

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**“PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN PARA LOS DESECHOS  
PELIGROSOS GENERADOS EN LA REFINERÍA ESMERALDAS”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
MÁSTER EN AMBIENTAL**

**AUTOR: ING. MARLENE ESPERANZA CHACHALO CARLOSAMA**

**DIRECTORA: DRA. ANA LUCIA BALAREZO AGUILAR**

**Quito-Noviembre 2016**

## DECLARACION

Yo, Marlene Esperanza Chachalo Carlosama declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

ING. MARLENE ESPERANZA CHACHALO CARLOSAMA

## CERTIFICADO

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Marlene Esperanza Chachalo Carlosama, bajo mi supervisión.

---

Dra. ANA LUCIA BALAREZO AGUILAR  
DIRECTORA DE PROYECTO

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por haberme permitido concluir una meta más, a mis padres Rosita y Camilo, y a mis hermanos por el apoyo brindado durante toda mi educación.

Un especial agradecimiento a mis compañeros y amigos Andrea Quinde, Edison Cadena y Raúl Molina por las facilidades técnicas y operativas brindados durante la ejecución del proyecto.

Un profundo y sincero agradecimiento, a la Dra. Ana Lucía Balarezo, directora de proyecto, por la motivación y el apoyo recibido durante mi carrera y sobre todo por la orientación, y seguimiento a lo largo de este proyecto.

A mis amigos que siempre me dieron una voz de aliento para continuar en mis estudios, y a lo largo del desarrollo de la tesis. También agradezco a todo el personal de EP Petroecuador que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo.

## DEDICATORIA

*A mis padres Rosita y Camilo, por su ejemplo de humildad, dedicación y honestidad*

## CONTENIDO

DECLARACION .....	II
CERTIFICADO.....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
DEDICATORIA .....	V
RESUMEN .....	XIII
PRESENTACION .....	XV
CAPITULO 1: INTRODUCCION .....	1
1.1  OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2  OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1.3  JUSTIFICACIÓN .....	3
CAPITULO 2: FUNDAMENTOS PARA LA GESTION DE DESECHOS PELIGROSOS .....	5
2.1  DEFINICIÓN.....	5
2.2  CLASIFICACIÓN.....	5
2.2.1  LISTAS CUALITATIVAS DE RESIDUOS .....	6
2.2.2  CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD .....	10
2.3  RIESGOS ASOCIADOS.....	13
2.4  RESPUESTA A EMERGENCIAS CON RESIDUOS PELIGROSOS .....	15
2.5  ETAPAS DE LA GESTIÓN (GENERACIÓN, RECOLECCIÓN, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL) .....	17
2.5.1  GENERACIÓN .....	18
2.5.2  RECOLECCIÓN .....	18
2.5.3  ALMACENAMIENTO .....	20
2.5.4  TRANSPORTE.....	21
2.5.5  DISPOSICIÓN FINAL.....	23
2.6  LEGISLACIÓN AMBIENTAL NACIONAL E INTERNACIONAL, APLICABLE A LA GESTIÓN DE DESECHOS.....	29
CAPITULO 3: PROGRAMA DE MINIMIZACION DE DESECHOS PELIGROSOS.....	34
3.1  METODOLOGÍA.....	34
3.2  DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN .....	35
3.2.1  OBJETIVOS .....	35
3.2.2  METAS.....	36

3.2.3	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS GENERADORES DE DESECHOS PELIGROSOS.....	36
3.2.3.1	NO CATALÍTICAS 1 Y 2 .....	38
3.2.3.2	CATALÍTICAS I.....	40
3.2.3.3	CATALÍTICAS II.....	43
3.2.3.4	CATALÍTICAS III.....	45
3.2.3.5	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y TRANSFERENCIAS .....	48
3.2.3.6	UNIDAD DE UTILIDADES – SERVICIOS AUXILIARES .....	48
3.2.3.7	TRATAMIENTO DE AGUA Y EFLUENTES .....	49
3.2.3.8	PLANTA DE SLOP .....	52
3.2.4	IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS GENERADORES DE DESECHOS PELIGROSOS. ....	53
3.2.5	INVENTARIO DE DESECHOS PELIGROSOS.....	67
3.2.6	JERARQUIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS .....	77
3.2.7	ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN ACTUAL .....	80
3.2.8	IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN, CORRECCIÓN Y MINIMIZACIÓN.....	85
3.3	COSTOS POR LA GESTIÓN .....	89
CAPITULO 4: ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS .....		92
4.1	CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL AMBIENTAL APLICABLE.....	92
4.2	VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN, CORRECCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS .....	93
4.3	PLAN DE ACCIÓN PARA LA IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN. ....	100
CONCLUSIONES.....		107
RECOMENDACIONES.....		109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		111
ANEXOS .....		114

## INDICE DE TABLAS

TABLA 2. 1: Catálogo Europeo .....	7
TABLA 2. 2: Marco Legal aplicable .....	30
TABLA 3. 1. Plantas y Unidades del Proceso Industrial, REE 2015 .....	37
TABLA 3. 2. Códigos de generación y características CRTIB de residuos peligrosos, por tipo de actividad generadora, registrados en REE y aprobados por el MAE, 2015 .....	68
TABLA 3. 3. Cantidad generada de Residuos Peligroso del 2013 a 2015, por tipo de residuo, REE, 2016 .....	71
TABLA 3. 4. Cantidad de desechos gestionados en la REE, en los años 2014 y 2015 .....	75
TABLA 3. 5. Criterios de Priorización .....	78
TABLA 3. 6. Nivel de Prioridad .....	78
TABLA 3. 7. Grado de Prioridad, para la intervención en la gestión de desechos peligrosos, REE, 2016 .....	79
TABLA 3. 8. Actividades realizadas durante la Rehabilitación de REE .....	84
TABLA 3. 9: Medidas de Minimización de residuos en el origen, en REE, 2016 .....	86
TABLA 3. 10: Detalle de costos por la gestión de desechos peligroso en REE .....	89
TABLA 3. 11: Costos por tipo de desecho gestionado en el año 2015 en REE .....	90
TABLA 4. 1: Matriz de resumen de resultados .....	92
TABLA 4. 2: Valorización de las Medidas de Minimización de residuos, REE, 2016 .....	94
TABLA 4. 3: Plan de Acción .....	101



## INDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO 3. 1:	Diagrama de flujo del proceso de refino de crudo, REE .....	41
GRAFICO 3. 2:	Diagrama de bloques para la identificación desechos peligrosos.....	53
GRAFICO 3. 3:	Identificación desechos, Unidad de Destilación Atmosférica 1 y 2 .....	54
GRAFICO 3. 4:	Identificación desechos, Unidad de Destilación al Vacío 1 y 2 .....	54
GRAFICO 3. 5:	Identificación desechos, proceso de Viscorreducción .....	55
GRAFICO 3. 6:	Identificación desechos, proceso FCC .....	55
GRAFICO 3. 7:	Identificación de desechos, Unidad GASCON .....	56
GRAFICO 3. 8:	Identificación de desechos, proceso Merox Gasolina.....	56
GRAFICO 3. 9:	Identificación de desechos, proceso MEROX GLP .....	57
GRAFICO 3. 10:	Identificación desechos, proceso Hidrodesulfuradora de Nafta Pesada.....	57
GRAFICO 3. 11:	Identificación de desechos, proceso de Reconformación Catalítica Continua .....	58
GRAFICO 3. 12:	Identificación de desechos, Planta de Nitrógeno.....	58
GRAFICO 3. 13:	Identificación de desechos en proceso Merox Jet Fuel .....	59
GRAFICO 3. 14:	Identificación desechos, proceso Hidrodesulfuradora de Diésel.....	59
GRAFICO 3. 15:	Identificación de desechos, proceso Tratamiento de Gas Combustible .....	60
GRAFICO 3. 16:	Identificación de desechos, Unidad de Tratamiento de Aminas .....	60
GRAFICO 3. 17:	Identificación de desechos, Unidad de Recuperación de Azufre S y S1 .....	61
GRAFICO 3. 18:	Identificación de desechos, Unidad de Tratamiento de Aguas amargas Z1 Y Z2 .....	61
GRAFICO 3. 19:	Identificación de desechos, Almacenamiento de Crudo y Derivados .....	62
GRAFICO 3. 20:	Identificación de desechos, Área de Llenado y Despacho .....	62
GRAFICO 3. 21:	Identificación desechos, Generación de Vapor .....	63
GRAFICO 3. 22:	Identificación de desechos, Generación Eléctrica .....	63
GRAFICO 3. 23:	Identificación de desechos, procesos Tratamiento de Agua.....	64
GRAFICO 3. 24:	Identificación de desechos, proceso Tratamiento de Efluentes.....	64

GRAFICO 3. 25: Identificación de desechos, Planta Slop .....	65
GRAFICO 3. 26: Identificación de desechos, Áreas Administrativas .....	65
GRAFICO 3. 27: Identificación de desechos, Laboratorio Control de Calidad .....	66
GRAFICO 3. 28: Identificación de desechos, en Áreas de Mantenimiento .....	66
GRAFICO 3. 29: Identificación de desechos, Dispensario Médico .....	67
GRAFICO 3. 30: Identificación de desechos, Bodegas de Productos Químicos e Insumos .....	67
GRAFICO 3. 31: Generación anual de Residuos Peligrosos, Refinería Esmeraldas periodo 2013-2015.....	75
GRAFICO 3. 32: Costos gestión de desechos peligrosos, periodo 2012-2016.....	90
GRAFICO 4. 1: Resumen nivel de cumplimiento normativa ambiental.....	93

## SIMBOLOGIAS Y ABREVIATURAS

AM	Acuerdo Ministerial
API	American Petroleum Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
BDP	Barriles diarios de petróleo
CIS	Centro Industrial Shushufindi
CL50	Concentración Letal Media
°C	Grados Centígrados
CCR	Reformadora Catalítica Continua
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
DEA	Dietanolamina
DL50	Dosis Letal Media
EP	Empresa Pública
EPA	Environmental Protection Agency
FCC	Cracking Catalítico Fluido
GASCON	Unidad de Concentración de Gases
GLP	Gas Licuado de Petróleo
HDS	Hidrodesulfuradora de Diésel
H <sub>2</sub> S	Ácido Sulfídrico
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
KV	Kilovoltio
MAE	Ministerio del Ambiente
Mo	Molibdeno
MW	Megawatts
NACE	National Association Corrosion Engineers
NH <sub>3</sub>	Amoniaco
Ni	Níquel
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
OCADE	Organización de Control Ambiental y Desarrollo Empresarial
PCB	Bifenilos Policlorados

REE	Refinería Esmeraldas
RO	Registro Oficial
PITS	Unidades recolectoras de aguas aceitosas
RLL	Refinería La Libertad
SETRIA	Sistema de Transferencia y Almacenamiento
SIDOC	Sistema Documental
SLOP	Desecho mezcla de aceites luego del proceso de refinado de petróleo
SSA	Seguridad, Salud y Ambiente

## RESUMEN

El presente proyecto se enfocó en la elaboración del Programa de Minimización de Desechos Peligrosos para la Refinería Esmeraldas, considerando el riesgo que representa para la salud y el medio ambiente la inadecuada gestión de los mismos. Se inició con la identificación de los procesos generadores de desechos peligrosos, se elaboró el inventario, posteriormente se establecieron medidas para reducir su generación, y finalmente se identificó los costos para su gestión.

Para la identificación de los procesos generadores de desechos peligrosos se utilizaron los registros internos de generación de desechos e inspecciones a las instalaciones de la Refinería; se consideraron los procesos de refinación, áreas de apoyo como las de generación de vapor y tratamiento de efluentes, y áreas administrativas como oficinas, dispensario médico, laboratorio y bodegas. Los datos de los registros internos de desechos permitieron también elaborar el inventario y codificarlo en base a lo establecido en el Listado Nacional de Desechos Peligrosos, emitido por el Ministerio del Ambiente mediante Acuerdo Ministerial No.142.

Luego de la identificación, se realizó la jerarquización en función del volumen generado mediante la aplicación del Método Hanlon Modificado. Se establecieron las medidas de reducción considerando la jerarquización, el análisis del Sistema de Gestión Actual, el grado de cumplimiento legal, así como las actividades realizadas durante la rehabilitación de la Refinería. Finalmente se propuso el plan de acción para la implementación, en el cual se establece el plazo de ejecución, los responsables, los indicadores de seguimiento y medios de verificación.

Las principales medidas están enfocadas en buenas prácticas ambientales y de manufactura como: fortalecer la concientización del personal a través de la capacitación, mejorar las instalaciones de almacenamiento de productos químicos, continuar con proyectos iniciados para la gestión de desechos y el mantenimiento preventivo de equipos. Los desechos objetivos de reducción son: suelos

contaminados con hidrocarburos, medicinas caducadas, productos químicos caducados y fuera de especificaciones, aceites con PCB, textiles contaminados, aguas oleosas, entre otros.

*Palabras clave:* Refinería Esmeraldas, desechos peligrosos, minimización

## PRESENTACION

En el presente trabajo se elaboró un Programa de Minimización de Desechos Peligrosos para la Refinería Esmeraldas enmarcado en los lineamientos establecidos por el Ministerio del Ambiente y cumpliendo con lo establecido en registro de generador de desechos peligrosos otorgado a la Refinería Esmeraldas por el MAE.

Para el desarrollo del trabajo se revisó procedimientos, registros e informes, y se realizaron recorridos a las instalaciones de REE, para identificar los procesos generadores y tipos de desechos peligrosos, el sistema de gestión que se aplica, y la verificación del cumplimiento de la normativa ambiental relacionada con los desechos peligrosos. Con la información obtenida, se procedió a establecer las medidas de minimización que se aplicarían y su respectivo el plan de acción.

La tesis está estructurada en cinco capítulos: **capítulo I**; Introducción, los objetivos y la justificación del proyecto, **capítulo II**; Fundamentos para la gestión de desechos peligrosos, **capítulo III**; Desarrollo del Programa de Minimización de desechos peligrosos, **capítulo IV**; análisis y discusión de resultados, **capítulo V** conclusiones y recomendaciones del proyecto.

# CAPITULO 1

## INTRODUCCION

La Refinería Esmeraldas se encuentra ubicada en la ciudad de Esmeraldas, provincia del mismo nombre, inició su construcción en el año 1972 y entró en operación en 1977, y actualmente es parte de la Empresa Pública EP PETROECUADOR, encargada de la industrialización del crudo proveniente del oriente ecuatoriano para la obtención de productos limpios como: gasolina súper y extra, diésel, jet fuel; y otros productos como: el fuel oil, asfalto y azufre peletizado (Petroecuador, 2013).

La capacidad inicial de diseño de la Refinería Esmeraldas fue para procesar 55.615 BDP de crudo con un API promedio de 28,3°. En 1987 se realiza la primera ampliación, incrementando su capacidad a 90.000 BDP. La segunda ampliación concluyó en el año 1997, se realizó para procesar hasta 110.000 BDP y compensar la pérdida de producción debido a la disminución del API, en el rango de densidad de 23 a 27.2°. Actualmente, se procesa 110.000 BDP de petróleo con un API de 24.3° y se suprimió la utilización del tetralilo de plomo como aditivo en las gasolinas (Petroecuador, 2013).

La Refinería Esmeraldas opera los 365 días del año, 24 horas al día; en turnos diferenciados para el área administrativa que labora de lunes a viernes de 07:30 a 16:30, y el área operativa de tres turnos de 8 horas, para satisfacer la demanda nacional de combustibles y la exportación de algunos productos (Petroecuador, 2013, Intendencia SSA, 2015).

La Refinería Esmeraldas como parte de su proceso de mejora continua ejecutó un Plan de Rehabilitación Integral, que implicó el mantenimiento de diferentes unidades de proceso, así como el remplazo de equipos obsoletos por nuevos y el



cambio de la infraestructura-, este plan tuvo una duración de 15 meses, inició en julio de 2014 y concluyeron a finales del 2015, como era de esperar durante este mantenimiento la generación de desechos peligrosos en diversidad y cantidad aumentó, los mismos requirieron de gestión para reducir efectos adversos en el medio ambiente, en la salud de trabajadores, y población.

El presente proyecto se enfocó en recolectar información para identificar los procesos generadores de desechos peligrosos, actualizar su inventario, verificar los procedimientos para su manejo, establecer si las áreas de almacenamiento temporal, el transporte y la disposición final de desechos se enmarcan en la legislación ambiental nacional y/o internacional, y conocer los costos requeridos para la gestión de desechos peligrosos.

Adicionalmente, se identificaron las medidas de prevención, corrección y minimización, basándose en el cumplimiento legal aplicable, y en estrategias de reducción en la fuente y reciclaje; mismas que fueron valorizadas considerando los aspectos: ambiental, de prevención de riesgos y costos de inversión. Finalmente, con la información recabada se estructuró el programa de minimización de desechos peligrosos.

## **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Proponer un programa de minimización para los desechos peligrosos generados en la Refinería Esmeraldas, luego de su plan de rehabilitación.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar los procesos generadores de desechos peligrosos e identificar el actual sistema de gestión.
- Identificar y actualizar el inventario de desechos peligrosos generados.
- Determinar el costo de la gestión.

- Identificar opciones preventivas, de minimización y correctivas, que permitan mejorar la gestión de desechos peligrosos.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

La producción de cualquier bien de consumo o servicio implica inevitablemente la generación de residuos, que no son más que pérdidas de materias primas y de energía dentro del proceso productivo; la producción de residuos es un indicador directo del grado de ineficiencia del proceso productivo.

El manejo inadecuado de los residuos peligrosos representa un riesgo para la salud y el medio ambiente. La gestión de residuos tiene múltiples aspectos y debe abordarse no solo desde el punto de vista técnico y ambiental, sino también observando la dimensión social y económica, así como los factores políticos, institucionales y culturales (Gómez-Acebo & Pombo Abogados, 2007).

Los modelos de gestión de residuos del siglo XIX se enfocaban en soluciones para la disposición de final, esto es el modelo “fin de tubería”, una visión parcializada del problema; sin embargo, los modelos actuales presentan un enfoque integral que cubre todo el ciclo de vida de los productos y residuos. La gestión de residuos con enfoque integral, permite conocer el panorama global y minimizar los errores en la implementación de medidas de menor impacto y los costos asociados (Martínez et al, 2007).

La minimización de residuos consiste en reducir el volumen y peligrosidad, basándose en estrategias fundamentales como son: Reducción en la fuente, cambios en el proceso y Reciclado. La implementación de un programa de minimización inicia con reconocer la necesidad de disminuir los residuos generados por la empresa, cumplir la legislación ambiental regulatoria, cumplir objetivos socio ambientales fijados, ahorrar recursos, reducir impactos y riesgos ambientales, y mejorar la imagen de la compañía (Martínez et al, 2007).

La Refinería Esmeraldas ha experimentado varios paros no programados debido a la falla de equipos críticos como calderos, turbogeneradores, hornos, turbocompresores, entre otros. En julio de 2014 la Refinería inició un plan de rehabilitación programado a fin de evitar potenciales pérdidas no solo económicas sino también humanas, producto de estas actividades la generación de desechos peligrosos se incrementó requiriendo la gestión adecuada de los mismos.

Conforme lo establece la disposición 12 del registro de Generadores de desechos peligrosos, Acuerdo Ministerial No. 026, toda empresa generadora de desechos peligrosos debe presentar un programa de minimización; bajo este contexto, el presente estudio permitió elaborar el programa de minimización de desechos peligrosos generados en la Refinería Esmeraldas a partir de información sobre la actual gestión, verificar el cumplimiento de la legislación ambiental nacional e internacional aplicable, y proporcionar medidas preventivas, correctivas y de minimización, enfocadas hacia la mejora continua en la gestión de desechos, la reducción de impactos y riesgos ambientales, así como los costos asociados.

## CAPITULO 2

# FUNDAMENTOS PARA LA GESTION DE DESECHOS PELIGROSOS

### 2.1 DEFINICIÓN

**Desechos.-** conforme el Acuerdo Ministerial No.061, (MAE, 2015), se define a las sustancias sólidas, semi-sólidas, líquidas, o gaseosas, o materiales compuestos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, cuya eliminación o disposición final procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental nacional e internacional aplicable.

**Desechos peligrosos.-** en el Acuerdo Ministerial No. (MAE, 2008), se define a aquellos 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.

### 2.2 CLASIFICACIÓN

Para una adecuada gestión de los desechos es necesario definir si son o no peligrosos, la clasificación se realiza en base a varios criterios, que dependen del grado de desarrollo de cada país en el tema, así como de las políticas ambientales adoptadas.

Según Benavidez (2007), OCADE (2007) y MAE (2015) los criterios utilizados para clasificar un desecho como peligroso son los siguientes:

- Estar en listas cualitativas de residuos que indican el tipo, origen y componente del residuo
- Presentar alguna característica de peligrosidad: inflamable, corrosivo, reactivo, infeccioso o tóxico.
- Por sus propiedades físicas, químicas o biológicas

En caso de presentarse normas técnicas nacionales o internacionales que establezcan requisitos para la definir la clasificación de un desecho peligroso también podrán ser aplicadas.

### **2.2.1 LISTAS CUALITATIVAS DE RESIDUOS**

Los listados de residuos son documentos emitidos por entes u organizaciones de control ambiental nacional e internacional, y están definidos en base a la fuente de generación o a su naturaleza. Si el residuo se encuentra en una de las listas, entonces se cataloga como peligroso, y se le asigna un código de identificación.

Las listas cualitativas son generalmente utilizadas porque facilitan la identificación, simplificando el tiempo para tomar acciones en la gestión ambiental y agilizan el sistema legal de control, además, reducen costos de gestión, porque evita la realización de pruebas normalizadas para su identificación, considerando que no todos los países cuentan con la infraestructura necesaria y /o análisis requeridos (Benavidez, 2007, OCADE, 2007).

Entre los principales listados de residuos peligrosos están los de la Comunidad Europea, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, y el Convenio de Basilea (Benavidez, 2007, OCADE, 2007).

#### **2.2.1.1 Comunidad Europea**

El catalogo europeo de residuos enlista los desechos en 20 categorías o capítulos, entre los que se encuentran los peligrosos y no peligroso como se indica en la Tabla 2.1; los desechos se encuentran codificados por seis dígitos, los dos primeros de

izquierda a derecha corresponden al capítulo y los dos siguientes al sub-capítulo, 400 de los 850 desechos listados son peligrosos, y se los puede identificar porque su código presenta un asterisco.

**TABLA 2. 1: Catálogo Europeo**

CAPITULO	DETALLE
01	Residuos de la prospección, extracción de minas y canteras, y tratamientos físicos y químicos de minerales.
02	Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca, residuos de la preparación y elaboración de alimentos.
03	Residuos de la transformación de la madera y de la producción de tableros y muebles, pasta de papel, papel y cartón
04	Residuos de la industria del cuero, de la piel y textil
05	Residuos de refino de petróleo, purificación del gas natural y tratamiento pirolítico del carbón
06	Residuos de procesos químicos inorgánicos
07	Residuos de procesos químicos orgánicos
08	Residuos de la fabricación, formulación, distribución y utilización de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos) adhesivos, sellantes y tintas de impresión.
09	Residuos de industria fotográfica
10	Residuos de procesos térmicos
11	Residuos del tratamiento químico de superficie y del recubrimiento de metales y otros materiales, residuos de la hidrometalurgia no férrea.
12	Residuos del modelado y del tratamiento físico y mecánico de la superficie de metales y plásticos.
13	Residuos de aceites y combustibles líquidos (excepto los aceites comestibles y de los capítulos 05,12 y 19)
14	Residuos de disolventes, refrigerantes y propelentes orgánicos (excepto los capítulos 07 y 08)
15	Residuos de envases, absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría.
16	Residuos no especificados en otro capítulo de la lista
17	Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)
18	Residuos de servicios médicos o veterinarios o de investigación asociada (salvo los residuos de cocina y de restaurante no procedentes directamente de la prestación de cuidados sanitarios)
19	Residuos de las instalaciones para el tratamiento de residuos, de las plantas externas de plantas de tratamiento de aguas residuales y de la preparación de agua para consumo humano y de agua para uso industrial.
20	Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones) incluidas las fracciones recogidas selectivamente.

### 2.2.1.2 Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA)

Los listados emitidos por la EPA establecen que todo desecho enlistado, es peligroso sin importar la concentración de los componentes. Las listas presentan la siguiente clasificación:

- Lista “F”: residuos de fuentes no específicas, incluye residuos de procesos industriales genéricos; presentan la codificación desde F001 a F028.
- Lista “K”: residuos de fuentes específicas, incluye residuos de trece sectores industriales; presentan la codificación desde K001 a K126.
- Lista “P” o “U”: productos químicos comerciales descartados y formulaciones comerciales. Los residuos P presentan característica tóxica aguda, tienen codificación desde P002 a P122; y los residuos U presentan características tóxicas, inflamables o reactivas, la codificación va desde U001 a U226.
- Lista D: residuos “característicos”, presentan alguna de las características de toxicidad, inflamabilidad, reactividad, o corrosividad.

### 2.2.1.3 Convenio de Basilea

Dispone de listados que permiten la identificación y clasificación de los desechos peligrosos en función de los procesos generadores, los cuales se encuentran en los anexos del convenio, la normativa ecuatoriana se ha basado en éstos para definir el listado nacional. Los anexos que dispone el convenio son:

- Anexo I: Categorías de desechos que hay que controlar: conformado por 45 desechos, los 18 primeros (Y1-Y18) corresponden a procesos generadores, y los 27 restantes (Y19-Y45) a elementos o compuestos que contienen el desecho y por tanto lo hace peligroso.
- Anexo II: Categorías de desechos que requieren una consideración especial: está constituido por dos grupos:
  - Y46: Desechos recogidos de los hogares
  - Y47: Residuos resultantes de la incineración de desechos de los hogares

- Anexo III: Lista de características peligrosas: lo conforman los desechos que presentan características de peligrosidad:
  - H1. Explosivos,
  - H3. Líquidos inflamables,
  - H4-1. Sólidos inflamables,
  - H4-2. Sustancias o desechos susceptibles de combustión espontánea,
  - H4-3. Sustancias o desechos que en contacto con el agua emitan gases inflamables,
  - H5-1. Oxidantes,
  - H5-2. Peróxidos orgánicos,
  - H6-1. Tóxicos (venenos) agudos,
  - H6-2 Sustancias infecciosas,
  - H8. Corrosivos,
  - H10. Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua,
  - H11. Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)
  - H12. Eco tóxico.
  - H13. Sustancias que pueden por algún medio, después de ser eliminados dar origen a otra sustancia que presente las características de peligrosidad antes expuestas.
- Anexo VIII o Lista A, lo conforman desechos caracterizados como peligrosos:
  - A1. Desechos metálicos o que contengan metales. (Existen 18 clasificaciones, desde la A1010 hasta la A1180)
  - A2. Desechos que contengan principalmente constituyentes que puedan contener metales o materia orgánica. (Existen 6 clasificaciones, desde la A2010 hasta la A2060)
  - A3. Desechos que contengan principalmente constituyentes orgánicos que puedan contener metales y materia orgánica. (Existen 20 clasificaciones, desde la A3010 hasta la A3200)
  - A4. Desechos que pueden contener constituyentes inorgánicos u orgánicos. (Existen 16 clasificaciones, desde la A4010 hasta la A4160)
- Anexo IX o Lista B, lo conforman los siguientes desechos caracterizados como peligrosos:



- B1. Desechos de metales y desechos que contengan metales. (Existen 25 clasificaciones, desde la B1010 hasta la B1250)
- B2. Desechos que contengan principalmente constituyentes inorgánicos, que a su vez puedan contener metales y materiales orgánicos. (Existen 13 clasificaciones, desde la B2010 hasta la B2130)
- B3. Desechos que contengan principalmente constituyentes orgánicos, que puedan contener metales y materiales inorgánicos.

#### **2.2.1.4 Listado Nacional de desechos peligrosos, Ecuador**

El listado nacional de desechos peligrosos establecido en la normativa ecuatoriana a través del Acuerdo Ministerial No.142, está estructurado de la siguiente manera:

- Anexo A: Listado de sustancias químicas peligrosas, esta conformados por:
  - Lista 1: listado de sustancias químicas peligrosas prohibidas
  - Lista 2: listado de sustancias químicas peligrosas de toxicidad aguda
  - Lista 3: listado de sustancias químicas peligrosas de toxicidad crónica
- Anexo B: Listado de desechos peligrosos, está constituido por las siguientes listas, cuyos códigos están equiparados a los tipos de desechos peligrosos presentados en el Convenio de Basilea
  - Listado 1: desechos peligrosos por fuente específica (contiene 96 categorías de fuentes)
  - Listado 2: desechos peligrosos por fuente no específica (existen 56 tipos, del NE 01 al NE 56)
- Lista anexo C: Listado de desechos especiales ( Existen 8 tipos, del ES 01 al ES 08)

#### **2.2.2 CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD**

Un desecho se considera peligroso si presenta características de peligrosidad: corrosividad (C), radiactividad (R), explosividad (E), toxicidad (T), inflamabilidad (I), y biopeligroso e infeccioso (B). Las propiedades o parámetros que definen a cada uno como se describen a continuación (Benavidez 2007, OCADE 2007; NTE INEN 2266: 2013).

### 2.2.2.1 Corrosividad

Un residuo se caracteriza como corrosivo si presenta alguna de las siguientes propiedades:

- a) Ser acuoso y presentar un  $\text{pH} \leq 2$  o  $\text{pH} \geq 12.5$ .
- b) Ser líquido y corroer el acero a una tasa mayor que 6.35 mm al año a una temperatura de  $55^{\circ}\text{C}$ , de acuerdo con el método NACE, Standard TM-01-69, o equivalente.

