de petróleo, Orange terpenos
Estado físico :	Líquido	Líquido de baja viscosidad	Líquido	Líquido no viscoso
Apariencia y color:	Líquido incoloro	Claro	Rojo	Incoloro
Olor:	Característico	Solvente	Aroma a solvente	Cítrico
Densidad relativa:	-	1,6 kg/l a 20°C	0,78-0,79 a 20 °C	-
Viscosidad (cSt):	18,5 -20,5	No determinado	-	No viscoso
Rigidez Dieléctrica (kV):	-	-	> 30.000V	-
Temperatura de fusión (°C):	-	-22,4	No aplica	-
Temperatura de ebullición (°C):	>80	No aplica	No determinado	No aplica
Temperatura de inflamación (°C):	66	0	40	60
Porcentaje de volátiles (por volumen):	-	100	-	100
Densidad de vapor (kPa):	-	>1	No determinado	>5
Presión de vapor (kPa):	-	No determinado	No determinado	No aplica
Productos de descomposición peligrosos:	No establecidos	Cloruro de Hidrógeno y Otros vapores tóxicos	No se descompone	Óxido de carbono
Solubilidad:	Insoluble	Insignificante	Insoluble	Insoluble
Efectos por exposición a corto plazo:	Irritante	Somnolencia o vértigo	No se conoce efectos de toxicidad aguda	Irritante
Efectos por exposición a largo plazo:	-	Cancerígeno para los animales (1)	No se conoce efectos de toxicidad a largo plazo	Depresión del sistema nervioso, daños al hígado, riñones y dermatitis
Biodegradabilidad:	-	11% o 28 días	De lenta degradación	Es biodegradable
Potencial de bioacumulación/coeficiente de reparto octanol-agua (Kow):	-	2,53 poco potencial para la bioacumulación	No se conocen efectos	-
Precio de referencia (USD \$) :	32,26/gal	15,62/unidad	2,75 /gal \$ + importación (Chile)	31,10/gal + importación (Perú)
Link de referencia:	Hoja informativa de Seguridad y Protección Ambiental de la empresa # 052	<a href="http://www.chestertoncompany.com/ES/Products/Pages/Product.aspx?ProductLine=TPD&amp;Category=Cleaners+and+Degreasers&amp;ModelID=273">http://www.chestertoncompany.com/ES/Products/Pages/Product.aspx?ProductLine=TPD&amp;Category=Cleaners+and+Degreasers&amp;ModelID=273</a>	<a href="http://www.neumaltda.cl/imagenes/documentos/HDSMEL/FST/FST666SP.pdf">http://www.neumaltda.cl/imagenes/documentos/HDSMEL/FST/FST666SP.pdf</a>	<a href="http://www.promelsa.com.pe/pdf/68202042.pdf">http://www.promelsa.com.pe/pdf/68202042.pdf</a>

(1) según la Agencia Internacional para investigación del Cáncer (IARC).

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



## Sustitución Disolvente:

ESPECIFICACIONES	PRODUCTO ACTUAL	SUSTITUTO
Nombre del producto:	Disolvente Universal	Disolvente Power Solv
Nombre del fabricante:	-	CYNDAN
Uso recomendado del producto:	Disolvente Universal	Disolvente de grado industrial
Presentación comercial:	Galones	1, 5, 25 y 205 l
Inflamabilidad:	Extremadamente inflamable	No arde
Reactividad :	Estable	Estable
Peligro para la salud:	Muy peligroso	Normal
Corrosividad:	-	-
Composición:	Tolueno, acetato de metilo y metanol	Metasilicato de sodio, hidróxido de sodio, éter metílico de propilenglicol y agua
Estado físico :	Líquido	Líquido claro
Apariencia y color:	Incoloro	Incoloro
Olor:	No determinado	Aroma suave
Densidad:	874 kg/m <sup>3</sup>	-
Viscosidad (cSt):	0,63	-
Temperatura de fusión (°C):	-	<0
Temperatura de ebullición (°C):	89	100
Temperatura de inflamación (°C):	4	No se quema
Temperatura de ignición espontanea (°C):	421	No aplicable
Porcentaje de volátiles (por volumen):	874	-
Densidad de vapor (kPa):	No relevante	No hay datos
Presión de vapor (kPa):	9,305	2,37
pH:	No relevante	Aproximadamente 12
Productos de descomposición peligrosos:	CO, CO <sub>2</sub> , entre otros compuestos orgánicos	No disponible
Solubilidad:	No relevante	Soluble
Efectos por exposición a corto plazo:	Efectos irreversibles graves por ingesta	Irritante de ojos y piel
Efectos por exposición a largo plazo:	Depresión del sistema nervioso	No presenta efectos
Biodegradabilidad:	No disponible	Biodegradable
Potencial de bioacumulación/coeficiente de reparto octanol-agua (Kow):	Tolueno 2,73	Poco probable
Precio de referencia (USD \$) :	6,04/gal	13,82/gal (incluido envío)
Link de referencia:	<a href="http://supima.es/recursos/archivos/5f66617b0593791e42e819935cc29405.pdf">http://supima.es/recursos/archivos/5f66617b0593791e42e819935cc29405.pdf</a>	<a href="https://cyndan.com.au/es/limpiadores-y-desengrasantes/70-power-solve-disolvente-biodegradable-de-grado-industrial-para-la-eliminacion-de-grasa-carbon-tinta-aceite-y-creosota.html">https://cyndan.com.au/es/limpiadores-y-desengrasantes/70-power-solve-disolvente-biodegradable-de-grado-industrial-para-la-eliminacion-de-grasa-carbon-tinta-aceite-y-creosota.html</a>

