



## **E4. INFORME DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL, ANTES Y DESPUÉS DE LA REHABILITACIÓN**

**EVALUACIÓN TÉCNICA DE PROYECTOS GESTIONADOS POR LA  
EMPRESA PÚBLICA DE HIDROCARBUROS DE ECUADOR**

### **(LOTE 1) PROYECTO DE LA REFINERÍA ESTATAL DE ESMERALDAS**

**CÓDIGO: ICC-TEC-L1-G-IN-005**

**REV.: 3**

**N.º Páginas: 64**

Realizado	Revisado	Aprobado
		
J. Calle Director de la Consultoría ICC-Tecnatom JCM 18/12/2018	F. Flores Consortiado ICC-Tecnatom FFS 18/12/2018	F. Luna Gerente del Consorcio ICC-Tecnatom FLH 18/12/2018



## **MOTIVO DE REVISIÓN DEL DOCUMENTO**

Rev	Fecha	Aptdo.	Cambio
0	11/2018	-	Edición inicial del documento
1	12/2018	-	Ampliación general del alcance
2	12/2018	-	Incorporación de comentarios del PNUD
3	12/2018	-	Incorporación de comentarios finales

## ÍNDICE

### Página

1	INTRODUCCIÓN .....	4
2	OBJETIVOS.....	8
2.1	OBJETIVO GENERAL .....	8
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
2.2.1	OBJETIVOS TÉCNICOS .....	8
2.2.2	OBJETIVOS OPERACIONALES .....	8
3	GLOSARIO .....	9
4	DOCUMENTOS Y NORMAS DE REFERENCIA.....	10
4.1	DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	10
4.2	NORMAS Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES .....	11
5	SITUACIÓN AMBIENTAL PREVIA A LA REHABILITACIÓN DE LA REE ....	14
5.1	CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL .....	15
5.2	PRINCIPALES RIESGOS AMBIENTALES DE LA REFINERÍA .....	21
6	SITUACIÓN AMBIENTAL DESPUÉS DE LA REHABILITACIÓN .....	21
6.1	GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS.....	24
6.2	EMISIONES A LA ATMOSFERA. CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO.....	29
6.3	CONDICIONES DEL AGUA DE DESCARGA. CONTROL DE VERTIDOS.....	42
6.4	MEJORAS PROPUESTAS CON REPERCUSIONES AMBIENTALES.....	47
7	CONCLUSIONES .....	55
8	ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	57
8.1	ÍNDICE DE TABLAS.....	57
8.2	ÍNDICE DE FIGURAS.....	58
9	ANEXOS.....	59

## 1 INTRODUCCIÓN

La Refinería Estatal de Esmeraldas (REE) es la principal refinería de petróleo de Ecuador, con una capacidad de 110.000 barriles por día (BPD), y está situada en la provincia de Esmeraldas, en el sector noroccidental del país, a 3,8 kilómetros del Océano Pacífico.

La REE, al objeto de recuperar la capacidad de procesamiento de crudo, que en el año 2005 llegó a descender hasta el 85 %, estableció el “Programa de Rehabilitación de la REE”, que se reordenó en torno a 13 proyectos agrupados en tres grandes bloques: fase de sostenimiento, fase I y fase II.

El Gobierno del Ecuador, a través del actual Ministerio de Energía y EP PETROECUADOR, ha identificado la necesidad de fortalecer la gestión técnica y financiera de varios proyectos hidrocarbúricos estratégicos para el país. Para ello, el Gobierno ha solicitado la cooperación del PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), a fin de llevar adelante la contratación de una evaluación técnico-económica del “Programa de Rehabilitación de la REE”, conducida por el consorcio ICC-TECNATOM para responder, los siguientes interrogantes presentados en la TABLA 1.

*Tabla 1 : Interrogantes clave del Programa de Rehabilitación de REE*

PREGUNTA	INFORME ASOCIADO
1 ¿Se planificó, diseñó y construyó de acuerdo con los estándares internacionales?	E1 - Informe detallado de la evaluación técnica – operacional.
2 ¿Los costos de implementación del proyecto fueron acordes a los precios de mercado?	E6 - Informe de la razonabilidad de los costos efectuados en el Programa de Rehabilitación de REE.
3 En caso de encontrar desviaciones respecto a los estándares internacionales, ¿Cuáles son las soluciones por implementar?	E3 - Informe de Análisis de Alternativas de mejoramiento y recomendaciones.  E7 - Informe de los costos y tiempos estimados para la implementación de las soluciones técnicas recomendadas para lograr operación eficiente y confiabilidad.

Como complemento a los informes incluidos en la TABLA 1, se han realizado las siguientes evaluaciones, cuyos resultados se presentan en los siguientes informes:

- E2 - Informes de los RBI o equivalentes (RBI, implementación de las normas ASME, API 580 Risk-Based Inspection).
- E4 - Informe de evaluación del impacto ambiental, antes y después de la rehabilitación.



- E5 - Informe de evaluación del entorno organizativo.
- E8 - Informe final detallado con conclusiones y recomendaciones, presentación en power point con resumen ejecutivo.

En la TABLA 2 se presenta un resumen de los problemas ambientales de la instalación con la solución propuesta así como los estándares aplicables. Esta tabla se desarrolla en la sección 6 del presente documento:

*Tabla 2: Resumen de los problemas ambientales de la instalación con la solución propuesta y la normativa aplicable.*

TÓPICOS	CONCLUSIÓN	SOLUCIÓN	NORMATIVA / ESTÁNDAR
Emisiones a la Atmósfera	La REE tiene una alta emisión de gases perjudiciales para la salud y el medio ambiente. Especialmente SO <sub>2</sub> , aunque también hay elevadas emisiones de CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Montaje y construcción de una nueva Planta de Recuperación de Azufre (80 TPD).</li> <li>- Uso de biocombustibles o combustibles menos contaminantes y eficientes.</li> <li>- Eficiencia Energética. (mejora de procesos)</li> <li>- Recuperación y/o reutilización de los gases desviados a antorcha.</li> <li>- Adhesión al Compromiso Ecuatoriano Carbono Neutral</li> <li>- Inteligencia ambiental y SIG (monitorización)</li> </ul>	ISO 14.001:2015 PAS 2050:2011 GHG Protocolo TULSMA RSRAOHE AM 091 y AM 097
Vertidos	Se tiene referencia de derrames de productos hidrocarburados al suelo y del vertido de aguas contaminadas a las aguas continentales y subterráneas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora y/o construcción de redes separativas de aguas (lluvia, acidas, grises, negras, aceitosas.)</li> <li>- Puesta en marcha planta de tratamiento de lodos</li> <li>- Programa integral de gestión del agua: Reducción de uso y tratamiento de efluentes. (Dentro del SGA)</li> <li>- Tratamiento de suelos y aguas ya contaminados.</li> <li>- Dimensionado adecuado de balsas y ETP para las aguas contaminadas generadas</li> </ul>	ISO 14.001:2015 TULSMA RSRAOHE Código Orgánico del Ambiente
Gestión de Residuos	Los desechos peligrosos (sosa gastada y dietanolaminas) no se gestionan según la normativa ni estándares internacionales	Manejo de los desechos según normativa y un efectivo Plan Integral de Gestión de residuos (Dentro del SGA) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Culminación de la construcción y montaje de la planta de tratamiento de sosa gastada</li> <li>- Renovación de contrato con gestor de residuos para que retire las dietanolaminas</li> </ul>	Decreto 1215. Tabla 8 Acuerdo Ministerial 026. Art.1 NTE INEN 2266. Apartado 6. ISO 14.001:2015
Tramitación ambiental del proyecto	Hay irregularidades en la situación legal de REE. Licencias ambientales revocadas. No hay constancia de participación ciudadana en la tramitación ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actualizar la situación Legal en materia medioambiental de la REE, mediante una nueva evaluación ambiental integrada.</li> <li>- Actualizar el Plan de Manejo Ambiental de REE en función de los requerimientos legales vigentes.</li> <li>- Aplicar la Ley de participación ciudadana</li> </ul>	Código Orgánico del Ambiente. Art. 5



TÓPICOS	CONCLUSIÓN	SOLUCIÓN	NORMATIVA / ESTÁNDAR
Cumplimiento de normativa	Cumplimiento adecuado de los artículos 11 y 12 del Decreto 1215	Realización y comunicación: 1. Monitoreo del ruido ambiental. 2. Monitoreo de las aguas de descarga 3. Monitoreo de emisiones atmosféricas. 4. Informe ambiental	Decreto 1215 Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador. Art. 11 y 12
Operativa	La REE, a pesar de generar graves Impactos Ambientales, sigue en funcionamiento por ser una instalación estratégica de la República del Ecuador	Adecuación de los Planes Estratégicos, a la realidad de la capacidad operativa de la planta, dentro del respeto a las leyes y la protección del medio ambiente.	CONSTITUCIÓN DE ECUADOR OMS PNUD - PNUMA US EPA AEMA



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar la situación actual, desde el punto de vista ambiental, de la Refinería Estatal de Esmeraldas, con el fin de proponer medidas para los problemas ambientales detectados, utilizando actuaciones ampliamente empleadas en circunstancias similares.

Además, se evaluarán ambientalmente las soluciones propuestas para las distintas problemáticas que presenta la instalación, con el propósito de determinar el impacto positivo o negativo al ambiente de dichas soluciones, mediante la experiencia técnica de los profesionales.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

#### 2.2.1 OBJETIVOS TÉCNICOS

- Analizar la normativa ambiental ecuatoriana, con el fin de determinar aquella que aplica a la REE.
- Identificar la documentación ambiental aportada por PETROECUADOR, para saber el dato de partida de la Refinería.
- Determinar las características de la REE, con el fin de conocer la operativa de la instalación y sus potenciales impactos.
- Establecer la situación legal actual de la REE con el propósito de conocer las desviaciones legales ambientales a partir de la normativa aplicable.

#### 2.2.2 OBJETIVOS OPERACIONALES

- Determinar la problemática ambiental en operación de la instalación, con el fin de proponer las medidas correctoras oportunas, a través de la consideración de las actuaciones comúnmente empleadas en instalaciones análogas.
- Proponer soluciones para aquellos aspectos detectados con potencial impacto ambiental (contaminación atmosférica, acústica, vertidos, residuos, etc.), para que la REE cumpla la normativa y las Licencias Ambientales, utilizando la tecnología eficiente o medidas ampliamente empleadas en estos aspectos.
- Analizar ambientalmente las distintas soluciones de mejora propuestas para la REE, con el fin de determinar sus impactos ambientales positivos o negativos una vez implementadas.





- Detallar la Huella de Carbono de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) de la Refinería en operación, para establecer el grado de contribución de la Planta al Cambio Climático, utilizando la fórmula del cálculo de la huella de carbono = dato de actividad x factor de emisión (base metodológica general para calcular las emisiones a nivel mundial).

### 3 GLOSARIO

- Benchmarking: Proceso de toma de "comparadores" a aquellos productos, servicios y procesos de trabajo que pertenezcan a organizaciones que evidencien las mejores prácticas sobre el área de interés, con el propósito de transferir el conocimiento de las mejores prácticas y su aplicación.
- BLS: Barril de crudo o combustible (equivalente a 159 litros)
- BPD: Barriles por día
- CCR: Unidad de Reformado Catalítico
- DINAPA: Dirección Nacional de Protección Ambiental.
- EIA: Estudio de Impacto Ambiental.
- GEI: Gases de Efecto Invernadero.
- HDS: Hidrodesulfuradora
- HDT: Hidrotratadora de Nafta Pesada
- IAA: Informe Ambiental Anual.
- IAMA: Informe Anual de Monitoreo Ambiental.
- IBC: (del inglés Intermediate Bulk Container) Contenedor temporal a granel
- IC: Índice de Complejidad
- Indicador: son hechos o expresiones concretas y cuantificables cuyos valores nos permiten medir la idoneidad, la eficacia y la eficiencia de la consultoría.
- KPI: (Key Performance Indicator), indicador clave o medidor de desempeño o indicador clave de rendimiento, es una medida del nivel del rendimiento de un proceso.
- MAE: Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Mapa de procesos: Representación gráfica del flujo de actividades necesarias para la realización de un proceso.
- Matriz de Control Documental. Matriz donde se codifican, nombra, clasifica y se realiza observaciones a todos y cada uno de los documentos aportados por el PNUD contractualmente.



- Matriz de evaluación: Soporte metodológico de la consultoría, en la que se representan alcances, criterios, unidades de medida, fuentes o referencias y el comentario de consultor, así como los indicadores de progreso de cada uno de ellos.
- NAO: Nafta de Alto Octanaje
- NBE: Nafta Base Exportación
- NHT: Hidrotratadora de Nafta Ligera
- POA: Plan Operativo Anual
- REE: Refinería Estatal de Esmeraldas.
- RSRAOHE: Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador.
- TEL: Acronimo de Tetraetilo de Plomo. Aditivo empleado para incrementar el octanaje de las gasolinas
- TULSMA: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente.
- SUIA: Sistema Único de Información Ambiental.
- PTAR: Planta de tratamiento de las aguas residuales.

## 4 DOCUMENTOS Y NORMAS DE REFERENCIA

### 4.1 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

A lo largo proyecto de Evaluación de la Rehabilitación de REE, el consorcio ICC-Tecnatom ha elaborado documentos que han servido de referencia para la elaboración del presente informe. Dichos documentos se listan a continuación:

- ICC-TEC-L1-V-IN-001 - Informe de visita a la Refinería de Esmeraldas Evaluación Procesos/Ingeniería. ICC-Tecnatom.
- ICC-TEC-L1-R-IN-001 - Informe de visita a la Refinería de Esmeraldas - Evaluación PRL. ICC-Tecnatom.
- ICC-TEC-L1-A-IN-001 - Informe de visita a la Refinería de Esmeraldas - Evaluación Medio Ambiente. ICC-Tecnatom.
- ICC-TEC-L1-G-IN-001.r1 – Informe de Avance Técnico. ICC-Tecnatom.
- ICC-TEC-L1-G-IN-002.r2 – E1. Informe detallado de la Evaluación Técnica Operacional. ICC-Tecnatom.
- ICC-TEC-L1-G-IN-003.r2 – E2. Informe de los RBI o equivalentes (RBI, implementación de las normas ASME, API 580 Risk-Based Inspection). ICC-Tecnatom.



- ICC-TEC-L1-G-IN-004.r2 – E3. Informe de Análisis de Alternativas de mejoramiento y recomendaciones. ICC-Tecnatom.
- ICC-TEC-L1-G-IN-005.r2 - E4. Informe de evaluación de impacto ambiental antes y después de la rehabilitación. ICC-Tecnatom.
- ICC-TEC-L1-G-IN-006.r2 - E5. Informe de evaluación del entorno organizativo. ICC-Tecnatom.
- ICC-TEC-L1-G-IN-007.r2 - E6. Informe de la razonabilidad de los costos efectuados durante la Rehabilitación y Repotenciación de la REE. ICC-Tecnatom.
- ICC-TEC-L1-G-IN-008.r2 - E7. Informe de los costos y tiempos estimados para la implementación de las soluciones técnicas recomendadas para lograr operación eficiente y confiabilidad. ICC-Tecnatom.
- ICC-TEC-L1-G-IN-009.r2 – E8. Informe detallado con conclusiones y recomendaciones. ICC-Tecnatom.