### 2.2.2.2 Reactividad

Un residuo será considerado como reactivo cuando al mezclarse o ponerse en contacto con otros elementos o sustancias, presenta las siguientes propiedades:

- a) Ser normalmente inestable y reaccionar de forma violenta e inmediata sin detonar;
- b) Reaccionar violentamente con agua
- c) Producir una reacción endotérmica o exotérmica al ponerse en contacto con el aire, u otra sustancia.
- d) Generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud o al ambiente cuando es mezclado con agua;
- e) Poseer, entre sus componentes, cianuros o sulfuros que, por reacción, libere gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo a la salud humana o al ambiente.
- f) Ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados.
- g) Ser capaz de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a  $25^{\circ}\text{C}$  y 1atm.
- h) Ser explosiva, definida como una sustancia fabricada con el objetivo de producir una explosión o efecto pirotécnico, con un dispositivo o sin el preparado para este efecto.

### 2.2.2.3 Explosividad

Un residuo sólido o líquido (o la mezcla de residuos) es explosivo si presenta una de las siguientes propiedades:

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

### 2.2.2.4 Toxicidad

Un residuo es considerado tóxico si presenta una de las siguientes propiedades:

- a) Presentar una dosis letal media oral (DL<sub>50</sub>) oral para ratas, < 50 mg/kg o CL<sub>50</sub> inhalación para ratas, < 2 mg/kg o DL<sub>50</sub> dérmica para conejos < 200 mg/kg.
- b) Presentar una dosis letal media (DL<sub>50</sub>) dérmica para ratas menor o igual de 1000 mg/kg de peso corporal.
- c) Presentar una concentración letal media inhalatoria (CL<sub>50</sub>) para ratas menor o igual a 10 mg/l.
- d) Alto potencial de irritación ocular, respiratoria y cutánea, capacidad corrosiva sobre los tejidos.
- e) Susceptibilidad de bioacumulación y biomagnificación en los seres vivos y en la cadena trófica.
- f) Carcinogenicidad, mutagenicidad, y teratogenicidad.
- g) Neurotoxicidad, inmunotoxicidad y otros efectos retardados.
- h) Toxicidad para organismos superiores y microorganismos terrestres y acuáticos.
- i) Otros que las autoridades competentes definan como riesgos de toxicidad humana y para el ambiente.

### **2.2.2.5 Inflamabilidad**

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

- a) Ser líquido y tener un punto de inflamación inferior a 60° C, conforme el método del ASTM-D93-79 o el método ASTM-D-3278-78, con excepción de las soluciones acuosas con menos de 24% de alcohol en volumen.
- b) No ser líquido y ser capaz de, bajo condiciones de temperatura y presión de 25°C y 1 atm, producir fuego por fricción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas y, cuando se inflama, quemar vigorosa y persistentemente, dificultando la extinción del fuego.
- c) Ser un oxidante que puede liberar oxígeno y, como resultado, estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material.

### **2.2.2.6 Patogenicidad**

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

## **2.3 RIESGOS ASOCIADOS**

La gestión, esto es recolección, almacenamiento, tratamiento y disposición final, de los desechos peligrosos representa un riesgo sobre la salud y el medio ambiente cuando no se implementan las medidas adecuadas durante su manejo, los riesgos dependerán de la naturaleza y peligrosidad de los residuos, de las posibilidades de liberación de los contaminantes, de su persistencia en el ambiente, de su transporte en el medio, así como de la vulnerabilidad del entorno y la exposición humana (Martínez et al. 2007).

Los riesgos también dependerán si la sustancia contaminante alcanza una concentración dada, y si la exposición se prolonga el tiempo suficiente para que ejerza sus efectos, de igual manera se considera la posibilidad que los residuos

puedan entrar en contacto con la población y el medio, y de las rutas de exposición que pueden variar de un residuo a otro (Ruiz, Fernández y Rodríguez, 2001).

De esta manera, durante la gestión de desechos peligrosos se debe conocer las condiciones bajo las cuales se produce la liberación del constituyente peligroso y como entra en contacto con el medio ambiente y las personas, para establecer las medidas de prevención que permitan reducir o controlar su peligrosidad.

El principal riesgo para el ambiente y salud de las personas se da por la liberación de contaminantes, una de las formas es la lixiviación; los lixiviados pueden infiltrar y ocasionar contaminación de suelos y aguas subterráneas, por esta razón es necesario definir: el tipo de recipiente en el cual se almacenará, el método de tratamiento y el lugar de disposición final, para este último también es importante considerar los estudios hidrogeológicos así como los usos del suelo y agua subterránea, que representarán exclusiones de localización (Martínez et al. 2007).

Otra forma de liberar contaminantes es por la volatilización de sustancias tóxicas o emisiones de polvo, en ambos casos se produce el arrastre por acción del viento, por lo cual es necesario que los recipientes de almacenamiento sean herméticos, que el personal que maneje los desechos peligrosos dispongan de los equipos de protección necesaria, y que el lugar donde se almacenen y traten los desechos cuenten con ventilación suficiente.

Otro riesgo es el contacto directo de los residuos peligrosos con el medio ambiente (aire, agua, suelo), las personas o animales, por lo que se deben establecer condiciones seguras en todos los niveles de gestión de los desechos peligrosos, incluyendo las condiciones de operación de la empresa que permitan reducir el volumen de generación o la peligrosidad de los desechos.

Cuando los residuos peligrosos entran en contacto con el ambiente pueden ser ingeridos y retenidos en altas concentraciones por los organismos presentes, ocasionándoles serios trastornos, incluso su muerte, cuando las concentraciones son bajas causan efectos subletales, como la reducción del tiempo de vida de

ciertas especies, incremento de la susceptibilidad a enfermedades, así como efectos mutagénicos y teratogénicos, de igual manera estos efectos pueden presentarse en las personas o animales.

Los ecosistemas mantienen capacidades de carga limitada para asimilar contaminantes, la presencia y cantidad de contaminantes introducidos puede representar un riesgo de desequilibrio para dichos ecosistemas, con las consecuencias de degeneración de los ciclos naturales de materiales y agotamiento de recursos (Ruiz et al. 2001).

## **2.4 RESPUESTA A EMERGENCIAS CON RESIDUOS PELIGROSOS**

El manejo de residuos peligrosos en todas sus etapas presenta el riesgo de ocurrencia de una emergencia esto es, derrames, fugas, incendios, contacto con el personal o el ambiente, que puede producirse por errores humanos, fallas de equipos o maquinarias, factores relacionados con instalaciones, recipientes y formas de almacenamiento. La magnitud y consecuencias de la emergencia dependerán de las características propias de las sustancias como son: toxicidad, corrosividad, inflamabilidad y explosividad, y la cantidad emitida (Escobar et al, 2012).

El Plan de Emergencias es un documento guía que establece estrategias de respuesta a través de procedimientos técnicos y administrativos, y protocolos de respuesta, el propósito es realizar una intervención rápida, adecuada, evitando pérdidas humanas y minimizando los daños al ambiente e instalaciones cuando se presente una situación de emergencia; en el mismo se definen además responsabilidades e información básica sobre los insumos y recursos disponibles (García. 1999, Escobar et al. 2012, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2014).

Las empresas generadoras, transportistas y gestoras de desechos peligrosos, deben contar con un plan de emergencias, adicionalmente deben definir medidas

de control y seguridad de las actividades, así como la capacitación del personal que atenderá la emergencia, mientras recibe el apoyo de las entidades de socorro en los casos que requiera (MAE. A.M. 061, 2015).

Un plan de emergencias debe desarrollarse en función de la identificación de riesgos realizado a las actividades o servicios que realice una empresa, y debe tener la siguiente información básica (Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2013):

- Introducción.
- Características de las instalaciones y/o actividades.
- Objetivo.
- Área de alcance.
- Estructura organizacional, de actuación ante una emergencia
- Procedimientos de actuación durante y después de emergencia
- Directorio de comunicaciones del personal de la empresa que comandará la emergencia, y entidades de socorro.
- Materiales y equipos disponibles para atender la emergencia
- Hojas de datos de seguridad (MSDS)
- Tarjetas de emergencia
- Medidas de rehabilitación de áreas afectadas

Adicionalmente, se requiere poner en práctica el plan de emergencia a través de simulacros, a fin de evaluar la efectividad de las medidas, operatividad de materiales y equipos, y la participación del personal; y de esta manera mantener un plan de emergencia dinámico y en mejora continua, alineado a los riesgos y cambios de las empresas que gestionan desechos peligrosos (García. 1999). De igual manera, después de la ocurrencia de una emergencia, es necesario evaluar las causas que la generaron y establecer medidas correctivas que eviten una nueva ocurrencia, iniciar con la rehabilitación de las áreas afectadas, restituir los materiales utilizados y actualizar el plan de emergencias.

En la normativa ecuatoriana, la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia o Libro Naranja, es una referencia para asistir al personal de primera respuesta (Bomberos, Secretaria de Riesgos, Policía Nacional, Entidades Gubernamentales) en la rápida

identificación de peligros específicos o genéricos de sustancias peligrosas, para la protección del personal y de la población durante la fase inicial del accidente y minimizar los efectos al ambiente. La guía está estructurada de la siguiente manera (MAE, 2008):

- PAGINAS AMARILLAS: Se enlistan las sustancias en orden numérico, según el número de las Naciones Unidas (ONU).
- PAGINAS AZULES: Se enlistan las sustancias en orden alfabético según su nombre.
- PAGINAS NARANJAS: Se enuncian las recomendaciones de seguridad e información de respuesta a emergencia para proteger al personal y al público, comprenden 62 “Guías De Emergencia”.
- PAGINAS VERDES: Cuenta con dos tablas, la Tabla 1 enlista por número ONU solo las sustancias que son tóxicas por inhalación, incluyendo ciertas armas de destrucción masiva y sustancias que al contacto con agua producen gases tóxicos. Se recomiendan dos distancias de seguridad: distancia de aislamiento inicial y distancia de acción protectora.  
La Tabla 2 enlista por número ONU los materiales que producen grandes cantidades de gases con Riesgo de Inhalación Tóxica (RIT) cuando se derraman en el agua. Los materiales reactivos con el agua se identifican en la tabla 1. Si el material no se derrama en agua la Tabla 1 y 2 no aplican y las distancias de seguridad se pueden encontrar en las páginas naranjas.
- OTRAS PÁGINAS: se establece información relacionada a la rotulación del vehículo en el que se transportan las sustancias peligrosas, clases de riesgos, códigos de identificación de riesgo.

## **2.5 ETAPAS DE LA GESTIÓN (GENERACIÓN, RECOLECCIÓN, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL)**

El sistema de gestión de desechos peligrosos está estructurado por las siguientes etapas:



### **2.5.1 GENERACIÓN**

Las empresas que por su actividad económica generen desechos peligrosos son responsables de garantizar la adecuada gestión en toda la cadena es decir, desde la generación hasta la disposición final, y tienen responsabilidad compartida aun cuando se contrate a terceros para la gestión de cualquiera de las etapas. Adicionalmente las empresas, proyectos o cualquier actividad que generen impactos ambientales en el ambiente, deben contar con los respectivos permisos ambientales para su operación.

Como empresa generadora de desechos peligrosos tiene la responsabilidad de establecer e implementar medidas tendientes a la reducción del volumen o peligrosidad, de los desechos. En varios países es necesario registrarse ante las autoridades ambientales o sanitarias, con la finalidad de llevar un control sobre la gestión de los desechos, y presentar informes sobre la gestión realizada y de esta manera cumplir con la normativa ambiental aplicable conforme lo establezca cada país (MAE. A.M. 061, 2015, MAE. A.M. 026, 2008).

En el Ecuador, la empresa generadora debe llevar un estricto control sobre el almacenamiento temporal, transporte y destino de los desechos peligrosos y/o especiales, producidos dentro del territorio nacional, a través del manifiesto único de movimiento de los desechos, el cual debe adjuntarse en el informe de declaración anual de desechos peligrosos.

### **2.5.2 RECOLECCIÓN**

Los residuos peligrosos deben ser recolectados en forma tal que no cause afectaciones a la salud de los trabajadores ni al ambiente y asegure una adecuada clasificación por tipo de desechos, por ende se debe considerar lo siguiente ((MAE. A.M. 061, 2015, Martínez et al. 2007):

### **2.5.2.1 Acondicionamiento**

Para la recolección de desechos peligrosos se debe tener en cuenta la compatibilidad entre ellos, debido que al ponerlos en contacto o mezclarlos pueden generar calor, fuego, humos, gases tóxicos o inflamación, reacciones violentas, que pudieran incrementar el riesgo a la salud del personal encargado de esta actividad, así como impactos al ambiente.

### **2.5.2.2 Envasado**

Para seleccionar los envases de almacenamiento de los desechos es necesario tomar en cuenta las características de peligrosidad del desecho, el material debe ser compatible con los desechos, resistente a golpes, a la constante manipulación y ser hermético para evitar escapes durante la manipulación.

### **2.5.2.3 Etiquetado**

El principal objetivo del etiquetado es dar a conocer el tipo de desecho envasado y las consideraciones para su manipulación y los riesgos asociados a éste, por tanto, los envases deben contener una placa de identificación con la siguiente información: nombre del residuo, volumen, código de identificación, tipo de residuo, entre otros.

### **2.5.2.4 Consideraciones específicas para la recolección de sustancias químicas peligrosas**

En la normativa ecuatoriana se establece que los importadores, fabricantes y formuladores de sustancias químicas peligrosas deben presentar ante la Autoridad Ambiental Nacional, un programa de gestión que contemple la devolución-recolección, sistemas de eliminación y disposición final de envases vacíos, productos caducados o fuera de especificaciones, con contenido de sustancias químicas peligrosas, donde se promueva una revalorización y se minimice el

impacto al ambiente por disposición final; este programa debe ser socializado a las empresas- cliente, o usuarios finales, para garantizar la efectividad de su implementación. El programa de gestión puede ser desarrollado de manera individual o por grupos o gremios de importadores o fabricantes, en base a la naturaleza igual o similar de las características de sus productos.

### **2.5.3 ALMACENAMIENTO**

El almacenamiento de los desechos debe realizarse en un espacio físico definido, de manera temporal en las instalaciones de la empresa generadora o fuera de ésta, previo a su aprovechamiento, valorización, tratamiento y/o disposición final. El tiempo máximo de almacenamiento depende de lo establecido en la normativa ambiental de cada país; durante el periodo de almacenamiento se debe garantizar la aplicación de medidas tendientes a prevenir cualquier afectación a la salud y al ambiente, y la responsabilidad de los efectos ocasionados.

Según el Acuerdo Ministerial No. 061 (MAE, 2015), en el Ecuador el área de almacenamiento temporal de los desechos debe cumplir con las siguientes consideraciones:

- Estar ubicada fuera de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- En función del volumen que se almacenará y del tipo de estibaje, la infraestructura debe ser amplia y permitir la movilidad interna del personal o maquinaria.
- Tener una cubierta, ventilación suficiente, piso impermeabilizado y cerramiento, con la finalidad de evitar el ingreso de personas no autorizadas y la exposición a la intemperie.
- Disponer de áreas separadas por tipo de desechos y para desechos incompatibles.
- No disponer de conexiones a la red de drenaje, se debe conectar con pozos colectores para posterior tratamiento de aguas residuales.

- Contar con señalización informativa, de prevención, prohibición y advertencia conforme los riesgos identificados.
- Contar con equipos para actuar en caso de emergencias como: derrames, incendio o explosión.
- Disponer de un botiquín para primeros auxilios, así como duchas de emergencia y lava ojos.
- Si los desechos a ser almacenados son líquidos, el sitio de almacenamiento debe contar con cubetos para contención de derrames o fosas de retención de derrames cuya capacidad será del 110% del contenedor de mayor capacidad.
- El personal que opere en esta instalación deberá estar capacitado en los procedimientos de manipulación de desechos, atención de emergencias, riesgos asociados a los desechos almacenados.
- Deberá contar con los manuales de operación, hojas de seguridad y un plan de emergencias, disponibles para el personal que labora en la instalación.
- Disponer de salidas de emergencia, claramente identificadas.
- Disponer de una báscula o un sistema de medición de pesos, y llevar un registro de control de los desechos generados, almacenados y gestionados.

#### **2.5.4 TRANSPORTE**

El transporte de desechos peligrosos debe realizarse de forma segura, en esta etapa el generador, el transportista y quien se encargará de la disposición deben coordinar las acciones del transporte y cada uno deberá cumplir las siguientes responsabilidades ((MAE. A.M. 061, 2015, NTE INEN 2266: 2013):

##### **2.5.4.1 Del generador**

- Emitir el manifiesto único de identificación de la carga, con la información de la empresa generadora, del desecho a ser transportado, y el destino final, y entregarlo a la empresa encargada del transporte.

- Contar con las hojas de seguridad y tarjetas de emergencia, para cada material peligroso generado, y entregarlo a la empresa encargada del transporte.
- Verificar que el vehículo cuente con el equipo de seguridad, procedimientos de seguridad y con las características establecidas para garantizar un transporte seguro.
- Verificar que los trabajos del transporte de desechos se realice por personal capacitado y que cuente con equipos de protección personal.

#### **2.5.4.2 Del transportista**

- Contar con el permiso ambiental de operación, para realizar el transporte de desechos peligrosos, otorgado por el MAE.
- Contar con vehículos adecuados a las características del desecho a ser transportado.
- Portar, conocer y aplicar los manuales de procedimiento, la guía de respuesta en caso de emergencia, hojas de seguridad y tarjetas de emergencia, para cada material peligroso transportado, así como los procedimientos establecidos en el plan de contingencia.
- Equipar al vehículo con los materiales y herramientas requeridos para la aplicación del plan de contingencia, de acuerdo al tipo de desecho peligroso que se transporte.
- El personal que realiza el transporte debe estar capacitado en procedimientos de manipulación de desechos, medidas en caso de emergencia y los riesgos asociados a los desechos transportados.
- Realizar mantenimientos regulares de los vehículos, y llevar un control de las bitácoras de viaje.
- Evitar la mezcla o almacenamiento de desechos incompatibles entre sí o con otros de distintas características.
- No abandonar la carga o depositarla en sitios que no cuenten con el respectivo permiso.
- Utilizar rutas de bajo riesgo y previamente establecidas.

### 2.5.4.3 Del transporte

- Los vehículos de transporte de desechos peligrosos deben estar claramente identificados, mediante rótulos de riesgo y símbolos de seguridad, con el fin de dar a conocer el producto que está transportando.
- La rotulación debe estar ubicada en lugares visibles del vehículo. Las placas con los símbolos de seguridad estarán en al menos dos lugares opuestos de la unidad, mientras los rótulos de riesgo se colocan en los dos costados y en la parte trasera.
- Los rótulos para las unidades de transporte: deberán tener al menos las siguientes dimensiones:
  - Los rombos no deben ser menores a los 250 mm por 250 mm para el límite de corte, con un margen interno de 12,5 mm
  - Las placas rectangulares anaranjadas no deben ser menores los 300 mm de largo por 120 mm de ancho y los dígitos negros de Naciones Unidas no deben tener un alto menor a 65 mm.

### 2.5.5 DISPOSICIÓN FINAL

Es la última de las etapas de manejo de los desechos y/o residuos, en la cual son dispuestos en forma definitiva y sanitaria mediante procesos de aislamiento y confinación, los desechos y/o residuos sólidos no aprovechables o desechos peligrosos y especiales con tratamiento previo, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, daños o riesgos a la salud humana o al ambiente, los cuales deben contar con los respectivos permisos ambientales para su operación. La disposición final, se la realiza cuando técnicamente se ha descartado todo tipo de tratamiento, tanto dentro como fuera del territorio ecuatoriano.

Para la disposición o eliminación final es necesario considerar las características, el origen y del uso posterior que se dará al residuo, por tanto es necesario establecer si el residuo puede ser: reutilizado, regenerado, o recuperado; cuando

estos procesos no se puedan aplicar se procederá a tratamientos físico- químico, de estabilización o térmicos, que permitan reducir su peligrosidad y volumen. Los procedimientos de tratamiento también pueden producir otros residuos, emisiones o descargas que requieren ser gestionados de una manera especial en función de sus características. Las plantas de tratamiento y/o de disposición final, recibirán residuos peligrosos únicamente de los transportistas que cuenten con la licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente y que cuenten con el manifiesto correspondiente.

Según el Acuerdo Ministerial No. 061 (MAE, 2015), Martínez et al. (2007), Moreno (2011) y OCADE (2007) los mecanismos de disposición final de los residuos peligrosos incluyen los siguientes:

#### **2.5.5.1 Reutilización**

Procedimiento que permite aprovechar alguna parte del residuo que ya ha sido utilizado, y que aún puede ser empleado en alguna actividad o proceso secundario, se le da un nuevo uso y alarga la vida útil.

#### **2.5.5.2 Reciclaje**

Proceso mediante el cual, previa una separación y clasificación selectiva de los residuos sólidos, desechos peligrosos y especiales, se los aprovecha, transforma, y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como energía o materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas, tales como procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva, acopio, reutilización, transformación y comercialización.

#### **2.5.5.3 Recuperar**

Proceso basado en la utilización del residuo en otro proceso distinto del que lo produjo, el cual se podrá introducir como materia prima o energía, en el nuevo proceso directamente o mediante algún tratamiento previo.

#### 2.5.5.4 Técnicas de Tratamiento

La selección de la técnica de tratamiento debe considerar, la ubicación de la unidad de tratamiento, los residuos que se generarán y la complejidad del tratamiento; los tratamientos pueden diseñarse para uno o varios contaminantes. Entre los métodos de tratamiento más comunes se tiene:

- Físico-químicos
- Estabilización – solidificación
- Biológicos
- Térmicos

##### 2.5.5.4.1 *Tratamientos Físico – Químicos*

Estos procesos permiten modificar las propiedades físicas y químicas del residuo, con la finalidad de recuperar algún compuesto, separar constituyentes peligrosos, reducir la peligrosidad o movimiento en el medio ambiente. Entre los principales procesos físicos se tienen:

- Filtración
- Separación por gravedad (sedimentación, centrifugación)
- Evaporación
- Destilación
- Arrastre con aire o vapor
- Adsorción en carbón
- Intercambio iónico
- Autoclavado
- Irradiación con microondas

Entre los procesos químicos se tiene:

- Neutralización



- Precipitación
- Óxido- reducción
- Halogenación

#### 2.5.5.4.2 *Estabilización- Solidificación*

Son procesos que permiten mejorar las características físicas de permeabilidad y dureza, o reducir el área superficial con la finalidad de disminuir la solubilidad o toxicidad de los contaminantes. Este procedimiento se usa para residuos básicamente inorgánicos con máximo 10 - 20% de materia orgánica, debido a que la materia orgánica se degrada y reduce la eficiencia del proceso. Entre los principales mecanismos se tiene:

- Macroencapsulamiento
- Microencapsulamiento
- Absorción
- Adsorción
- Transformaciones químicas

#### 2.5.5.4.3 *Tratamientos Biológicos*

Son procesos basados en la descomposición del contaminante por acción de microorganismos; su limitación, es la sensibilidad de los microorganismos a los componentes tóxicos. Para utilizar este método es necesario realizar una evaluación de la capacidad de degradación de los contaminantes.

#### 2.5.5.4.4 *Tratamientos Térmicos*

Estos procesos permiten reducir de manera significativa el volumen de los desechos y permite la recuperación de energía. Entre los principales procesos térmicos se tiene:

- Incineración a altas temperaturas.- proceso de oxidación térmica, de 850-1600°C, los residuos son convertidos, en presencia de oxígeno en gases y cenizas. Las variables que deben considerarse para una eficiente combustión en los incineradores son: la temperatura, el tiempo de residencia y la turbulencia. Los incineradores más comunes son de inyección líquida para residuos líquidos y los hornos rotatorios para el resto de desechos. Es necesario colocar un sistema de tratamiento de emisiones gaseosas porque pueden resultar más tóxicos que el desecho original; y contar con un equipo de monitoreo continuo de temperatura de la cámara de combustión final y a la salida de los gases de chimenea. Para realizar la medición de las emisiones a la atmósfera, los incineradores deben contar con plataforma y puertos de muestreo en la chimenea de salida de los gases.
- Co-procesamiento.- proceso que se realiza a altas temperaturas, hasta 2000° C; largos tiempos de residencia (más de tres segundos a 1200° C), alta turbulencia, estabilidad térmica, proceso continuo de combustión, ambiente alcalino (la caliza neutraliza ácidos), este método no genera cenizas ni subproductos. Se aplica para residuos electrónicos, baterías, residuos biológico-infecciosos, ácidos minerales, corrosivos, explosivos, asbestos, residuos radioactivos, residuos municipales no clasificados y PCBs.
- Incineración en calderas industriales.- durante este proceso se reemplazan pequeñas cantidades de combustible que usa la caldera por desechos generalmente líquidos, se requiere del control de las concentraciones de cloro y sulfuro para reducir la corrosión del equipo, se necesita incluir un sistema de control de emisiones.
- Pirolisis.- procedimiento realizado a altas temperaturas en ausencia de oxígeno permitiendo obtener la rotura térmica de las moléculas del residuo. El equipo debe contener dos cámaras, en la primera se calienta el residuo y se separan los componentes volátiles y en la segunda se realiza la combustión de estos componentes en presencia de oxígeno. Se aplica para

residuos líquidos viscosos, lodos y materiales con alto contenido de cenizas.

- Tecnologías de arco de plasma.- proceso a altas temperaturas ( $> 3000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) en el cual se pone en contacto el residuo con gas energizado en su estado de plasma mediante una descarga eléctrica, produciendo la descomposición de los residuos orgánicos por volatilización y posterior combustión. Se aplica a residuos líquidos orgánicos, pesticidas, PCB.
- Oxidación en sal fundida (carbonato de sodio).- proceso de oxidación sin llama, a temperaturas altas ( $1500\text{-}2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) donde reacciona la materia orgánica y la sal fundida, generándose dióxido de carbono, agua y sales inorgánicas. Este proceso se aplica para residuos con bajo contenido de cenizas y alto contenido de cloro.

#### 2.5.5.4.5 *Rellenos de seguridad*

Son instalaciones que permiten el almacenamiento de los residuos en el suelo, de una manera segura. Las celdas se llenan con una sola clase de residuos peligrosos que tengan características similares y que al mezclarse no interactúen y produzcan mayor impacto. Se requiere realizar análisis de las propiedades físicas y químicas de los residuos, antes de ser depositados en las celdas de seguridad. Para la asignación del área de los residuos, se tomarán en cuenta las características de los mismos, en cuanto a corrosividad, reactividad, explosividad, y toxicidad e inflamabilidad; así como su incompatibilidad y presentación en envase o a granel.

Cuando la celda está llena debe cubrirse y colocar en la parte superior una placa de identificación resistente a la intemperie en la que se señale la clave de la celda, cantidad de residuos depositados, nombre de los generadores y fechas de inicio de operación y cierre de la celda. (Moreno, 2011).

Cuando la celda de confinamiento esté sellada se colocará una cubierta superficial con pendientes de escurrimientos de agua para evitar encharcamientos y se colocarán pozos de monitoreo y sistema de venteo para la detección de posibles

lixiviados y de las emisiones de gases y vapores generados en el interior de las celdas de seguridad.