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



Sustitución Desincrustante:

ESPECIFICACIONES	PRODUCTO ACTUAL A	PRODUCTO ACTUAL B	PRODUCTO ACTUAL C	PRODUCTO ACTUAL D	PRODUCTO ACTUAL E
Nombre del producto:	Descaling Liquid	346 Desincrustante y limpiador químico	Desincrustante de superficies	Removedor de óxido rust remover	Corium Z10
Nombre del fabricante:	Rochem	Chesterton	Holandina Pharmaceutical	OMYA	Magna industrial Co.Limited
Uso recomendado del producto:	Removedor de incrustaciones de óxido y escamas de incrustación	Limpiador a base de ácido no inflamable	Deterdina, desinfectante, desengrasante, desincrustante clase Ila	Desoxidante de superficie de acción rápida de metales	Removedor de óxido pasivador
Presentación comercial:	Latas de 25 litros y tambores de 200 litros	Contenedores 20 y 208 litros	Garrafa de 4000 ml con válvula dosificadora, garrafa de 1000 ml	1 Galón	5 y 20 litros
Inflamabilidad:	No arde	No arde	No arde	No arde	No arde
Reactividad :	Estable	Inestable al calentamiento	Estable	Cambio químico violento	Estable
Peligro para la salud:	Muy peligroso	Muy peligroso	Poco peligroso	Muy peligroso	Peligroso
Corrosividad:	Corrosivo	Corrosivo	No corrosivo	Corrosivo	Corrosivo
Composición:	Ácido Clorhídrico	Ácido Clorhídrico 32%	Agua, tenso activos, cloruro de dimetilamonio y alcohol	Ácido fosfórico y sulfúrico y alcohol isopropil	Ácido fosfórico
Estado físico :	Líquido	Líquido	Líquido viscosos traslúcido	Líquido	Líquido
Apariencia y color:	Ámbar	Ámbar	-	Líquido claro	Solución azul claro
Olor:	Ácido clorhídrico	Ácido	Característico	Apacible	Ácido
Densidad:	-	1,15 kg/l	0,5 mg/l	-	-
Temperatura de fusión (°C):	-30 a 20	-	-	-	-
Temperatura de ebullición (°C):	100	>100	-	100	105
Temperatura de inflamación (°C):	No inflamable	No inflamable	Muy poco	No inflamable	No aplica
Porcentaje de volátiles (por volumen):	-	96,8	-	24,4	-
Densidad de vapor (kPa):	1,26	>1	-	>1	>1
Presión de vapor:	105,5 mmHg	-	-	-	-
pH:	<1,5	0,5	Entre 9 y 10	1,5-2,5	-
Productos de descomposición peligrosos:	Ningún producto	Cloruro de Hidrógeno y otros vapores tóxicos	NO, NH4, CO y CO2	Gas hidrógeno	-
Solubilidad:	Muy soluble	Solubilidad Completa	Miscible	Completa	Soluble
Efectos por exposición a corto plazo:	Quemaduras	Irritación, quemaduras y lesiones a los tejidos	Irrita los ojos al contacto directo	Irritante para piel, membranas de la mucosa	Lesiones oculares y dérmicas severas
Efectos por exposición a largo plazo:	Irritación a los ojos y piel	Ulceraciones de las membranas mucosas y piel	Ninguna	Desordenes respiratorios	-
Biodegradabilidad:	Inherentemente biodegradable	96%	Biodegradable	Datos no disponibles	Datos no disponibles
Potencial de bioacumulación/coeficiente de reparto octanol-agua (Kow):	No es bioacumulativo	-	-	Datos no disponibles	Datos no disponibles
Precio de referencia (USD \$) :	16,83/gal	49,34/gal	10/gal	29,96/gal	11,08/gal
Link de referencia:	Hoja informativa de Seguridad y Protección Ambiental de la empresa # 023	Hoja informativa de Seguridad y Protección Ambiental de la empresa # 003	<a href="http://www.holandinacolombia.com/files/pdf%20productos/fichas%20seguridad/seguridad-Deterdina.pdf">http://www.holandinacolombia.com/files/pdf%20productos/fichas%20seguridad/seguridad-Deterdina.pdf</a>	Hoja informativa de Seguridad y Protección Ambiental de la empresa # 080	Hoja informativa de Seguridad y Protección Ambiental de la empresa # 090