Para poder realizar una evaluación ambiental completa, se requiere de la siguiente información clave necesaria, para la evaluación Ambiental de la refinería:

- Estudio de Impacto Ambiental.
- Plan de Manejo Ambiental.
- Licencias ambientales.
- Auditorías Ambientales.
- Planes de Monitoreo ambiental y resultados.
- Denuncias y sanciones medioambientales.
- Sistema de Gestión Ambiental de REE.
- Plan de Eliminación de pasivos Ambientales y gestión de Residuos Peligrosos.

Se ha analizado la documentación disponible proporcionada, complementada con la generada por el Consorcio ICC-Tecnatom, así como la documentación pública disponible, para usarla en la evaluación ambiental de la refinería.

## 4.2 NORMAS Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES

La Legislación ambiental general y sectorial (operaciones hidrocarburíferas) consultada se referencia a continuación:

- Código orgánico del Ambiente. Ley 0. Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017. Artículos 5, 166, 181, 183, 193. Título IV, V, capítulo II, capítulo III.
- Código Orgánico Integral Penal. Registro Oficial Suplemento No 180, el 10 de febrero de 2014. Artículo 251, Artículo 254, Artículo 265.



- Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Registro Oficial No 418, 10 de septiembre de 2004. Artículo 6.
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. Registro Oficial No 305, el 6 de agosto de 2014. Artículo 81.
- Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, Decreto Ejecutivo No 3516. Registro Oficial No 725, el 16 de diciembre de 2002. LIBRO VI DE LA CALIDAD AMBIENTAL (vigente hasta el 2015). Artículo 61.
- Reforma del Libro VI del TULSMA, Acuerdo Ministerial No 061. Publicado en Registro Oficial No 316, el 4 de mayo de 2015. Artículos 59,60, 62, 78, 80, 88, 91, 92, 93, 195, 199, 255 y 257.
- Reglamento Ambiental de Actividades Hidrocarburíferas. Decreto Ejecutivo 1215. Registro Oficial 265 de 13-feb-2001 Última modificación: 29-sep-2010. Artículos 10, 11,12, 24, 25, 28, 29, 30,31 y 71.

#### Residuos

- Norma NTE INEN 2266:2013. Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos. Requisitos. Artículo 6.1.7.10.
- Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales, Acuerdo Ministerial No 142. Registro Oficial No 856, el 21 de diciembre de 2012
- AM 142. Listado Nacional de sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales.

#### Principales Estándares Internacionales:

- ISO 14001 Sistema de Gestión Ambiental.
- ISO 14067 para la Huella de Carbono.
- ENVIRONMENTAL, HEALTH, AND SAFETY GUIDELINES PETROLEUM REFINING November 17, 2016 de la International Finance Corporation del World Bank Group.
- Estándares Sociales y Ambientales del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. PNUD 2015.
- Guía de Mejores Técnicas disponibles en España del Sector del Refino de Petróleo MIMA 2006.

Atendiendo a la ubicación geográfica de la REE, la Legislación nacional y regional de la República del Ecuador que aplica se presenta la TABLA 3.

*Tabla 3: Legislación ambiental ecuatoriana y regional de Esmeraldas*

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	REGISTRO OFICIAL
0	Constitución de la República del Ecuador	Decreto Legislativo 0	449
CI	Convenio de Basilea	Codificación 1257	Suplemento 153
CI	Convención marco de las naciones unidas sobre cambio Climático Kioto	Convenio	562
CI	Acuerdo de Paris sobre Cambio Climático	Convenio	Suplemento 893
L0	Código Orgánico del Ambiente	Ley 0	Suplemento 983
L0	Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua	Ley 0	Suplemento 305
DE 3516	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente TULSMA	Decreto Ejecutivo 3516	Edición Especial 2
DE 1215	Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador RSRAOHE	Decreto Ejecutivo 1215	265
AM 248	Lineamientos del plan nacional de Cambio Climático	Acuerdo Ministerial 248	336
DE 1815	Política de estado la adaptación y mitigación al Cambio Climático	Decreto Ejecutivo 1815	636
AM 097A	Refórmese el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente	Acuerdo Ministerial 097A	Edición Especial N° 387
AM 091	Límites máximos permisibles para emisiones a la atmósfera provenientes de fuentes fijas para actividades hidrocarburíferas	Acuerdo Ministerial 091	430
AM 142	Listado Nacional de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales	Acuerdo Ministerial 142	Suplemento 856
L0	Ley Orgánica de Participación Ciudadana y Control Social	Ley orgánica	175

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	REGISTRO OFICIAL
OP	Evaluación de impacto ambiental en la provincia de esmeraldas	Ordenanza Provincial 1,	Registro Oficial Suplemento 52 de 24 de septiembre de 2013
OP	Ordenanza de gestión ambiental y control de la contaminación para esmeraldas	Ordenanza Provincial	2008
R	Plan nacional de contingencia para enfrentar la contaminación de hidrocarburos y/o sus derivados en el área marítima, costera, fluvial e insular	Resolución	RESOLUCIÓN No. MTOP-SPTM-2015-0148-R
NTE	Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. requisitos	Norma Técnica Ecuatoriana	NTE INEN 2266:2013 Segunda revisión.

## 5 SITUACIÓN AMBIENTAL PREVIA A LA REHABILITACIÓN DE LA REE

Según el Plan Nacional sobre la calidad del aire (<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/libro-calidad-aire-1-final.pdf>) emitido por el MAE en 2010: “Refiriéndonos a casos puntuales de efectos sobre la salud, el mismo informe Geo Ecuador indica que la refinería de Esmeraldas, al igual que la central termo eléctrica Esmeraldas están entre las empresas públicas más importantes del país. La primera por ser la mayor fuente de producción de combustibles y derivados del petróleo a nivel nacional y, la segunda por proveer de electricidad a un gran sector de la población ecuatoriana. Sin embargo, estos dos polos de desarrollo constituyen la mayor fuente de degradación ambiental de esta ciudad, cuyos efectos nocivos repercuten directamente en la población colindante. Son 22 los barrios esmeraldeños afectados por los contaminantes gaseosos emitidos por las chimeneas de la refinería. El impacto causado por las emisiones gaseosas se determinó mediante el monitoreo de calidad del aire en las urbanizaciones cercanas a la refinería. El monitoreo evidenció concentraciones de material particulado fino y grueso muy por encima del límite máximo permisible establecido en la norma de calidad del aire. En la caracterización de muestras de material sedimentado en diferentes sitios de la ciudad, se determinó que este material provenía de las emisiones de la refinería debido a su contenido de hidrocarburos totales de petróleo, cadmio, níquel, plomo, cromo y vanadio; contaminantes que son parte de partículas suspendidas que pueden ser respiradas por las personas. En referencia al mismo caso, se han generado varias denuncias locales relacionadas con emanaciones de olores ofensivos que afectan a pobladores ubicados hacia el sur de la refinería. Estas emanaciones suelen ocurrir generalmente en horas de la madrugada y generan malestar físico, mareos, cefaleas. En algunos casos, cuando estas emanaciones persisten hasta la mañana, los colegios de la zona han tenido que ser evacuados. Las emisiones de humo (gases y material particulado) de las teas de la refinería se elevan a alturas sobre los



*500 metros por encima del nivel del suelo, llegando a contaminar toda la ciudad cuando sobrepasan la barrera natural de las lomas de Balao al norte de la refinería”.*

Para hacer una evaluación ambiental precisa, del estado de la refinería previa a la rehabilitación, y según la información disponible, y de antecedentes que condujeron a la rehabilitación, la refinería suponía un grave riesgo para la seguridad de las personas y del medio ambiente.

## 5.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL

Dentro de la evaluación de la rehabilitación y repotenciación, de la matriz de evaluación, se ha tratado de establecer la “Situación Legal en Materia Medioambiental de la instalación”.

Los aspectos clave de este apartado son fundamentales a la hora de determinar si la refinería ha seguido los procedimientos legales de diseño, construcción y operación, antes y después de la rehabilitación y en qué situación se encuentra.

La Refinería Esmeraldas, inició su operación en 1978, con una capacidad aproximada de 55.600 barriles diarios, fue diseñada para procesar crudo de 28°API procedente de la Región Amazónica Ecuatoriana.

En el año 1987, se realiza la primera ampliación de la REE a 90.000 BPD, en la que se instalaron unidades adicionales de Destilación Atmosférica, Destilación al Vacío y Viscosreductoras.

Más tarde, en 1995, se inició la segunda ampliación de la Refinería Esmeraldas, de la Unidad de Craqueo Catalítico concluyendo esta ampliación en 1999, permitiendo alcanzar una capacidad de refinación de 110.000 BPD, a fin de compensar la pérdida de producción de derivados debido a la disminución del API del crudo, suprimir la utilización del TEL (Tetraetilo de Plomo) como aditivo en las gasolinas y mejorar la calidad del Diesel.

Para esto, se amplió la capacidad de refinación de las Unidades de Destilación Atmosférica existentes, y se instalaron nuevas Unidades tales la de Reformado Catalítico (CCR) y la Hidrodesulfuradora de Diésel (HDS), además de otras plantas de tratamiento de efluentes, necesarias para minimizar los impactos y cumplir los requerimientos ambientales.

El diseño de esta ampliación fue realizado por las compañías francesas del IFP BEICIP-FRANLAB, y la construcción estuvo a cargo del Consorcio Español Técnicas Reunidas – Eurocontrol.

El primer documento ambiental relacionado a esta última ampliación fue elaborado por BEICIP-FRANLAB con la colaboración de PRINCON-INYPCHA en el año de 1994. Estudio de Impacto Ambiental que fue elaborado de acuerdo con el Reglamento Ambiental para las Actividades Hidrocarburíferas, emitido por el Ministerio de Energía y Minas del Ecuador, publicado en el Registro Oficial N° 888 del 6 de marzo de 1992. Este estudio posteriormente fue la base para la realización de la Auditoría Ambiental Integral a la Refinería Esmeraldas, realizado por la empresa consultora Ecuambiente S.A., en noviembre del 2001.

Más tarde en el año 2005, se realizó la Reevaluación y Plan de Manejo Ambiental de la Refinería Esmeraldas, trabajo realizado por la empresa CORPCONSUL Cía. Ltda.





En Enero del 2008, la Gerencia de Protección Ambiental de PETROECUADOR, con el propósito de cumplir con lo establecido en el Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE), Decreto Ejecutivo 1215, artículo 42, sobre la obligatoriedad de realizar al menos cada dos años una Auditoría Ambiental de sus actividades, convocó a concurso para la realización de la "Auditoría Ambiental de la Refinería Esmeraldas", trabajo adjudicado a La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

Dentro de su política de fortalecimiento organizacional, la Vicepresidencia Ambiental de PETROINDUSTRIAL tiene como función estructurar cada año el Plan Operativo Anual (POA), cuyo objetivo para el año 2008, era la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma ISO 14001 en las Refinerías Esmeraldas, Refinería La Libertad y Complejo Industrial Shushufindi. Para cumplir con este desafío, decidió contratar la "Revisión ambiental inicial de Refinería Esmeraldas, Refinería La Libertad y Complejo Industrial Shushufindi" sobre la base de los Términos de Referencia de la Invitación a Cotizar No. 11-PIN-CC-2008.

Dentro de los plazos establecidos, CINGE CÍA. LTDA., presentó su oferta técnica y económica para la realización de la Revisión Ambiental Inicial, la misma que fue adjudicada mediante Oficio 5234-PIN-UCC-2008 del 30 de septiembre de 2008, luego de lo cual se firmó el contrato el 16 de octubre de 2008.

EP PETROECUADOR, con el propósito de cumplir con el Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas (RAAE), contrato los servicios del Consorcio Corporación Tauro-Cando para elaborar el "Estudio de Impacto Ambiental Definitivo EXPOST del área de Generación Eléctrica de la Refinería Esmeraldas", documento ambiental realizado en el mes de febrero del 2011.

La Gerencia de Refinación de la EP PETROECUADOR mediante contrato No 2009061 adjudicó a la empresa CINGE Cía. Ltda., la elaboración de la Plan de Manejo Ambiental de Refinería Esmeraldas, realizado en marzo del 2011.

El Ministerio del Ambiente mediante resolución No 1219 del 21 de septiembre del 2011 otorga la Licencia Ambiental para el Programa de Rehabilitación de la REE. Según se refleja en la página web <http://www.lexis.com.ec/> esta licencia perdió vigencia por ejecutoria.

En el año 2013, la REE requirió aumentar la capacidad de almacenamiento de NAO, NBE y Diesel, por la cual EP PETROECUADOR decide contratar los servicios de la empresa constructora TESCA INGENIERÍA DEL ECUADOR S.A. para realizar los estudios y diseños técnicos del proyecto.

En el mismo año se realiza el "Adendum a la Reevaluación y Plan de Manejo ambiental de la Refinería Esmeraldas, para la construcción, operación y cierre de los tanques para almacenar NAO (120.000 bls), NBE (200.000 bls) y DIESEL (200.000 bls) en Refinería Esmeraldas., cumpliendo con la legislación ambiental vigente, basados en el artículo 34 del Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas.

La REE presenta ante la Subsecretaría de Protección Ambiental, los informes anuales de las actividades ambientales cumplidas en el año inmediato anterior, conforme lo establecido en el





art 11 del Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador.

En el año 2012, la empresa Andex, realiza el “Estudio de Configuración para el mejoramiento de la Calidad del Combustible en Refinería Esmeraldas”, considerando los aspectos técnicos existentes.

La EP PETROECUADOR, con el objetivo de cumplir con la legislación ambiental vigente y obtener por parte del Ministerio del Ambiente la Licencia Ambiental respectiva para el Proyecto de Mejoramiento de Gasolinas, actualiza el Certificado de Intersección abarcando todo el predio que actualmente conforma la Refinería Esmeraldas.

Mediante oficio No MAE-DNPCA-2014-0568 con fecha 14 de abril del 2014, el Ministerio del Ambiente emite el Certificado de Intersección de Refinería Esmeraldas.

El proyecto de mejoramiento de la calidad de la gasolina se financia con un préstamo del JBIC (Japan Bank for International Cooperation), que tiene entre sus condiciones de financiamiento el cumplimiento de consideraciones ambientales y sociales.

En mayo del 2014, la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador, EP PETROECUADOR, convoca al proceso de contratación para el "Estudio de Impacto Ambiental EXPOST y Plan de Manejo Ambiental de Refinería Esmeraldas y el Proyecto de Mejoramiento de la Calidad de la Gasolina"

La Gerencia de Seguridad, Salud y Ambiente de la EP PETROECUADOR mediante contrato N° 2014014 adjudicó a la empresa CINGE Cía. Ltda., la ejecución de: "Estudio de Impacto Ambiental EXPOST y Plan de Manejo Ambiental de Refinería Esmeraldas y El Proyecto de Mejoramiento de la Calidad de la Gasolina", siendo esta la última documentación facilitada, en referencia a la situación legal de REE.