## **2.6 LEGISLACIÓN AMBIENTAL NACIONAL E INTERNACIONAL, APLICABLE A LA GESTIÓN DE DESECHOS**

La Tabla No. 2.1, presenta el marco legal aplicable al manejo de desechos peligrosos a nivel nacional e internacional, por orden de jerarquía, iniciando con: la Constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias; las normas regionales y las ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos. (Constitución Ecuador, 2008)

**TABLA 2. 2: Marco Legal aplicable**

ORDEN JERARQUÍA	NORMATIVA	FECHA DE VIGENCIA	FECHA DE PUBLICACIÓN	ARTICULO APLICABLE
1	Constitución de la República del Ecuador	Entra en vigencia desde la publicación en el R.O, 20 octubre 2008	Registro Oficial 449, 20 octubre 2008	Art. 14, 15, 73, 396, 397, 409, 411
2	Convenio de Basilea, sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación	Entra en vigor el nonagésimo día después de la fecha en que ese Estado u organización haya depositado su instrumento de ratificación, aceptación, aprobación, confirmación formal o adhesión.	Suplemento del Registro Oficial No. 153, de 25 de noviembre de 2005.	Anexo VIII o Lista A Anexo IX o lista B
3	Convenio de Estocolmo, sobre contaminantes orgánicos persistentes	Entró en vigor el 17 de mayo del 2004 el Ecuador por medio del Congreso Nacional ratificó el Convenio de Estocolmo	Firmado en 2001 Registro Oficial No. 381, de 20 de julio de 2004	Art 6, Art 10, Parte II Bifenilos Policlorados literal a, e; Parte V ítem A
4	Código Orgánico Integrado Penal	Entra en vigencia desde la publicación en el R.O., 24 BRIL 2014	Suplemento 180 de 10 de febrero de 2014	Sección Segunda: Delitos Contra Los Recursos Naturales, Art 251, 252, 253 Sección Tercera: Delitos Contra La Gestión Ambiental, Art 254
5	Ley Orgánica de Salud	Entra en vigencia desde la publicación en el R.O, de 24 de Enero del 2012	Registro Oficial Suplemento 423 de 22-dic.-2006 Última modificación: Registro Oficial 625 de 24-enero-2012	Título Único, Capítulo II, Art 103, 104

**CONTINUACIÓN TABLA 2.2: Marco Legal aplicable**

ORDEN JERARQUÍA	NORMATIVA	FECHA DE VIGENCIA	FECHA DE PUBLICACIÓN	ARTÍCULO APLICABLE
6	Codificación a la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental	Entra en vigencia desde la publicación en el R.O., 10 de septiembre de 2004	Registro Oficial Suplemento 418 de 10 de septiembre de 2004	Capítulo III De la prevención y control de la contaminación de suelos: Art.10, Art 11, Art 15.
7	Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarbúrficas en el Ecuador, Decreto Ejecutivo 1215	Entra en vigencia a partir de su publicación en el R.O., 13 de febrero de 2001	Registro Oficial 265 de 13 de febrero de 2001	Art 24, Art 28, Art 29, Art 30, Art 31, Art 32, Art 66. Anexo 2, tabla 8B
8	Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, Decreto Ejecutivo No 2393	Entra en vigencia a partir de su publicación en el R.O., 17 de noviembre de 1986	Registro Oficial 565 de 17 de noviembre de 1986	Capítulo V Medio Ambiente y riesgos laborales por factores físicos, químicos y biológicos Art. 67.- Vertidos, desechos y contaminación ambiental
9	Acuerdo Ministerial 061: Reforma al Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente	En vigencia a partir de su publicación en el R.O., 04 de mayo del 2015.	Registro Oficial 316, de 04 de mayo del 2015.	SECCIÓN II: Gestión integral de desechos peligrosos y/o especiales Parágrafo I: Generación, Parágrafo II: Almacenamiento, Parágrafo III Recolección, Parágrafo IV: Transporte, Parágrafo V: del aprovechamiento Parágrafo VI: de la Disposición final Parágrafo VII: de la importación, exportación y tránsito

CONTINUACIÓN TABLA 2.2: Marco Legal aplicable

ORDEN JERARQUÍA	NORMATIVA	FECHA DE VIGENCIA	FECHA DE PUBLICACIÓN	ARTICULO APLICABLE
10	<p>Acuerdo Ministerial 026: Procedimientos para registro de generadores de desechos peligrosos, gestión de desechos peligrosos previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte de materiales peligrosos.</p>	<p>En vigencia a partir de su publicación en el R.O., 12 de mayo del 2008</p>	<p>Registro Oficial 334, 12 de mayo del 2008</p>	<p>Art. 1, Art. 2, Art. 3 Anexo A: registro de generador de desechos peligrosos Anexo B: procedimiento previo al licenciamiento ambiental para la gestión de desechos peligrosos Anexo C: procedimiento previo para el licenciamiento ambiental de transporte de materiales peligrosos</p>
11	<p>Acuerdo Ministerial 142: Listados nacionales de sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales</p>	<p>En vigencia a partir de su publicación en el R.O., 21 de diciembre de 2012</p>	<p>Registro Oficial No. 856 de 21 de diciembre de 2012</p>	<p>Art 2, Art 3, Anexo B: listado desechos peligrosos Anexo C: listado desechos especiales</p>
12	<p>Acuerdo Ministerial 146: Procedimientos para la Gestión Integral y Ambientalmente Racional de los Bifenilos Policlorados (PCB) en el Ecuador</p>	<p>En vigencia a partir de su publicación en el R.O., 05 de enero 2016</p>	<p>Registro Oficial de 05 de enero 2016</p>	<p>Capítulo 2: De la gestión general desechos peligrosos con contenido de bifenilos policlorados. Art.5, al Art 7, Art 11, Art 12, Art.14, al Art.18, Art.24 Capítulo 3: Del inventario de bifenilos policlorados, Art 32 Capítulo 4: Del etiquetado y marcado, Art 34, 35, 36 Capítulo 5, del almacenamiento de desechos peligrosos con contenido de bifenilos policlorados, del Art 38 al 47 Capítulo 6 del transporte, del Art 48 al 51 Capítulo 7: del mantenimiento, disposición final de aceite, equipos y desechos con PCB, Art 52 al 58, Art 62 y 63</p>

CONTINUACIÓN TABLA 2.2: Marco Legal aplicable

ORDEN JERARQUÍA	NORMATIVA	FECHA DE VIGENCIA	FECHA DE PUBLICACIÓN	ARTICULO APLICABLE
13	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2-266:2013, Transporte, Almacenamiento, Manejo De Productos Químicos Peligrosos	En vigencia a partir de su publicación en el R.O, 29 de enero de 2013	Registro Oficial No.881 de 29 de enero de 2013	6.1 Requisitos específicos 6.1.1 Personal 6.1.5 Etiqueta/rótulos 6.1.6 Vehículos 6.1.7 Carga y descarga para el transporte, Anexos
14	Norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 2288:2000, Productos Químicos Industriales Peligrosos. Etiquetado de precaución. Requisitos	En vigencia a partir de su publicación en el R.O, 15 de febrero de 2000	Registro Oficial No. 17 de 15 de febrero de 2000	Numeral 3 Requisitos Generales Numeral 4.4 Instrucciones para manejo y almacenamiento de recipientes

ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016



## **CAPITULO 3**

### **PROGRAMA DE MINIMIZACION DE DESECHOS PELIGROSOS**

#### **3.1 METODOLOGÍA**

El desarrollo del programa de minimización se basa en los lineamientos establecidos por el Ministerio del Ambiente del Ecuador MAE, para el cumplimiento de la Disposición 12 del Acuerdo Ministerial 026 del 12 de mayo de 2008, mediante el cual se expide el “Procedimiento para registro de generadores de desechos peligrosos, gestión de desechos peligrosos previo al licenciamiento ambiental y para el transporte de materiales peligrosos”.

Una vez obtenido el registro de generador de desechos peligrosos, se requiere establecer el programa de minimización y presentarlo a la Dirección Provincial del MAE para su revisión y aprobación. Los objetivos y metas propuestos en el programa tienen un plazo de implementación de dos años, posterior al cual, debe presentarse un informe de cumplimiento del programa de minimización al MAE y proponer nuevas metas, enfocadas en la mejora continua.

De acuerdo al MAE, los lineamientos del Programa de Minimización de Desechos Peligrosos son los siguientes:

- a) Establecer objetivos y metas.
- b) Describir el proceso productivo
- c) Identificar los procesos generadores de desechos peligrosos
- d) Elaborar el inventario de desechos peligrosos
- e) Jerarquizar los desechos peligrosos
- f) Identificar las opciones de prevención y minimización, para lo cual se considerará los siguientes criterios:

- Reducción en el origen
    - Modificación del proceso
      - Buenas prácticas
      - Mejoras tecnológicas
      - Cambio de materiales
    - Modificación del producto
  - Reuso y Reciclaje en el origen
    - Cambio de proceso
    - Reutilización de materias primas
- g) Valorar las alternativas de prevención y minimización.- se realizará en función de la realidad productiva de la empresa y necesidades, y se considerarán los siguientes aspectos:
- Mejora de los aspectos ambientales
  - Mejora de los aspectos de prevención de riesgos laborales
  - Mejora de los costos de gestión y producción
  - Costos de inversión
- h) Establecer un plan de acción para la implementación del programa de minimización que contendrá lo siguiente:
- Alternativas elegidas
  - Objetivos temporales (plazo de implementación)
  - Objetivos de mejora (prevención/minimización de la producción de desechos)
  - Recursos necesarios (propios o externos)
  - Necesidad de adecuación de la empresa (tecnológica, de formación, etc.)
- i) Establecer un plan de control e indicadores de seguimiento

## **3.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN**

### **3.2.1 OBJETIVOS**

- a) Identificar los procesos generadores de desechos peligrosos

- b) Realizar un inventario de desechos peligrosos.
- c) Identificar las opciones de prevención y minimización de desechos peligrosos generados dentro de la instalación.
- d) Valorar las alternativas de prevención y minimización de desechos peligrosos generados dentro de la instalación.
- e) Elaborar un Programa de Acción para la implementación del Programa de Minimización.
- f) Elaborar un Programa de Control e Indicadores de Seguimiento

### **3.2.2 METAS**

- a) Lograr el tratamiento de al menos 0.1m<sup>3</sup>/h de sosa gastada, cuando inicie la operación de la planta de tratamiento.
- b) Reducir en 2 % la cantidad de sacos contaminados, cuando inicie la operación de la planta de tratamiento de sosa gastada.
- c) Mejorar las condiciones de almacenamiento de sustancias químicas en las bodegas de la Refinería.
- d) Reducir un 3% de suelo contaminado
- e) Reducir la generación de medicinas caducadas en al menos 50%.
- f) Reducir al menos un 5% el volumen de sustancias químicas caducadas o fuera de especificaciones
- g) Reducir el 1% de los desechos alquitranados.

### **3.2.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS GENERADORES DE DESECHOS PELIGROSOS**

La Refinería Esmeraldas procesa crudos de densidad de 24.6° API, proveniente de los campos petroleros de la amazonia ecuatoriana y produce: GLP, gasolinas,

diésel, jet fuel, fuel oil, asfaltos y azufre peletizado; los productos limpios que se obtienen son transportados a través de poliductos a los diferentes Terminales de Almacenamiento para su posterior distribución y comercialización mediante tanqueros hacia las Estaciones de Servicio (Petroecuador, 2013; Intendencia SSA, 2014).

Las plantas de producción y las unidades de apoyo, existentes en la Refinería se presentan en la Tabla 3.1, y en el Gráfico 3.1 se indica el diagrama de flujo del proceso de refino:

**TABLA 3. 1.**Plantas y Unidades del Proceso Industrial, REE 2015

No	PLANTAS PRINCIPALES	UNIDADES DE PROCESO
1	No Catalíticas 1	Destilación Atmosférica 1
		Destilación al Vacío 1
		Viscorreductora 1
2	No Catalíticas 2	Destilación Atmosférica 2
		Destilación al Vacío 2
		Viscorreductora 2
3	Catalíticas 1	Cracking Catalítico Fluido (FCC)
		Concentradora de Gases GASCON
		MEROX 100 GLP
		MEROX 200 GASOLINA
4	Catalíticas 2	Merox Jet- Fuel
		Isomerizadora
		Hidrosulfuradora de Naftas
		Reformadora Catalítica Continua (CCR)
5	Catalíticas 3	Hidrosulfuradora de Diésel
		Tratamiento de Gas Combustible 1 y 2
		Tratamiento de Aguas Amargas 1y 2
		Recuperación de Azufre 1y 2
6	Terminales	Transferencia y Almacenaje (SETRIA)
		Llenaderas
7	Unidades de Servicio (Utilidades)	Generación de Vapor
		Generación de Energía Eléctrica
		Generación y Distribución de aire
		Sistema Fuel Oil

**CONTINUACIÓN TABLA 3.1. Plantas y Unidades del Proceso Industrial, REE 2015**

No	PLANTAS PRINCIPALES	UNIDADES DE PROCESO
8	Tratamiento de aguas	Agua Cruda
		Agua desmineralizada
		Tratamiento de Efluentes
		Recuperación de SLOP
9	Áreas Administrativas	Oficinas
10	Laboratorio de Calidad	
11	Bodegas de almacenamiento de materiales e insumos	
12	Dispensario médico	
13	Área de Mantenimiento	

Fuente: Petroecuador 2013, Intendencia SSA 2014

ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**3.2.3.1 No Catalíticas 1 y 2**

Las plantas de proceso No Catalíticas 1 y No Catalíticas 2, incluyen unidades de destilación atmosférica, destilación al vacío y viscorreducción, las cuales se describen a continuación.

*3.2.3.1.1 Destilación Atmosférica*

El proceso comienza con el bombeo del crudo oriente contenido en los tanques de almacenamiento, el cual pasa por un primer tren de intercambiadores de calor para su precalentamiento previo al ingreso a los desaladores, donde se remueven las sales de cloruros a fin de evitar la corrosión y ensuciamiento de los equipos; el efluente rico en sales disueltas, se envían a la unidad de tratamiento respectivo. El flujo de crudo desalado pasa por un segundo precalentamiento y luego a un horno donde es parcialmente vaporizado a 360°C e ingresa a las columnas de destilación, las cuales tienen una altura de 45.11 m y 4.42 m de diámetro, y capacidad de procesamiento 5.000 BPD, para crudos de densidad entre 23 – 27.2°API.

Los gases del domo son condensados y enviados a un acumulador, donde se separa agua amarga, nafta y gases incondensables. La nafta se divide en dos corrientes, una como reflujo de la columna atmosférica y otra como carga a la torre debutanizadora, donde el flujo del domo es condensado y dirigido a un acumulador de alta presión, para separarse en tres fracciones: gas no condensado o gas combustible, GLP y aguas amargas; que posteriormente son enviadas a procesos de tratamiento de remoción de azufre; y el flujo del fondo alimenta a la torre deisohexanizadora, cuya fracción de la cabeza se separa en dos corrientes nafta liviana y gases incondensables, los cuales son enviados a la TEA; y la fracción del fondo es la nafta pesada.

En la sección intermedia de la columna de destilación se obtiene keroseno o jet fuel y diésel, cada uno se divide en dos corrientes, una que retorna como reflujo, y la otra va al despojador de keroseno y diésel respectivamente; y en el fondo queda el crudo residual que se extrae y sirve de alimentación para la Unidad de Destilación al Vacío.

#### *3.2.3.1.2 Destilación al Vacío*

El crudo residual de la destilación atmosférica, formado por fracciones de petróleo que se destila sobre los 370°C, se somete a un proceso de descomposición térmica a presión de vacío, lo que reduce los rangos de temperatura requeridos para alcanzar el fraccionamiento, sin que exista descomposición química (craqueo térmico). De esta operación se obtiene gasóleo (pesado y liviano) y fondos de vacío. La capacidad de procesamiento de las unidades son de 29400 (vacío I) y 15900 (vacío II) BPD, respectivamente. Los fondos de vacío obtenidos, se destinan para la producción de asfaltos, y carga para la unidad de viscorreducción.

#### *3.2.3.1.3 Unidad Viscorreductora*

Los fondos de vacío de un alto peso molecular y con alta viscosidad, son sometidos a un proceso de craqueo térmico (rompimiento molecular) en un horno, obteniéndose un producto menos viscoso, adecuado para usarse como fuel oil.

Otros productos obtenidos en esta fraccionadora son gasolina con alta concentración de azufre, gases ligeros y diésel. Las unidades tienen una capacidad de 31500 BPD, la unidad Viscorreductora I solo produce nafta y fuel oil de fondo, y la unidad Viscorreductora II produce de 3 a 4% de Gasolina y un 2% de destilado con características similares al diésel y fuel oil como fondo.

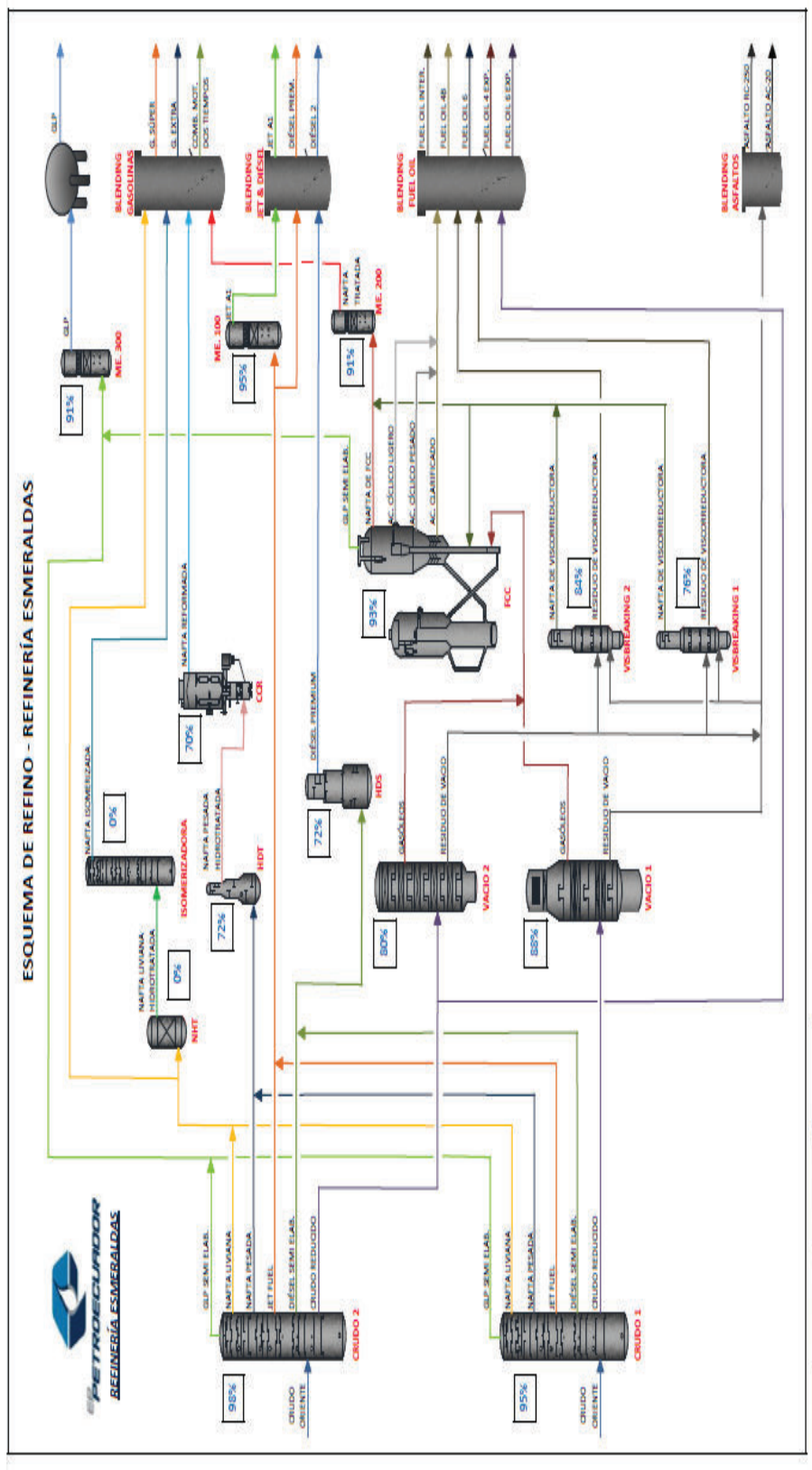
### **3.2.3.2 Catalíticas I**

#### *3.2.3.2.1 Craqueo Catalítico Fluido (FCC)*

La unidad de FCC tiene una capacidad de 18000 BPD y se alimenta del gasóleo de vacío, convirtiendo las fracciones pesadas en fracciones más ligeras. La carga de gasóleo precalentada y corrientes de reciclaje son introducidas en el fondo del reactor, con una cantidad controlada de catalizador zeolítico regenerado en estado fluidizado. El catalizador regenerado caliente vaporiza la carga y los vapores resultantes llevan al catalizador hacia la parte superior del reactor; la conversión ocurre durante el recorrido hacia la parte superior del reactor mediante el uso de altas temperaturas (520°C) y moderadas presiones. Los productos de esta reacción son alimentados a la columna fraccionadora donde el flujo es separado en fracciones: gases licuables (propano, propileno, butanos y butenos), gasolina de alto octanaje y destilados medios conocidos como aceites cíclicos que se usan como diluyentes del fuel oil.

La unidad de FCC a partir del plan de rehabilitación de la Refinería Esmeralda ha sido ampliada y procesa 20.000 BPD, compuesta por 16.500 BPD de gasóleo de vacío (VGO) y 3.500 BPD de gasóleo de destilación atmosférica (VGA). El nuevo reactor tiene un nuevo sistema de inyección de carga, de mayor eficiencia, incrementando en 3% la producción de gasolina y reduciendo la producción de aceites cíclicos. Los subproductos del FCC son: gases de Refinería, residuo o aceite decantado, coque depositado sobre el catalizador, que se quema en el regenerador, energía (vapor) y el calor necesario para la reacción.

GRAFICO 3. 1: Diagrama de Flujo del Proceso de Refino de Crudo, Refinería Esmeraldas, 2015





### 3.2.3.2.2 *Unidad de Concentración de Gases (GASCON)*

Las fracciones de gases y GLP de la fraccionadora de FCC, son enviados a la GASCON, diseñada para recuperar hidrocarburos de 3 y 4 (C3 y C4) átomos de carbono, la unidad se divide en dos secciones: de recuperación y de fraccionamiento. La recuperación de C3 y mayores se realiza por comprensión de los vapores de cabeza de la fraccionadora a alta presión, de esta manera los C3 y mayores pueden ser condensados y separados de los C2 y menores que salen de la unidad como gas combustible. La pequeña cantidad de C3 y mayores remanentes en el gas combustible son recuperados y alimentados a un despojador para remover H<sub>2</sub>S, C2 e inferiores de la gasolina no estabilizada (Mezcla de C3 y superiores), y después ingresa a una debutanizadora, donde se separa por la parte superior los C3 y C4, de la gasolina que son enviados para tratamiento a la unidad de MEROX GLP; y los fondos son enviados a la unidad MEROX gasolina.

### 3.2.3.2.3 *MEROX Gasolina*

En la Unidad MEROX Gasolina se realiza el tratamiento químico catalítico de las corrientes de nafta de FCC, gasolina Visbreaking 1 y Visbreaking 2, con el fin de transformar los mercaptanos en disulfuros. Esta unidad cuenta con un pre-lavador caustico, en el que el H<sub>2</sub>S es removido de las corrientes de gasolina de Visbreaking 1 y 2, esto deja acondicionada la carga para que pueda ser combinada con la gasolina de FCC. Las corrientes de gasolina combinadas se cargan a un mezclador de aire y posteriormente al reactor Merox, una vez que el flujo de gasolina ha pasado por el lecho del reactor, esta pasa al sedimentador caustico para separar por gravedad la sosa caustica acuosa del hidrocarburo, y este último fluye desde la cima del sedimentador y se envía a un filtro de arena, donde se retiran trazas de solución acuosa; la gasolina producida es enviada a tanques de almacenamiento.

### 3.2.3.2.4 *Merox GLP*

En la unidad Merox 300 o GLP, el producto obtenido de la cima del debutanizador de la unidad de concentración de gases FCC, es alimentado en un absorbedor de

amina y es dirigido hacia arriba en contracorriente a la solución de amina, el absorbedor de amina es una columna convencional con platos perforados, el cual está diseñado para proveer un buen contacto entre la solución de amina y el GLP.; en el proceso el H<sub>2</sub>S contenido en el GLP es absorbido por la solución de amina. La corriente de GLP que sale por la cima del extractor se alimenta a un sedimentador, en donde cualquier arrastre de sosa en el GLP se sedimentaría por gravedad, finalmente el GLP sale del sedimentador hacia un filtro de arena para mover los remanentes de sosa caustica que puedan haber quedado.

### **3.2.3.3 Catalíticas II**

#### *3.2.3.3.1 Hidrodesulfuradora de Nafta Pesada*

La carga al hidrotratamiento de nafta, es la nafta pesada proveniente de las dos unidades de destilación atmosférica, esta nafta contiene niveles de contaminantes que pueden ser perjudiciales para el catalizador de reformación y es por tanto necesario hidrotratar la alimentación al proceso. El objetivo del hidrotratamiento es producir una carga a la reformadora con un contenido suficientemente bajo en contaminantes tales como: azufre, nitrógeno, agua, halógenos, arsénico y metales como para no afectar al comportamiento de la sección de reformación catalítica. El proceso involucra el tratamiento de la nafta en un reactor adiabático sobre un lecho de catalizador bimetálico fijo, en un ambiente de hidrogeno, las reacciones químicas ocurren a temperaturas moderadamente altas alrededor de los 320°C. Una vez ocurridas las reacciones, la nafta es despojada de sus contaminantes y es enviada como carga a la Unidad de Reformado Catalítico.

#### *3.2.3.3.2 Reformación Catalítica con Regeneración Continua de Catalizador*

Una vez que la nafta pesada constituida principalmente por fracciones de parafinas, naftenos y aromáticos de 6 a 11 átomos de carbono, se le ha reducido la concentración de azufre, es admitida y sometida al proceso de reformación, cuyo propósito es convertir la nafta hidrotratada de bajo octano (52 octanos) a nafta de alto octanaje (90octanos) denominada nafta reformada, para lo cual pasa la nafta

sobre un lecho de catalizador bimetálico de movimiento lento en tres reactores adiabáticos, en presencia de hidrógeno a relativamente altas temperaturas y bajas presiones.

Los productos de este proceso son: nafta reformada, GLP e hidrógeno, el cual es necesario para los procesos de hidrotreamiento e hidrodesulfuración. Parte complementaria e importante de este proceso es la circulación de catalizador y su regeneración continua, en esta fase el catalizador es retirado de la sección de reacción (en los reactores) a una tasa fija para ser regenerado en una unidad de regeneración continua, antes de retornar a la sección de reacción.

#### *3.2.3.3.3 Planta de Nitrógeno*

En la planta de nitrógeno se lleva a cabo un proceso de separación de gases, oxígeno, nitrógeno, argón y otros, a partir del aire atmosférico por compresión y licuefacción, el nitrógeno líquido se obtiene por destilación criogénica del aire. Para este proceso se toma aire atmosférico, el mismo que es comprimido, enfriado y purificado, en la purificación se elimina vapor de agua y CO<sub>2</sub>. En una etapa posterior, el aire carente de CO<sub>2</sub> se envía a una torre fría donde es enfriado, desde aquí el aire se alimenta a la columna de destilación, donde se obtiene la corriente de nitrógeno requerida en los procesos.

#### *3.2.3.3.4 Merox Jet Fuel*

El jet fuel obtenido de las dos Unidades de Destilación Atmosférica, se recibe en la Unidad Merox Jet Fuel, para reducir su contenido de azufre y el número ácido causado por los ácidos nafténicos presentes en el combustible. El jet fuel que ingresa en este proceso, contiene menos de 30 ppm de azufre mercaptánico, y no es necesario que la unidad cuente con un reactor Merox. Así, la carga pasa primero por un prelavado en un coalescedor electrostático para remover los ácidos nafténicos, luego pasa a una torre de lavado con agua, para remover la sosa arrastrada y surfactantes. Finalmente, el flujo de jet fuel es enviado a un filtro de sal

para eliminar agua y un filtro de arcilla que remueve los surfactantes orgánicos, metales, y partículas en suspensión que pudieran estar presentes.

### **3.2.3.4 Catalíticas III**

#### *3.2.3.4.1 Hidrodesulfuradora de Diésel (HDS)*

El diésel proveniente de las unidades de destilación atmosférica 1 y 2, visbreaking y de tanques de almacenamiento se procesa en la HDS, para hidrodesulfurarlo y desnitrificarlo, para ello la carga se recibe en un tambor de balance, desde ahí se bombea hacia el horno para su precalentamiento y envío al reactor de lecho fijo con catalizador de Ni – Mo.

El efluente del reactor se enfría y fluye a un separador de alta presión, donde se separa el agua amarga (con sales de amonio), una corriente gaseosa se envía al absorbedor de H<sub>2</sub>S (una parte) y a un tambor separador la parte restante. La corriente líquida que contiene hidrocarburo se alimenta a un despojador, donde el vapor permite obtener el diésel con el punto de inflamación correcto y libre de H<sub>2</sub>S.

El flujo que se obtiene por la cabeza del despojador, se separa en un tambor de reflujó, en tres corrientes: hidrocarburos líquidos (gasolina bruta), agua líquida libre y una corriente de vapor (absorbedor de amina). El producto de fondo pasa a un recipiente coalescedor, donde la mayor parte del agua libre es eliminada del hidrocarburo líquido, y se envía a un secador de vacío, donde se vaporizan remanentes de agua y fracciones de diésel ligero; el diésel tratado se envía a almacenamiento.

#### *3.2.3.4.2 Tratamiento de Gas Combustible*

En la unidad “U”, se remueven los gases ácidos presentes en las siguientes corrientes, las dos primeras se envían al absorbedor de baja presión, y las dos últimas al de alta presión:

1. Gases del domo de la columna de crudo

2. Gas neto de la fraccionadora flash de visbreaking
3. Gas neto del domo de la estabilizadora de visbreaking
4. Gas de esponja desde la unidad de concentración de gas de FCC

Los gases sin tratar son receptados en un tambor de separación, donde el hidrocarburo es removido y pasa a la columna absorbadora de amina (primer absorbedor). En este equipo, una solución de DEA que fluye en contracorriente y por debajo de la columna, toma contacto con el flujo de gas ácido, los cuales son retenidos en la solución de DEA, obteniéndose una corriente de gas combustible tratado que se envía al sistema de fuel gas.

La unidad cuenta con otro absorbedor de amina que cumple las mismas funciones del descrito anteriormente, con la diferencia que este recibe el gas combustible proveniente de GASCON y del recibidor de domo de la estabilizadora de visbreaking.

La Unidad de Gas Combustible también cuenta con una sección de despojamiento, que permite regenerar la amina consumida en el proceso. Para ello la amina contaminada (amina rica) ingresa a un tambor evaporizador, aquí se separan algunos hidrocarburos y gases ácidos por medio de evaporación, y que son enviados a TEA. El flujo de amina rica restante es enviado a una columna despojadora, donde un flujo de vapor caliente despoja el H<sub>2</sub>S y algo de CO<sub>2</sub> de la solución de amina. Dependiendo de las condiciones de operación, este flujo despojado es enviado a la unidad de recuperación de azufre o la TEA de gases amargos. La amina pobre obtenida en esta última etapa es retornada a los absorbedores de amina, y una corriente de amina pobre es filtrada para remover sólidos, a fin de evitar problemas de espumación y emulsión.

#### *3.2.3.4.3 Unidad de tratamiento de Aminas "U1"*

El objetivo de esta unidad es el tratamiento de los gases que contienen H<sub>2</sub>S (gases amargos) procedentes de distintas unidades de operación y que posteriormente se mandan al sistema de fuel gas; en este proceso se incluye el tratamiento del gas

de reciclo de la Unidad HDS – Diésel. Los principios de operación son similares a la Unidad U, con diferencia que cuenta con dos secciones de absorción con amina (DEA 20°Be), una operada a baja presión y otra operada a alta presión, esta última es la que trata el gas de reciclo de la Unidad HDS –Diésel.

#### *3.2.3.4.4 Plantas de Azufre “S” y “S1”*

Las dos unidades de recuperación de azufre, están diseñadas para procesar simultáneamente dos alimentaciones de gas ácido, uno procedente de las Unidades U y U1 y otro procedente de la despojadora de aguas amargas, siendo el objetivo de la unidad el tratamiento del  $\text{NH}_3$  y  $\text{H}_2\text{S}$  contenido en los gases. La planta tiene como objetivo obtener azufre elemental por medio de la tecnología conocida como proceso Claus. La unidad de recuperación de azufre “S” consta principalmente de: la sección de recuperación de azufre, la sección de granulador de azufre y la sección de incinerador de llamarada. La unidad de recuperación de azufre S1, se basa en la misma tecnología de proceso Claus, descrito anteriormente, con la única diferencia que la configuración de los equipos empleados es diferente y con una menor capacidad de proceso.