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



Sustitución Desengrasante:

ESPECIFICACIONES	PRODUCTO ACTUAL A	PRODUCTO ACTUAL B	PRODUCTO ACTUAL C	PRODUCTO ACTUAL D	PRODUCTO ACTUAL E	SUSTITUTO A	SUSTITUTO B
Nombre del producto:	SNB-130	Desengrasante H2 D2	Degreasol Cold Wash HD	Tough on Grease	Alklean Liquid	Orange TOUGH 90	Orange TOUGH 40
Nombre del fabricante:	Spartan	Spartan	Rochem	Spartan	Rochem	Spartan	Spartan
Uso recomendado del producto:	Agente de limpieza	Agente de limpieza	Desengrasante de uso múltiple	Agente de limpieza	Removedor de residuos grasos y aceitosos en tanques	Desengrasante concentrado para trabajos (no necesita dilución)	Removedor de grasa industrial en equipos, maquinaria, herramientas, etc. (necesita dilución)
Presentación comercial:	1, 5, 30 y 55 galones	1, 5, 30 y 55 galones	20 litros	1, 5, 30 y 55 galones	210 Litros	1, 5, 30 y 55 galones	1, 5, 30 y 55 galones
Inflamabilidad:	Nivel 0	Nivel 0	Nivel 2	No arde	No arde	Combustible	Combustible
Reactividad :	Estable	Estable	Estable	Estable	Inestable al calentamiento	Estable	Estable
Peligro para la salud:	Muy peligroso	Muy peligroso	Peligroso	Peligroso	Peligroso	Peligroso	Poco peligroso
Corrosividad:	Corrosivo	Corrosivo	No corrosivo	Corrosivo	Corrosivo	No Aplica	-
Composición:	Silicato Sódico, tripolifosfato de sodio	2-Butoxietanol	Hidrocarburos aromáticos y alifáticos	Surfactantes emulsificantes	Hidróxido de Sodio	D-limoneno 90%	D-limoneno y trietanolamina
Estado físico :	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido
Apariencia y color:	Púrpura	Anaranjado	Castaño claro	Claro	Amarillo pálido	Anaranjado	Amarillo
Olor:	Inodoro	Leve	Ligero de solvente	No disponible	Inodoro	Anaranjado	Cítrico
Viscosidad (cSt):	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	-	18-23	40-50
Temperatura de fusión (°C):	No disponible	No disponible	-	No disponible	-5	55	58
Temperatura de ebullición (°C):	100	100	180	100	>100	>154	>80
Temperatura de inflamación (°C):	>100	>100	>65	>100	No combustible	51	-
Temperatura de ignición espontánea (°C):	No disponible	No disponible	230	No disponible	-	No especificada	No especificada
Velocidad de Evaporación:	< 1	< 1 y Acetatos de Butilo=	-	< 1	-	< 1 y Acetatos de Butilo=1	-
pH:	13,3 a 13,7	13,5 a 14	6	11,7 a 12,3	14	No aplica	9 - 10
Productos de descomposición peligrosos:	CO, CO2 y otros vapores tóxicos	CO, CO2 y otros vapores tóxicos	No tiene	CO, CO2 y otros vapores tóxicos	No tiene	CO, CO2 y otros vapores tóxicos	CO y CO2
Solubilidad:	No disponible	Soluble	Emulsiona	Soluble	Completamente soluble	Emulsiona	Emulsiona
Efectos por exposición a corto plazo:	Irritación cutánea	No disponible	Irritante ocular	Irritante ocular	Severas quemaduras	No disponible	No disponible
Efectos por exposición a largo plazo:	No disponible	Efectos adversos en la médula ósea y en el	Dermatitis, náuseas, dolores de cabeza y	Dermatitis, náuseas, dolores de cabeza y	No tiene propiedades carcinogénicas	Irritación en la piel, ojos y vías respiratorias	Irritación en la piel, ojos y vías respiratorias
Biodegradabilidad:	No disponible	No disponible	Inherentemente biodegradable	Inherentemente biodegradable	Hidroliza rápidamente en agua y tierra	Fácilmente biodegradable	Fácilmente biodegradable
Potencial de bioacumulación/coeficiente de reparto octanol-agua (Kow):	No disponible	No disponible	Bioacumulativo	No disponible	No es bioacumulativo	-	Bioacumulativo en peces
Precio de referencia (USD \$) :	10,66/gal	15,40/gal	13,56/gal	17,02/gal	15,36/gal	43,10gal	36,39/gal
Link de referencia:	<a href="http://www.spartanchemical.com/products/product/213004">http://www.spartanchemical.com/products/product/213004</a>	<a href="http://www.spartanchemical.com/msds_sds/downloads/AGHS/MS/2485.pdf">http://www.spartanchemical.com/msds_sds/downloads/AGHS/MS/2485.pdf</a>	Hoja informativa de Seguridad y Protección Ambiental de la empresa # 022	<a href="file:///C:/Users/EQUIPO/Google%20Drive/Tesis/Fichas%20de%20Seguridad%20Actualizadas/TOUGH%20ON%20GRE">file:///C:/Users/EQUIPO/Google%20Drive/Tesis/Fichas%20de%20Seguridad%20Actualizadas/TOUGH%20ON%20GRE</a>	Hoja informativa de Seguridad y Protección Ambiental de la empresa # 024	<a href="http://www.award.com.br/spartan/fispq_es/sp_impr_fispq.asp?familia=8&amp;producto=56">http://www.award.com.br/spartan/fispq_es/sp_impr_fispq.asp?familia=8&amp;producto=56</a>	<a href="http://www.award.com.br/spartan/fispq_es/sp_impr_fispq.asp?familia=8&amp;producto=61">http://www.award.com.br/spartan/fispq_es/sp_impr_fispq.asp?familia=8&amp;producto=61</a>