Actualmente, la REE, realiza monitoreos internos y envía los reportes al Ministerio del Ambiente conforme lo establecido en el artículo 12 del Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador y normativa aplicable. También realiza el Informe Ambiental Anual. (el último disponible es de 2016).

La fuente de referencia empleada en la evaluación de la situación legal de la REE es la legislación medioambiental básica de la República de Ecuador, que emana de la Constitución de la República del Ecuador de 2008,

Según Gómez Salazar, D. *Normativa Constitucional Ambiental Comparada De Varios Países Sudamericanos. LV2013, 11-12*, la Constitución ecuatoriana es comparable e incluso superior a otros países de su entorno en cuanto a legislación ambiental se refiere.

En la TABLA 4 se presenta una comparativa de la Normativa Ambiental de varios países Sudamericanos.



Tabla 4: Normativa Constitucional Ambiental Comparada de Varios Países Sudamericanos

Instituciones	Argentina (1994)	Brasil (1988)	Chile 2005 (Reforma)	Venezuela (1999)	Bolivia (2002)	Colombia (2005 ref.)	Ecuador (1998)	Perú (2000 ref.)
Garantía medio ambiente	Art. 41	Art. 225	Art. 19	Art. 127	Art. 7 literal m	Art. 79	Art. 23 numeral 6	Art. 2 numeral 22
Derecho ciudadano	Ambiente sano	Ambiente ecológicamente equilibrado	Ambiente libre de contaminación	Ambiente seguro y ecológicamente equilibrado	Ambiente sano, ecológicamente equilibrado	Ambiente sano	Ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación	Paz, tranquilidad, descanso, ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo
Deber ciudadano	No hay norma expresa	No hay norma expresa	No hay norma expresa	Art. 127 Es un derecho y deber generacional, además es individual y colectivo	No hay norma expresa	Art. 95 numeral 8  Deber de las personas de proteger recursos naturales y conservar el ambiente sano	Art. 97 numeral 16 Uno de los deberes del ciudadano es preservar el ambiente sano y utilizar los recursos de modo sustentable	No hay norma expresa
Garantía para las generaciones futuras	Art. 41 Satisfacción presente sin comprometer las generaciones futuras (derecho)	Art. 225 Adecuada calidad de vida asegurada también para las generaciones futuras (derecho)	Art. 19 (numeral 24) Existe la obligación de la conservación del patrimonio ambiental (límite a la propiedad)	Art. 127 Derecho generacional de mantener el medio ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro	Art. 7 numeral m Derecho que se resguarda a las generaciones futuras	Art. 80 Deber estado Desarrollo sostenible de los recursos naturales, conservación, restauración o sustitución	Art. 80. Deber de Estado que garantiza el desarrollo sustentable. Art. 97 numeral 16 Deber ciudadano	Art. 67. Política nacional del ambiente y promoción del uso sostenible de los recursos naturales. Art. 69 Desarrollo sostenible de los recursos naturales. Art. 69 Desarrollo sostenible de la Amazonia
Participación ciudadana	No hay norma expresa	No hay norma expresa	No hay norma expresa	Art. 128 Incluye consultas y participación ciudadana para esta materia. Art. 127 Activa participación de la sociedad para garantizar un ambiente libre de contaminación y otros	No hay norma expresa	Art. 79 Garantiza la participación colectiva en estas decisiones	Participación ciudadana en Art. 88 Decisiones que afectan el medio ambiente Art. 249 Conservación de diversidad biológica, parques, reservas naturales y áreas protegidas	No hay norma expresa
Acciones y recursos para salvaguardar el medio ambiente	Art. 43 Acción de amparo en contra de autoridades públicas o particulares sobre discriminación y protección al ambiente	Art. 5 numeral 73 Acción colectiva contra una actividad lesiva al medio ambiente	Art. 20 Recurso de protección por acción u omisión de autoridad o persona determinada	Art. 27 La acción de amparo constitucional (no es tan específico)	Art. 19 Amparo constitucional (no es muy específico)	Art. 86 Acción de tutela para protección de derechos constitucionales (no es específica)	Art. 95 La acción de amparo (derechos difusos) (no es tan específico) Art. 91 Otras acciones legales (norma secundaria)	Art. 200 numeral 2 Amparo constitucional para los derechos reconocidos en la Constitución (no es específica)
Limitaciones A las personas y actividades económicas	Art. 41 Las actividades productivas deben satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras	Art. 174 III Las actividades públicas y privadas son reguladas observando la protección al medio ambiente. Art. 186. Utilización adecuada y preservación del medio ambiente en las actividades agropecuarias	Art. 19 numerales 6 y 24 Restricciones al ejercicio de ciertos derechos o libertades para proteger el medio ambiente. Limitación a la propiedad para conservar el patrimonio ambiental	Art. 129 Las actividades que pueden causar daños al ecosistema se someten a estudio previo	Art. 333 Inciso 6to La ley podrá delimitar el alcance de las libertades económicas (pública e iniciativa privada) cuando así lo exijan el interés social el ambiente y el patrimonio cultural	Art. 58 La propiedad es una función social y por lo tanto le es inherente una función ecológica. Art. 82 Se protegen los espacios públicos para el uso común sobre el interés particular y se realiza la planificación urbana. Art. 333 Se limita el alcance de las libertades económicas cuando así lo exija el interés social, el ambiente y el patrimonio cultural. Art. 88 Regulación de las acciones populares para la protección de los derechos colectivos y el ambiente entre otros.	Art. 101 numeral 0 No pueden ser candidatos si tienen contrato con el Estado en extracción de recursos naturales. Art. 230 Limitaciones de migración interna, trabajo u otras actividades en régimen especiales.	No hay norma expresa



El problema es, que según este mismo dossier NÚM. 1 (2008): LETRAS VERDES 1 “Normativa constitucional ambiental comparada de varios países sudamericanos”, sobre el estado de la legislación ambiental en Ecuador, Fabián Corral opina que: **“Si creo que *hay una distancia importante entre lo que dice la constitución y las leyes, inclusive las leyes secundarias, y la práctica.* Yo diría porque lamentablemente las instituciones que están a cargo del manejo del tema ambiental, instituciones públicas, municipios, consejos provinciales, no acaban de asumir la importancia del rol ambiental que tienen, especialmente para controlar y sobre todo para no contaminar”**

Dentro de cada área de actividad de la REE se han aplicado la siguiente legislación y estándares de referencia para la evaluación de los Criterios de Análisis. En todas ellas aplica la ISO 14.001

En la TABLA 5 se presenta la normativa aplicable a cada una de las Unidades de Proceso de la REE

Tabla 5: Normativa y estándar aplicado por área de actividad

ÁREA	UNIDAD	LEGISLACIÓN Y ESTÁNDAR DE REFERENCIA
NO CATALÍTICAS	CRUDO	TULSMA RSRAOHE CAPITULO III. Art. 28, 29
	VACÍO	TULSMA RSRAOHE, CAPITULO III. Art. 24, 27, 28 NTPs
	VISBREAKING	TULSMA RSRAOHE, CAPITULO III. Art. 24, 27, 28 NTPs
CATALÍTICAS 1	FCC	TULSMA RSRAOHE, CAPITULO III. Art. 28, 29 AM 091
	GASCON	TULSMA RSRAOHE NTPs
	SEPARACIÓN C3/C4	TULSMA RSRAOHE NTPs
	MEROX	RSRAOHE, CAPITULO III. Art. 2
CATALÍTICAS 2	MEROX JET FUEL (ME-100)	RSRAOHE, CAPITULO III. Art. 2
	REFORMADO DE NAFTAS HDT y NHT	TULSMA RSRAOHE, CAPITULO III. Art. 28, 29 AM 091
	REFORMADO CATALITICO CCR	TULSMA RSRAOHE AM 091
CATALÍTICAS 3	AGUAS AMARGAS Z1, Z2 y Z3	TULSMA RSRAOHE NTPs



ÁREA	UNIDAD	LEGISLACIÓN Y ESTÁNDAR DE REFERENCIA
	TRATAMIENTO GAS COMBUSTIBLE U y U1	TULSMA RSRAOHE NTPs AM 091
	SRU S y S1	TULSMA RSRAOHE NTPs AM 091 y 097
	HDS	TULSMA RSRAOHE NTPs Am 091
	ISOMERIZACIÓN	TULSMA RSRAOHE NTPs
	UNIDAD DE AMINA	TULSMA RSRAOHE NTPs
	TRATADORA DE SOSA GASTADA	TULSMA RSRAOHE NTPs
OFF-SITES	ALMACENAMIENTO/TRANSF. ASFALTO	TULSMA RSRAOHE NTPs
	FLARE	TULSMA RSRAOHE AM 091
	TRANSFERENCIA Y ALMACENAJE	TULSMA RSRAOHE
UTILIDADES	SISTEMA DE AGUA CRUDA	TULSMA RSRAOHE
	AIRE DE INSTRUMENTOS	TULSMA RSRAOHE AM 091
	AIRE DE PLANTA	TULSMA RSRAOHE AM 091
	FUEL OIL	TULSMA RSRAOHE
	FUEL GAS	TULSMA RSRAOHE
	SISTEMA DE AGUA	TULSMA RSRAOHE
	VAPOR HP/MP/LP	TULSMA RSRAOHE AM 091
	TRATAMIENTO DE AGUA	TULSMA RSRAOHE
	SISTEMA DE CARGA DE CAMIONES	TULSMA RSRAOHE
	SISTEMA ELÉCTRICO	TULSMA RSRAOHE AM 091



## 5.2 PRINCIPALES RIESGOS AMBIENTALES DE LA REFINERÍA

Según la ENVIRONMENTAL, HEALTH, AND SAFETY GUIDELINES PETROLEUM REFINING November 17, 2016 de la International Finance Corporation del World Bank Group, los principales problemas ambientales asociados al refino incluyen:

### Emisiones a la atmósfera

Contaminación atmosférica: cambio climático, salud ecosistemas circundantes, huella ambiental, lluvia ácida.

### Manejo y eliminación de las aguas residuales

Contaminación de las aguas continentales y oceánicas: riesgos para la salud, contaminación de acuíferos, entrada de contaminantes a la cadena trófica, cantidad y calidad de los recursos pesqueros.

### Manipulación de materiales y Residuos Peligrosos

Producción, almacenamiento y gestión de Residuos Peligrosos para la salud y el medio ambiente.

Producción, almacenamiento y gestión de otros residuos y materiales.

### Ruidos de la maquinaria en operación

Existen muchas fuentes de ruido en una refinería, algunas de las cuales sobrepasan los límites tolerables para el medioambiente sin las medidas adecuadas.

## 6 SITUACIÓN AMBIENTAL DESPUÉS DE LA REHABILITACIÓN

Dentro de la evaluación de la estrategia operacional, su documentación, implantación y el control establecido a tal fin, de la matriz de evaluación, se debe incluir un apartado denominado “Verificación del cumplimiento de los Planes Operativos mediante indicadores ambientales”.

Este apartado es fundamental a la hora de determinar si la refinería aplica los preceptos recogidos en el Plan de Monitoreo y cumple con el control y seguimiento de una serie de indicadores, así como con los límites legalmente permitidos de los mismos y adicionalmente determina en que afectan a la calidad ambiental de la REE.

Los indicadores seleccionados para la evaluación medioambiental son relativos a:

- Diagnóstico general ambiental de la planta



- Sistema de Gestión de Residuos
- Condiciones del agua de descarga (Control de Vertidos y resultado de auditorías)
- Emisiones de gases contaminantes a la atmósfera

Los aspectos clave correspondientes a esta área o proceso a evaluar se basan en la información recabada durante la visita a la REE, plasmada en el informe “Evaluación Medioambiental del Proyecto REE (ICC-TEC-L1-A-IN-001) y a la recibida por EP PETROECUADOR.

- Plan de Eliminación de Pasivos Ambientales y Gestión de Residuos Peligrosos. Permite conocer la gestión de residuos que se realiza, de los que se generan actualmente y la de los acumulados tras la rehabilitación. Este plan puede estar integrado en el área Ambiental del Sistema de Gestión Integrado. No se ha dispuesto de este Plan para su evaluación.
- Auditorías Ambientales (datos de emisiones y vertidos). Por ley se ha de realizar una cada 2 años, además del preceptivo Informe Ambiental Anual, o cuando se detectan incumplimientos del Plan de Manejo Ambiental y permiten verificar la aplicación del Plan de Manejo y el Plan de Monitoreo, además de determinar si se cumplen los requisitos ambientales e identificar riesgos e impactos posteriores al EIA.
- Monitoreos anuales (flare, emisiones, vertidos, ruidos,). El EIA define el contenido del Plan de Monitoreo y sirve para controlar adecuadamente el cumplimiento del Plan de Manejo y de las medidas correctivas propuestas. Se ha dispuesto de los datos correspondientes al primer semestre de 2018
- Datos de uso y gestión del agua. Consumo y separación de las aguas según su estado. Una buena red de drenaje y vertido de la instalación. Permite conocer si se realiza una adecuada separación y tratamiento de las aguas (proceso, lluvia, grises, negras...)

Durante la visita a la REE se constata verbalmente la existencia de dichos documentos, y se ha dispuesto de algunos de ellos, pero no ha sido posible contrastar la calidad o validez del Plan de Eliminación de Pasivos Ambientales y de Gestión de Residuos Peligrosos.

Las fuentes legales de referencia internacionales usadas en la evaluación Medioambiental de la REE son, además de la legislación medioambiental básica de la República de Ecuador, las referencias legales internacionales de la USEPA y AEMA (ver ANEXO II).

En la TABLA 6 se presentan los estándares internacionales aplicables a la evaluación medioambiental de la REE.

Tabla 6: *Estándares internacionales sobre medio ambiente aplicables en el análisis ambiental de REE*

ORGANISMO	ESTÁNDARES INTERNACIONALES	APLICACIÓN
PNUD	UNDP-Social-Environmental-Standards-2015	DESARROLLO SOSTENIBLE
PNUMA	Governing Council of the United Nations Environment Programme UNEP/GC.27/9/Add.1	DERECHO INTERNACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE
API	HEALTH and ENVIRONMENTAL ISSUES	EMISSIONS, SOIL & GROUNDWATER, BIOMONITORING, EFFLUENTS, OIL SPILLS: MSRC REPORTS
ISO	14001:2015 "Sistemas de Gestión Ambiental" 14064-1:2006 "Gases de efecto Invernadero" 14067:2018 "Huella de Carbono"	SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL
UE	EMAS -Eco Management and Audit Scheme	PROGRAMA EUROPEO DE ECOGESTIÓN Y ECOAUDITORÍA
INSHT (España)	NTP 018, 1059, 576, 878, 881, 008 (entre otras)	MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS
Ministerio Medio Ambiente España	Guía de mejores técnicas disponibles en España del sector del Refino de Petróleo	Diseño, Operación y Gestión de la REE
Comisión Europea	Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU Integrated Pollution Prevention and control	Diseño, Operación y Gestión de la REE

Otros aspectos puestos de manifiesto durante la visita realizada a la REE, son que durante la Inducción de Seguridad, recibida por el personal del consorcio ICC-Tecnatom que visitó la refinería, se refiere al cuidado ambiental y que es objetivo principal de la empresa EP PETROECUADOR mantener los lineamientos en seguridad y medioambiente.