#### *3.2.3.4.5 Tratamiento de Aguas Amargas (Z1 y Z2)*

Las unidades de tratamiento de aguas amargas (Z1 y Z2) tratan las aguas provenientes de las siguientes unidades: FCC, Crudo, visbreaking y de hidrotatamiento, las cuales contienen  $\text{NH}_3$  y  $\text{H}_2\text{S}$ , como los mayores contaminantes, además de fenoles cianuros, cloruros,  $\text{CO}_2$  e hidrocarburos en más bajas concentraciones; estas unidades remueven alrededor de 99% de  $\text{H}_2\text{S}$  y 95% de  $\text{NH}_3$  del agua amarga. Este proceso cuenta dos secciones: sección de desgasificación y sección de despojamiento. Las aguas amargas se reciben en un tambor desgasificador, donde productos gaseosos como  $\text{H}_2\text{S}$  e hidrocarburos ligeros son venteados al incinerador de la planta de azufre. La corriente líquida que se obtiene es enviada al despojador donde el vapor de agua circundante despoja

el amoniaco y el sulfuro de hidrogeno del agua. El agua resultante puede ser descargada al sistema de drenajes para su envío a la unidad de efluentes.

### **3.2.3.5 Sistema de Almacenamiento y Transferencias**

#### *3.2.3.5.1 Almacenamiento de crudo y derivados*

Aquí se recibe y prepara el crudo para ser entregado a la planta, se realizan mezclas de diferentes productos para obtener aquellos requeridos según las especificaciones del mercado, adicionalmente se realizan las mediciones de volúmenes en cada tanque para registro de existencias, controles de flujos y volúmenes movidos. Los derivados hidrocarburíferos intermedios y productos finales son almacenados en diversos tanques de techo fijo y flotante, de características y capacidad variadas según el tipo de derivado contenido, existe un total de 47 tanques, el GLP producido es almacenado en esferas.

#### *3.2.3.5.2 Áreas de llenado y despacho.*

El patio de llenaderas está constituido por plataformas para el abastecimiento de tanqueros y carros cisterna, este proceso se realiza con la ayuda de bombas, básculas y brazos de carga, los volúmenes despachados son determinados por medidores de volumen de desplazamiento positivo, a excepción de GLP y asfaltos, que se determina mediante báscula por diferencia de peso. Los derrames de productos en esta área son recolectados en un sumidero de concreto para, luego ser evacuados y enviados a los tanques de SLOP mediante de una bomba.

### **3.2.3.6 Unidad de Utilidades – Servicios Auxiliares**

#### *3.2.3.6.1 Generación de Vapor*

El vapor se utiliza en algunos procesos de la REE tales como generación eléctrica, calentamiento y despojamiento, en los procesos de refinación; se obtiene de cuatro calderos con una capacidad de generación promedio de 265 Ton/h. El agua que

alimenta los calderos es tratada y desmineralizada, antes de ingresar a los tubos y producirse la transferencia de calor por efecto de las altas temperaturas de combustión del fuel oil y/o fuel gas en los quemadores.

#### *3.2.3.6.2 Generación eléctrica*

Está integrada por cuatro generadores movidos por turbinas de vapor de condensación, con capacidad total instalada de 30.75 MW. Se dispone además, de un sistema de conexión al sistema interconectado nacional para suplir posibles deficiencias en energía eléctrica. La energía eléctrica generada se distribuye a través de redes de diferentes voltajes: 13.2 KV, 4.16 KV, y 0.48 KV.

#### *3.2.3.6.3 Sistema de aire.*

El aire para instrumentos y mecanismos del sistema de control neumático se suministra por compresores centrífugos, el aire previo a su distribución, es secado en lechos de alúmina activada.

### **3.2.3.7 Tratamiento de Agua y Efluentes**

La unidad de tratamiento de agua y tratamiento de efluentes, cuenta con varias unidades que permiten realizar el procesamiento del agua cruda captada desde el río Teaone, acondicionarla para los diferentes procesos y tratar las aguas residuales generadas. Los procesos que hacen parte de esta unida son:

#### *3.2.3.7.1 Agua Clarificada*

Se obtiene por el tratamiento del agua cruda en tres clarificadores, donde por acción de sulfato de aluminio y polielectrólitos, se remueven los sólidos que contiene, y se adiciona cloro para el control microbiológico. Esta agua se utiliza para alimentar el sistema de enfriamiento, sistema contra incendios, limpieza y usos externos; y otra parte continúa el proceso de depuración y pasa al sistema de filtración.



#### 3.2.3.7.2 *Agua Filtrada*

Se obtiene al pasar el agua clarificada por filtros de arena y carbón activado con el propósito de eliminar las impurezas insolubles. El agua filtrada se utiliza para consumo humano en las instalaciones, y sirve como carga para las desmineralizadoras. La limpieza de estos filtros se realiza mediante retrolavados para la eliminación de los lodos retenidos.

#### 3.2.3.7.3 *Agua Desmineralizada*

Existen dos unidades de desmineralización (5 trenes) con capacidad total de 240 m<sup>3</sup>/h, el agua clarificada ingresa a los desmineralizadores que utilizan resinas de intercambio iónico, donde se remueven la mayoría de las sales disueltas en el agua, tales como: calcio, magnesio, sulfatos, sílice, y carbonatos, obteniéndose de esta manera el agua desmineralizada. Esta agua se utiliza para la generación de vapor, por lo cual se elimina la dureza a fin de evitar corrosión e incrustaciones en el interior de los tubos de los calderos. Las resinas de intercambio aniónico o catiónico utilizadas en este proceso son periódicamente sometidas al proceso de regeneración a fin de mantener su actividad.

#### 3.2.3.7.4 *Agua de Enfriamiento*

Todos los procesos de refinación utilizan agua de enfriamiento para el control de las condiciones de operación, se usa en intercambiadores de calor para enfriamiento de productos, y refrigeración de cojinetes de bombas. Para favorecer el proceso de enfriamiento, las torres contienen cuerpos de rellenos en su interior, donde se produce la transferencia de calor, y se intenta maximizar el enfriamiento del agua. Este sistema es propenso a la proliferación de materia orgánica, por lo cual se adiciona biosidas. Además, para la protección de los equipos por donde circula, se inyecta un inhibidor de corrosión; para compensar las pérdidas de agua por evaporación y fugas, se repone periódicamente agua clarificada.

### 3.2.3.7.5 Tratamiento de Efluentes

Se compone de instalaciones de recolección de aguas residuales de procesos, drenajes de mantenimiento, escorrentía de aguas pluviales y aguas sanitarias, que se genera en las áreas de la planta de procesos, patio de tanques y edificios administrativos, y está constituido por los siguientes subprocesos:

#### i. Sistema de Aguas Lluvias

Los canales perimetrales que recorren las calles de las unidades de procesos y sistema de tanques, permiten la recolección y descarga de las aguas lluvias potencialmente contaminadas, hacia una unidad de tratamiento que contempla los procesos de coagulación, floculación, flotación por aire disuelto, filtración y descarga al canal de aguas pluviales externo. Las aguas lluvias de las áreas de procesos se desvían hacia los PITS (unidades recolectoras de aguas aceitosas), mediante compuertas de desagüe automáticas, posteriormente estas aguas se envían hacia un tanque de compensación que luego alimenta al sistema de tratamiento.

#### ii. Aguas Aceitosas

El sistema de tratamiento de aguas aceitosas consta de:

- Lazo de agua reciclada con un caudal máximo 120 m<sup>3</sup>/h y que se alimenta de las descargas de aguas sanitarias, laboratorio y misceláneos
- Lazo de agua salada con un caudal máximo 180 m<sup>3</sup>/h, que se alimenta de las descargas de sosa gastada, drenaje de tanques de crudo, retrolavado de filtros de arena, desmineralización, desaladoras.

El proceso de tratamiento de los efluentes de agua reciclada y agua salada, está constituido por:

- Tratamiento Primario. - La separación física del agua y aceites se realiza en dos separadores por gravedad, luego pasan al separador de placas corrugadas y posteriormente a las unidades de flotación por aire.
- Tratamiento Secundario. - Luego de las unidades de flotación por aire, el efluente resultante del tratamiento primario es bombeado a la piscina de homogenización, para pasar a las piscinas de fangos activados, que contienen un relleno para evitar la proliferación bacteriana, a fin de degradar los hidrocarburos remanentes.
- Tratamiento Terciario. - El efluente resultante del tratamiento secundario pasa a los clarificadores circulares y luego a un bioreactor o filtro biológico de flujo invertido, para la degradación de los hidrocarburos remanentes, finalmente pasaría por una batería de filtros de arena. Parte del agua obtenida mediante este sistema de tratamiento es reciclada a la planta como reposición del agua de enfriamiento y agua a las desaladoras, en tanto que la diferencia se destina a la piscina de estabilización antes de su descarga final al río Teaone.

La Refinería Esmeraldas lleva a cabo una importante renovación del sistema de tratamiento de aguas residuales. Las instalaciones existentes están siendo reemplazadas por tres unidades nuevas: una unidad para agua residual aceitosa (150m<sup>3</sup>/h de capacidad), una unidad para agua salada (120m<sup>3</sup>/h de capacidad), y una unidad para agua de lluvia aceitosa (80m<sup>3</sup>/h de capacidad) que entraran próximamente en operación.

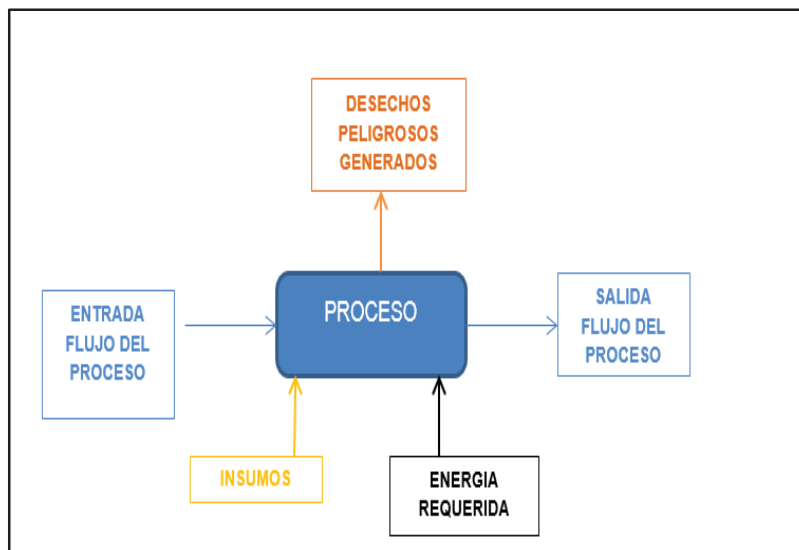
#### **3.2.3.8 Planta de slop**

La Planta de Recuperación de Slop, forma parte de la Unidad de Tratamiento de Efluentes, esta planta se alimenta de las piscinas de recolección de residuos aceitosos ubicadas en las áreas externas de la REE y genera, por medio de centrifugación una corriente de agua contaminada que es enviada a la unidad de tratamiento de efluentes, una corriente de slop que se envía a las unidades de almacenamiento para su inyección a los procesos de refinación, y una corriente de sedimentos que se recogen en tanques, se almacena y envía a disposición final.

### 3.2.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS GENERADORES DE DESECHOS PELIGROSOS.

Para determinar las medidas de minimización de desechos se inició con la identificación cualitativa en cada una de las unidades productivas y en las áreas administrativas, debido a que en la REE se lleva un control del volumen de los desechos por tipo y no por proceso que genera, es decir que no se dispone de registros que indiquen cuanto desecho se genera por proceso; la identificación se basó en los registros de las corrientes de desechos peligrosos generados por tipo. El Gráfico 3.2 detalla el diagrama de bloques general, utilizado para la identificación de los desechos peligrosos, en el que se establecen las entradas y salidas de los procesos, los desechos peligrosos se detallan en la parte superior.

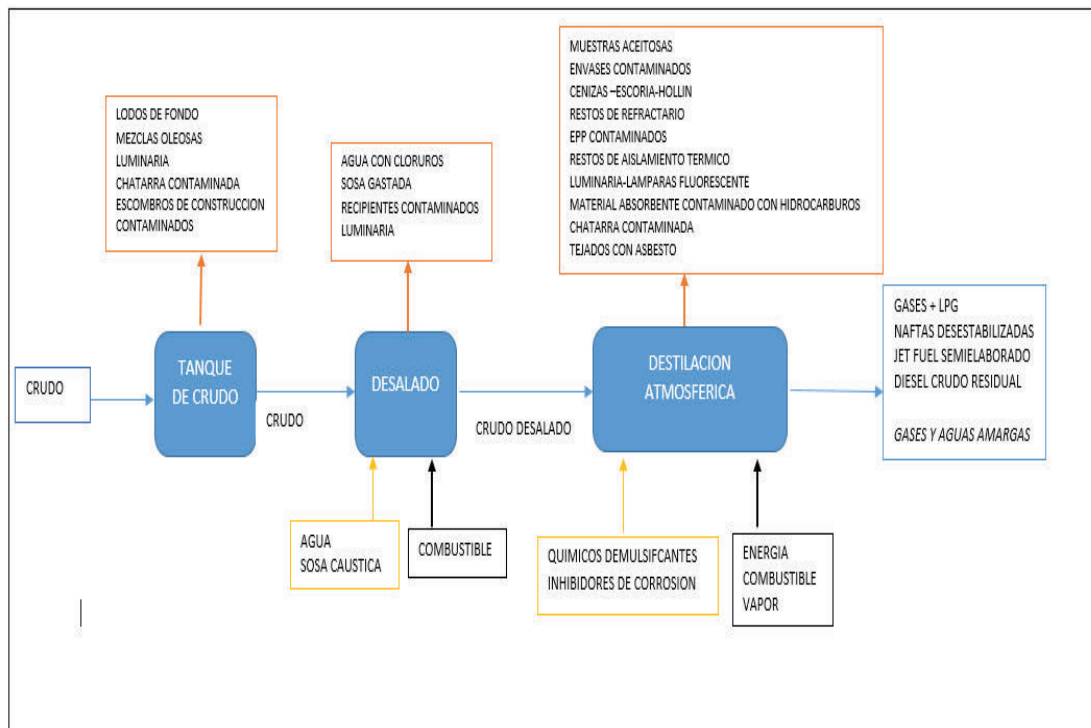
**GRAFICO 3. 2:** Diagrama de bloques para la identificación desechos peligrosos



ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

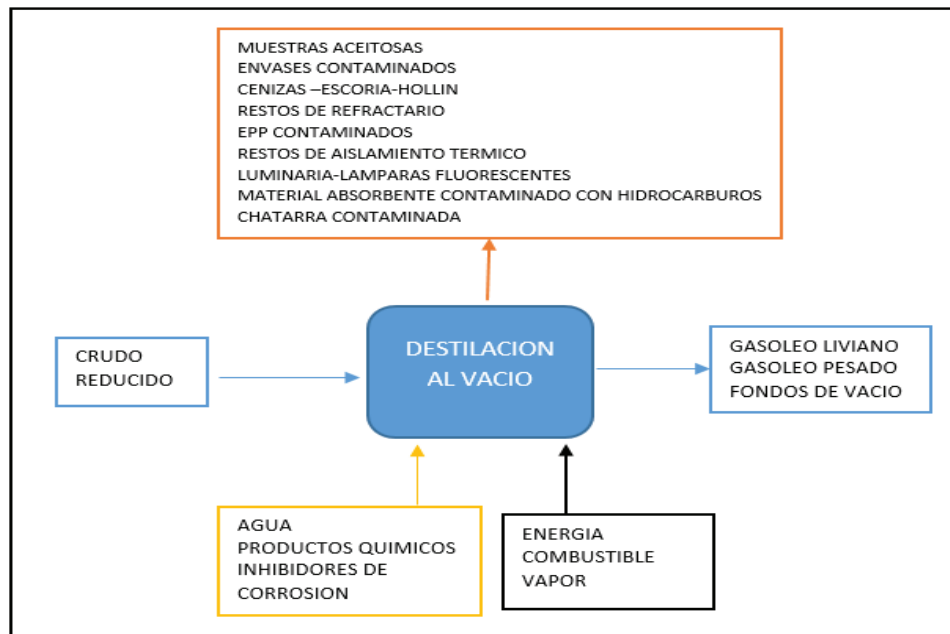
En los gráficos No. 3.3 al 3.30 se presentan los diagramas de bloque de las unidades, procesos y áreas de la Refinería Esmeraldas, en los cuales se generan desechos peligrosos durante el año 2015.

**GRAFICO 3. 3:** Identificación de desechos, Unidad Destilación Atmosférica 1 y 2



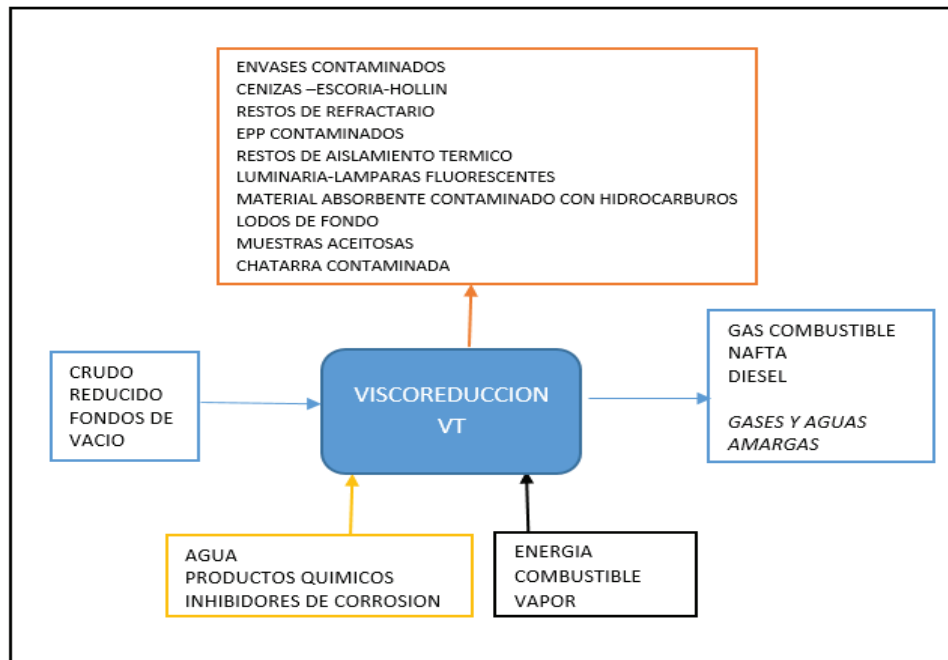
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 4:** Identificación de desechos, Unidad de Destilación al Vacío 1 y 2



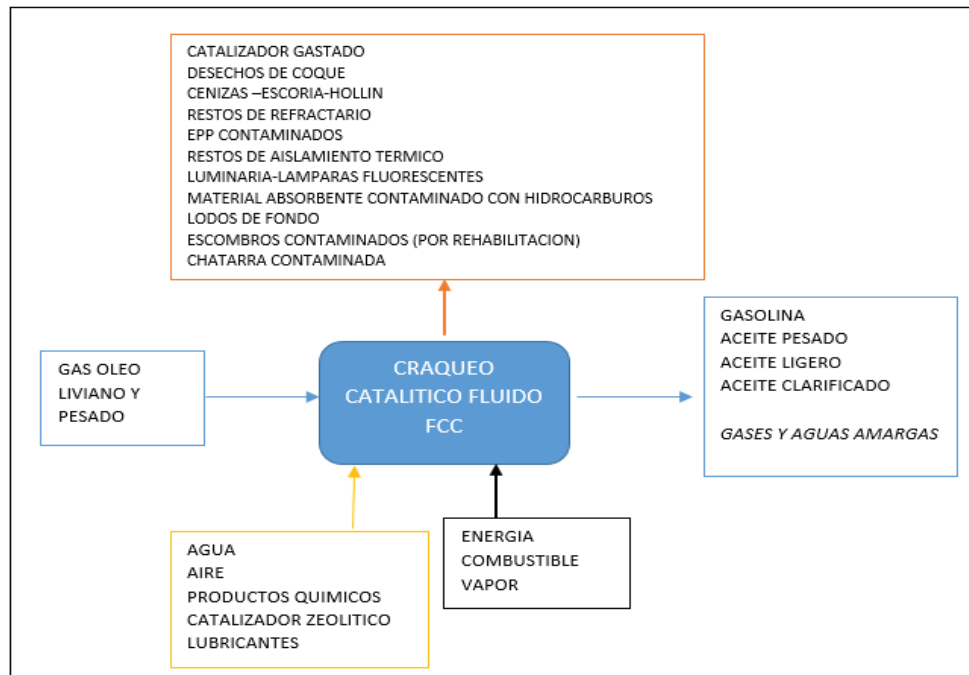
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 5:** Identificación desechos, proceso de Viscorreducción

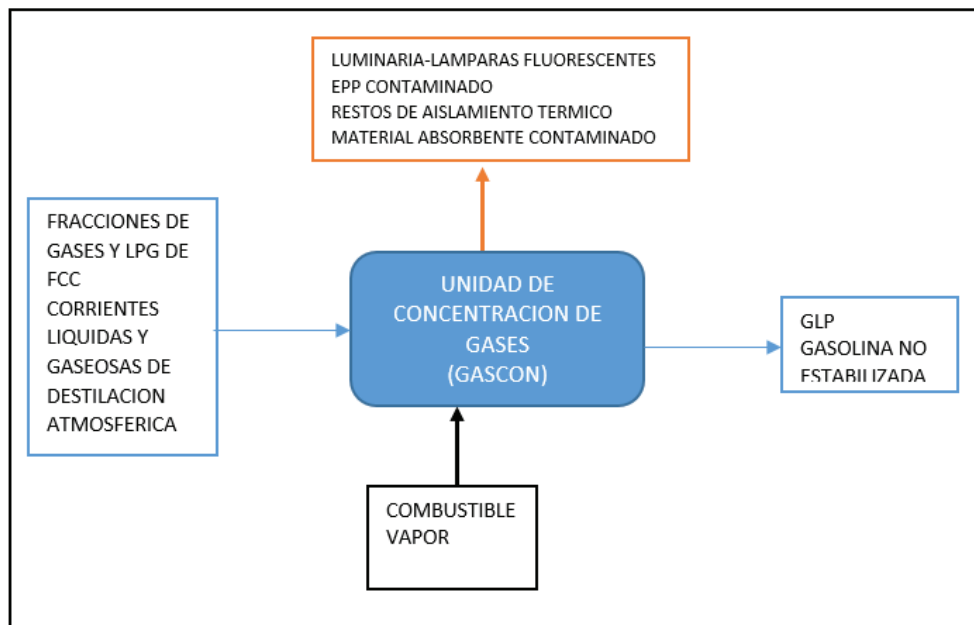


ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

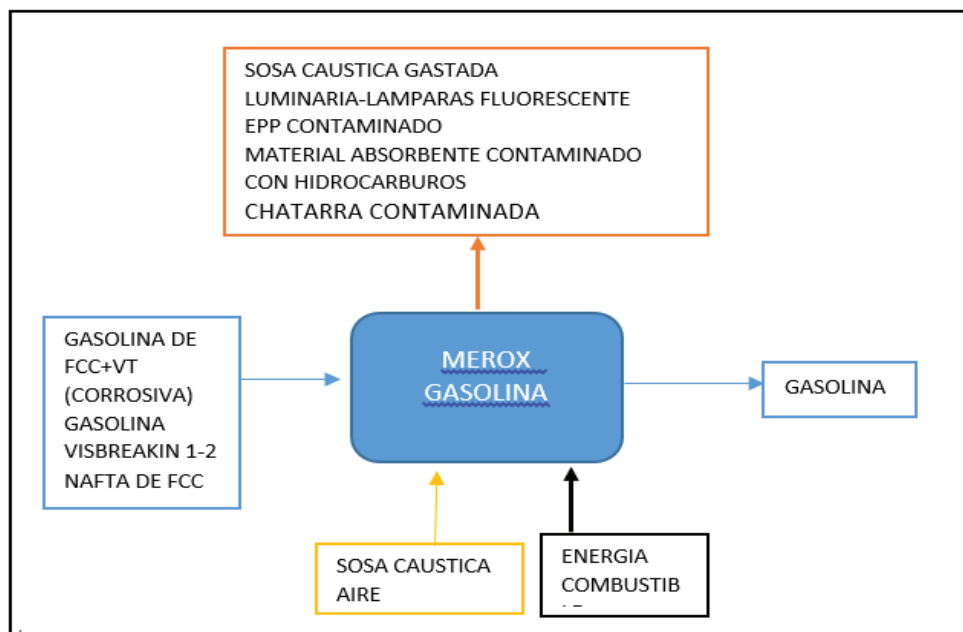
**GRAFICO 3. 6:** Identificación desechos, proceso FCC



ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

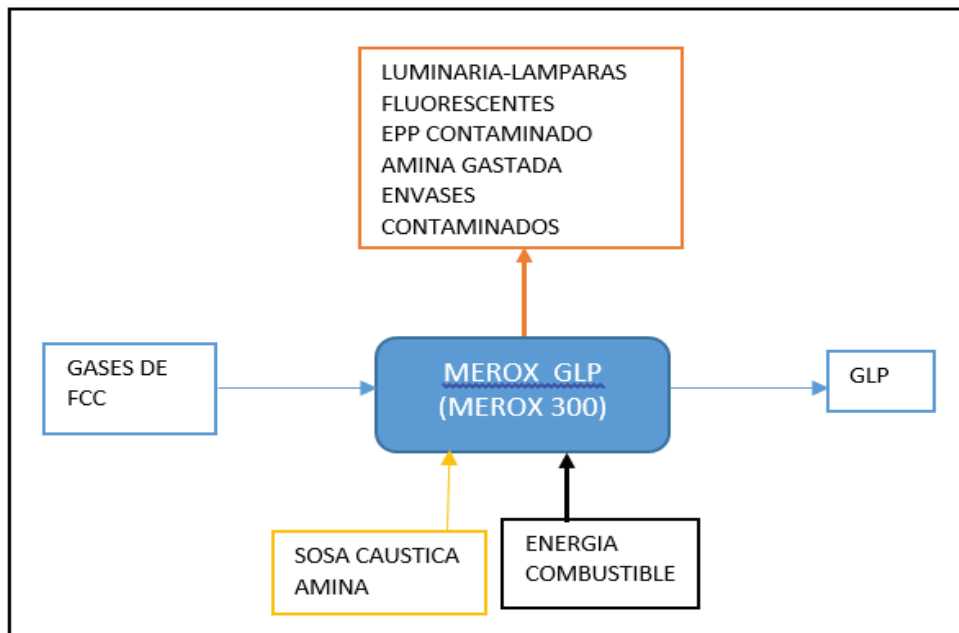
**GRAFICO 3. 7:** Identificación de desechos, Unidad GASCON

ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 8:** Identificación de desechos, proceso Merox Gasolina

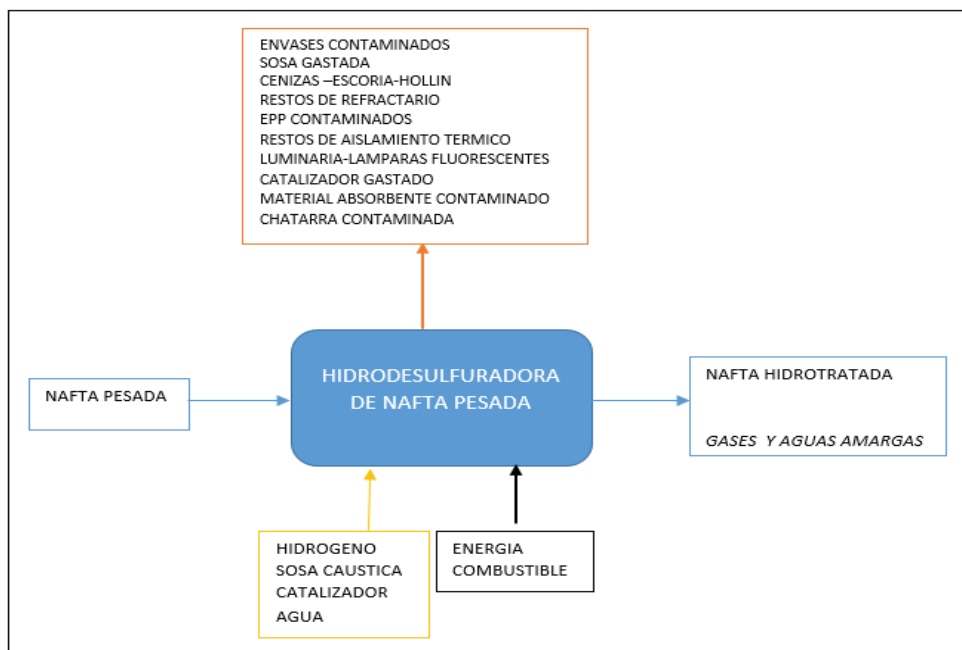
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 9:** Identificación de desechos, proceso MEROX GLP



ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

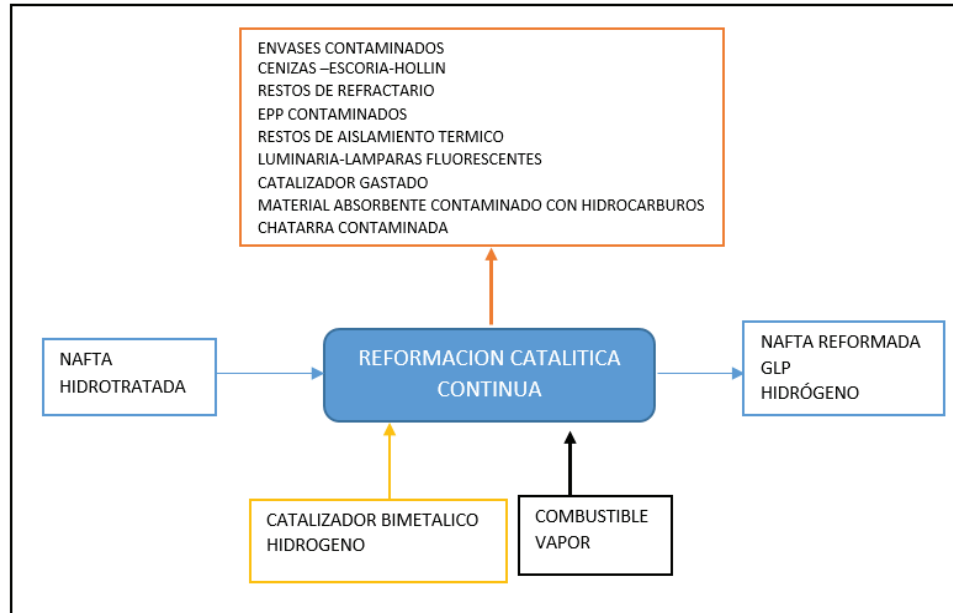
**GRAFICO 3. 10:** Identificación desechos, proceso Hidrodesulfuradora de Nafta Pesada



ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

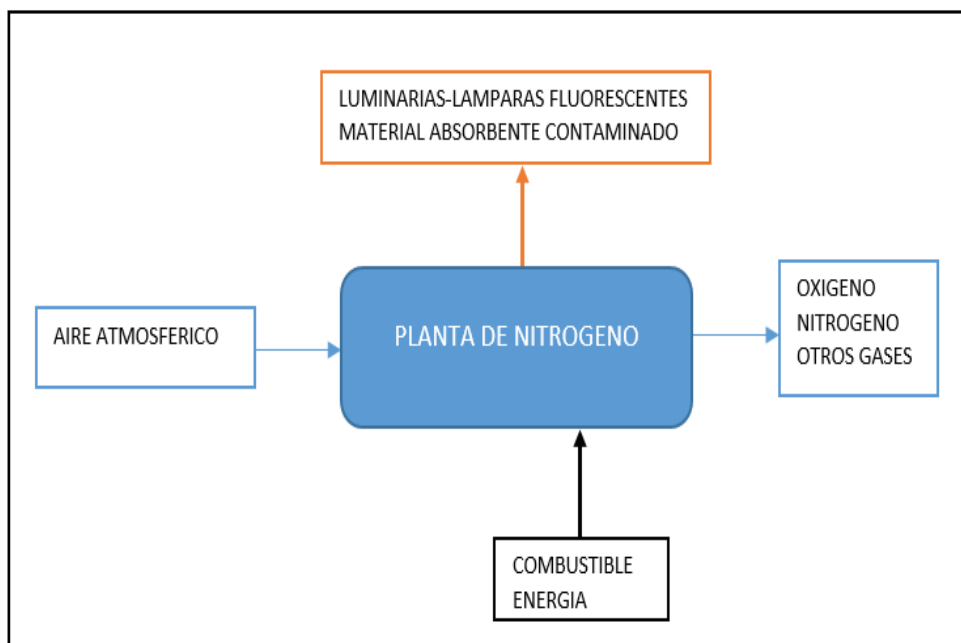


**GRAFICO 3. 11:** Identificación de desechos, proceso de Reconformación Catalítica Continua



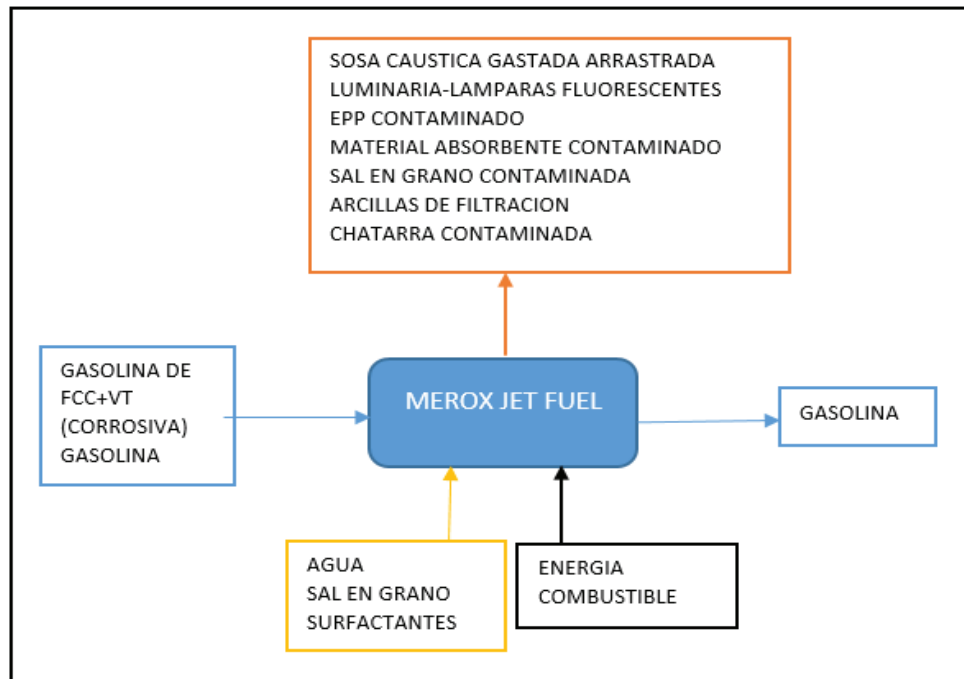
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 12:** Identificación de desechos, Planta de Nitrógeno



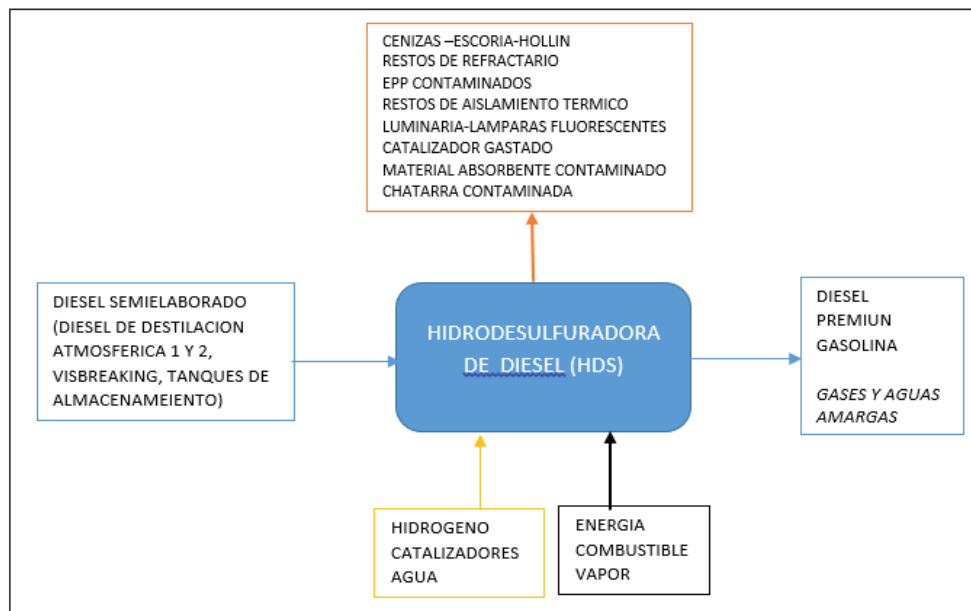
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 13:** Identificación de desechos en proceso Merox Jet Fuel



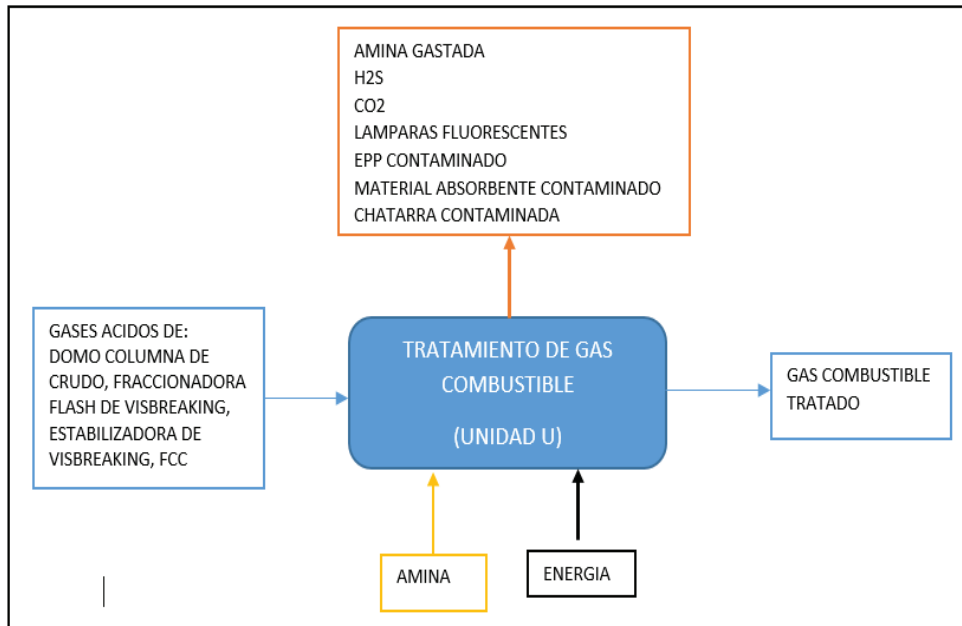
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 14:** Identificación de desechos, proceso Hidrodesulfuradora de Diésel



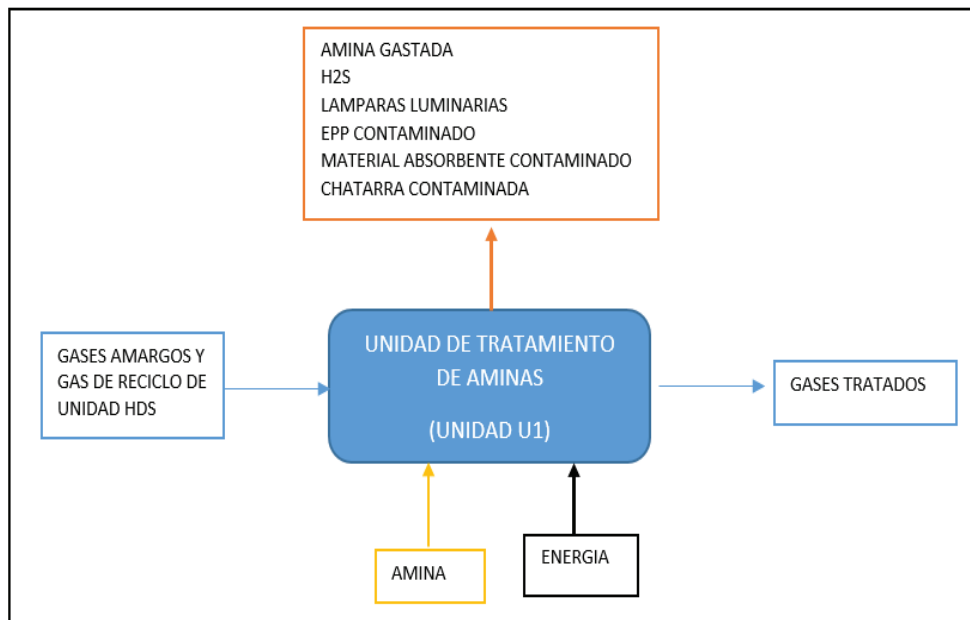
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 15:** Identificación de desechos, proceso Tratamiento de Gas Combustible



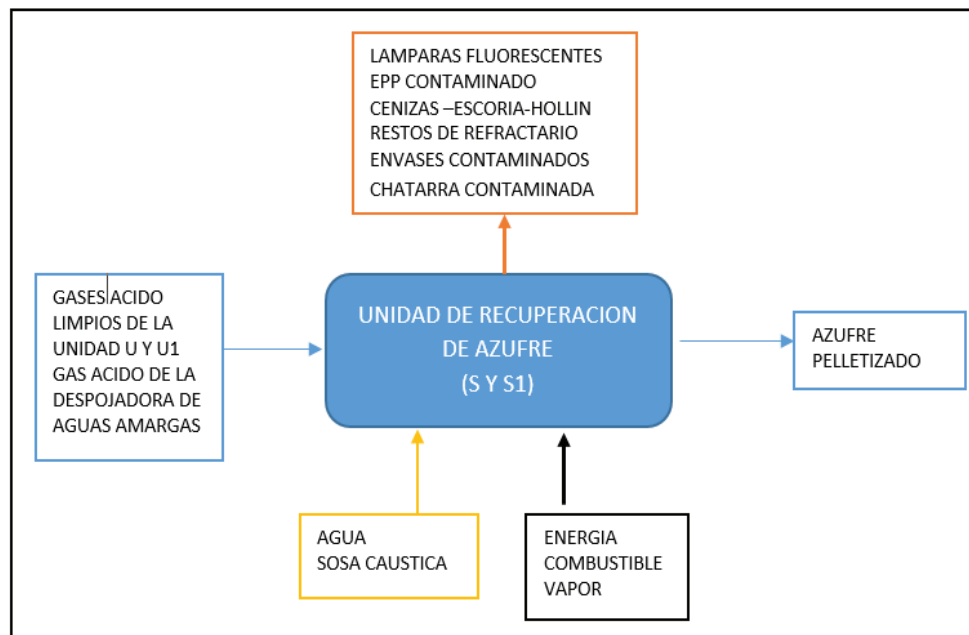
ELABORADO POR: Ing. Marlene Chachalo

**GRAFICO 3. 16:** Identificación de desechos, Unidad de Tratamiento de Aminas



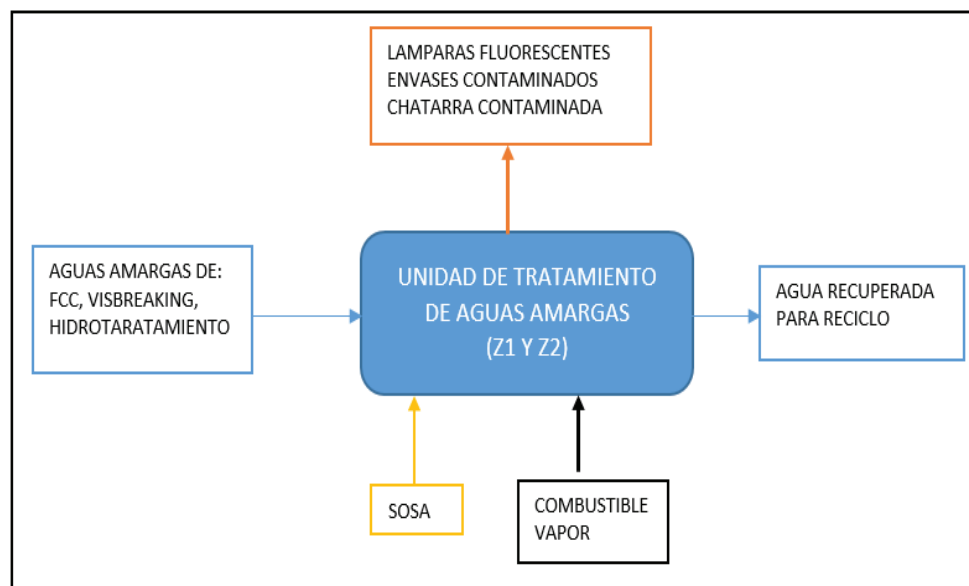
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 17:** Identificación de desechos, Unidad de Recuperación de Azufre S y S1



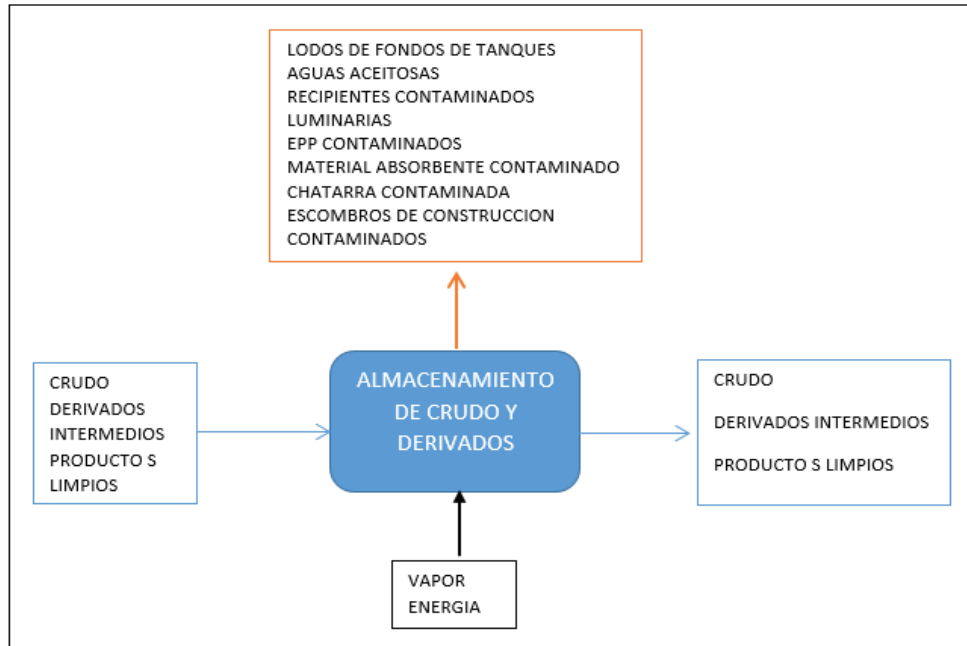
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 18:** Identificación de desechos, Unidad de Tratamiento de Aguas amargas Z1 Y Z2



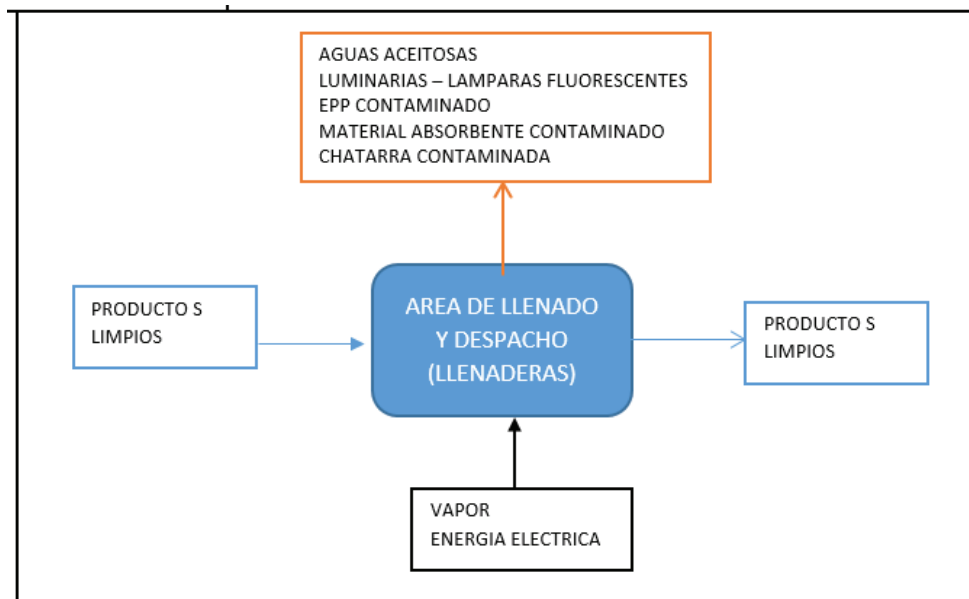
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 19:** Identificación de desechos, Almacenamiento de Crudo y Derivados



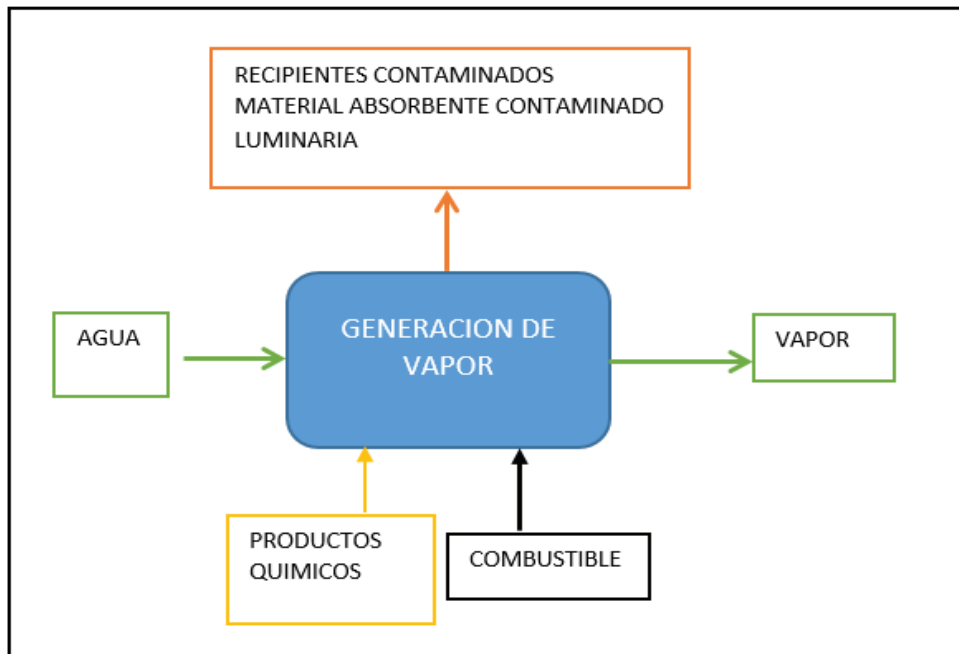
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 20:** Identificación de desechos, Área de Llenado y Despacho



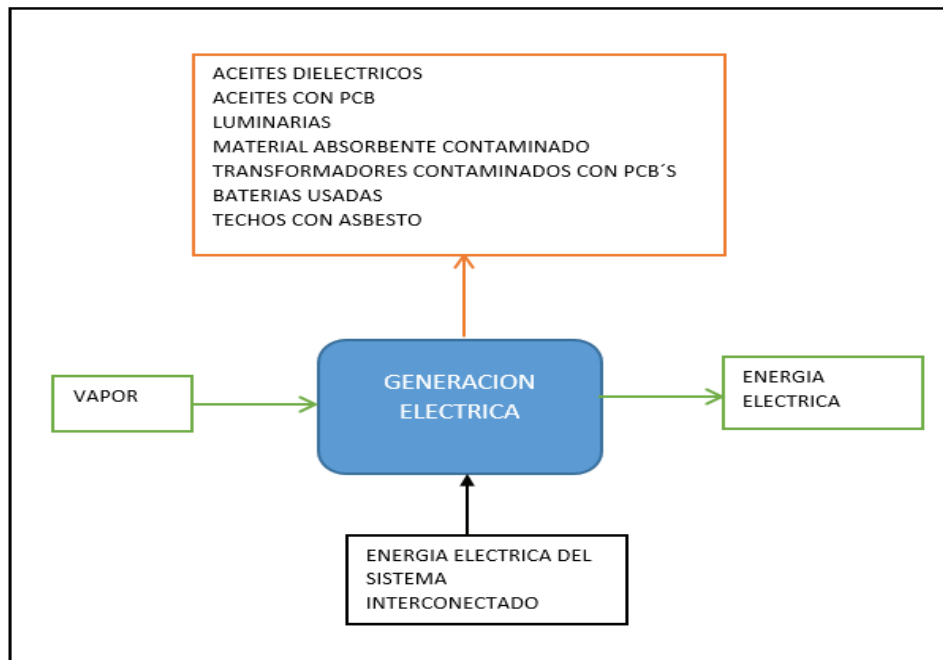
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 21:** Identificación desechos, Generación de Vapor



ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 22:** Identificación de desechos, Generación Eléctrica



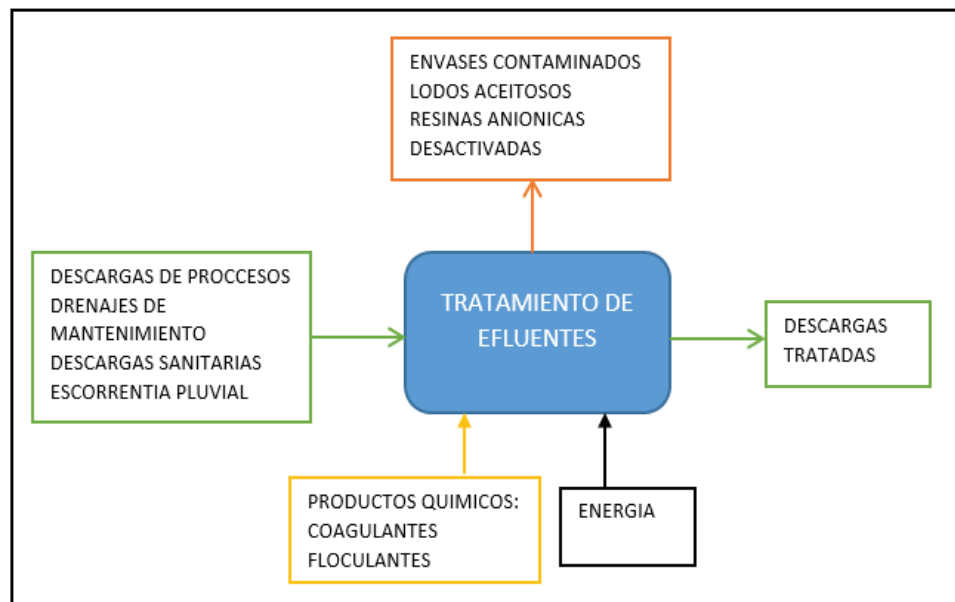
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 23:** Identificación de desechos, procesos Tratamiento de Agua



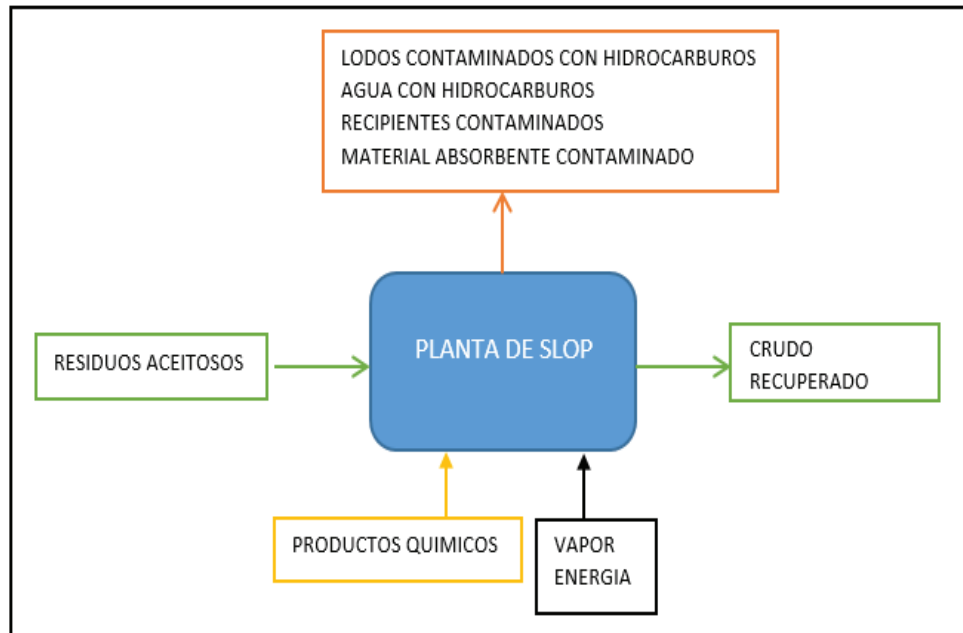
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 24:** Identificación de desechos, proceso Tratamiento de Efluentes



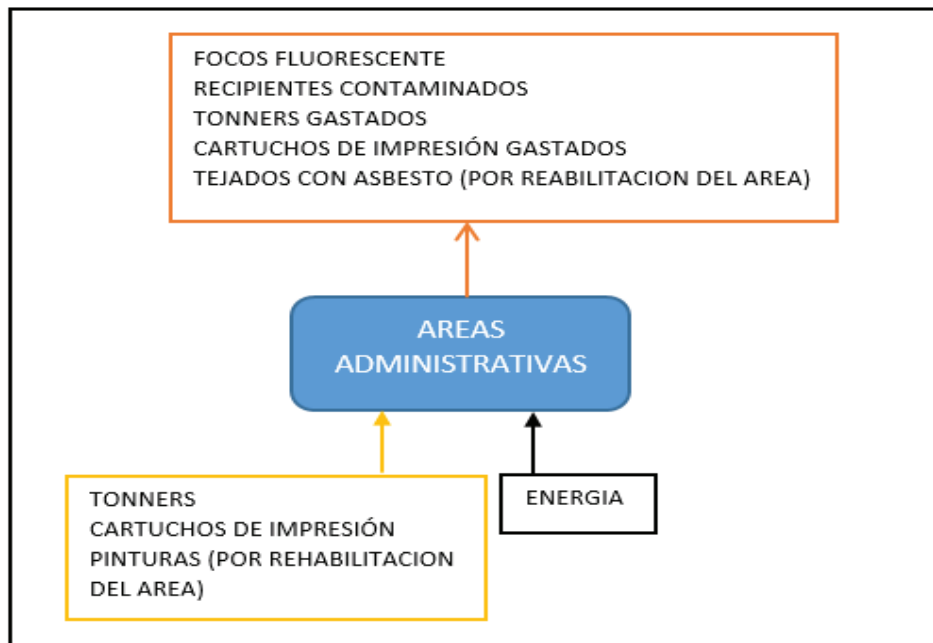
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 25:** Identificación de desechos, Planta Slop



ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

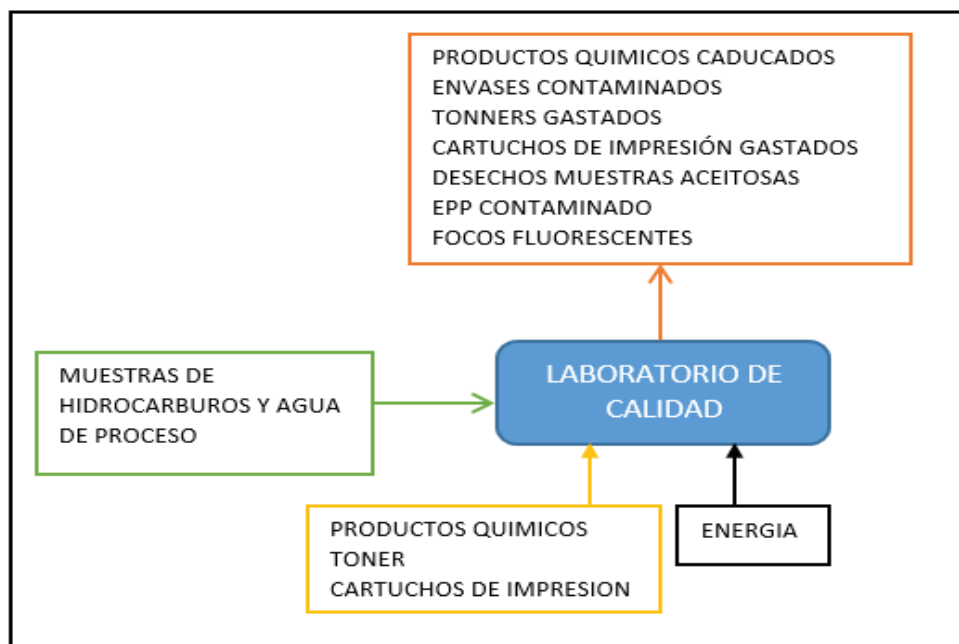
**GRAFICO 3. 26:** Identificación de desechos, Áreas Administrativas



ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016



**GRAFICO 3. 27:** Identificación de desechos, Laboratorio Control de Calidad



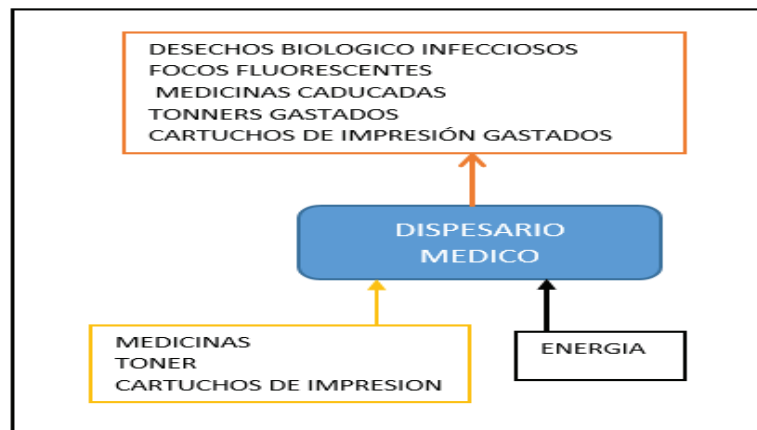
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 28:** Identificación de desechos, en Áreas de Mantenimiento



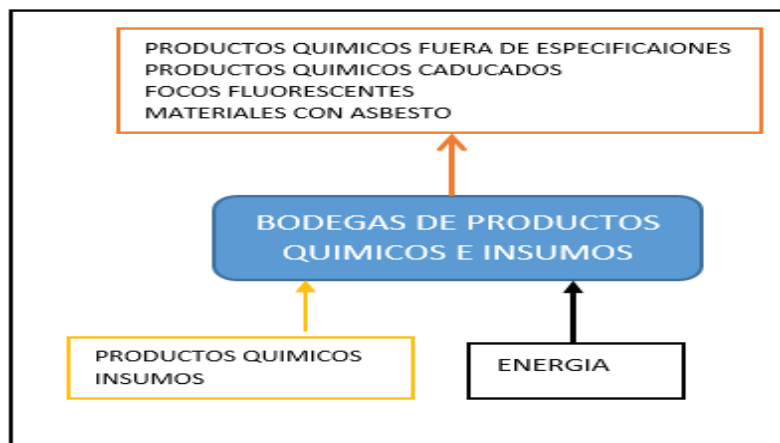
ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 29:** Identificación de desechos, Dispensario Médico



ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 30:** Identificación de desechos, Bodegas de Productos Químicos e Insumos



ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

### 3.2.5 INVENTARIO DE DESECHOS PELIGROSOS

Según Paredes (2006) los desechos peligrosos que se generan en una Refinería están agrupados en cuatro categorías: materiales aceitosos, catalizadores usados, compuestos químicos usados, y otros desechos.