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari

## Sustitución Pintura Esmalte:

ESPECIFICACIONES	PRODUCTO ACTUAL	SUSTITUTO
Nombre del producto:	Esmalte sintético Pintulux	Esmalte Base Agua
Nombre del fabricante:	Pintuco	Condor
Presentación comercial:	1 galón	1 galón
Inflamabilidad:	Combustible	No arde
Reactividad :	Estable	Estable
Peligro para la salud:	Poco peligroso	Poco peligroso
Corrosividad:	No corrosivo	No corrosivo
Composición:	Resina alquídica, varsol y pigmentos	Dióxido de Titanio, resina acrílica estirinado, silicato, carbonato, estabilizantes, biocida
Estado físico :	Líquido viscoso	Líquido
Color:	-Blanco-Blanco hueso-Negro	-Blanco-Blanco hueso-Negro
Olor:	Característico aceite de soya	-
Densidad:	-	1,2 kg/l
Temperatura de ebullición (°C):	156-202	100-260
Temperatura de inflamación (°C):	32	No aplica
Porcentaje de volátiles (por volumen):	-	-
pH:	-	No corresponde
Productos de descomposición peligrosos:	Vapores de varsol	No se descompone
Solubilidad:	Insoluble	Soluble
Efectos por exposición a corto plazo:	Irritantes oculares y dérmicos	No presenta molestia
Efectos por exposición a largo plazo:	Daños al sistema nervioso central	Irritación ocular y dérmica
Biodegradabilidad:	No biodegradable	Degradable
Potencial de bioacumulación/coeficiente de reparto octanol-agua (Kow):	-	No se cuenta con información al respecto
Precio de referencia (USD \$) :	13,93/gal	24,88/gal
Link de referencia:	Hoja informativa de Seguridad y Protección Ambiental de la empresa # 104	<a href="http://www.sherwin.cl/hogar/images/stories/productos/Linea_Productos_Retail/Latex-y-Esmalte-al-Agua/Esmalte-Al-Agua-Extra-Color/msds_101960.pdf">http://www.sherwin.cl/hogar/images/stories/productos/Linea_Productos_Retail/Latex-y-Esmalte-al-Agua/Esmalte-Al-Agua-Extra-Color/msds_101960.pdf</a>

Elaboración: Micaela Tello / Sandra Zari



## Anexo 9 Análisis de Sustancias Solubles al Hexano

<b>LABORATORIO DE SANEAMIENTO</b> Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. – Cuenca Telf : 4175557 - 4175568	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Página 1 de 1
---	------------------------------	---------------

FECHA: 2015/12/02

INFORME Nº: 578/15

**CLIENTE**

NOMBRE: SRA. MICAELA TELLO  
 DIRECCIÓN: Ciudadela UNE – Totoracocha - Cuenca

**MUESTRA**

CODIGO: 578/01/15  
 DESCRIPCIÓN: Efluente de proceso  
 PROCEDENCIA: Hidropaute  
 FECHA DE RECEPCIÓN: 2015/11/25  
 ENTREGADAS POR: Sra. Micaela Tello

## RESULTADOS

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	EFLUENTE DE PROCESO 578/01/15
SUST. SOLUBLES AL HEXANO	SM 5520 D	2015/11/25	mg/l	301.2

SM: STANDARD METHODS, Edición 22

Atentamente,

Bioq. María José Chérrez  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

- Los resultados contenidos en el presente informe solo afectan a los objetos sometidos al ensayo.
- Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.