## 6.1 GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

Debido a la interrupción en el año 2016 del contrato con Veolia Environmental Services, en el cual se invirtieron más de \$ 38 millones (ver ANEXO I), para la retirada y tratamiento de sosa caustica gastada y dietanolaminas (residuos peligrosos), a que la construcción y el montaje de la planta de tratamiento de sosa gastada no fue concluida y a que adicionalmente estos residuos no pueden ser tratados por gestores locales por no estar capacitados, se ha desbordado la capacidad de gestión de Sosa gastada y Dietanolaminas producidas en los procesos de la REE, que incluso ha visto incrementada su producción con las nuevas exigencias de calidad de los productos finales.

Actualmente se están almacenando a la intemperie, en áreas de almacenamiento desbordadas, IBCs de sosa caustica gastada (corrosivo) y dietanolaminas (cancerígeno), que son residuos muy peligrosos para las personas y el medio ambiente.

Estos problemas de almacenamiento de estos residuos peligrosos han sido documentados fotográficamente durante la visita realizada a REE.



*Figura 1: Galpón de sosa caustica gastada y dietanolaminas*





*Figura 2: Área de almacenamiento de sosa caustica gastada*

PETROECUADOR, según refiere, cuenta con un Plan de Eliminación de Pasivos Ambientales y gestión de residuos peligrosos, pero no se tiene constancia de la aplicación efectiva de este Plan ni de la inversión en la gestión de residuos peligrosos o pasivos ambientales.

La REE, tal como se refleja en las FIGURAS 3, 4 y 5, se encuentra desbordada de residuos, que están almacenados sobre suelo sin impermeabilizar, sin clasificar y a la intemperie. Muchos de estos residuos proceden del Programa de Rehabilitación de la REE.



*Figura 3: Área de almacenamiento de residuos, almacenados en suelo sin impermeabilizar y sin cubierta*



*Figura 4: Galpón de RP (según refieren en la visita) oculto a la vista*



*Figura 5: Zona de chatarra contaminada procedente de la rehabilitación*

Atendiendo al Informe Ambiental Anual de 2016, la REE ha seguido los criterios del artículo 28 del RAOHE y las disposiciones vigentes en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales. En la Refinería Esmeraldas se han implementado procedimientos para la identificación, segregación, almacenamiento y disposición final de residuos. Estos procedimientos incluyen el manejo de bitácoras mensuales, las mismas que permitieron determinar los flujos de generación de residuos durante el periodo 2016. Según este informe, los residuos tratados fueron los presentados en las TABLAS 7 y 8.



*Tabla 7: Clasificación generación, tratamiento y disposición de desechos No Peligrosos*

DESECHOS NO PELIGROSOS				
Código*	Clase de Desecho	Cantidad (Ton)	Tratamiento	Disposición
B3020	Desechos de papel, cartón	6,38	Clasificación	Disposición Final en Relleno Municipal
B3010	Desechos plásticos	6,08	Clasificación	Disposición Final en Relleno Municipal
B0046	Desechos domésticos orgánicos	57,06	Clasificación	Disposición Final en Relleno Municipal
B0045	Desechos domésticos inorgánicos (basura común)	875,72	Clasificación	Disposición Final en Relleno Municipal
B3150	Madera	80,71	Clasificación	Disposición Final en Relleno Municipal
B3150	Escombros	2135,40	Clasificación	Disposición Final en Relleno Municipal
B3150	Suelo no contaminado	163.735,63	Clasificación	Compactación en áreas internas de la Refinería

\*Códigos correspondientes a la tabla 8 del Decreto Ejecutivo 1215

*Tabla 8: Clasificación generación, tratamiento y disposición de desechos peligrosos*

DESECHOS PELIGROSOS				
Código*	Clase de Desecho	Cantidad (Ton)	Tratamiento	Disposición
C.19.10	Arcillas de filtración, carbón activado u otros materiales filtrantes usados contaminados con hidrocarburos (Carbón Activado)	1,74	Segregación y Almacenamiento Temporal	Incineración (Oxidación Térmica)
NE-08	Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos y que exhiban características de peligrosidad	1,07	Segregación y Almacenamiento Temporal	Disposición final controlada
NE-53	Cartuchos de impresión de tinta o tóner usados	0,07	Segregación, Almacenamiento Temporal, Reciclado	Recuperación de Materiales
C.19.12	Catalizadores agotados que contienen alguno del siguiente elemento Ni, Pd, Vd, Mn (Catalizadores gastados FCC)	169,97	Segregación y Almacenamiento Temporal	Disposición Final Controlada
E.38.03	Cenizas y Hollín	10,92	Segregación y Almacenamiento Temporal	Incineración
NE-09	Chatarra contaminada con materiales peligrosos	0,74	Segregación y Almacenamiento Temporal, Reciclado	Recuperación de Materiales, Reutilización
C.19.05	Desechos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro proceso pirolítico	11,06	Coprocesamiento	Reciclado, Obtención de Materias Primas
NE-10	Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención médica prestados en centros médicos de empresas	0,05	Segregación y Almacenamiento Temporal	Disposición final controlada
C.19.16	Desechos de materiales aislantes, materiales refractarios o similares que contienen sustancias peligrosas (aislamiento térmico y refractario)	99,00	Segregación y Almacenamiento Temporal	Disposición final controlada





<b>DESECHOS PELIGROSOS</b>				
<b>Código*</b>	<b>Clase de Desecho</b>	<b>Cantidad (Ton)</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Disposición</b>
NE-19	Desechos de soluciones alcalinas con pH >12,5 (Sosa Gastada)	1.483,9	Segregación y Almacenamiento Temporal	Incineración (oxidación térmica)
NE-19	Desechos de soluciones alcalinas con pH >12,5 (Dietanolamina Gastada)	85,70	Segregación y Almacenamiento Temporal	Incineración (oxidación térmica)
NE-27	Envases contaminados con materiales peligrosos	9,54	Segregación y Almacenamiento Temporal	Incineración (oxidación térmica),
NE-30	Equipo de protección personal contaminado con materiales peligrosos	6,37	Segregación y Almacenamiento Temporal	Incineración (oxidación térmica),
NE-31	Escombros de construcción contaminados con materiales peligrosos	28,05	Segregación y Almacenamiento Temporal	Disposición final controlada
C.19.04	Lodos de fondos de tanques de hidrocarburos y de agua de formación	2.087,94	Coprocesamiento	Reciclado, Obtención de Materias Primas
C.19.02	Lodos, sedimentos del tratamiento de los efluentes que contienen sustancias peligrosas (Sedimentos de SLOP)	20,33	Segregación y Almacenamiento Temporal	Incineración
NE-40	Luminarias, Lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio	0,40	Segregación y Almacenamiento Temporal	Disposición final controlada
NE-42	Material absorbente contaminado con hidrocarburos: wipers, paños, trapos, aserrín, barreras absorbentes y otros materiales sólidos absorbentes	11,23	Segregación y Almacenamiento Temporal	Incineración (oxidación térmica)
C.19.17	Materiales plásticos contaminados con hidrocarburos o productos químicos peligrosos	2,43	Segregación y Almacenamiento Temporal	Incineración (oxidación térmica)
C.19.08	Mezclas Oleosas agua hidrocarburos, emulsiones	260,54	Coprocesamiento	Reciclado, Obtención de Materias Primas, Tratamiento Físico
NE-48	Productos químicos caducados o fuera de especificación	4,64	Segregación y Almacenamiento Temporal	Disposición Final Controlada
NE-52	Suelos contaminados con materiales peligrosos	1.254,83	Tratamiento biológico	Biotratamiento
ES-04	Neumáticos usados	0,01	Almacenamiento Temporal	Disposición final controlada

\*Códigos según Acuerdo Ministerial No. 142, Listados Nacionales de Sustancias Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales

## 6.2 EMISIONES A LA ATMOSFERA. CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

En la TABLA 9, se presentan los principales equipos de REE. Las fuentes de emisión de óxidos de carbono en su mayoría son hornos y calderas, cuyos parámetros críticos son: concentración de azufre, material particulado y gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>).



Tabla 9. Equipos Refinería Esmeraldas.

N°	ÁREA/ PLANTA	DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE
1	Catalíticas 1	Salida de gases de combustión del Regenerador FCC (F V-3)
2		Caldero de generación de vapor (F-E21)
3	Catalíticas 2	Horno Calentador de carga al reactor (Reactor Feed Heater) - HDT (P1-H01)
4		Horno Reboiler Despojador (Stripper Reboiler) – HDT (P1-H02)
5		Horno Reboiler del Estabilizador (Stabilizer Reboiler) CCR (P2-H04).
6		Precalentador de carga al reactor (Preheater) (P2-H01) Primer intercaldentador (First Interheater) (P2-H02) Segundo Intercaldentador (Second Interheater) (P2- H03) CCR - Horno de Cabina (P2-H01/H02/H03A).
7		Precalentador de carga al reactor (Preheater) (P2-H01) Primer intercaldentador (First Interheater) (P2-H02) Segundo Intercaldentador (Second Interheater) (P2-H03) CCR - Horno de Cabina (P2-H01/H02/H03B).
8		Horno calentador de carga de la HDS (D-H01)
9		Incinerador Planta Recuperadora de Azufre (S-H2)
10	No Catalíticas 1	Horno precalentador de carga a Unidad de Crudo 1 (C-H1 A)
11		Horno precalentador de carga a Unidad de Crudo 1 (C-H1 B)
12		Horno precalentador de carga a Unidad de Crudo 1 [C-H1(A-B) /V-H1]
13		Horno precalentador de carga a vacío 1 (V-H1)
14		Horno precalentador de carga a Visbreaking 1 (TV-H1)
15	No Catalíticas 2	Horno precalentador de carga a unidad de Crudo 2 (C-H2/VL-H1)
16		Horno precalentador de carga a Visbreaking 2 (TV1-H1)
17		Horno precalentador de carga a vacío 2 (VL-H1)
18	Utilidades	Horno de calentamiento de Fuel Oil (Y-H2501)
19		Horno de calentamiento de Fuel Oil (Y-E2550)
20		Calderas de producción de vapor (Y-B7002 / Y-B7003)
21		Caldera de producción de vapor (Y-B7004)
22		Caldera de producción de vapor (Y-B7005)

Según informes técnicos de ESINGECO (Plan Maestro para Cumplimiento de Calidad de Emisiones en la Refinería de Esmeraldas) y la UOP (“Esmeraldas Refinery Operational Integrity and Personnel Development Screening Assessment – Final Report”) la Eficiencia Energética de la Refinería de Esmeraldas se encuentra en aproximadamente el 54%, valor que manifiesta el grado de obsolescencia de los equipos de combustión, sistemas de intercambio, recuperación de calor, aislamiento térmico y manejo del sistema de vapor, eficiencia de motores y equipos, etc.



En la TABLA 10 se presentan los límites máximos permitidos para emisiones en calderas, hornos y calentadores (AM091-Tabla 1), mientras que en la TABLA 11 se presentan los límites máximos permitidos para incineradores (AM091-Tabla 4)

*Tabla 10. Límites máximos permitidos para emisiones de calderos, hornos y calentadores*

CONTAMINANTE (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>a</sup>	TIPO DE COMBUSTIBLE		
	GLP	DIESEL	BUNKER O CRUDO
Material Particulado (MP)	N.A	150	150
Óxidos de Carbono (CO)	N.A	50	50
Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	400	550, 700*	550, 700*
Óxidos de Azufre (SO <sub>2</sub> )	30	1650	1650
HAP'S	0,1	0,1	0,1
COV'S	5	10	10

*Expresados al 7% de O<sub>2</sub> en condiciones normales y en bases seca. Mg/Nm<sup>3</sup>: Expresado como miligramos de contaminante por metro cúbico de gas seco y referido a condiciones normales de temperatura y presión.*

*\*instaladas y operando antes de enero del 2003.*

*Tabla 11. Límites máximos permitidos para incineradores operados por sujetos de control.*

CONTAMINANTE (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>a</sup>	LÍMITE PERMITIDO
	DIESEL JP 1
Material Particulado (MP)	70
Óxidos de Carbono (CO)	196
Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	796
Óxidos de Azufre (SO <sub>2</sub> )	57
HAP'S	0,1
COV'S	2

*Expresado al 15% de O<sub>2</sub>, en condiciones normales y en base seca. Mg/Nm<sup>3</sup>: Expresado como miligramos de contaminante por metro cúbico de gas seco y referido a condiciones normales de temperatura y presión.*

En las TABLAS 12, 13 y 14 se presentan los valores de monitoreo de gases en fuentes fijas de combustión de la REE correspondientes al mes de junio del 2018.

Tabla 12. Resultados semana 26.