En la Refinería Esmeraldas se realizó el inventario considerando los códigos establecidos en el Acuerdo Ministerial 142 “Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales”, emitido por el MAE (2015); este se muestra en la tabla 3.2.

**TABLA 3. 2.** Códigos de generación y características CRTIB de residuos peligrosos, por tipo de actividad generadora, registrados en REE y aprobados por el MAE, 2015

No.	Corriente de Residuo Peligroso	CODIGO MAE	Características					Puntos de Generación	Tipo de actividad generadora
			C	R	T	I	B		
1.	Lodos, sedimentos del tratamiento de los efluentes que contienen sustancias peligrosos	C.19.02			x	x		Planta de Slop/ Piscinas de tratamiento de Efluentes	Operación
2.	Lodos de fondos de tanques de hidrocarburos y de agua de formación	C.19.04			x	x		Tanques de Almacenamiento de hidrocarburos – SETRIA	Mantenimiento
3.	Desechos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro proceso pirolítico	C.19.05			X	X		Áreas de Proceso / Laboratorio de Control de Calidad	Operación / Mantenimiento
4.	Mezclas Oleosas agua hidrocarburos, emulsiones	C.19.08			x			Aguas emulsionadas presentes en tanques, canales o cubetos.	Operación / Mantenimiento
5.	Arcillas de filtración, carbón activado u otros materiales filtrantes usados contaminados con hidrocarburos.	C.19.10			x	x		Áreas de Proceso – filtración de combustibles, filtración de agua	Mantenimiento
6.	Desechos de coque que no se reintegran al proceso	C.19.11			x	x		Áreas de proceso	Mantenimiento
7.	Catalizadores agotados que contienen alguno de los siguientes elemento Ni, Pd, Vd, Mn	C.19.12			X			Áreas de proceso (reactores FCC, HDS, HDT)	Operación / Mantenimiento
8.	Desechos de materiales aislantes, materiales refractarios o similares que contienen sustancias peligrosas	C.19.16			x			Áreas de Proceso	Mantenimiento

**CONTINUACIÓN TABLA 3.2.** Códigos de generación y características CRTIB de residuos peligrosos, por tipo de actividad generadora, registrados en REE y aprobados por el MAE, 2015

No.	Corriente de Residuo Peligroso	CODIGO MAE	Características					Puntos de Generación	Tipo de actividad generadora
			C	R	T	I	B		
9	Materiales plásticos contaminados con hidrocarburos o productos químicos peligrosos	C.19.17			X			Áreas de Proceso / Áreas de Mantenimiento	Mantenimiento/ Contingencias
10	Cenizas de fondo de la cámara de combustión generadas por el proceso de incineración	E.38.03			x	x		Áreas de Proceso	Mantenimiento
11	Aceites dieléctricos usados que no contengan bifenilos policlorados (PBC), terfenilo policlorados (PCT) o bifenilo polibromados.	NE-01			x	x		Sistemas de Generación Eléctrica – Subestaciones	Mantenimiento
12	Aceites dieléctricos usados u otros aceites minerales que contengan bifenilos policlorados (PBC) mayor o igual a 50 ppm o mg/l	NE-02			x	x		Sistemas de Generación Eléctrica – Subestaciones	Mantenimiento
13	Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos y que exhiban características de peligrosidad	NE-08			X			Unidad de Generación Eléctrica	Operación / Mantenimiento
14	Chatarra contaminada con materiales peligrosos	NE-09			X			Áreas de proceso	Mantenimiento
15	Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención medica prestados en centros médicos de empresas	NE-10					X	Dispensario Médico	Operación / Mantenimiento
16	Desechos de amianto / asbesto o materiales contaminados con ellos	NE-13			x			Edificaciones antiguas / Áreas de proceso	Mantenimiento
17	Desechos de soluciones alcalinas con pH >12,5	NE-19			x			Áreas de Proceso (Merox/ Jet Fuel/ Tratamiento de Aminas)	Operación
18	Envases contaminados con materiales peligrosos	NE-27			x			Áreas de proceso / Laboratorio de Control de Calidad	Operación

**CONTINUACIÓN TABLA 3.2.** Códigos de generación y características CRTIB de residuos peligrosos, por tipo de actividad generadora, registrados en REE y aprobados por el MAE, 2015

No.	Corriente de Residuo Peligroso	CODIGO MAE	Características					Puntos de Generación	Tipo de actividad generadora
			C	R	T	I	B		
19	Equipo de protección personal contaminado con materiales peligrosos	NE-30			X			Áreas de Proceso / Áreas de Mantenimiento	Operación / Mantenimiento
20	Escombros de construcción contaminados con materiales peligrosos	NE-31			x	x		Obras de rehabilitación / nuevas edificaciones	Nuevas Construcciones / Rehabilitación / Remodelación
21	Luminarias, Lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio	NE-40			X			Edificios Administrativos, Áreas de Proceso	Operación / Mantenimiento
22	Material absorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras absorbentes y otros materiales sólidos absorbentes	NE-42				x		Áreas de proceso / Áreas de Almacenamiento de hidrocarburos	Operación / Mantenimiento/ Contingencias
23	Productos químicos caducados o fuera de especificación	NE-48	x	x	x	x		Laboratorio de Control de Calidad	Operación
24	Residuos de tintas de pinturas, resinas que contengan sustancias peligrosas y exhiban características de peligrosidad.	NE-49			x	x		Áreas de Proceso (tratamiento de aguas)	Operación
25	Suelos contaminados con materiales peligrosos	NE-52			x			Almacenamiento de hidrocarburos / áreas de proceso	Contingencias / Remediación Ambiental
26	Cartuchos de impresión de tinta o tóner usados	NE-53			x			Áreas Administrativas	Actividades Administrativas
27	Transformadores en desuso que hayan contenido aceites con PCB, PCT, PBB	NE-55			X			Sistema de Generación Eléctrica	Mantenimiento / Retiro de equipamiento obsoleto

Fuente: Intendencia SSA. 2014 y 2015

ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

Como parte del inventario se revisó la generación de desechos durante el periodo 2013 – 2015, y se identificó flujos de generación con grandes diferencias entre un año y el otro para ciertos desechos, debido al proceso de rehabilitación, principalmente de las plantas industriales, así como la intervención en áreas administrativas y otros proyectos. La tabla 3.3 presentan la cantidad de desechos generada en los años 2013 a 2015 por tipo de desecho, y el comportamiento anual se muestra en el gráfico 3.31.

**TABLA 3. 3.** Cantidad generada de Residuos Peligroso del 2013 a 2015, por tipo de residuo, REE, 2016

No.	Residuo Generado	Corriente según listado nacional de residuos peligrosos	CODIGO MAE	Estado físico	Total (TON)	Total (TON)	Total (TON)
					2013	2014	2015
1	Sedimentos planta de SLOP	Lodos, sedimentos del tratamiento de los efluentes que contienen sustancias peligrosos	C.19.02	S	190,1	72,54	15,115
2	Fondos de tanques	Lodos de fondos de tanques de hidrocarburos y de agua de formación	C.19.04	S	45,46	2564,74	1967,8655
3	Muestras aceitosas	Desechos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro proceso pirolítico	C.19.05	L	131,62	146,452	95,0271
4	Aguas aceitosas cubetos, canales	Mezclas Oleosas agua hidrocarburos, emulsiones	C.19.08	L	0	2610,653	6016,28
5	Sal en grano contaminada	Arcillas de filtración, carbón activado u otros materiales filtrantes usados contaminados con hidrocarburos.	C.19.10	S	0	25,7	0
6	Carbón activado / Antracita gastado	Arcillas de filtración, carbón activado u otros materiales filtrantes usados contaminados con hidrocarburos.	C.19.10	S	0	53,454	0

**CONTINUACIÓN TABLA 3.3.** Cantidad generada de Residuos Peligroso del 2013 a 2015, por tipo de residuo, REE, 2016

No.	Residuo Generado	Corriente según listado nacional de residuos peligrosos	CODIGO MAE	Estado físico	Total (TON)	Total (TON)	Total (TON)
					2013	2014	2015
7	Coque	Desechos de coque que no se reintegran al proceso	C.19.11	S	39,43	13,05	0
8	Catalizador Gastado FCC	Catalizadores agotados que contienen alguno de los siguientes elemento Ni, Pd, Vd, Mn	C.19.12	S	331,82	222,48	0
9	Alúmina gastada	Catalizadores agotados que contienen alguno de los siguientes elemento Ni, Pd, Vd, Mn	C.19.12	S	0	0,908	243,98
10	Restos de aislamiento térmico	Desechos de materiales aislantes, materiales refractarios o similares que contienen sustancias peligrosas (aislamiento térmico)	C.19.16	S	33,14	123,4857	257,9731
11	Restos de refractario	Desechos de materiales aislantes, materiales refractarios o similares que contienen sustancias peligrosas (refractario)	C.19.16	S	61,63	404,38	613,47
12	Pedazos de manguera contaminada	Materiales plásticos contaminados con hidrocarburos o productos químicos peligrosos	C.19.17	S	0	2,495	5,371
13	ESCORIA/ HOLLIN/ CENIZA	Cenizas de fondo de la cámara de combustión generadas por el proceso de incineración	E.38.03	S	0	37,23	24,04
14	Aceites dieléctricos	Aceites dieléctricos usados que no contengan bifenilopoliclorados (PBC), terfenilopoliclorados (PCT) o bifenilopolibromados.	NE-01	L	0	0,04	0

**CONTINUACIÓN TABLA 3.3.** Cantidad generada de Residuos Peligroso del 2013 a 2015, por tipo de residuo, REE, 2016

No.	Residuo Generado	Corriente según listado nacional de residuos peligrosos	CODIGO MAE	Estado físico	Total (TON)	Total (TON)	Total (TON)
					2013	2014	2015
15	Aceites con PCB	Aceites dieléctricos usados u otros aceites minerales que contengan bifenilopoliclorados (PBC) mayor o igual a 50 ppm o mg/l	NE-02	L	2,61	0	0,46
16	Baterías y pilas	Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos y que exhiban características de peligrosidad	NE-08	S	0	1,38	8
17	Chatarra contaminada	Chatarra contaminada con materiales peligrosos	NE-09	S	2259,75	4635,427	1210,8
18		Chatarra electrónica	ES -06	S	18,66	0	4,049
19	Biológicos infecciosos Dispensario medico	Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención medica prestados en centros médicos de empresas	NE-10	S	0	0,127	0,085
20	Tejados con asbesto	Desechos de amianto / asbesto o materiales contaminados con ellos	NE-13	S	0	188,731	0,2
21	Sosa gastada	Desechos de soluciones alcalinas con pH >12,5	NE-19	L	1223,71	902	143,36
22	Dietanolamina gastada	Desechos de soluciones alcalinas con pH >12,5	NE-19	L	0	551,54	0
23	Sacos de químicos	Envases contaminados con materiales peligrosos	NE-27	S	69,39	5,5706	3,374
24	Material de seguridad industrial contaminado	Equipo de protección personal contaminado con materiales peligrosos	NE-30	S	22,75	11,6398	9,749



**CONTINUACIÓN TABLA 3.3.** Cantidad generada de Residuos Peligroso del 2013 a 2015, por tipo de residuo, REE, 2016

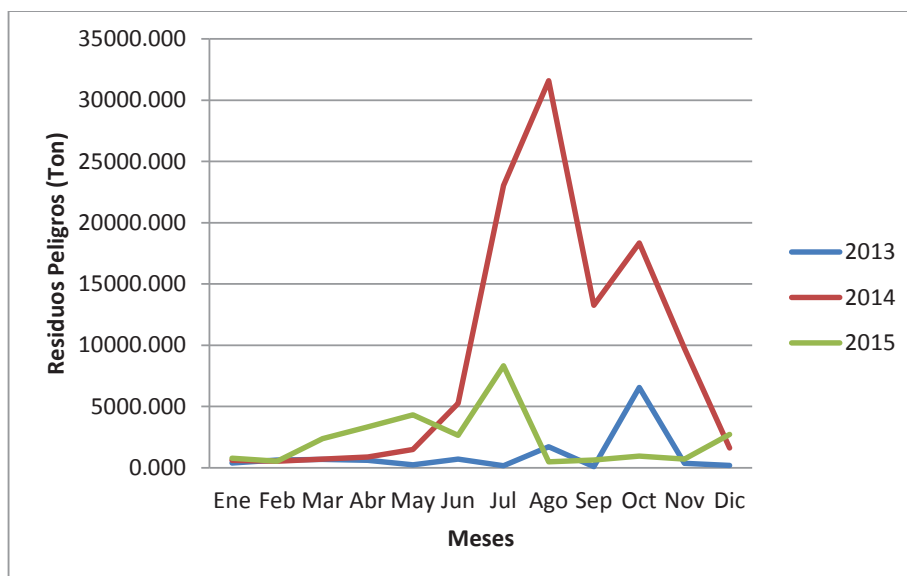
No.	Residuo Generado	Corriente según listado nacional de residuos peligrosos	CODIGO MAE	Estado físico	Total (TON)	Total (TON)	Total (TON)
					2013	2014	2015
25	Escombros contaminados	Escombros de construcción contaminados con materiales peligrosos	NE-31	S	44,64	182,811	152,57
26	Escombros contaminados (madera)	Escombros de construcción contaminados con materiales peligrosos	NE-31	S	0	0,965	1,345
27	Focos y Fluorescentes	Luminarias, Lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio	NE-40	S	0	0,14	0
28	Textiles contaminados	Material absorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras absorbentes y otros materiales sólidos absorbentes	NE-42	S	30,7	9,1283	1,314
29	Químicos caducados	Productos químicos caducados o fuera de especificación	NE-48	S	2,38	0	2,04
30	Resina aniónico desactivada	Residuos de tintas de pinturas, resinas que contengan sustancias peligrosas y exhiban características de peligrosidad.	NE-49	S	1,6	0	4
31	Suelos contaminados con hidrocarburos	Suelos contaminados con materiales peligrosos	NE-52	S	7809,44	94248,0767	16964,41
32	Toners, cartuchos	Cartuchos de impresión de tinta o tóner usados	NE-53	S	0,516	0,02	0,6
33	Transformadores contaminados	Transformadores en desuso que hayan contenido aceites con PCB, PCT, PBB	NE-55	S	0	0,7	3,6
<b>GENERACIÓN TOTAL (TONELADAS)</b>					<b>12319,35</b>	<b>107015,86</b>	<b>27749,08</b>

S: Sólido; L: Líquido

Fuente: Intendencia SSA 2013, 2014 y 2015

ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 3. 31:** Generación anual de Residuos Peligrosos, Refinería Esmeraldas periodo 2013-2015



ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

En la Tabla 3.4 se detalla la cantidad de desechos peligrosos gestionados en la REE, en el año 2014 y 2015:

**TABLA 3. 4.** Cantidad de desechos gestionados en la REE, en los años 2014 y 2015

No.	TIPO DESECHO		DESECHOS GESTIONADOS (TONELADAS)	
	CODIGO	NOMBRE	AÑO 2015	AÑO 2014
1	NE 01	Aceites dieléctricos usados que no contengan bifenilopoliclorados (PBC), terfenilopoliclorados (PCT) o bifenilopolibromados.	0	0.04
2	NE -02	Aceites dieléctricos usados u otros aceites minerales que contengan bifenilopoliclorados (PBC) mayor o igual a 50 ppm o mg/l	0.46	0
3	NE 08	Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos y que exhiban características de peligrosidad	8	1.38
4	NE 53	Cartuchos de impresión de tinta o tóner usados	0.6	0.02
5	C.19.10	Arcillas de filtración, carbón activado u otros materiales filtrantes usados contaminados con Hidrocarburos (Carbón Activado/ Sal Industrial Contaminada)	0	79.15

**CONTINUACIÓN TABLA 3.4.** Cantidad de desechos gestionados en la REE, en los años 2014 y 2015

No.	TIPO DESECHO		DESECHOS GESTIONADOS (TONELADAS)	
	CODIGO	NOMBRE	AÑO 2015	AÑO 2014
6	C.19.12	Catalizadores agotados que contienen alguno de los siguientes elemento Ni, Pd, Vd, Mn (Catalizadores de Alúmina Gastada/ Catalizador Gastado de FCC)	243.98	223.39
7	E 38.03	Cenizas de fondo de la cámara de combustión generadas por el proceso de incineración Escorias, hollín, cenizas)	24.04	37.23
8	NE 09	Chatarra contaminada con materiales peligrosos	1210.8	
9	C.19.05	Desechos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro proceso pirolítico	95.03	146.46
10	NE 10	Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención medica prestados en centros médicos de empresas	0.09	0.127
11	NE 13	Desechos de amianto / asbesto o materiales contaminados con ellos	0.2	188.73
12	C.19.11	Desechos de coque que no se reintegran al proceso	0	8.05
13	C.19.16	Desechos de materiales aislantes, materiales refractarios o similares que contienen sustancias Peligrosas (refractario/aislamiento térmico)	871.44	527.86
14	NE 19	Desechos de soluciones alcalinas con pH >12,5 (Sosa Gastada /Dietanolamina Gastada )	143.36	1453.55
15	NE 27	Envases contaminados con materiales peligrosos	3.37	5.57
16	NE 30	Equipo de protección personal contaminado con materiales peligrosos	9.75	11.64
17	NE 31	Escombros de construcción contaminados con materiales peligrosos (escombros contaminados / maderas contaminadas)	153.92	183.78
18	C.19.04	Lodos de fondos de tanques de hidrocarburos y de agua de formación	1967.86	2564.74
19	C.10.02	Lodos, sedimentos del tratamiento de los efluentes que contienen sustancias peligrosos (Sedimentos de SLOP)	15.11	72.54
20	NE 40	Luminarias, Lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio	0	0.14
21	NE 42	Material absorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras absorbentes y otros materiales sólidos absorbentes	1.31	9.13
22	C.19.17	Materiales plásticos contaminados con hidrocarburos o productos químicos peligrosos	5.38	2.5
23	C.19.08	Mezclas Oleosas agua hidrocarburos, emulsiones	6016.28	2610.65

**CONTINUACIÓN TABLA 3.4.** Cantidad de desechos gestionados en la REE, en los años 2014 y 2015

No.	TIPO DESECHO		DESECHOS GESTIONADOS (TONELADAS)	
	CODIGO	NOMBRE	AÑO 2015	AÑO 2014
24	NE 48	Productos químicos caducados o fuera de especificación	2.04	0
25	NE 49	Residuos de Tintas de pinturas, resinas que contengan sustancias peligrosas y exhiban características de peligrosidad (Resinas aniónicas desactivadas o gastadas)	4	0
26	NE 52	Suelos contaminados con materiales peligrosos	16964.41	94248.08
27	NE 55	Transformadores en desuso que hayan contenido aceites con PCB, PCT, PBB	3.6	0.7
28	ES 06	Equipos eléctricos y electrónicos en desuso que no han sido desensamblados, separados sus componentes o elementos constitutivos	4.05	0
	<b>TOTAL</b>		<b>27749.08</b>	<b>102375.417</b>

Fuente: Declaración de desechos peligrosos año 2014 y 2015

ELABORADO POR: Marlene Chachalo

### 3.2.6 JERARQUIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS

Una vez determinadas las cantidades generadas de residuos por tipo, se realizó la jerarquización, con el objetivo de determinar cuáles son factibles de reducir, considerando la frecuencia de producción, la cantidad anual generada, el nivel de riesgo o la posibilidad de intervención.

Se tomó como referencia la generación del año 2013, debido a que las del año 2014 y 2015 se incrementaron significativamente por las actividades de rehabilitación de la Refinería. Se utilizó el Método Hanlon Modificado, cuyos criterios de priorización se establecen en la tabla 3.5, y se conjugan en la fórmula, propuesta por el método, que permite obtener un valor cuantitativo y establecer el nivel de prioridad, según la puntuación como se muestra en la tabla 3.6.

$$\text{Nivel de Prioridad} = (\text{Trascendencia} + \text{Magnitud}) * \text{Vulnerabilidad}$$

TABLA 3. 5. Criterios de Priorización

Trascendencia (Nivel de ocurrencia )		Magnitud (Cantidad Generada)		Vulnerabilidad (SI / NO)	
Alto	5	501- >1000 ton/año	5	1	0,5
Medio alto	4	101- 500 ton/año	4	1	0,5
Media	3	11-100 ton/año	3	1	0,5
Baja	2	1,6 -10 ton/año	2	1	0,5
Muy baja	1	0 – 1,5 ton /año	1	1	0,5

TABLA 3. 6. Nivel de Prioridad

Puntuación	Prioridad	Color
7- 10	Altamente prioritario	rojo
3 - 6	Prioritario	naranja
0 - 2,5	Poco prioritario	rosado

A continuación se ejemplifica el uso del Método Hanlon Modificado y en la tabla 3.7 se presentan los tipos de desechos peligrosos por las cuales se podría iniciar la intervención, cabe señalar, que también debe tomarse en cuenta los recursos requeridos para la implementación de medidas de minimización:

Para los suelos contaminados con hidrocarburos:

Magnitud: 7809,44 ton/año > 1000 ton/año, valor asignado 5

Trascendencia: media alta, valor asignado 4 (se considera este valor porque el nivel de ocurrencia está en función de los derrames, liqueos que ocurren y pasivos, los cuales antes de la rehabilitación eran frecuentes)

Vulnerabilidad: 1

El valor del nivel de prioridad será:

$$\text{Nivel de Prioridad} = (\text{Trascendencia} + \text{Magnitud}) * \text{Vulnerabilidad}$$

$$\text{Nivel de Prioridad} = (4 + 5) * 1$$

$$\text{Nivel de Prioridad} = 9$$

**TABLA 3. 7.** Grado de Prioridad, para la intervención en la gestión de desechos peligrosos, REE, 2016

No.	Tipo	Código	Magnitud (Producción)	Trascendencia (Frecuencia de Generación)	Vulnerabilidad (posibilidad de resolverse)	Nivel de Criticidad (Prioridad)
1	Suelos contaminados	NE-52	5	4	1	9
2	Aguas oleosas	C.19.08	5	4	1	9
3	Chatarra contaminada	NE-09	5	4	1	9
4	Sosa gastada	NE-19	5	3	1	8
5	Dietanolamina gastada	NE-19	5	3	1	8
6	Escombros contaminados	NE-31	4	3	1	7
7	Material de seguridad industrial contaminado	NE-30	3	4	1	7
8	(Sedimentos de SLOP)	C.19.02	3	3	1	6
9	Textiles contaminados	NE-42	2	4	1	6
10	Sacos de químicos	NE-27	2	4	1	6
11	Pedazos de manguera contaminada	C.19.17	2	4	1	6
12	Catalizador Gastado FCC	C.19.12	4	5	0,5	4,5
13	Muestras aceitosas	C.19.05	4	5	0,5	4,5
14	Aislamiento Térmico	C.19.16	4	4	0,5	4
15	Químicos caducados	NE-48	2	2	1	4
16	Escombros contaminados (madera)	NE-31	1	3	1	4
17	Focos y Fluorescentes	NE-40	1	3	1	4
18	Aceites dieléctricos	NE-01	1	3	1	4
19	Toners, cartuchos	NE-53	1	3	1	4
20	Fondos de tanques	C.19.04	5	2	0,5	3,5
21	Restos de refractario	C.19.16	4	3	0,5	3,5
22	Transformadores contaminados	NE-55	1	2	1	3

**CONTINUACIÓN TABLA 3.7.** Grado de Prioridad, para la intervención en la gestión de desechos peligrosos, REE, 2016

No.	Tipo	Código	Magnitud (Producción)	Trascendencia (Frecuencia de Generación)	Vulnerabilidad (posibilidad de resolverse)	Nivel de Criticidad (Prioridad)
23	Tejados con asbesto	NE-13	4	1	0,5	2,5
24	Carbón - antracita	C.19.10	3	2	0,5	2,5
25	Escoria/ hollin/ ceniza	E.38.03	3	2	0,5	2,5
26	Coque	C.19.11	3	2	0,5	2,5
27	Baterías y pilas	NE-08	2	3	0,5	2,5
28	Sal contaminada	C.19.10	3	1	0,5	2
29	Resina aniónica desactivada	NE-49	2	2	0,5	2
30	Biológicos infecciosos Dispensario medico	NE-10	1	3	0,5	2
31	Alúmina gastada	C.19.12	1	1	0,5	1
32	Aceites con PCB	NE-02	1	1	0,5	1

ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

### 3.2.7 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN ACTUAL

Como parte de la identificación de alternativas de minimización, se realizó el análisis del sistema actual gestión de desechos disponible en la Refinería Esmeraldas, que permitirá establecer el nivel de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable, así como las medidas que requieren fortalecimiento.