SEMANA 26 de 2018												
N°	Área / Planta	Fuente / Punto de muestreo	Combustible	CO			SO <sub>2</sub>			NO <sub>x</sub>		
				Valor medido (mg/Nm <sup>3</sup> )	Valor norma	Cumplimiento	Valor medido	Valor norma mg/Nm <sup>3</sup>	Cumplimiento	Valor medido mg/Nm <sup>3</sup>	Valor norma mg/Nm <sup>3</sup>	Cumplimiento
1	Catalíticas 1	F-E21	COQUE	39	50	Cumple	1347	1650	Cumple	310	550	Cumple
2	Catalíticas 2	P1-H01	FUEL GAS	0	N. A	N. A	115	30	No cumple	166	400	Cumple
3		P1-H02	FUEL GAS	0	N. A	N. A	113	30	No cumple	214	400	Cumple
4		P2-H04	FUEL GAS	0	N. A	N. A	110	30	No cumple	170	400	Cumple
5		P2-H01/H02/H03	FUEL GAS	0	N. A	N. A	57	30	No cumple	209	400	Cumple
6		P2-H01/H02/H03	FUEL GAS	0	N. A	N. A	89	30	No cumple	206	400	Cumple
7	Catalíticas 3	D-H01	FUEL OIL/FUEL GAS	6	50	Cumple	647	1650	Cumple	174	700	Cumple
8		S-H2	FUEL GAS-GASES DE COLA	299	196	No cumple	37784	57	No cumple	436	796	Cumple
9	No Catalíticas 1 y 2	C-H1 (A-B)/V-H1	FUEL OIL/FUEL GAS	0	50	Cumple	1602	1650	Cumple	370	700	Cumple
10		TV-H1	FUEL GAS	6	N. A	N. A	118	30	No cumple	206	400	Cumple
11		C-H2	FUEL OIL/FUEL GAS	7	50	Cumple	1511	1650	Cumple	309	700	Cumple
12		VL-H1	FUEL OIL /FUEL GAS	1	50	Cumple	546	1650	Cumple	143	700	Cumple
13		TV1-H1	FUEL GAS	0	N. A	N. A	29	30	Cumple	121	400	Cumple
14	Utilidades	Y-B7002/Y-	FUEL OIL	32	50	Cumple	1804	1650	No cumple	483	700	Cumple
15		Y-B7004	FUEL OIL	2	50	Cumple	1590	1650	Cumple	424	700	Cumple
16		Y-B7005	FUEL OIL	0	50	Cumple	1824	1650	No cumple	519	700	Cumple
	TOTAL						49286					



Tabla 13. Resultados S-H2

Nombre del equipo	Semana de monitoreo	Fecha de monitoreo	Monóxido de carbono (CO)	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Monóxido de nitrógeno (NO)	Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )
			ppm	ppm	ppm	ppm
S-H2	23	2018-06-07	<10	2449	68	<15,09
	24	2018-06-14	51	3512	38	<15,09
	25	2018-06-20	77	2864	46	<15,09
	26	2018-06-28	49	2704	44	<15,09
PROMEDIO			46	2882	49	0,0

Tabla 14. Resultados Transformados a valor norma. S-H2

Nombre del equipo	Semana de monitoreo	Fecha de monitoreo	Carga cont. CO	Carga cont. SO <sub>2</sub>	Carga cont. NO <sub>x</sub>	Carga cont. Partículas	Carga cont. HAPs	Carga cont. COVs	Tipo de Combustible
			mg / m <sup>3</sup> gscn	mg / m <sup>3</sup> gscn	mg / m <sup>3</sup> gscn	mg / m <sup>3</sup> gscn	mg C/ dsm <sup>3</sup>	mg C/ dsm <sup>3</sup>	
S-H2	23	2018-06-07	47	35267	697	N.M	N.M	N.M	FUEL GAS
	24	2018-06-14	342	54423	422	N.M	N.M	N.M	FUEL GAS
	25	2018-06-20	470	40019	461	N.M	N.M	N.M	FUEL GAS
	26	2018-06-28	299	37784	436	N.M	N.M	N.M	FUEL GAS
PROMEDIO FUEL GAS			290	41873	504	N.M	N.M	N.M	
VALORES DE NORMA INCINERADORES			196	57	796	70	0,1	2	

Existen problemas graves en las emisiones de gases a la atmósfera de la REE, fundamentalmente CO en fuente fija y azufre quemado en antorcha. Según los responsables de la REE, estos datos de emisiones son enviados a la administración y se proponen acciones correctoras, pero no nos comunican cuales, ni la respuesta de la administración.

La Unidad de Recuperación de Azufre, aplicando un proceso Claus, convierte el  $H_2S$  presente en el gas ácido de amina y en el gas agrio de  $NH_3$ , en azufre elemental (puro), y además el  $NH_3$  se descompone en nitrógeno no-contaminante ( $N_2$ ) y vapor de agua ( $H_2O$ ). La eficiencia de una moderna planta de recuperación de azufre es superior al 99 %. Cualquier residuo de  $H_2S$  que no se haya convertido en el Reactor es venteadada al Incinerador de tiro natural. El  $H_2S$  y el COS residual son oxidados a  $SO_2$ , el CO a  $CO_2$  y el  $H_2$  a  $H_2O$ .

El S-H2 es un incinerador en el cual los combustibles son: gas sulfhídrico ( $H_2S$ ) de la piscina de azufre, gas de cola proveniente del proceso de recuperación de azufre ( $H_2S$ ), y amoníaco ( $NH_3$ ) de la unidad de aguas amargas Z1; por esta razón el  $SO_2$  está fuera de los límites permisibles y no se puede tomar acciones de control operativo por cuanto la función de este equipo es precisamente incinerar los gases ácidos.

Hay 2 plantas de recuperación de azufre SRU, pero la de mayor capacidad, diseñada para recuperar 50 t/día, está fuera de servicio desde hace años, mientras que la otra no tiene capacidad suficiente para recuperar todo el azufre extraído al crudo. Este problema se ha visto agravado como consecuencia de la reciente exigencia gubernamental en relación con la necesidad de reducir el contenido de azufre en los combustibles, exigencia que está completamente desalineada con la actual situación de la planta.

Todo este azufre que no es posible recuperar es emitido a la atmosfera a través de antorchas y chimeneas. Se estima que se queman en la antorcha, con la refinería a plena carga, 1.800 kg/h de gas ácido que equivalen aproximadamente a 15-16 t azufre/día.

Según la ficha del INSHT DIÓXIDO DE AZUFRE (**DOCUMENTACIÓN TOXICOLÓGICA PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL LÍMITE DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL DEL DIÓXIDO DE AZUFRE**)

DLEP 86\_2014

VLA-ED®\_0,5 ppm (1,32 mg/m<sup>3</sup>)

VLA-EC®\_1 ppm (2,64 mg/m<sup>3</sup>)

El dióxido de azufre es un gas irritante y tóxico. Afecta sobre todo las mucosidades y los pulmones provocando ataques de tos. Si bien éste es absorbido principalmente por el sistema nasal, la exposición de altas concentraciones por cortos períodos de tiempo puede irritar el tracto respiratorio, causar bronquitis y congestionar los conductos bronquiales de los asmáticos. La concentración máxima permitida en los lugares de trabajo es de 2 ppm, mientras que a valores superiores a 100 ppm (262mg/m<sup>3</sup>) es letal.

El dióxido de azufre es el principal causante de la lluvia ácida ya que en la atmósfera es transformado en ácido sulfúrico.

Según el INFORME AMBIENTAL ANUAL 2016 presentado por EP PETROECUADOR



Tabla 15. Resultados emisiones atmosféricas 2016

Cuadro N° 14. Resultados de emisiones atmosféricas

UNIDAD OPERATIVA	Punto /Código	Días al año	Volumen Promedio (m³/s)	MP (mg/m³)	SO <sub>2</sub> (mg/m³)	NO <sub>x</sub> (mg/m³)	CO (mg/m³)	COV (mg/m³)	HAP (mg/m³)
<b>LÍMITES PERMISIBLES FUEL OIL</b>				<b>150</b>	<b>1650</b>	<b>700, 500*</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>0,1</b>
NO CATALITICAS 1	C-H1 (A)	35	15,21	109,0	1335,6	278,0	0,4	<0,03	<0,01
	C-H1 (B)	35	16,47	108,0	1360,8	285,2	0,4	<0,03	<0,01
	C-H1 (A-B) / V-H1	322	17,9	74,0	1546,0	278,3	8,2	<0,03	<0,01
	V-H1	35	22,04	105,0	1235,8	202,0	5,0	<0,03	<0,01
	TV-H1	357	19,75	90,0	830,8	177,0	30,5	<0,03	<0,01
NO CATALITICAS 2	C-H2/VL-H1	357	21,76	87,8	2053,7	321,1	21,8	<0,03	<0,01
	TV1-H1	280	34,61	87,5	973,7	192,3	7,5	<0,03	<0,01
CATALITICAS 1	F-E21	217	17,17	62,0	1503,5	181,2	17,2	<0,03	<0,01
	Salida de gases del FV-3	105	17,17	101,0	578,3	274,3	205,7	<0,03	<0,01
CATALITICAS 2	P1-H01	336	18,66	92,8	808,3	232,5	18,2	<0,03	<0,01
	P1-H02	336	20,93	81,8	607,8	213,6	11,5	<0,03	<0,01
	P2-H01/H02/H03 (A)	336	25,47	88,5	1014,5	209,9	8,2	<0,03	<0,01
	P2-H01/H02/H03 (B)	336	25,32	98,5	1043,4	211,8	8,5	<0,03	<0,01
	P2-H04	336	18,07	88,3	798,4	177,8	13,6	<0,03	<0,01
CATALITICAS 3	D-H01	336	16,33	75,5	1516,7	195,5	11,6	<0,03	<0,01
UTILIDADES	Y-H2501	364	29,67	93,3	712,8	164,4	753,7	<0,03	<0,01
	Y-B7002 / Y-B7003	252	19,71	79,0	2318,4	476,8	32,3	<0,03	<0,01
	Y-B7004	287	20,03	97,7	2338,0	393,8	97,0	<0,03	<0,01
	Y-B7005	252	20,63	74,0	2334,5	467,0	31,6	<0,03	<0,01
<b>LÍMITES PERMISIBLES INCINERADOR</b>				<b>70</b>	<b>57</b>	<b>796</b>	<b>196</b>	<b>2</b>	<b>0,1</b>
CATALITICAS 3	S-HE2	294	ND	55,6	42120,4	1177,8	125,2	<0,03	<0,01

500\* = Límite máximo permisible para fuentes que ingresan después del 2003

ND= No determinado

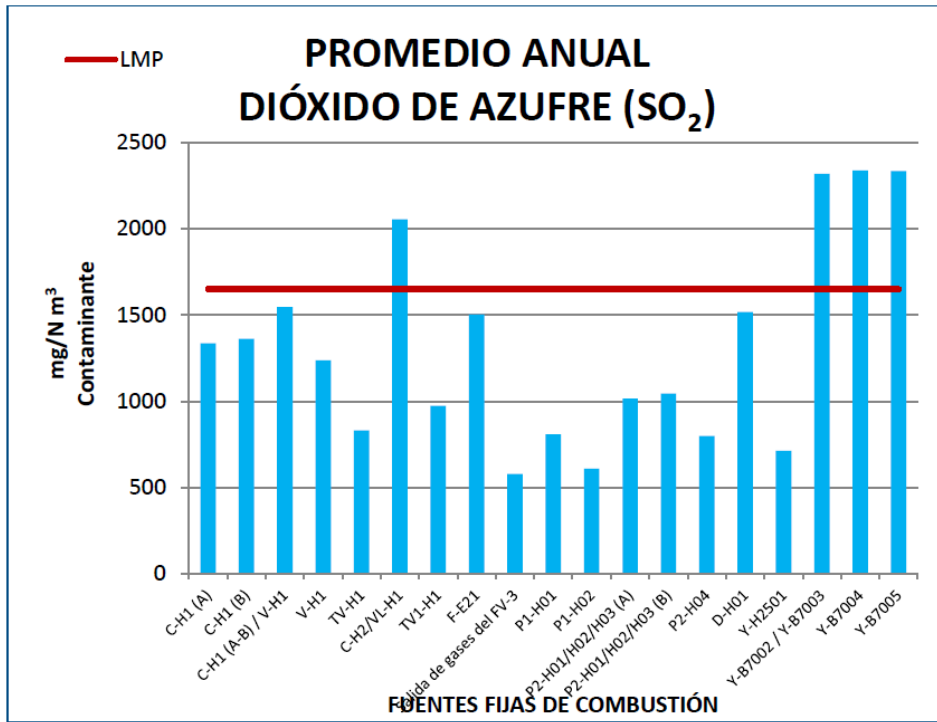
Gráfico N° 6. *Promedio anual dióxido de azufre*

Figura 6: Promedio anual de emisiones de Dióxido de azufre

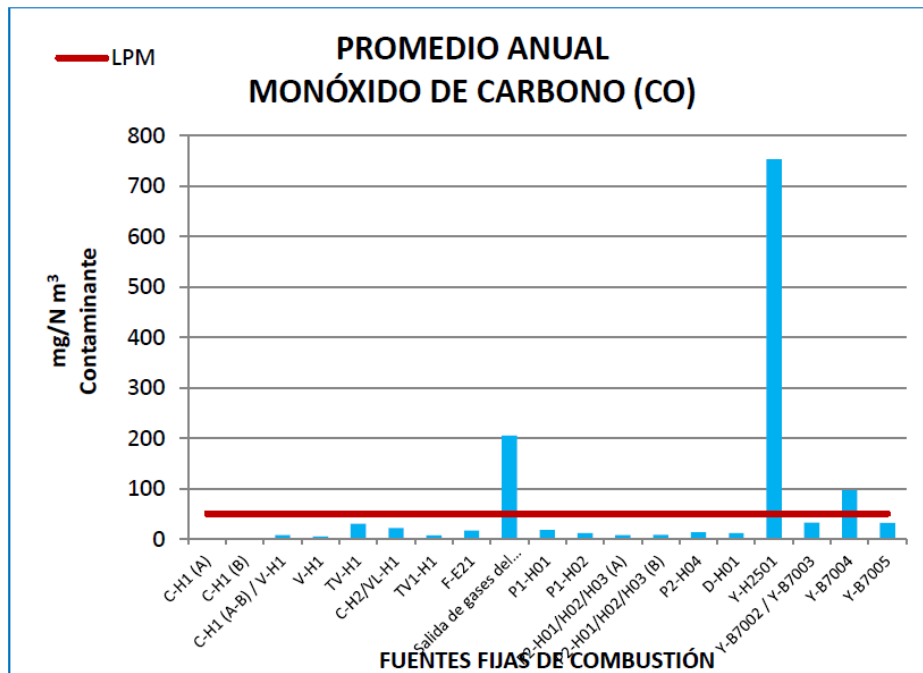
Gráfico N° 8. *Promedio anual Monóxido de Carbono*

Figura 7: Promedio anual de emisiones de monóxido de carbono

## Calidad del Aire Ambiente

*El Laboratorio ENVIRONMENTAL SERVICES GRUNTEC realizó el monitoreo de Calidad de Aire Ambiente en cinco lugares identificados como:*

*PTC-1612113-AIR001 COLEGIO LUIS TELLO*

*PTC-1612113-AIR002 BARRIO TENNIS CLUB LA PROPICIA*

*PTC-1612113-AIR003BARRIO LA VICTORIA*

*PTC-1612113-AIR004PLANTA DE DESMINERALIZACIÓN*

*PTC-1612113-AIR005BARRIO BRISAS DEL MAR ALTO*

*Los valores obtenidos en el presente monitoreo comparados con los límites máximos permitidos SEGÚN AM 097, evidencian el cumplimiento de los parámetros en los cinco puntos monitoreados para PM10, PM2.5, CO, NOx, SO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>; excepto el parámetro SO<sub>2</sub> realizada cada minuto durante un periodo de 10 minutos en el punto de monitoreo del Colegio Luis Tello, que supera el límite máximo permisible de concentración, ya que los vientos predominantes en sentido noreste definieron una pluma de emisiones contaminantes debido a que la planta Recuperadora de Azufre se encuentra fuera de servicio.*

Por tanto, y en función de la dirección del viento, esta alta contaminación afecta a la población que vive cerca de REE.

Según el AM 097-A, el Limite máx. permitido para SO<sub>2</sub> promedio año 60 µg/m<sup>3</sup>, y en 24 h 125 µg/m<sup>3</sup>

## HUELLA DE CARBONO

El 26 de julio de 2016, la República de Ecuador suscribió el Acuerdo de París bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, que reemplaza al Protocolo de Kioto. Según la Convención de las Naciones Unidas sobre el clima, Ecuador es responsable del 0,15% de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEIs) a escala mundial.

La República de Ecuador, mediante la firma del Acuerdo N° 95 - Estrategia Nacional de Cambio Climático 2012-2025 define la Estrategia Nacional de Cambio Climático, que es un instrumento intersectorial que tiene por función orientar la acción concertada, ordenada y planificada en tema de adaptación y mitigación del cambio climático en Ecuador.

Este acuerdo está implementado por la siguiente legislación:

- Decreto N° 1.815 - Declara como política de Estado la adaptación y mitigación al cambio climático.
- Acuerdo N° 248 - Lineamientos del Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC).
- Acuerdo N° 33 - Plan Estratégico del Ministerio del Ambiente.
- Acuerdo N° 33 - Normas que regulan la implementación del Mecanismo REDD+.
- Acuerdo N° 141 - Crea la Autoridad Nacional Ambiental para Carbono Neutral.

➤ Acuerdo N° 264 – de Reconocimiento Ambiental para Carbono Neutral.

El Organismo Internacional de Cambio Climático también denominado Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), es un organismo independiente de la UNFCCC, pero ésta lo reconoce como asesor científico. Se estableció en el año de 1988 por medio de la organización Meteorológica Mundial (WMO) y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP). Este organismo conformado por científicos se ha encargado de llevar negociaciones del mercado de emisiones de GEI, discusiones y métodos de levantamiento de inventarios y otros temas relacionados. Por decisión de la Conferencia de las Partes de la UNFCCC, los Países en Desarrollo deben utilizar la metodología elaborada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) para poder ser aceptada esta información como oficial.

Internacionalmente, se usa como estándar de referencia la norma ISO 14.067:2018 sobre el cálculo y gestión de la huella de carbono, es también un estándar internacional reconocido para la reducción de los gases de efecto invernadero y la huella de carbono. También se usan como estándares internacionales PAS 2050:2011 o GHG Protocol.

Como norma Internacional de referencia utilizada es la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre las emisiones industriales procedentes del refino de petróleo y de gas.

Existen 3 fuentes principales de emisión directa de GEI en una refinería:

- Las emisiones producidas por el combustible quemado en los diferentes equipos, incluidas las emisiones de antorcha.
- Emisiones procedentes de la regeneración catalítica (FCC y otros procesos catalíticos).
- Emisiones Fugitivas.

Con el criterio del cálculo de la huella de carbono se busca cuantificar el impacto de la instalación en su estado actual y, posteriormente, reducir los niveles de emisión de GEI en las alternativas de mejora propuestas. Para ello, se miden las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros Gases de Efecto Invernadero (GEI) que son liberadas a la atmósfera como parte de la actividad de la instalación.

Este análisis de huella de carbono proporciona como resultado un dato que puede ser utilizado como indicador ambiental global de la actividad que desarrolla la REE. La huella de carbono se configura, así como punto de referencia básico para el inicio de actuaciones de reducción de consumo de energía y para la utilización de recursos y materiales con mejor comportamiento ambiental.

El cálculo de la huella de carbono consiste en aplicar la siguiente fórmula:

$\text{Huella de carbono (t CO}_{2\text{-eq}}) = \text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión}$
--

Donde:

- Dato de actividad: el parámetro que define la actividad y que se encuentra referido al factor de emisión (por ejemplo: t de fuel-oil consumido en el proceso).
- Factor de emisión: cantidad de CO<sub>2</sub> emitido por cada unidad del parámetro “dato de actividad”.

- La unidad utilizada para exponer los resultados (t CO<sub>2</sub>-eq) representa la tonelada equivalente de CO<sub>2</sub>, unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento global (PCG) de cada uno de los GEI.

Para simplificar el cálculo y teniendo en cuenta, en este tipo de instalación, que una alta proporción de la huella de carbono proviene del consumo de combustible, se ha de considerar como dato de actividad el consumo de combustible de la instalación (Fuel-oleo).

Para el cálculo del consumo de energía de REE se han utilizado tablas de consumo de energía y fuel por tipo de unidad publicados por la EPA y OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY (Energy Use in Petroleum Refineries, V.O. Haynes, 1976).

A partir de las capacidades de las unidades se ha calculado el consumo de fuel de cada unidad, obteniendo un consumo TOTAL de FUEL-OIL en REE de 689.028,6 Kg por día.

Por otro lado, hay que establecer el factor de emisión tomando como datos los publicados en "Inventario nacional de *Factor de emisión de CO<sub>2</sub> del sistema nacional Interconectado del Ecuador*" y que, a su vez, el factor de emisión por cada tipo de combustible se obtiene de la "Tabla 1.4 del Capítulo 1 de las *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC 2006*", utilizándose el límite inferior del intervalo al 95% de confianza

Tabla 16: Factores de emisión en función del combustible usado Fuente: Inventario Nacional de Emisiones de gases de efecto invernadero 1990-2016 España

COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN (KG CO <sub>2</sub> /GJPCI) <sup>4</sup>	PCI (GJ/T)
Hulla y antracita	98,3	26,7
Carbón coquizable	94,6	28,2
Carbón de importación	101,0	24,2
Carbón nacional	99,4	22,4
Coque	107,0	28,2
Coque de petróleo	97,5	32,5
Coque metalúrgico	107,0	28,2
Fuelóleo	77,4	40,4
Gasóleo	74,1	43,0
Gas natural <sup>1,2</sup>	56,4	48,0
GLP genérico	63,1	47,3
Gas de refinería	57,6	49,5
Neumáticos <sup>3</sup>	60,4	31,6
Aceites usados	73,3	40,2
Disolventes	85,1	33,3

Con estos datos se obtiene una huella de carbono de REE por su consumo de Fueloil

$$689,1 \text{ t} \times 365 \times 77,4 \text{ kg CO}_2/\text{GJ}_{\text{PCI}} \times 40,4 \text{ GJ/t} = 786.497,6 \text{ t CO}_2\text{-eq}$$

Es decir: 0,14 t CO<sub>2</sub>-eq / t crudo

Como instalación de referencia se toma la refinería de Castellón de BP Oil España. Los datos de dicha refinería son publicados en la página web del *Registro Estatal de Emisiones y fuentes Contaminantes del Ministerio para la Transición Ecológica de España*:

[http://www.prtr-es.es/informes/fichacomplejo.aspx?Id\\_Complejo=607](http://www.prtr-es.es/informes/fichacomplejo.aspx?Id_Complejo=607)

*Tabla 17: Comparación Emisiones verificadas de GEI Instalación BP Oil España y REE*

GEI	EMISIONES VERIFICADAS REFINERÍA DE CASTELLÓN 2017 KG/AÑO	EMISIONES VERIFICADAS REE 2010 KG/AÑO
CO <sub>2</sub>	1.015.671.000	2.286.285.000
CH <sub>4</sub>	16.882	
NOX	1.100.595	4.005.000
SO <sub>2</sub>	1.911.449	44.168.000
CFC	163	

Los datos de la REE provienen de Solís García, Hugo Fernando/Carrillo Valdivieso, Patricio Fernando. Inventario de emisiones gaseosas en la refinería estatal de Esmeraldas. QUITO/UCE/2010. INGENIERÍA QUÍMICA, habiendo sido imposible obtener datos más actualizados.

"Índice de Complejidad" (IC), caracteriza a cada refinería y permite hacer comparaciones entre ellas. Este parámetro determina el nivel de complejidad de una refinería basándose en la Capacidad de Destilación Equivalente (EDC) de la misma.

El IC de la refinería de Castellón es de 10 según datos facilitados por BP. Fuente: *BP Financial and Operating Information 2013-2017*

Para la REE se ha obtenido un IC de 7,09 (*Fuente propia*), tal como se presenta en el documento E1 - Informe detallado de la evaluación técnica – operacional



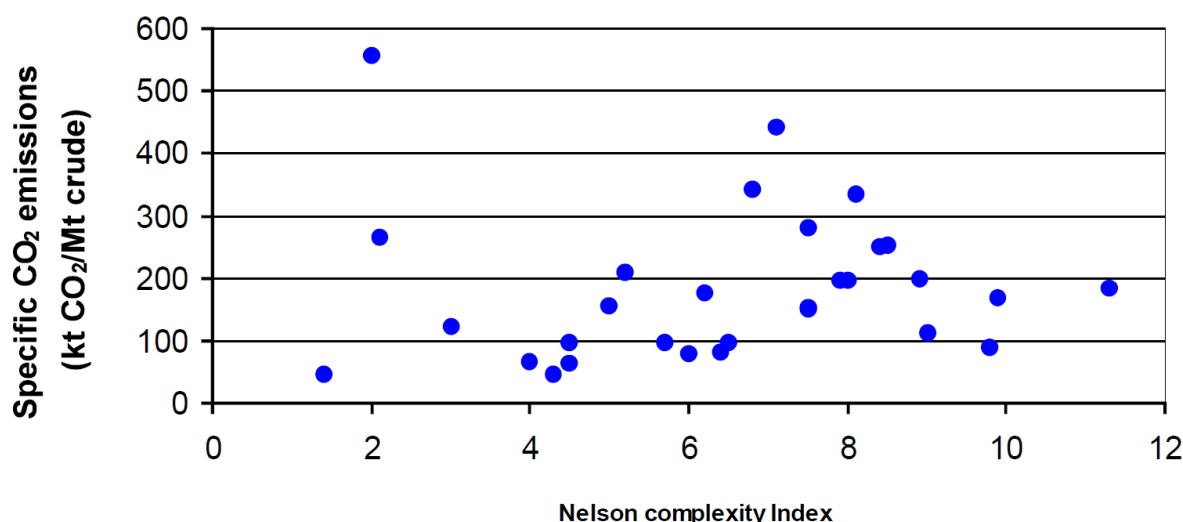


Figura 8: Emisiones de CO<sub>2</sub> en Función del Índice de Complejidad de Nelson de las refinerías europeas. Fuente: BREF refinería Comisión Europea 2013

Con esta comparativa, y tomando como dato las emisiones verificadas, se determina que la Huella de Carbono de REE es mucho mayor que la que correspondería a una Refinería de su capacidad y complejidad por un uso poco eficiente de la energía.

Según el Primer Informe Bienal de Actualización del Ecuador. Ministerio del Ambiente del Ecuador (2016). En el sector del petróleo, la categoría “Quema de combustible” es la principal emisora de GEI del sector. Para el año 2010, las emisiones fueron de 35 083,47 Gg CO<sub>2</sub>-eq, que representan el 97,21% dentro del sector.

Para contribuir a la reducción de gases efecto invernadero (GEIs) hay cuatro pilares básicos:

- Uso de biocombustibles
- Eficiencia energética
- Captura de carbono
- Combustibles más eficientes y limpios como el gas natural.

EP PETROECUADOR debió incluir en la etapa de diseño o al considerar mejoras importantes de modernización de las fuentes de combustión estacionarias (es decir, calderas de generación de vapor, calentadores de proceso, calor y energía combinados), actualizar los sistemas así como instalar unidades de recuperación de energía/calor residual para minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero.

El objetivo general debe ser reducir las emisiones de GEI y evaluar las opciones rentables para reducir las emisiones que son técnicamente viables teniendo como referencia “Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for Petroleum Refineries” (2005).

<http://repositories.cdlib.org/cgi/viewcontent.cgi?article=3856&context=lbni>; y en U.S. EPA, “Available and Emerging Technologies for Reducing Greenhouse Gas Emissions from the Petroleum Refining Industry” (2010).

El Reconocimiento Ecuatoriano Ambiental Carbono Neutral promueve actividades de reducción y compensación de emisiones de gases efecto invernadero. El Gobierno Ecuatoriano a través del Ministerio del Ambiente, impulsa el desarrollo de energías renovables y la transformación de la matriz productiva y energética. Además, tiene una serie de incentivos sociales, ambientales y tributarios a considerar.

### 6.3 CONDICIONES DEL AGUA DE DESCARGA. CONTROL DE VERTIDOS

Según el Informe Técnico Mensual (Periodo: 01 al 30 de junio del 2018) “MONITOREO AMBIENTAL INTERNO DESCARGAS HÍDRICAS EN LA REFINERÍA ESMERALDAS”

En el punto de descarga de la Refinería Esmeraldas, cuatro parámetros; *pH*, *Sólidos Totales*, *Demanda Química de Oxígeno* y *Fenoles*, presentaron desviaciones.

El promedio mensual de *Fenoles* no cumple con el límite establecido en la Tabla 4a del Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE 1215). El resto de los parámetros y sus promedios mensuales cumplen con lo estipulado en la Tabla 4a del Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE 1215).

Hay un pico de 0.55 mg/l de fenoles el 23 de junio y otro de 2 mg/l el 19 de junio.

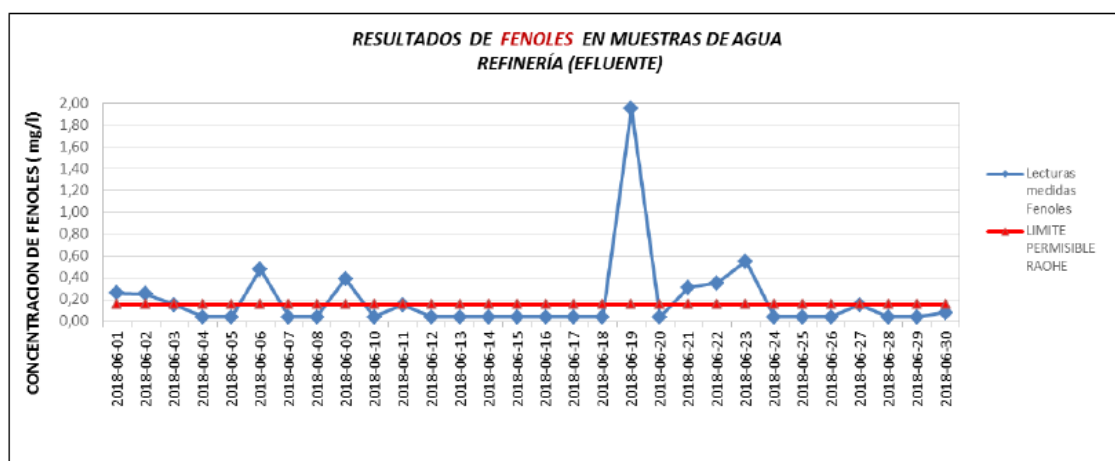


Figura 9: Concentración de Fenoles en muestras de vertidos de agua en la REE



Tabla 18: Valores de muestreo de agua descarga (jun-18)