La Refinería realiza la gestión de los desechos enmarcada en las políticas y procedimientos internos de Seguridad, Salud y Ambiente de EP PETROECUADOR, entre los que se incluyen los siguientes:

- Política de Seguridad, Salud y Ambiente
- Procedimiento para el Manejo de desechos no peligrosos y peligrosos
- Procedimiento de Orden y Limpieza

- Procedimiento de entrega, uso y mantenimiento de equipo de protección individual
- Procedimiento de entrega de ropa de trabajo y calzado de seguridad
- Procedimientos de gestión en el manejo de químicos
- Requerimientos de seguridad, salud y ambiente para contratistas

Se revisó la documentación referente a la gestión de desechos como son: registros, actas de entrega, manifiestos y contratos; y se realizó inspecciones a las instalaciones, observando lo siguiente:

- Se tienen instalados recipientes para la colocación de desechos sólidos no peligrosos de manera diferenciada, y la recolección interna lo realiza diariamente un gestor, y posteriormente ser transporta al botadero municipal de la ciudad de Esmeraldas.
- Los desechos sólidos peligrosos generados en la planta se recolectan en el sitio de generación, pero son colocados sobre las vías de movilización interna, para facilitar el retiro diario de los mismos por el gestor, y transportarlos hacia el área de almacenamiento temporal existente en las instalaciones de REE.
- Los desechos peligrosos líquidos generados son enviados a través de tuberías y canales a la planta de tratamiento de aguas residuales. Otros desechos peligrosos como hidrocarburos producto de derrames, fondos de tanques, son enviados a través de tanqueros vacum a las piscinas impermeabilizadas que alimentan la planta de slop, donde se realiza la recuperación de los hidrocarburos para incorporarlos en la línea de producción.
- Los suelos o lodos contaminados con hidrocarburos que tienen humedad < al 5% son colocados en las plataformas de biopilas, las cuales están hechas de hormigón y sobre éstas se colocan los suelos contaminados y se procede a la degradación de los hidrocarburos, esta actividad está a cargo de la Jefatura de Remediación Ambiental de la Subgerencia de Seguridad, Salud y Ambiente. Una vez que el suelo es recuperado se coloca en la zona de la



cual fue extraída. Los respectivos programas de remediación, se presentan ante el Ministerio del Ambiente. Aún existen suelos contaminados por remediar.

- Existen tres áreas donde se almacenan temporalmente los desechos peligrosos: una para la chatarra, que cuenta con piso impermeabilizado y canaletas, sin cubierta; otra para residuos sólidos en sacos, esta área no tiene canaletas ni piso impermeabilizado, pero dispone de algunas celdas de hormigón; y una tercera que cuenta con piso impermeabilizado, cubierta y canaletas, para el almacenamiento, el empaquetado y etiquetado de desechos.
- Una vez que los desechos se encuentran en el área de almacenamiento temporal son clasificados por tipo, embalados, etiquetados y colocados en el transporte para ser enviados al lugar de disposición final.
- Los vehículos utilizados para la recolección interna así como para el transporte al sitio de disposición final de los desechos, cuentan con la señalización, equipos de contingencias, permiso ambiental y personal capacitado.
- La disposición de la chatarra se realiza conforme el procedimiento de gestión de activos, internamente primero se procede a dar de baja los equipos por parte del área de Activos de EP Petroecuador y finalmente se contrata la empresa que realizará la disposición final.
- El registro de los desechos se realiza antes del ingreso al área de almacenamiento y después, cuando son transportados hacia el sitio de disposición final, estas dos etapas (transporte y disposición final) se realizan con gestores ambientales calificados por el Ministerio del Ambiente, los cuales son contratados por parte de Refinería.
- El personal que manipula los desechos en todas sus etapas utiliza equipos de protección personal, y las instalaciones donde se almacenan los desechos cuentan con señalética de prohibición y advertencia.
- Toda la documentación generada se remite a la Intendencia de Seguridad, Salud y Ambiente de REE, para el control de la generación y gestión de los desechos.

- La REE cuenta con el Registro de Generador de desechos peligrosos otorgado por el MAE, y ha presentado su declaración anual de desechos correspondiente al año 2015.
- Se realiza capacitaciones al personal en temas como el manejo de desechos, plan de emergencias, uso de equipos de protección personal, manejo de productos químicos, entre otros.
- Se realizó el trasvase de la sosa gastada y dietanolamina gastada de los envases deteriorados a unos nuevos, a fin de mejorar su almacenamiento y gestionar su disposición final, para lo ello se contrató el servicio con una empresa extranjera, considerando que a nivel nacional no se cuenta con gestores calificados ante el MAE para realizar la disposición final de estos dos desechos. La REE y la empresa contratista realizaron todos los trámites establecidos en la normativa ambiental nacional y en el Convenio de Basilea, para transportar y enviar los desechos peligrosos a Holanda, para su disposición final.
- La REE ha considerado la implementación de una planta para el tratamiento de sosa gastada, para lo cual inicialmente se realizó la compra de los modulares respectivos y se encuentra en fase de construcción de las facilidades para la instalación; esta planta permitirá recuperar la sosa y reutilizarla en los procesos.
- Se identificó que no todos los tanques de almacenamiento de crudo y productos limpios disponen de cubetos impermeabilizados contra derrames.
- En las bodegas de almacenamiento de productos químicos se identificó que no se lleva un adecuado almacenamiento e identificación; existe deterioro de la infraestructura, por lo que los productos químicos están en contacto con el sol y lluvia, deteriorándose los empaques que los contienen, dañando las características y consecuentemente el producto no puede ser utilizado e incrementa la cantidad de desechos peligrosos.
- En varios sectores de la Refinería existen bodegas pequeñas donde se almacenan productos químicos sólidos, líquidos y otros materiales, sin identificación ni señalización adecuada. Los productos químicos que aquí se almacenan son los que salen por pedido desde las bodegas principales.

Las actividades que se realizaron como parte de la rehabilitación de la REE se describen en la tabla 3.8.

Los desechos generados durante los trabajos de rehabilitación de la REE fueron colocados en las áreas de almacenamiento temporal de desechos peligroso y en el chatarrero según el tipo. Se realizó el registro de todos los desechos, y se mantuvieron los contratos con gestores calificados para la disposición final. Una de las actividades que se dio continuidad durante la rehabilitación de la REE es la intervención de los pasivos ambientales, la misma inició en el año 2012, y la mayor cantidad de suelos contaminados con hidrocarburos se gestionó en el año 2014; adicionalmente, se realizó la impermeabilización de las piscinas donde se coloca el slop.

**TABLA 3. 8.** Actividades realizadas durante la Rehabilitación de REE

AREA	ACTIVIDAD
Unidades No Catalíticas 1 y 2, Unidades FCC, Visbreaking 1, Catalíticas 2/3:	Mantenimiento Integral y modificaciones de torres, recipientes, intercambiadores, enfriadores y horno. Instalación de nuevos hornos de las unidades de Crudo 1 y 2, cambio de quemadores y sopladores de hollín en horno.
Unidades No Catalíticas 1 y 2, Unidades FCC:	Cambio de tramos de tubería en circuitos de proceso, cambio y mantenimiento de aislamiento térmico en equipos, tuberías y accesorios. Protección (Inertizado) de los diferentes equipos y sistemas de las unidades. Mantenimiento en general de equipos eléctricos y rotativos.
Área de utilidades	Instalación de nuevo generador de vapor y de nueva planta de tratamiento de lodos
Planta de efluentes-aguas lluvia	Cambio de clarificadores
SETRIA	Impermeabilización de cubetos
Laboratorio de calidad	Mejora de infraestructura, retiro de productos químicos caducados
Bodegas de almacenamiento de productos químicos	Retiro de productos químicos, fuera de especificaciones
Dispensario Médico	Retiro de medicinas caducadas.
Área administrativa	Mejora de infraestructura, retiro de techos con asbesto

Fuente: Programa de Rehabilitación de REE

ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

La metodología para la verificación del cumplimiento de la normativa ambiental vigente se realizó considerando los criterios de calificación para auditorías ambientales, en función de lo establecido en el A.M. N° 061 del 04 de mayo de 2015, los cuales se describen en la tabla A, que conjuntamente con la matriz de evaluación de la normativa ambiental se adjuntan en el anexo 1; los resultados de cumplimiento se indican en el siguiente capítulo.

### **3.2.8 IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN, CORRECCIÓN Y MINIMIZACIÓN**

La rehabilitación de la Refinería Esmeraldas es una de las mayores medidas que aporta a la minimización del volumen y masa de varios tipos de desechos peligrosos, pero aún se requiere la intervención sobre otros procesos, que dependen del desarrollo de la tecnología, el acceso a nuevos insumos para el proceso de refinación y los costos de inversión.

Las técnicas de minimización de residuos en los cuales se basarán las nuevas medidas del programa de minimización incluye la adopción de buenas prácticas de manufactura y ambientales, capacitación y medidas preventivas, entre otras que permitan disminuir la necesidad de tratamiento final.

En la tabla 3.9 se detallan las actividades realizadas durante la rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, que aportarán a la reducción de algunos desechos, y también se establecen las medidas que se aplicarán a partir del año 2016, con la finalidad de continuar en la reducción de la generación de desechos peligrosos.

**TABLA 3. 9: Medidas de Minimización de residuos en el origen, en REE, 2016**

TÉCNICAS	MÉTODO	ÁREA A APLICAR	ACTIVIDADES A EJECUTAR O REALIZADAS	DESECHO OBJETIVO
Gestión de inventario de materias primas	Reducción del stock de materias primas	Laboratorio de calidad Dispensario médico Bodega de materiales e insumos	Control de adquisición, almacenamiento y uso de medicamentos y productos químicos, se partirá con el levantamiento de inventarios.	Productos químicos caducados Medicinas caducadas
Modificación de los procesos de producción y cambios de equipamiento	Mejora de los procedimientos de operación (Buenas Prácticas de Manufactura, Ambientales)	Administrativa  Bodega de materiales e insumos  Planta de generación eléctrica Área de Utilidades	Implementación del sistema documental informático SIDOC y firmas electrónicas, estas medidas permiten reducir la cantidad de impresiones de documentación, y por tanto disminuye la compra de tóner y cartuchos.  Mejora el almacenamiento de productos químicos. Retiro de materiales que tiene asbesto Inspecciones trimestrales de las bodegas para verificar condiciones de almacenamiento.  Gestión de equipos y aceites con PCB's, se partirá con la elaboración del inventario de equipos con PCB's. Capacitar al personal en la Normativa ambiental-AM 0146: Procedimiento para la gestión de PCB's	Tóner y cartuchos  Productos químicos fuera de especificaciones. Materiales con asbesto  Aceites con PCB, aceites dieléctricos
		Todas las áreas de REE	Continuar con capacitación de Buenas Prácticas Ambientales referidos a los siguientes temas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación, manejo y almacenamiento de desechos peligrosos.</li> <li>• Manejo almacenamiento y etiquetado de productos químicos.</li> <li>• Hojas de Seguridad.</li> <li>• Consumo de agua en labores de limpieza de la planta industrial.</li> </ul>	Productos Químicos caducados o fuera de especificaciones Aguas oleosas Textiles contaminados

**CONTINUACIÓN TABLA 3.9: Medidas de Minimización de residuos en el origen, en REE, 2016**

TÉCNICAS	MÉTODO	ÁREA A APLICAR	ACTIVIDADES A EJECUTAR O REALIZADAS	DESECHO OBJETIVO
		<p>Área externas a la planta-área de remediación ambiental</p>	<p>Aplicación de proceso de biopilas para remediación de suelos contaminados con hidrocarburos</p>	<p>Suelos contaminados</p>
		<p>SETRIA</p>	<p>Impermeabilización de cubetos*</p>	<p>Suelos contaminados Escombros contaminados Textiles contaminados</p>
		<p>Unidades No Catalíticas 1 y 2, Unidades FCC, Visbreaking 1, Catalíticas 2(3) *</p>	<p>Mantenimiento Integral y modificaciones de torres, recipientes, intercambiadores, enfriadores, horno</p>	<p>Suelos contaminados Chatarra contaminada Escoria/hollín /ceniza Residuos de refractario Textiles contaminados Catalizador gastado</p>
<p>Mejora en el mantenimiento de equipos</p>		<p>Unidades No Catalíticas 1 y 2, Unidades FCC*</p>	<p>Cambio de tramos de tubería en circuitos de proceso, cambio y mantenimiento de aislamiento térmico en equipos, tuberías y accesorios. Protección (Inertizado) de los diferentes equipos y sistemas de las unidades Mantenimiento en general de equipos eléctricos y rotativos.</p>	<p>Aislamiento térmico Suelos contaminados Chatarra contaminada Escombros contaminados Escoria/hollín /ceniza Textiles contaminados</p>
		<p>SETRIA*</p>	<p>Mantenimiento de tuberías y tanques de almacenamiento de crudo y derivados</p>	<p>Suelos contaminados Escombros contaminados Textiles contaminados</p>
	<p>Planta industrial</p>		<p>Inspecciones regulares de los equipos e instalaciones. Mantenimientos programados que permitan reducir mal funcionamiento de equipos.</p>	<p>Suelos contaminados Escombros contaminados Aguas oleosas Escoria/hollín /ceniza Textiles contaminados</p>

**CONTINUACIÓN TABLA 3.9: Medidas de Minimización de residuos en el origen, en REE, 2016**

TÉCNICAS	MÉTODO	ÁREA A APLICAR	ACTIVIDADES A EJECUTAR O REALIZADAS	DESECHO OBJETIVO
Reducción de volumen	Modificación de los equipos de proceso	Unidades No Catalíticas 1 y 2, Unidades FCC, Visbreaking 1, Catalíticas 2/3)*	Nuevos hornos de las unidades de Crudo 1 y 2, cambio de quemadores y sopladores de hollín en horno	Escoria/hollín /ceniza Restos de refractario
		Planta de efluentes-aguas lluvia*	Cambio de clarificadores	Aguas oleosas
Reducción de volumen	Concentración de residuos y recuperación	Área de utilidades *	Instalación nuevo generador de vapor Instalación nueva planta de tratamiento de lodos	Suelos contaminados
		Unidades de la Planta Industrial	Implementación y mejoramiento de la planta de slop	Suelos contaminados
		Planta industrial	Construcción y operación de la planta para el tratamiento de sosa gastada	Sosa caustica gastada Sacos de químicos

\*Actividades realizadas como parte de la rehabilitación de la Refinería Esmeraldas y concluidas en el año 2015.

ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

### 3.3 COSTOS POR LA GESTIÓN

Los costos de gestión de los desechos peligrosos dependen del tipo de disposición final que se dé al mismo y del volumen a gestionar, la Refinería Esmeraldas ha mantenido contratos con diferentes gestores, para aquellos desechos que no se tratan internamente, por lo cual anualmente se asigna un presupuesto, en la Tabla 3.10 y en el Gráfico 3.32 se detallan los montos asignados en el periodo 2012-2016, para la gestión de desechos a través de contratos con gestores ambientales.

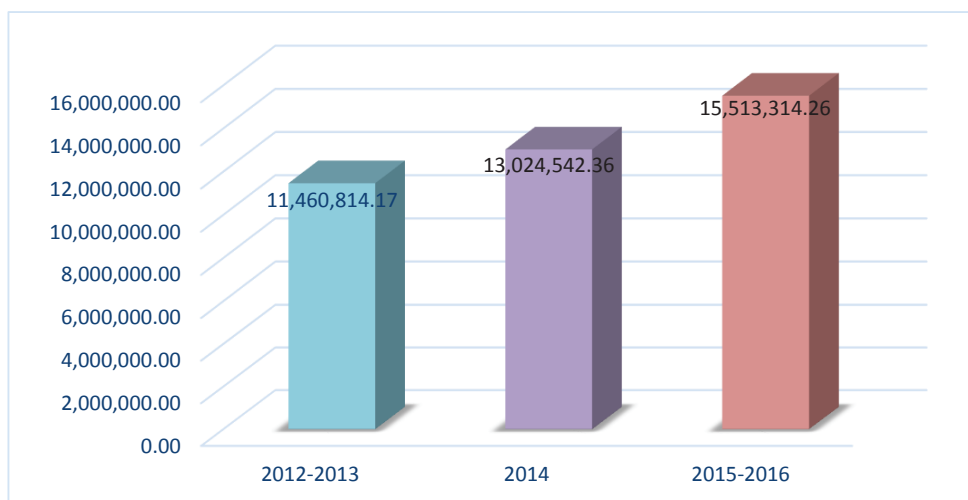
**TABLA 3. 10:** Detalle de costos por la gestión de desechos peligroso en REE

CONTRATOS	AÑO	COSTO (USD)
Servicio de trasvase, embalaje, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de residuos peligrosos de sosa caustica gastada y dietanolamina almacenados en REE	2012	8,825,087.15
Servicio de trasvase, embalaje, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de residuos peligrosos de sosa caustica gastada y dietanolamina almacenados en REE	2013	783,560.35
Servicio técnico especializado de manejo integral de residuos sólidos en la REE, CIS, RLL (valor consumido por REE)(Contrato original y complementario)	2012-2013	1,852,166.67
Servicio de trasvase, embalaje, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de residuos peligrosos de sosa caustica gastada y dietanolamina almacenados en REE- Planta de tratamiento de Sosa caustica gastada	2014	13,024,542.36
Servicio de trasvase, embalaje, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de residuos peligrosos de sosa caustica gastada y dietanolamina almacenados en REE y Servicio para la gestión integral de inventario, clasificación, envasado, etiquetado, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de los residuos industriales solidos peligrosos.	2015-2016	15,513,314.26

Fuente: Contratos EP PETROECUADOR

ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016



**GRAFICO 3. 32:** Costos gestión de desechos peligrosos, periodo 2012-2016

Fuente: Contratos EP PETROECUADOR

ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

En la Tabla 3.11 se indica el costo por tipo de desechos gestionado, considerando los costos unitarios, establecidos en el contrato vigente, en el año 2015.

**TABLA 3. 11:** Costos por tipo de desecho gestionado, año 2015 en REE

No.	TIPO DESECHO		DESECHO GESTIONADO (TON)	COSTO UNITARIO	COSTO USD
	CODIGO	NOMBRE	AÑO 2015	USD/TON	
1	NE 01	Aceites dieléctricos usados que no contengan bifenilopoliclorados (PBC), terfenilopoliclorados (PCT) o bifenilopolibromados.	0	0.985	0.00
2	NE -02	Aceites dieléctricos usados u otros aceites minerales que contengan (PBC) mayor o igual a 50 ppm o mg/l	0.46	3.993	1.836
3	NE 08	Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos y que exhiban características de peligrosidad	8	0.685	5.48
4	NE 53	Cartuchos de impresión de tinta o tóner usados	0.6	0.685	0.411
5	C.19.10	Arcillas de filtración, carbón activado u otros materiales filtrantes usados contaminados con Hidrocarburos (Carbón Activado/ Sal Industrial Contaminada)	0	0.685	0.00
6	C.19.12	Catalizadores agotados que contienen alguno de los siguientes elemento Ni, Pd, Vd, Mn (Catalizadores de Alúmina Gastada/ Catalizador Gastado de FCC)	243.98	3.993	974.212

**CONTINUACIÓN TABLA 3.11: Costos por tipo de desecho gestionado en el año 2015 en REE**

No.	TIPO DESECHO		DESECHO GESTIONADO (TON)	COSTO UNITARIO	COSTO USD
	CODIGO	NOMBRE	AÑO 2015	USD/TON	
7	E 38.03	Cenizas de fondo de la cámara de combustión generadas por el proceso de incineración Escorias, hollín, cenizas)	24.04	0.675	16.227
8	NE 09	Chatarra contaminada con materiales peligrosos	1210.8	0.675	817.29
9	C.19.05	Desechos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro proceso pirolítico	95.03	0.675	64.145
10	NE 10	Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención medica prestados en centros médicos de empresas	0.09	0.985	0.088
11	NE 13	Desechos de amianto / asbesto o materiales contaminados con ellos	0.2	0.675	0.135
12	C.19.11	Desechos de coque que no se reintegran al proceso	0	0.675	0
13	C.19.16	Desechos de materiales aislantes, materiales refractarios o similares que contienen sustancias Peligrosas (refractario/aislamiento térmico)	871.44	0.675	588.222
14	NE 19	Desechos de soluciones alcalinas con pH >12,5 (Sosa Gastada /Dietanolamina Gastada )	143.36	3.993	572.436
15	NE 27	Envases contaminados con materiales peligrosos	3.37	0.675	2.274
16	NE 30	Equipo de protección personal contaminado con materiales peligrosos	9.75	0.675	6.581
17	NE 31	Escombros de construcción contaminados con materiales peligrosos (escombros contaminados / maderas contaminadas)	153.92	0.675	103.896
18	C.19.04	Lodos de fondos de tanques de hidrocarburos y de agua de formación	1967.86	0.985	1938.342
19	C.10.02	Lodos, sedimentos del tratamiento de los efluentes que contienen sustancias peligrosos (Sedimentos de SLOP)	15.11	0.675	10.199
20	NE 40	Luminarias, Lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio	0	0.985	0
21	NE 42	Material absorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras absorbentes y otros materiales sólidos absorbentes	1.31	0.675	0.884
22	C.19.17	Materiales plásticos contaminados con hidrocarburos o productos químicos peligrosos	5.38	0.675	3.631
23	C.19.08	Mezclas Oleosas agua hidrocarburos, emulsiones	6016.28	0.675	4060.989
24	NE 48	Productos químicos caducados o fuera de especificación	2.04	0.985	2.009
25	NE 49	Residuos de Tintas de pinturas, resinas que contengan sustancias peligrosas y exhiban características de peligrosidad (Resinas aniónicas desactivadas o gastadas)	4	0.985	3.94
26	NE 52	Suelos contaminados con materiales peligrosos	16964.41	0.985	16709.943
27	NE 55	Transformadores en desuso que hayan contenido aceites con PCB, PCT, PBB	3.6	3.993	14.3748
28	ES 06	Equipos eléctricos y electrónicos en desuso que no han sido desensamblados, separados sus componentes o elementos constitutivos	4.05	0.985	3.989
	<b>TOTAL</b>		<b>27749.08</b>		<b>25901.455</b>

Fuente: Declaración desechos 2015, Contrato EP PETROECUADOR

ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

## CAPITULO 4

### ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

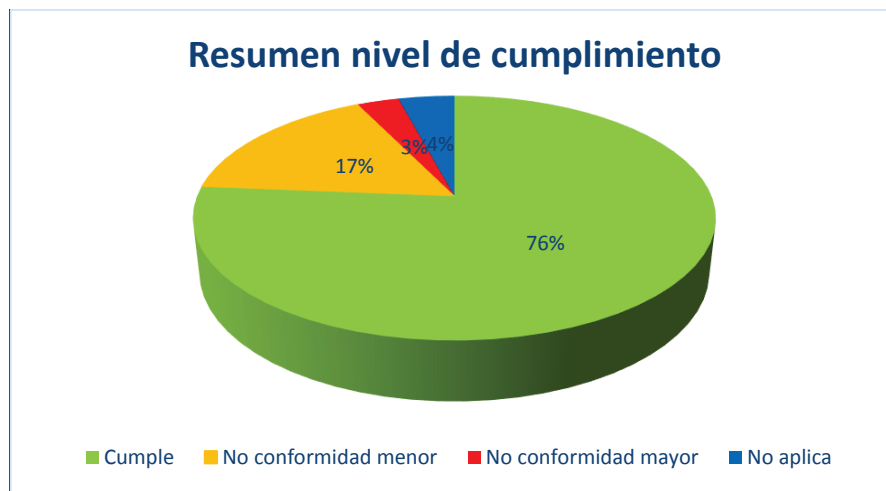
#### 4.1 CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL AMBIENTAL APLICABLE

Se realizó la identificación del cumplimiento mediante la aplicación de listas de chequeo en las cuales se registró el requisito a cumplir y la información se obtuvo a través de recorridos por las instalaciones de la Refinería, el área de almacenamiento temporal de desechos peligrosos y revisión documental. En la tabla 4.1 y gráfico 4.1 se presentan el resumen del grado de cumplimiento con la normativa ambiental aplicable a la gestión de desechos peligrosos en la Refinería Esmeraldas, para un total de 71 actividades auditadas. El detalle de la matriz de cumplimiento se presenta en el Anexo 1.

**TABLA 4. 1:** Matriz resumen de evaluación del cumplimiento legal

Nº	CUERPO NORMATIVO	C	NC-	NC+	NA
1	Ley Orgánica de Salud	2	-	-	-
2	Anexos 1 y 2 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio Del Ambiente (Acuerdo Ministerial 097-A)	13	2	1	-
3	Reforma al Libro VI Del TULSMA, Sustituyendo los Títulos V (Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos) y VI (Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos), Acuerdo Ministerial 161	3	1		
4	Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en Ecuador	9	3	-	-
5	Procedimiento de Registro de Generadores de Desechos Peligrosos, Acuerdo Ministerial N° 026	7	2	-	-
6	Reformase el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Libro VI, Sección II Gestión Integral de Desechos Peligrosos y/o Especiales, Acuerdo Ministerial N° 061	37	-	2	4
7	Norma Técnica INEN 2-266:2013	3	8	-	-
TOTAL		74	16	3	4
TOTAL ACTIVIDADES AUDITADAS		<b>97</b>			

ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

**GRAFICO 4. 1:** Resumen nivel de cumplimiento normativa ambiental

ELABORADO POR: Marlene Chachalo

De los resultados obtenidos se puede evidenciar que la Refinería Esmeraldas cumple en un 76% con la normativa ambiental aplicable a la gestión de desechos peligrosos, y hay 24 % en el cual se requiere aplicar medidas de acción, las cuales pueden ser consideradas parte del programa de minimización, sin abandonar las actividades ya implementadas.

#### **4.2 VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN, CORRECCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS**

En la en la tabla 4.2 se presenta la valoración de las nuevas medidas de minimización de los desechos peligrosos en la Refinería Esmeraldas, basadas en el cumplimiento legal y en la mejora de las ya implementadas, así como de las medidas ejecutadas durante la rehabilitación, con la finalidad de conocer los beneficios que se obtendrán una vez que la REE inicie sus operaciones normales; la valoración se basa en los lineamientos para la elaboración de programas de minimización emitido por el MAE.

**TABLA 4. 2: Valorización de las Medidas de Minimización de residuos, REE, 2016**

ALTERNATIVA	ACTIVIDADES	MEJORA ASPECTOS AMBIENTALES	MEJORA ASPECTOS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	MEJORA EN LOS COSTOS DE GESTIÓN Y PRODUCCIÓN	COSTOS DE INVERSIÓN
<b>Reducción del stock de materias primas</b>	Control almacenamiento y uso de medicamentos y productos químicos, se partirá con el levantamiento de inventarios	Reducir la cantidad de desechos generados	Reducir la exposición a riesgos químicos y afectaciones a la salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reducir costos por adquisiciones innecesarias, así como costos asociados al tratamiento o disposición.</li> <li>▪ Mejora en el control de consumos</li> </ul>	NA, se trabajará con personal de las áreas para el levantamiento de los inventarios.
	Implementación en todo Petroecuador del sistema documental informático SIDOC y firmas electrónicas, a través de la creación de acceso para todo el personal	Reducir la cantidad de desechos generados		Reducir costos por adquisiciones y recargas de tóner y cartuchos y por la disposición final de los mismos.	NA, el desarrollo de la herramienta SIDOC y firmas electrónicas está a cargo del personal de TICS de EP PETROECUADOR
<b>Mejora de los procedimientos de operación (Buenas prácticas de manufactura, ambientales)</b>	Retiro de materiales que tiene asbesto	Reducir la afectación a la calidad del aire, por las partículas que se generan.	Reducir la exposición a riesgos químicos y afectaciones a la salud	Reducir los costos asociados a la gestión al eliminar las fuentes que originan este desecho.	Considerado en los contratos 2012065 y 2015043 de gestión de desechos peligrosos por un monto total de 15 millones USD
	Inspecciones trimestrales de las bodegas para verificar condiciones de almacenamiento.	Reducir la generación de productos químicos fuera de especificaciones	Reducir la exposición a riesgos químicos y afectaciones a la salud	Controlar el manejo y almacenamiento de productos químicos en bodegas	NA, se realizará con personal de SSA
	Impermeabilización de cubetos	Reducir la contaminación del suelo, agua por derrames o liquesos durante cambios de tuberías o válvulas, o durante mantenimientos de los tanques.	Reducir la exposición a riesgos químicos y afectaciones a la salud	Reducir costos en el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos	Considerado en el presupuesto del área de Remediación Ambiental

CONTINUACIÓN TABLA 4.2: Valorización de las Medidas de Minimización de residuos, REE, 2016

ALTERNATIVA	ACTIVIDADES	MEJORA ASPECTOS AMBIENTALES	MEJORA ASPECTOS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	MEJORA EN LOS COSTOS DE GESTIÓN Y PRODUCCIÓN	COSTOS DE INVERSIÓN
<b>Mejora de los procedimientos de operación (Buenas prácticas de manufactura, ambientales)</b>	Mejorar el almacenamiento de productos químicos	Reducir la contaminación de cursos de agua y de suelo	Reducir la exposición a riesgos químicos y afectaciones a la salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar la aplicación de los procedimientos y requisitos ambientales para el manejo y almacenamiento de productos químicos.</li> <li>Reducir en costos por derrames debido a un inadecuado manejo de productos químicos, y por tratamiento de productos químicos caducados o deteriorados.</li> </ul>	Aproximadamente 75000 USD
	Gestión de equipos y aceites con PCB's, se partirá con la elaboración del inventario de equipos con PCB's. Se requiere capacitación al personal del AMI 0146	Reducir la contaminación al suelo y agua.	Reducir la exposición a riesgos químicos y afectaciones a la salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar la compra de transformadores que cuenten con aceites con PCB.</li> <li>Reducir los costos asociados a la gestión al eliminar las fuentes que originan este desecho.</li> </ul>	NA, el inventario se realiza a cargo de personal de REE.
	Aplicación de proceso de biopilas para remediación de suelos contaminados con hidrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la contaminación por hidrocarburos de los suelos</li> <li>Reducir la contaminación al aire por la emisión de vapores producto del almacenamiento de los suelos contaminados con hidrocarburos.</li> <li>Reducir la cantidad de pasivos ambientales</li> </ul>	Reducir la exposición a riesgos químicos y afectaciones a la salud	Reducir los costos asociados a la gestión de residuos por empresas externas.	Considerado en el presupuesto anual asignado a la Jefatura de Remediación

CONTINUACIÓN TABLA 4.2: Valorización de las Medidas de Minimización de residuos, REE, 2016