NOMBRE DE LA EMPRESA	EP PETROECUADOR - GERENCIA DE REFINACIÓN -REFINERÍA ESMERALDAS										
PERÍODO / AÑO	JUNIO // 2018										
NOMBRE DEL LABORATORIO	LABORATORIO DE SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE LABSSA EP PETROECUADOR.									COORDENADAS ZONA GEOGRÁFICA: 17	
PUNTO DE MUESTREO	REFINERÍA DESCARGA. (RE)									0646454 E	0102352 N
PARAMETRO	pH	CE	ST	DQO	TPH	Ba	Cr	Pb	V	Nitrógeno Global	Fenoles
LÍMITE PERMISIBLE (RAOHE)	5<pH<9	< 2500	< 1700	< 120	< 20	< 5	< 0,5	< 0,5	< 1	< 20	< 0,15
PROMEDIO ANUAL	5<pH<9	<2000	<1500	<80	<15	<3	<0.4	<0.4	<0.8	<15	<0.10
UNIDAD		(µs/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
01-jun-18	7,34	1255	813	90	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	14,0	0,26
02-jun-18	6,94	1066	932	83	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	11,0	0,25
03-jun-18	8,15	1571	1880	<25	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	5,0	0,15
04-jun-18	7,78	1851	1450	<25	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	4,0	<0,05
05-jun-18	7,86	1659	1287	49	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	5,0	<0,05
06-jun-18	7,04	1232	859	121	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	9,0	0,48
07-jun-18	8,43	1960	1531	45	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	2,0	<0,05
08-jun-18	8,80	1419	1028	<25	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	9,0	<0,05
09-jun-18	6,72	1502	1022	100	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	11,0	0,39
10-jun-18	7,27	1170	1021	134	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	12,0	<0,05
11-jun-18	6,78	1254	1679	93	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	11,0	0,15
12-jun-18	6,98	1403	931	69	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	4,0	<0,05
13-jun-18	7,75	1862	1449	<25	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	6,0	<0,05
14-jun-18	7,72	1472	1057	61	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	4,0	<0,05
15-jun-18	8,10	1668	1273	<25	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	3,0	<0,05
16-jun-18	7,32	1609	1270	27	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	1,0	<0,05
17-jun-18	7,71	1524	1118	<25	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	2,0	<0,05
18-jun-18	8,72	1477	1104	<25	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	11,0	<0,05
19-jun-18	7,81	2252	1703	54	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	2,0	>1,2
20-jun-18	7,94	2001	1417	<25	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	5,0	<0,05
21-jun-18	8,25	1383	895	42	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	6,0	0,31
22-jun-18	7,24	1500	995	54	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	13,0	0,35
23-jun-18	6,99	1396	824	44	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	16,0	0,55
24-jun-18	7,14	1203	1047	84	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	10,0	<0,05
25-jun-18	7,26	1371	841	111	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	11,0	<0,05
26-jun-18	9,10	1403	1070	<25	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	1,0	<0,05
27-jun-18	7,19	1084	877	111	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	4,0	0,15
28-jun-18	6,14	2006	1200	<25	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	1,0	<0,05
29-jun-18	6,18	2038	1293	<25	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	2,0	<0,05
30-jun-18	6,15	1748	1297	<25	<18,5	<2,5	<0,15	<0,25	<0,5	2,0	0,08
PROMEDIO	7,49	1545	1172	53	13,08	1,77	0,11	0,18	0,35	6,6	0,15

Según el informe “MONITOREO AMBIENTAL INTERNO DESCARGAS HÍDRICAS EN LA REFINERÍA ESMERALDAS – TABLA 10 RAOHE” (Período: PRIMER TRIMESTRE 2018), los Resultados de análisis semestral Refinería Esmeraldas punto de descarga fueron:

Tabla 19: Valores medios de descargas hídricas primer trimestre (marzo-18)

NOMBRE DE LA EMPRESA		EPPETROECUADOR - REFINERIA ESMERALDAS										
PERÍODO / AÑO		MARZO // 2018										
NOMBRE DEL LABORATORIO		LABORATORIO DE SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE EP PETROECUADOR.										
PUNTO DE MUESTREO		DESCARGA REFINERÍA										
PARAMETRO		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	F <sup>-</sup>	Cd	Hg	Ni	Se	CN <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> S	DBO <sub>5</sub>	Fenoles
LÍMITE PERMISIBLE (RAOHE)		< 2500	< 1200	< 5,0	< 0,1	< 0,01	< 2,0	< 0,5	< 0,05	< 0,0002	< 40	< 0,15
CODIGO LABSSA	UNIDAD	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
A1803-051	05-mar-18	130	370	0,36	< 0,01	< 0,005	< 0,3	< 0,005	0,05	< 0,0002	48	2,3

En la descarga hídrica de la Refinería Esmeraldas, según los datos del monitoreo del primer trimestre del presente año 2018, se evalúa que:

1. El parámetro Cianuros (CN<sup>-</sup>) tiene un valor de 0,05 mg/l, el cual se está fuera del límite permisible (<0,05 mg/l) de la Tabla 10 del RAOHE 1215.
2. Con respecto al parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno ha superado el límite permisible establecido (< 40 mg/l), obteniendo un valor de 48 mg/l, el cual se encuentra fuera de lo establecido en la Tabla 10 del RAOHE 1215.
3. En el parámetro Fenoles, se obtiene un valor de 2,3 mg/l, el cual sobrepasa el límite permisible (<0,15 mg/l), establecido en la Tabla 10 del RAOHE 1215.

Durante la visita a REE, también se constata que existen problemas de derrames en zona de almacenamiento tanques de Jet-1. Estos problemas de derrame fueron documentados fotográficamente durante la visita realizada a REE.

La planta de tratamiento de efluentes líquidos está desbordada y recibiendo adicionalmente elevados caudales de agua con aceite emulsionado y elevado contenido de azufre, mientras que la planta de tratamiento de lodos está actualmente parada.



*Figura 10: Piscinas de residuos de planta de efluentes líquidos. Proceso de extracción de tierras contaminadas de hidrocarburos para su posterior traslado a las áreas de tratamientos de bioremediación.*



*Figura 11: Tierras contaminadas durante el tratamiento de bioremediación*

La REE consume 450 metros cúbicos de agua dulce por hora ( $\text{m}^3/\text{h}$ ), suministrada desde el río Esmeraldas, y produce un promedio de  $245 \text{ m}^3/\text{día}$  de aguas residuales, las que son descargadas al río Teaone.

Se está realizando una gran inversión y esfuerzo en la recuperación de suelos contaminados, tal como se refleja en las FIGURAS 10 y 11 aunque se debería, para que esta inversión fuera ambientalmente efectiva, trabajar en la reducción de las fuentes de contaminación del suelo y las aguas subterráneas. Desde mayo del 2017 a agosto de 2018, en Refinería Esmeraldas se logró la rehabilitación de una superficie total de  $6.708,42 \text{ m}^2$ , así como la remediación de  $79.535,15 \text{ m}^3$  de suelo, el cual es usado para la reconfiguración de áreas internas de Refinería.

Fuente: <https://www.eppetroecuador.ec/?p=6231> ,

*Tabla 20: Remediación por zonas operativas*

Área Operativa	m <sup>3</sup> de suelo remediado (enero – junio 2017)	m <sup>3</sup> de suelo remediado (julio – diciembre 2017)	# de lotes remediados por área operativa	*Valores en USD
Estación y Terminal Beaterio	1.673,39	691,38	12	57.713,11
El Salado	3.012,97	4.697,04	42	1.120.166,75
Esmeraldas	28.893,28	36.673,81	67	1.736.110,09
La Libertad	6.702,51	7.209,28	49	998.443,32
Santo Domingo	79,77	0,00	1	3.462,27
<b>TOTALES</b>	<b>40.361,92</b>	<b>49.271,51</b>	<b>171</b>	<b>3.915.895,53</b>

\*Datos de noviembre y diciembre referenciales

Fuente: Subgerencia de Seguridad, Salud y Ambiente. Informe de Gestión– Rendición de Cuentas 2017 EP PETROECUADOR

*Tabla 21: Límites de vertido (Ref. anexo 2 de RSRAOHE)*

PARÁMETRO	MEDIDA	UNIDAD	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	PROMEDIO ANUAL DESTINO DE DESCARGA
Potencial hidrógeno	pH	---	5 < pH < 9	5.0 < pH < 9.0 Todos
Conductividad eléctrica	CE	μS/cm	< 2500	< 2000 Continente
Hidrocarburos totales	TPH	mg/l	< 20	< 15 Continente
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/l	< 120	< 80 Continente
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/l	< 350	< 300 Mar abierto
Sólidos totales	ST	mg/l	< 1700	< 1500 Todos
Bario	Ba	mg/l	< 5	< 3 Todos
Cromo (total)	Cr	mg/l	< 0.5	< 0.4 Todos
Plomo	Pb	mg/l	< 0.5	< 0.4 Todos
Vanadio	V	mg/l	< 1	< 0.8 Todos
Nitrógeno (N orgánico, amoniacal y óxidos)	NH <sub>4</sub> -N	mg/l	< 20	< 15 Todos
Fenoles		mg/l	< 0.15	< 0.10 Todos





## 6.4 MEJORAS PROPUESTAS CON REPERCUSIONES AMBIENTALES

En este apartado se valoran las mejoras propuestas por otras especialidades desde el punto de vista ambiental.

Las mejores técnicas disponibles (MTD) conforme a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre las emisiones industriales procedentes del refino de petróleo y de gas, se presentan a continuación:

### ***Sistemas de gestión ambiental***

MTD 1. Con objeto de mejorar el desempeño ambiental general de las plantas de refino de petróleo, es MTD implantar y cumplir un sistema de gestión ambiental (SGA) que incorpore todas las características siguientes:

- compromiso de los órganos de dirección, incluida la dirección general
- definición de una política ambiental que promueva la mejora continua de las instalaciones por parte de los órganos de dirección
- planificación y establecimiento de los procedimientos, objetivos y metas necesarios, junto con la planificación financiera y las inversiones
- aplicación de los procedimientos con especial atención a:
  - la organización y la asignación de responsabilidades
  - la formación, la concienciación y las competencias profesionales
  - la comunicación
  - la participación de los empleados
  - la documentación
  - el control eficaz de los procesos
  - los programas de mantenimiento
  - la preparación para las emergencias y la capacidad de reacción
  - la garantía del cumplimiento de la legislación ambiental
- comprobación del comportamiento y adopción de medidas correctoras, haciendo especial hincapié en lo siguiente:
  - el seguimiento y la medición (véase los principios generales de monitorización)
  - las medidas correctivas y preventivas
  - el mantenimiento de registros
  - la auditoría interna independiente (si es posible) y externa, dirigida a determinar si el SGA se ajusta o no a las disposiciones previstas, y si se ha aplicado y mantenido correctamente



- revisión del SGA por parte de la dirección general para comprobar que siga siendo conveniente, adecuado y eficaz
- seguimiento del desarrollo de nuevas tecnologías más limpias
- análisis, tanto en la fase de diseño de una planta nueva como durante toda su vida útil, de las repercusiones medioambientales que podría acarrear el cierre de la instalación
- realización periódica de evaluaciones comparativas con el resto del sector

### **Eficiencia energética**

MTD 2. Con objeto de realizar un uso eficiente de la energía, es MTD utilizar una combinación adecuada de las técnicas que figuran a continuación.

#### **Técnicas de diseño**

Análisis pinch	Método basado en el cálculo sistemático de objetivos termodinámicos para minimizar el consumo energético de los procesos. Es un instrumento de evaluación del diseño de sistemas completos.
Integración térmica	La integración térmica de los sistemas del proceso garantiza que una proporción sustancial del calor necesario para diversos procesos se obtiene del intercambio de calor entre corrientes que deben calentarse y corrientes que deben enfriarse.
Recuperación de energía y calor	Uso de dispositivos de recuperación de la energía como, por ejemplo: calderas de calor residual, expansores /recuperación de energía en la unidad FCC uso de calor residual para la calefacción de la zona

#### **Técnicas de control y mantenimiento del proceso**

Optimización del proceso	Combustión controlada automatizada para reducir el consumo de combustible por tonelada de carga procesada, a menudo combinada con la integración térmica para mejorar la eficiencia del horno.
Gestión y reducción del consumo de vapor	Inspección sistemática de los sistemas de válvulas de drenaje para reducir el consumo de vapor y optimizar su uso
Uso de pruebas comparativas de consumo de energía	Participación en actividades de clasificación y pruebas comparativas para lograr la mejora continua mediante el aprendizaje de las mejores prácticas.

#### **Técnicas de producción eficientes en el uso de la energía**

Producción combinada de calor y electricidad	Sistema diseñado para la coproducción (o cogeneración) de calor (por ejemplo, vapor) y electricidad a partir del mismo combustible.
Ciclo combinado de gasificación integral (IGCC)	Técnica cuya finalidad es producir vapor, hidrógeno (opcional) y electricidad a partir de diversos tipos de combustibles (por ejemplo, fuelóleo pesado o coque) con una elevada eficiencia de conversión.

### **Almacenamiento y manipulación de materiales sólidos**

MTD 3. Con objeto de evitar o, cuando ello no sea posible, reducir las emisiones de partículas derivadas del almacenamiento y la manipulación de materiales pulverulentos, es MTD utilizar una o varias de las técnicas descritas a continuación:

- almacenamiento de materiales pulverulentos a granel en silos cerrados dotados de un sistema de reducción de partículas (por ejemplo, un filtro de mangas);
- almacenamiento de materiales finos en contenedores cerrados o sacos sellados;
- mantener los montones de materiales pulverulentos gruesos mojados, estabilizar su superficie con productos formadores de costra o almacenarlos a cubierto;
- utilizar vehículos limpiadores de carreteras.

### **Monitorización de las emisiones atmosféricas y parámetros fundamentales del proceso**

MTD 4. Es MTD vigilar las emisiones atmosféricas utilizando las técnicas de control al menos con la frecuencia mínima que se indica a continuación y en conformidad con las normas EN. Si no hay normas EN, es MTD aplicar las normas ISO u otras normas nacionales o internacionales que garanticen la obtención de datos de calidad científica equivalente.