ALTERNATIVA	ACTIVIDADES	MEJORA ASPECTOS AMBIENTALES	MEJORA ASPECTOS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	MEJORA EN LOS COSTOS DE GESTIÓN Y PRODUCCIÓN	COSTOS DE INVERSIÓN
Mejora de los procedimientos de operación (Buenas prácticas de manufactura, ambientales)	Continuar con capacitación de Buenas Prácticas Ambientales referidos a los siguientes temas: Clasificación, manejo y almacenamiento de desechos peligrosos. Manejo almacenamiento y etiquetado de productos químicos. Hojas de Seguridad. Consumo de agua en labores de limpieza de la planta industrial. AM 191	Reducir la contaminación de los recursos agua y suelo, producido por acciones inadecuadas en las actividades diarias de operación y limpieza.	Reducir la exposición a riesgos químicos y afectaciones a la salud	Reducir los costos asociados a la gestión de residuos producidos por acciones inadecuadas en las actividades diarias de operación y limpieza.	NA, la capacitación será impartida por personal de SSA
	Mantenimiento Integral y modificaciones de torres, recipientes, intercambiadores, enfriadores, horno*	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la contaminación al aire por emisiones de procesos.</li> <li>Reducir la contaminación de suelo por derrames o liqueos generados por equipos en mal estado.</li> <li>Reducir la cantidad de subproductos y desechos que tratar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la exposición a riesgos físicos, mecánicos eléctricos y químicos, así como afectación a la salud.</li> <li>Reducir la ocurrencia de situaciones de emergencia como derrames e incendios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar los procesos de operación.</li> <li>Reducir los costos por gestión de derrames o liqueos.</li> <li>Reducir costos por pérdidas de producción.</li> <li>Reducir paros no programados.</li> </ul>	Considerado en el Presupuesto del proyecto de rehabilitación de la Refinería Esmeraldas
Mejora en el mantenimiento de equipos	Cambio de tramos de tubería en circuitos de proceso, cambio y mantenimiento de aislamiento térmico en equipos, tuberías y accesorios. *	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la contaminación al aire por emisiones de procesos.</li> <li>Reducir pérdidas energéticas hacia el ambiente.</li> <li>Reducir la contaminación de suelo y agua por derrames o liqueos generados por equipos en mal estado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la exposición a riesgos físicos, mecánicos eléctricos y químicos, así como afectación a la salud.</li> <li>Reducir la ocurrencia de situaciones de emergencia como derrames e incendios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar los procesos de operación.</li> <li>Reducir los costos por gestión de derrames o liqueos.</li> <li>Reducir consumos energéticos y sus costos asociados,</li> </ul>	

CONTINUACIÓN TABLA 4.2: Valorización de las Medidas de Minimización de residuos, REE, 2016

ALTERNATIVA	ACTIVIDADES	MEJORA ASPECTOS AMBIENTALES	MEJORA ASPECTOS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	MEJORA EN LOS COSTOS DE GESTIÓN Y PRODUCCIÓN	COSTOS DE INVERSIÓN
<b>Mejora en el mantenimiento de equipos</b>	Protección (Inertizado) de los diferentes equipos y sistemas de las unidades.*	Evitar la contaminación del aire, suelo o agua producto de una explosión por no contar con una protección adecuada.	Reducir la exposición a riesgos eléctricos y mecánicos	Mejorar los procesos de operación.	
	Mantenimiento en general de equipos eléctricos y rotativos.*	Evitar la contaminación del aire, agua o suelo por falla de equipos dependientes rotativos debido a la falta de mantenimiento	Reducir la exposición a riesgos eléctricos y mecánicos	Mejorar los procesos de operación.	
	Inspecciones regulares de los equipos e instalaciones.	Evitar la contaminación del aire, agua o suelo por falla de equipos, que ocasionen derrames, liqueos, o subproductos que tratar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reducir la exposición a riesgos físicos, mecánicos eléctricos y químicos, así como afectación a la salud.</li> <li>▪ Reducir la ocurrencia de situaciones de emergencia como derrames e incendios.</li> </ul>	Reducir los costos asociados a la gestión de desechos generados por derrames, liqueos o tratamiento de subproductos.	NA, las inspecciones se realizará por supervisores operativos de REE
	Mantenimientos programados que permitan reducir el funcionamiento inadecuado de equipos. Mantenimiento programado de tubería y tanques de almacenamiento de crudo y derivados	Evitar la contaminación del aire, agua o suelo por falla de equipos e instalaciones, que ocasionen derrames, liqueos, o subproductos que tratar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reducir la exposición a riesgos físicos, mecánicos eléctricos y químicos, así como afectación a la salud.</li> <li>▪ Reducir la ocurrencia de situaciones de emergencia como derrames e incendios.</li> </ul>	Reducir los costos asociados a la gestión de desechos generados por derrames, liqueos o tratamiento de subproductos.	Considerado en el presupuesto anual asignado a la Jefatura de Transferencia y Almacenaje



CONTINUACIÓN TABLA 4.2: Valorización de las Medidas de Minimización de residuos, REE, 2016

ALTERNATIVA	ACTIVIDADES	MEJORA ASPECTOS AMBIENTALES	MEJORA ASPECTOS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	MEJORA EN LOS COSTOS DE GESTIÓN Y PRODUCCIÓN	COSTOS DE INVERSIÓN
<b>Modificación de los equipos de proceso</b>	Instalación de nuevos hornos de las unidades de Crudo 1 y 2, cambio de quemadores y sopladores de hollín en horno*	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la contaminación al aire por emisiones de procesos.</li> <li>Reducir la contaminación de suelo por derrames o liqueos generados por equipos obsoletos.</li> <li>Reducir la cantidad de subproductos y desechos que tratar y gestionar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la exposición a riesgos físicos, mecánicos y químicos, así como afectación a la salud.</li> <li>Reducir la ocurrencia de situaciones de emergencia como derrames e incendios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar y optimizar los procesos de operación.</li> <li>Reducción de costos por gestión de derrames o liqueos.</li> <li>Reducir los costos por pérdidas de producción.</li> <li>Reducir paros no programados.</li> </ul>	
	Cambio de clarificadores de planta de efluentes*	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la contaminación agua.</li> <li>Reducir la cantidad de desechos que tratar.</li> </ul>	Reducir la exposición a riesgos mecánicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar y optimizar los procesos de tratamiento.</li> <li>Reducir los costos por mantenimientos correctivos.</li> </ul>	Considerado en el Presupuesto del proyecto de rehabilitación de la Refinería Esmeraldas
	Instalación nuevo generador de vapor*	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir pérdidas energéticas al ambiente.</li> <li>Reducir la cantidad de desechos que tratar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la exposición a riesgos mecánicos y eléctricos y químicos.</li> <li>Reducir la ocurrencia de situaciones de emergencia como incendios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar y optimizar los procesos de operación.</li> <li>Reducir costos por pérdidas de producción.</li> <li>Reducir paros no programados.</li> </ul>	
	Instalación nueva planta de tratamiento de lodos*	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción en la contaminación al aire por emisiones de procesos.</li> <li>Reducción contaminación de suelo por disposición sobre este.</li> </ul>	Reducir la exposición a riesgos químicos, así como afectación a la salud.	Mejorar los procesos de tratamiento.	

CONTINUACIÓN TABLA 4.2: Valorización de las Medidas de Minimización de residuos, REE, 2016

ALTERNATIVA	ACTIVIDADES	MEJORA ASPECTOS AMBIENTALES	MEJORA ASPECTOS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	MEJORA EN LOS COSTOS DE GESTIÓN Y PRODUCCIÓN	COSTOS DE INVERSIÓN
Concentración de residuos y recuperación, y Reciclaje y reutilización de desechos	Implementación y mejoramiento de la planta de slop	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir el volumen de desechos a ser gestionados.</li> <li>Reducir la contaminación de suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la exposición a riesgos químicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir el costo de gestión de desechos al reducir el volumen de generación.</li> <li>Recuperar materia prima y productos para ingresarlos nuevamente en la línea de producción.</li> </ul>	Considerado en el Presupuesto del proyecto de rehabilitación de la Refinería Esmeraldas
	Construcción de la planta de tratamiento de sosa gastada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la contaminación de cursos de agua y de suelo por contacto directo.</li> <li>Reducir la contaminación de aire por la generación de vapores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la exposición de riesgos químicos y afectaciones a la salud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar los procedimientos de tratamiento y disposición de los desechos generados.</li> </ul>	

\*Actividades realizadas como parte de la rehabilitación de la Refinería Esmeraldas.

ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016


### **4.3 PLAN DE ACCIÓN PARA LA IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN.**

Una vez valoradas las alternativas elegidas para implementarse a partir del año 2016, se desarrolla el plan de acción, en el cual se establecen los plazos de implementación, responsables, indicadores y medios de verificación, y basado de igual manera en los lineamientos establecidos por el Ministerio del Ambiente del Ecuador, en la Tabla14 se presenta el plan de acción propuesto.

**TABLA 4. 3:** Plan de Acción

PLAN DE ACCIÓN PARA IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS									
REFINERIA ESMERALDAS									
ALTERNATIVA ELEGIDA	OBJETIVO TEMPORAL: TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA ALTERNATIVA	OBJETIVO DE MEJORA: MINIMIZACIÓN DE LA GENERACIÓN DEL DESECHO	RECURSOS NECESARIOS		NECESIDAD DE ADECUACIÓN DE LA EMPRESA	CONTROL Y SEGUIMIENTO			MEDIOS DE VERIFICACIÓN
			PROPIOS	EXTERNOS		RESPONSABLE	INDICADORES		
Control del almacenamiento y uso de productos químicos, elaboración de inventario	6 meses	Reducir la cantidad de productos químicos caducados o deteriorados	Actividad realizada por personal propio		Mejora continua	Jefe de Laboratorio Jefe de Bodegas	kg de producto caducado / kg de producto adquirido	Inventario de bodegas registros control de bodega	
Control del almacenamiento y uso de medicamentos, elaboración de inventario	2 meses	Eliminar la cantidad de medicina caducada	Actividad realizada por personal propio		Mejora continua	Jefe de Salud	cantidad de medicinas adquiridas año/ cantidad de medicinas caducadas al año	Inventario de medicinas	
Crear accesos a todo el personal para el uso de la herramienta documental informática SIDOC y firmas electrónicas.	6 meses	Reducir la compra de tóner	Actividad realizada por personal propio		Cambios en el proceso de comunicación documental interna y externa	Jefe de TICS	No. De personal registrado y con acceso al SIDOC/No de personal	Herramienta SIDOC	

CONTINUACIÓN TABLA 4.3: Plan de Acción

		PLAN DE ACCIÓN PARA IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS									
		REFINERÍA ESMERALDAS									
ALTERNATIVA ELEGIDA	OBJETIVO TEMPORAL: TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA ALTERNATIVA	OBJETIVO DE MEJORA: MINIMIZACIÓN DE LA GENERACIÓN DEL DESECHO	RECURSOS NECESARIOS		NECESIDAD DE ADECUACIÓN DE LA EMPRESA	CONTROL Y SEGUIMIENTO			MEDIOS DE VERIFICACIÓN		
			PROPIOS	EXTERNOS		RESPONSABLE	INDICADORES				
Retiro materiales con asbesto	6 meses	Eliminar materiales que contiene asbesto	Presupuesto plurianual asignado		Mejora continua	Jefe de Bodegas-Supervisores SSA	kg de material con asbesto gestionado / kg de material con asbesto existente	Registro fotográfico Registro de desechos gestionados			
Mejora almacenamiento de productos químicos	2 años	Rehabilitar las áreas de almacenamiento de productos químicos	Presupuesto plurianual asignado		Mejora continua	Supervisor de Logística y Bodega.	No. de bodegas rehabilitadas/No. de bodegas existentes	Registro fotográfico			
Inspecciones trimestrales de las bodegas para verificar condiciones de almacenamiento.	2 años	Mantener un buen manejo de las bodegas para reducir generación de productos químicos fuera de especificaciones	Inspecciones realizadas por personal propio		Mejora continua	Supervisores SSA	No. Inspecciones realizadas /No de inspecciones planificadas	Registros o informes de inspección			

CONTINUACIÓN TABLA 4.3: Plan de Acción

PLAN DE ACCIÓN PARA IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS									
REFINERÍA ESMERALDAS									
ALTERNATIVA ELEGIDA	OBJETIVO TEMPORAL: TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA ALTERNATIVA	OBJETIVO DE MEJORA: MINIMIZACIÓN DE LA GENERACIÓN DEL DESECHO	RECURSOS NECESARIOS		NECESIDAD DE ADECUACIÓN DE LA EMPRESA	CONTROL Y SEGUIMIENTO			MEDIOS DE VERIFICACIÓN
			PROPIOS	EXTERNOS		RESPONSABLE	INDICADORES		
Gestión de equipos y aceites con PCB's, se iniciará con la elaboración del inventario de equipos con PCB's.	8 meses	Identificar equipos y aceites con PBC	Actividad realizada por personal propio		Mejora continua	Coordinador de Mantenimiento Eléctrico	No. transformadores con PCB/No. Transformadores existentes	Inventario de equipos y aceites con PCB's	
Capacitar al personal en la Normativa ambiental-AM 0146: Procedimiento para la gestión de PCB's	Anual	Dar a conocer al personal los procedimientos para la gestión de equipos y aceites con PCB	Capacitación dictada por personal propio		Formación y adiestramiento de personal operativo	Intendencia de SSA	No. Capacitaciones realizadas /No. Capacitaciones planificadas	Registros de capacitación	
Inspecciones regulares de los equipos e instalaciones.	mensual	Reducir la generación de licores o derrames.	Inspecciones realizadas por personal propio		Mejora continua	Intendencia de mantenimiento / Intendencia Técnica	No. Inspecciones realizadas / No de inspecciones planificadas	registro o informe de inspección	

CONTINUACIÓN TABLA 4.3: Plan de Acción


PLAN DE ACCIÓN PARA IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS									
REFINERIA ESMERALDAS									
ALTERNATIVA ELEGIDA	OBJETIVO TEMPORAL: TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA ALTERNATIVA	OBJETIVO DE MEJORA: MINIMIZACIÓN DE LA GENERACIÓN DEL DESECHO	RECURSOS NECESARIOS		NECESIDAD DE ADECUACIÓN DE LA EMPRESA	CONTROL Y SEGUIMIENTO			
			PROPIOS	EXTERNOS		RESPONSABLE	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	
<p>Continuar con capacitación de Buenas Prácticas Ambientales referidos a los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación, manejo y almacenamiento de desechos peligrosos.</li> <li>• Manejo, almacenamiento y etiquetado de productos químicos.</li> <li>• Hojas de Seguridad.</li> <li>• Consumo de agua en labores de limpieza de la planta industrial.</li> </ul> <p>- AM 191</p>	anual	<p>Dar a conocer al personal los requisitos ambientales que debe cumplirse para la gestión de desechos peligrosos, manejo de productos químicos, consumo de recurso-agua.</p>	Capacitación dictada por personal propio		Formación y adiestramiento de personal operativo y administrativo	Supervisores SSA	No. Capacitaciones realizadas /No. Capacitaciones planificadas	Cronograma de capacitación Registros de capacitación	
<p>Mantenimientos programados que permitan reducir mal funcionamiento de equipos.</p>	anual	<p>Reducir la generación de ligueros o derrames.</p>	Presupuesto plurianual asignado		Mejora continua	Intendencia de mantenimiento	No. De mantenimientos realizados/No. De mantenimientos planificados	Cronograma de mantenimiento Informes de mantenimientos Contratos de mantenimiento	

CONTINUACIÓN TABLA 4.3: Plan de Acción

PLAN DE ACCIÓN PARA IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS									
REFINERIA ESMERALDAS									
ALTERNATIVA ELEGIDA	OBJETIVO TEMPORAL: TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA ALTERNATIVA	OBJETIVO DE MEJORA: MINIMIZACIÓN DE LA GENERACIÓN DEL DESECHO	RECURSOS NECESARIOS		NECESIDAD DE ADECUACIÓN DE LA EMPRESA	CONTROL Y SEGUIMIENTO			MEDIOS DE VERIFICACIÓN
			PROPIOS	EXTERNOS		RESPONSABLE	INDICADORES		
Mantenimiento programado a los tanques de almacenamiento de crudo y derivados	anual	Reducir la generación de líquidos y mantener en buenas condiciones los tanques de almacenamiento	Presupuesto o plurianual asignado		Mejora continua	Jefe de Transferencia y Almacenaje	No. De mantenimientos realizados/No. De mantenimientos planificados	Informes de mantenimiento	
Impermeabilización de cubetos	4 años	Reducir el volumen de suelo contaminado por derrames o liquesos	Presupuesto o plurianual asignado		Mejora continua	Jefe de SETRIA	No de cubetos impermeabilizados/No de cubetos existentes	Registro fotográfico visita in situ Contratos para servicio de impermeabilización	
Construcción de la planta de tratamiento de sosa gastada	1 año	Gestionar la sosa gastada generada y reducir el uso de sosa nueva	Presupuesto o plurianual asignado		Cambios en los procesos de operación	Intendencia de Refinación	Volumen de sosa gastada tratada/volumen de sosa gastada generada	Registro fotográfico visita in situ	



CONTINUACIÓN TABLA 4.3: Plan de Acción

		PLAN DE ACCIÓN PARA IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS						
		REFINERÍA ESMERALDAS						
ALTERNATIVA ELEGIDA	OBJETIVO TEMPORAL: TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA ALTERNATIVA	OBJETIVO DE MEJORA: MINIMIZACIÓN DE LA GENERACIÓN DEL DESECHO	RECURSOS NECESARIOS		NECESIDAD DE ADECUACIÓN DE LA EMPRESA	CONTROL Y SEGUIMIENTO		
			PROPIOS	EXTERNOS		RESPONSABLE	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Aplicación de proceso de biopilas para suelos contaminados con hidrocarburos	anual	Recuperación de suelo contaminado	Presupuesto plurianual asignado		Mejora continua	Supervisor de Remediación	Volumen de suelo remediado /Volumen de suelo contaminado generado	Informes de Volumen de Suelo remediado
Implementación y mejoramiento de la planta de slop	1,5 años	Recuperación de crudo para ingresarlo en la línea de proceso	Presupuesto plurianual asignado		Cambios en los procesos de operación	Intendencia de Refinación	volumen de slop tratado/volumen de slop generado Porcentaje de crudo recuperado	Registro de volumen de slop tratado. Registro volumen de crudo recuperado

ELABORADO POR: Marlene Chachalo, 2016

## CONCLUSIONES

1. Todas las unidades de refinación, procesos de apoyo, bodegas de almacenamiento de insumos, laboratorios de calidad y áreas administrativas de la REE son procesos generadores de desechos peligrosos.
2. Se identificaron 27 tipos de desechos peligrosos que se generan en la Refinería Esmeraldas, los cuales se codificaron conforme el Listado Nacional ecuatoriano, establecido en el Acuerdo Ministerial No. 142, el inventario se elaboró para los años 2013, 2014 y 2015; se tomó el año 2013 como referencia de la generación antes de la rehabilitación de la REE, efectuada durante el 2014 y 2015, periodo en que el volumen de desechos peligrosos aumentó de 12.319,35 toneladas en año 2013; a 107.015,86 toneladas durante el año 2014, y 27.749,08 toneladas en el año 2015, lo cual representa un 88.5% y un 55.6 % respectivamente, respecto al año 2013.
3. Cada año se presupuestan recursos económicos para la gestión de desechos peligrosos, a través de gestores calificados, los cuales se hacen cargo de una o varias etapas de la gestión. El costo por la gestión de los desechos peligrosos sólidos para año 2015-2016 se ha establecido en un valor de USD 15'513.314,26; y a partir del año 2014, cuando inició el proyecto de rehabilitación de la REE los costos se incrementaron.
4. Se identificó que a partir del año 2012 se impulsaron medidas tendientes a minimizar los desechos peligrosos generados en la REE, se inició con la intervención de los pasivos ambientales, se identificaron 75 fuentes y hasta el 2015 se han eliminado 54 de ellas, y se siguen realizando actividades de remediación de suelos contaminados con hidrocarburos.
5. El proyecto de rehabilitación de la Refinería Esmeraldas permitió cambiar equipos obsoletos e ineficientes, realizar cambios de tuberías rotas, eliminación de productos químicos y medicinas caducadas; mejoras de las plantas de tratamiento de efluentes y de slop, implementación de nuevas plantas para el

tratamiento de sosa cáustica gastada, lo cual aportará en la reducción de desechos peligrosos.

6. La REE cuenta con procedimientos internos para el manejo de desechos, productos químicos, así como una política de seguridad, salud y ambiente, que aportan a la gestión y al cumplimiento de la normativa ambiental.
7. En base a los resultados de la evaluación del cumplimiento de la normativa ambiental para la gestión de desechos peligrosos, y a las inspecciones realizadas, se establecieron y valoraron las medidas de minimización, entre las principales se encuentran:
  - Capacitar al personal en temas como: el manejo de desechos, requisitos de la normativa ambiental aplicable y los procedimientos operativos existentes.
  - Mejorar las instalaciones de almacenamiento de productos químicos
  - Realizar el inventario de los equipos y aceites con PCB's
  - Mantener mantenimientos programados de los equipos.
  - Concluir la construcción de la planta de tratamiento de sosa gastada.
  - Concluir con la impermeabilización de todos los cubetos donde se sitúan los tanques de almacenamiento de hidrocarburos y sus derivados
8. La cantidad generada de desechos peligroso del año 2013 permitirá comparar a partir del 2016 y años subsiguientes, la disminución del volumen de algunos desechos peligrosos como: suelos contaminados, medicinas caducadas, productos químicos fuera de especificaciones y caducados, sosa caustica gastada, sacos de químicos, material refractario, escoria, entre otros, luego de la rehabilitación de la REE e implementación del plan de minimización propuesto.
9. Con las nuevas medidas de minimización identificadas y valoradas se estableció el respectivo plan de acción, en el cual se indican los plazos de ejecución, responsables y medios de verificación, que permitirán realizar el seguimiento y control de la implementación, y realizar las mejoras necesarias a fin de cumplir el programa de minimización de desechos peligrosos.

## RECOMENDACIONES

1. Con la finalidad de poder realizar una cuantificación de los desechos generados por proceso y no únicamente por tipo, se recomienda establecer un sistema digital que permita el registro en cada proceso de refino donde se generan los mayores volúmenes, y así llevar un mejor control de los insumos y desechos que se generan.
2. Se recomienda implementar las medidas de minimización propuestas, con la finalidad de obtener beneficios como:
  - Fortalecer la conciencia ambiental del personal de la Refinería, lo cual permitirá que las acciones diarias del mismo contribuya a la reducción de desechos peligrosos, como por ejemplo: derrames debido a procedimientos inadecuados, falta de control en el almacenamiento de productos químicos y medicamentos, falta de mantenimientos de equipos.
  - Evitar el deterioro de los envases, pérdida de etiquetas, cambios en las características y generación de desechos peligrosos; además cumplir con las disposiciones legales para el almacenamiento de productos químicos a fin de evitar manejos inadecuados que puedan generar situaciones de emergencia.
  - Gestionar adecuadamente los equipos y aceites que presenten PCB, dando cumplimiento a la legislación ambiental.
3. Dar a conocer a las autoridades internas la importancia del cuidado ambiental con la finalidad de que los recursos económicos no sean restringidos y se pueda dar continuidad a las actividades implementadas y aquellas planificadas.
4. Por el volumen de desechos generados anualmente por ejemplo: año 2013, 12.319,35 toneladas; año 2014, 107.015,86 toneladas y año 2015, 27.749,08 toneladas, se mantienen contratos con diferentes empresas para llevar a cabo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los mismos; a pesar de existir supervisores y administradores de contrato para controlar que las empresas cumplan lo requerido, se recomienda que en reuniones de staff al menos una vez al mes se incluya temas sobre la gestión de los residuos o

inconvenientes que se tiene con ellos, a fin que en todos los niveles de la Refinería Esmeraldas se conozca y se tomen acciones inmediatas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benavides Livia, (2007). *Guía para la Definición y Clasificación de Desechos Peligrosos*, Bogotá D.C., Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria CEPIS, Colombia. Págs. 6-9, 39-44.
- Convenio de Basilea, sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación (2005). Registro Oficial No. 153.
- Convenio de Estocolmo, sobre contaminantes orgánicos persistentes, (2004). Registro Oficial No. 381.
- EP Petroecuador, (2013). *Memoria De Sostenibilidad de la Refinería Esmeraldas*. Quito. Págs. 13,16-20, 22, 27 y 28
- Escobar T. Luis A., Mejía R. Oscar A., Rodríguez Catherine y Paola A. Díaz. (2012). *Atención de emergencias con sustancias o residuos peligrosos*. Medellín
- García López José Luis (1999). *Plan de emergencia contra derrames y fugas de productos químicos*. MAPFRE SEGURIDAD. No. 75 - Tercer Trimestre.
- Gómez-Acebo & Pombo Abogados, (2007). *Aplicación de la Normativa de Residuos en la Comunidad De Madrid*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Medio Ambiente, Madrid. págs. 139-143.
- Intendencia de Seguridad, Salud y Ambiente (2013). *Informe Ambiental Anual de la Refinería Esmeraldas*. Esmeraldas.
- Intendencia de Seguridad, Salud y Ambiente (2014). *Informe Ambiental Anual de la Refinería Esmeraldas*. Esmeraldas.
- Intendencia de Seguridad, Salud y Ambiente (2015). *Informe Ambiental Anual de la Refinería Esmeraldas*. Esmeraldas.
- Martínez Javier, Malio Marisol, Luca Rosario, Álvarez Jacqueline, Salvarrey Ana, y Pablo Gristo, (2007). *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos -*

*Fichas Temáticas Tomo I Y II.* Centro Coordinador del Convenio Basilea para América Latina y el Caribe, Montevideo. Págs. 79-85, 99-108

Ministerio de Energías y Minas del Perú, (2001). *Guía para el Manejo de Desechos de las Refinerías de Petróleo.* Perú.

Ministerio del Ambiente, (2008). *Procedimiento 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 No.026, Registro Oficial No.334 de 12 de mayo de 2008, Segundo Suplemento.

Ministerio del Ambiente, (2012). *Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales.* Acuerdo Ministerial No. 142, Registro Oficial No. 856 de 21 de diciembre de 2012

Ministerio del Ambiente, (2015). *Reforma del Libro VI del Texto Unificado De Legislación Secundario”* Acuerdo Ministerial No. 061, Registro Oficial No. 316 de 04 de mayo de 2015, Edición Especial.

Ministerio del Ambiente, (2016). *Procedimientos para la Gestión Integrada y Ambientalmente Racional de los Bifenilos Policlorados PCB en el Ecuador.* Acuerdo Ministerial No.146.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2014) *Guías para Manejo Seguro y Gestión Ambiental de 25 sustancias químicas,* Republica de Colombia. págs. 20-23

Moreno Avilés Julia María, (2011), Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Magíster en Gestión Ambiental en la Industria. *Diseño e Implementación de un Sistema de Manejo de Residuos Peligrosos Generados en los Terminales y Depósitos de EP Petroecuador.* Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.

Norma Técnica INEN 2 266:2013. *Manejo y Disposición Final de Productos Peligrosos.* Registro Oficial No. 881 de 29 de enero de 2013.

Organización de Control Ambiental y Desarrollo Empresarial (2007). *Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos, Bases conceptuales*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Republica de Colombia Primera Edición, Bogotá D.C. Págs. 18-19, 21-26, 44-51.

Paredes Salgado José Gregorio Alfonso, (2006). *Guía para la Minimización de Desechos Peligrosos desde el Punto de Vista Ambiental en la Refinería Puerto La Cruz*. Universidad Católica Andrés Bello, Dirección de Área de Ingeniería, Posgrado en Ingeniería Ambiental, Caracas.

REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LAS OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS EN EL ECUADOR, (2001), Decreto Ejecutivo No. 1215, Registro Oficial 265 de 13 de febrero de 2001, Ecuador.

Ruiz Aguilar Graciela, Fernández Sánchez José Manuel y Refugio Rodríguez Vázquez, (2001). *Residuos Peligrosos: Grave Riesgo Ambiental*. Avance y Perspectiva vol. 20, mayo-junio.



## **ANEXOS**

**ANEXO 1: CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y MATRIZ DE  
CUMPLIMIENTO DE LEGISLACION AMBIENTAL  
APLICABLE A LA GESTION DE DESECHOS  
PELIGROSOS**

**Tabla A.** Resumen Criterios de evaluación

<b>CRITERIO DE EVALUACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<div data-bbox="250 428 315 491" style="background-color: green; color: white; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;"><b>C</b></div> <p data-bbox="256 512 407 541">Conformidad</p>	<p data-bbox="500 415 1421 541">Esta calificación se da a toda actividad, instalación o práctica realizada que cumple con las especificaciones expuestas en el Plan de Manejo Ambiental, Normativa Legal Ecuatoriana aplicable, disposiciones de la Autoridad Ambiental.</p>
<div data-bbox="250 590 334 653" style="background-color: orange; color: white; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;"><b>NC-</b></div> <p data-bbox="256 684 407 747">No Conformidad</p>	<p data-bbox="500 573 1421 793">Es el incumplimiento que se presenta por primera ocasión, de condiciones como: límites permisibles (que no produzcan alteraciones importantes); presentación extemporánea de documentación a la Autoridad Ambiental; incumplimiento del PMA; uso de sustancias peligrosas sin registro para su uso; gestión de desechos peligrosos sin autorización y desarrollo de actividades adicionales a las mencionadas en la Licencia Ambiental, entre otras</p>
<div data-bbox="250 810 334 873" style="background-color: red; color: white; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;"><b>NC+</b></div> <p data-bbox="256 926 407 1020">No Conformidad mayor</p>	<p data-bbox="500 821 1421 1083">Esta calificación será otorgada en el caso de ser reiterativos los incumplimientos menores o por la verificación de hallazgos, tales como alteración de las condiciones ambientales naturales que requieran remediación; incumplimiento del plan de remediación y restauración, plan emergente y plan de contingencias aprobados; abandono de sitio e infraestructura sin aprobación de la Autoridad Ambiental; ingreso al o salida del país de desechos peligrosos y especiales sin la respectiva autorización y la disposición no autorizada de desechos, entre otras</p>

Fuente: Acuerdo Ministerial No. 061, MAE 2015

Elaborado por: Marlene Chachalo, 2016

## **ANEXO 2: REGISTRO FOTOGRÁFICOS**