*Tabla 22: Parámetros fundamentales a monitorizar*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	FRECUENCIA MÍNIMA	TÉCNICA DE MONITORIZACIÓN
Emisiones de SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> y partículas	Craqueo catalítico	Continua (1) (2)	Medición directa
	Unidades de combustión ≥ 100 MW (3) y unidades de calcinación	Continua (1) (2)	Medición directa (4)
	Unidades de combustión de 50 a 100 MW (3)	Continua (1) (2)	Medición directa o monitorización indirecta
	Unidades de combustión < 50 MW (3)	Una vez al año y después de un cambio importante del combustible (5)	Medición directa o monitorización indirecta
	Unidades de recuperación de azufre (SRU)	Continua solo para SO <sub>2</sub>	Medición directa o monitorización indirecta (6)
Emisiones de NH <sub>3</sub>	Todas las unidades equipadas con SCR o SNCR	Continua	Medición directa
Emisiones de CO	Craqueo catalítico y unidades de combustión ≥ 100 MW (3)	Continua	Medición directa
	Otras unidades combustión	Una vez cada 6 meses (5)	Medición directa
Emisiones de metales: Níquel (Ni), Antimonio (Sb) (7), Vanadio (V)	Craqueo catalítico	Una vez cada 6 meses y después de cambios importantes de la unidad (5)	Medición directa o análisis basados en el contenido de metales de los finos del catalizador y del combustible
	Unidades de combustión (8)		
Emisiones de dioxinas/ furanos policlorados (PCDD/F)	Reformador catalítico	Una vez al año o una vez por cada regeneración, lo que tarde más tiempo	Medición directa

#### NOTAS TABLA 22

1. La medición continua de las emisiones de  $\text{SO}_2$  puede sustituirse por cálculos basados en mediciones del contenido de azufre del combustible o de la carga, siempre que pueda demostrarse que esto conduce a un nivel de exactitud equivalente.
2. En relación con los SOX, solo el  $\text{SO}_2$  se mide continuamente, mientras que el  $\text{SO}_3$  se mide a intervalos periódicos (por ejemplo, durante la calibración del sistema de monitorización del  $\text{SO}_2$ ).
3. Se refiere a la aportación térmica total de todas las unidades de combustión conectadas a la chimenea por la que se expulsan las emisiones.
4. O monitorización indirecta del SOX.
5. Las frecuencias de monitorización pueden adaptarse si, después de un período de un año, las series de datos demuestran con claridad una estabilidad suficiente.
6. Las emisiones de  $\text{SO}_2$  de la SRU pueden sustituirse por un balance de material continuo o por la monitorización de otro parámetro relevante del proceso, siempre que las mediciones apropiadas de eficiencia de la SRU se basen en pruebas regulares (por ejemplo, una vez cada dos años) del rendimiento de la planta.
7. El antimonio (Sb) se controla solo en las unidades de craqueo catalítico en las cuales se utilizan inyecciones de Sb en el proceso (por ejemplo, para la pasivación de metales).
8. Con excepción de las unidades de combustión que queman solo combustibles gaseosos.

MTD 5. Es MTD monitorizar los parámetros del proceso relevantes vinculados con las emisiones contaminantes en las unidades de craqueo catalítico y de combustión utilizando técnicas apropiadas y al menos con las frecuencias indicadas a continuación.

*Tabla 23: Frecuencia de monitorización de parámetros de proceso*

Descripción	Frecuencia mínima
Monitorización de parámetros vinculados con emisiones contaminantes; por ejemplo, contenido de $\text{O}_2$ en el gas de salida o contenido de N y S en el combustible o en la carga (1)	Continuamente para el contenido de $\text{O}_2$ .  Para el contenido de N y S, periódicamente, a una frecuencia basada en cambios importantes en el combustible o la carga

#### NOTA TABLA 23

1. La monitorización de N y S en el combustible o en la carga puede no ser necesaria cuando se hacen mediciones en continuo de emisiones de  $\text{NO}_x$  y  $\text{SO}_2$  en la chimenea.

MTD 6. Es MTD monitorizar las emisiones difusas de COV de toda la instalación utilizando todas las técnicas recogidas a continuación.

- Métodos de aspiración asociados con curvas de correlación para los equipos principales.
- Técnicas de imagen óptica para gases.
- Cálculos de emisiones crónicas basados en factores de emisiones (por ejemplo, una vez cada dos años) validados regularmente por mediciones.

Tanto la detección y cuantificación de emisiones de la planta mediante campañas periódicas con técnicas basadas en la absorción óptica, como la detección por absorción luminosa diferencial (DIAL) o el flujo de ocultación solar (SOF), son métodos complementarios útiles.

### **Operación de sistemas de tratamiento de gases residuales**

MTD 7. Con objeto de evitar o reducir las emisiones atmosféricas, es MTD operar las unidades de eliminación de gas ácido, las unidades de recuperación de azufre y todos los sistemas de tratamiento de gases residuales con una elevada disponibilidad y a su capacidad óptima.

Pueden definirse procedimientos especiales para condiciones operativas distintas de las normales, en particular:

- durante las operaciones de puesta en marcha y parada;
- en otras circunstancias que podrían afectar al correcto funcionamiento de los sistemas (por ejemplo, labores de mantenimiento normales y extraordinarias y operaciones de limpieza de las unidades y/o de los sistemas de tratamiento de gases residuales);
- en caso de corriente de gas residual o de temperatura insuficiente que impida la utilización del sistema de tratamiento a pleno rendimiento.

MTD 8. Con objeto de evitar o reducir las emisiones atmosféricas de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) cuando se utilizan técnicas de reducción catalítica selectiva (SCR) o reducción selectiva no catalítica (SNCR), es MTD mantener condiciones operativas adecuadas en los sistemas de tratamiento de los gases residuales de SCR o SNCR, con el fin de limitar las emisiones de  $\text{NH}_3$  no reaccionado.

MTD 9. Con objeto de evitar y reducir las emisiones atmosféricas en la unidad de arrastre con vapor con agua ácida, es MTD conducir los gases ácidos que salen de esta unidad a una SRU o a un sistema de tratamiento de gases equivalente.

Incinerar directamente los gases del arrastre con vapor de agua ácida **NO** es MTD.

### **Monitorización de las emisiones al agua**

MTD 10. Con objeto de monitorizar las emisiones al agua es MTD utilizar técnicas de control al menos con la frecuencia mínima que se indica en el cuadro 3) y en conformidad con las normas EN. Si no hay normas EN, es MTD aplicar las normas ISO u otras normas nacionales o internacionales que garanticen la obtención de datos de calidad científica equivalente.

### **Emisiones al agua**

MTD 11. Con objeto de reducir el consumo de agua y el volumen de agua contaminada, es MTD utilizar todas las técnicas indicadas a continuación.

*Tabla 24: Técnicas de reducción del consumo de agua*

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN	APLICABILIDAD
Integración de las corrientes de agua	Reducción del agua del proceso producida al nivel de unidad antes del vertido mediante la reutilización interna de las corrientes de agua procedentes, por ejemplo, de la refrigeración o los condensados, en especial para su uso en la desalación del crudo.	Aplicable con carácter general para unidades nuevas. En el caso de unidades existentes, la aplicabilidad puede exigir la reconstrucción completa de la unidad o de la instalación.

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN	APLICABILIDAD
Sistema de agua y drenaje para la segregación de las corrientes de agua contaminada	Diseño de un emplazamiento industrial para optimizar la gestión del agua en la que cada corriente recibe el tratamiento apropiado mediante, por ejemplo, la conducción del agua ácida generada (de la destilación, el craqueo, las unidades de coquización, etc.) a un pretratamiento apropiado, como una unidad de separación.	Aplicable con carácter general para unidades nuevas. En el caso de unidades existentes, la aplicabilidad puede exigir la reconstrucción completa de la unidad o de la instalación.
Segregación de corrientes de agua no contaminada (por ejemplo, refrigeración en una sola pasada, agua de lluvia)	Diseño de un emplazamiento con el fin de evitar el envío de agua no contaminada al sistema general de tratamiento de aguas residuales y de crear un punto de vertido separado después de la posible reutilización de este tipo de corrientes.	Aplicable con carácter general para unidades nuevas. En el caso de unidades existentes, la aplicabilidad puede exigir la reconstrucción completa de la unidad o de la instalación.
Prevención de vertidos y fugas	Prácticas que incluyen la utilización de procedimientos especiales y/o equipos provisionales para mantener el comportamiento cuando es necesario para tratar circunstancias especiales, como vertidos, pérdida de contención, etc.	Aplicable con carácter general.

MTD 12. Con objeto de reducir la carga contaminante de las aguas residuales vertidas a la masa de agua receptora, es MTD retirar las sustancias contaminantes insolubles y solubles aplicando todas las técnicas descritas a continuación.

*Tabla 25: Técnicas de tratamiento de aguas residuales*

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN	APLICABILIDAD
Eliminación de sustancias insolubles recuperando los hidrocarburos	Tratamiento de aguas residuales	Aplicable con carácter general.
Eliminación de sustancias insolubles recuperando los sólidos en suspensión y los hidrocarburos dispersados	Tratamiento de aguas residuales	Aplicable con carácter general.
Eliminación de sustancias solubles mediante tratamiento biológico y clarificación	Tratamiento de aguas residuales	Aplicable con carácter general.

Niveles de emisión asociados a las MTD: véase el cuadro 3.

MTD 13. Cuando es necesario eliminar más sustancias orgánicas o nitrógeno, es MTD aplicar la etapa de tratamiento complementario de aguas residuales.

*Tabla 26: Niveles de emisión asociados a las MTD para el vertido directo de aguas residuales desde la refinería de petróleo y gas y frecuencias de control correspondientes asociadas con las MTD (1)*

PARÁMETRO	UNIDAD	NEA-MTD (MEDIA ANUAL)	FRECUENCIA DE MONITORIZACIÓN (2) Y MÉTODO ANALÍTICO (ESTÁNDAR)
Índice de hidrocarburos (IH)	mg/l	0,1 – 2,5	Diaria EN 9377- 2 (3)
Total, de sólidos en suspensión (TSS)	mg/l	5 – 25	Diaria
Demanda química de oxígeno (DQO) (4)	mg/l	30 – 125	Diaria
DBO5	mg/l	Ningún NEA-MTD	Semanal
Nitrógeno total (5), expresado como N	mg/l	1 – 25 (6)	Diaria
Plomo, expresado como Pb	mg/l	0,005 – 0,030	Trimestral
Cadmio, expresado como Cd	mg/l	0,002 – 0,008	Trimestral
Níquel, expresado como Ni	mg/l	0,005 – 0,100	Trimestral
Mercurio, expresado como Hg	mg/l	0,0001 – 0,001	Trimestral
Vanadio	mg/l	Ningún NEA-MTD	Trimestral
Índice fenólico	mg/l	Ningún NEA-MTD	Mensual EN 14402
Benceno, tolueno, etilbenceno, xileno (BTEX)	mg/l	Benceno: 0,001 – 0,050 Ningún NEA-MTD para T, E, X	Mensual

**NOTAS TABLA 26**

1. No todos los parámetros y frecuencias de muestreo son aplicables a los efluentes de refinerías de gas.
2. Para una muestra compuesta proporcional al caudal obtenida durante un período de 24 horas o, si se demuestra que el caudal tiene una estabilidad suficiente, para una muestra proporcional al tiempo.
3. El cambio del método actual a EN 9377-2 puede exigir un período de adaptación.
4. Si se dispone de correlación en la planta, la DQO puede sustituirse por el COT. La correlación entre DQO y COT debe determinarse caso por caso. La monitorización del COT es la opción preferida, pues no se basa en el empleo de compuestos muy tóxicos.
5. Siendo el nitrógeno total la suma del nitrógeno de Kjeldahl total (TKN), los nitratos y los nitritos.
6. En los casos en los que se utilice nitrificación/desnitrificación pueden alcanzarse niveles inferiores a 15 mg/l.

### **Generación y gestión de residuos**

MTD 14. Con objeto de evitar o, cuando esto no sea posible, reducir la generación de residuos, es MTD adoptar y aplicar un plan de gestión de residuos que garantice la preparación de los residuos para su reutilización, reciclado, recuperación o eliminación, por este orden de prioridad.

MTD 15. Con objeto de reducir la cantidad de lodos que deben tratarse o eliminarse, es MTD utilizar una o una combinación de las técnicas que se describen a continuación.

*Tabla 27: Técnicas de tratamiento de lodos*

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN	APLICABILIDAD
Pretratamiento de lodos	Antes del tratamiento final (por ejemplo, en un incinerador de lecho fluidificado), los lodos se deshidratan y/o desgrasan (por ejemplo, con decantadores centrífugos o con secadores de vapor) para reducir su volumen y recuperar el hidrocarburo desde el equipo de recuperación de lodos.	Aplicable con carácter general.
Reutilización de lodos en unidades de proceso	Determinados tipos de lodos (por ejemplo, los lodos oleosos) pueden procesarse en unidades (por ejemplo, coquización) como parte de la carga por su contenido en hidrocarburo.	La aplicabilidad se limita a los lodos que cumplan los requisitos necesarios para ser procesados en unidades con el tratamiento apropiado.

MTD 16. Con objeto de reducir la generación de residuos sólidos de catalizadores agotados, es MTD utilizar una o una combinación de las técnicas que se describen a continuación.

*Tabla 28: Técnicas contra la generación de residuos sólidos*

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
Gestión de catalizadores sólidos agotados	Manipulación programada y segura de los materiales utilizados como catalizadores (por ejemplo, por parte de contratistas) para su recuperación o reutilización en instalaciones ajenas a la planta. Estas operaciones dependen del tipo de catalizador y del proceso.
Eliminación de catalizador de la corriente de fondo de FCC a tanque	Los lodos de aceite decantados procedentes de unidades del proceso (por ejemplo, unidad FCC) pueden contener concentraciones sustanciales de finos de catalizador. Estos finos deben separarse antes de la reutilización del petróleo decantado como carga.

## Ruido

MTD 17. Con objeto de evitar o reducir el ruido, es MTD utilizar una o una combinación de las técnicas descritas a continuación:

- realización de una evaluación ambiental del ruido y formulación de un plan de gestión del ruido acorde con el entorno local;



- encapsulamiento de los procesos/equipos ruidosos en una unidad/estructura independiente;
- utilización de bancadas para apantallar la fuente del ruido;
- utilización de pantallas antirruído.

### **Conclusiones sobre las MTD para la gestión integral de refinerías**

MTD 18. Con objeto de evitar o reducir las emisiones difusas de COV, es MTD aplicar las técnicas descritas a continuación.

*Tabla 29: Técnicas de mitigación de emisiones difusas de COV*

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplicabilidad</b>
Técnicas relacionadas con el diseño de la planta	<p>limitar el número de fuentes de emisión potenciales</p> <p>i) maximizar las características de contención intrínseca del proceso</p> <p>ii) seleccionar equipos altamente integrados</p> <p>iii) facilitar las actividades de monitorización y mantenimiento garantizando el acceso a los componentes con fugas potenciales</p>	La aplicabilidad puede ser limitada para las unidades existentes
Técnicas relacionadas con la instalación y puesta en servicio de la planta	<p>procedimientos de construcción y montaje claramente definidos</p> <p>i) procedimientos robustos de puesta en servicio y entrega que garanticen que la planta se instala en consonancia con los requisitos de diseño</p>	La aplicabilidad puede ser limitada para las unidades existentes
Técnicas relacionadas con la explotación de la planta	Uso de un programa de detección y reparación de fugas (LDAR) basado en el riesgo para identificar los componentes con fugas y reparar estas.	Aplicable con carácter general.

## **7 CONCLUSIONES**

Basándose en las herramientas: análisis documental, estudios comparados, benchmarking y simulaciones, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- La Refinería Esmeraldas dispone de un Sistema de Gestión Medioambiental implantado y ha seguido la tramitación ambiental que requiere la legislación, aunque esto no ha podido

ser corroborado documentalmente y así determinar si ha sido de forma correcta y si el SGA se aplica adecuadamente. No está certificada ISO 14.001.

- Aunque el Sistema Integrado de Gestión de Seguridad, Salud y Ambiente de EP PETROECUADOR (según refieren al no disponer del documento), establece los puntos que se deben cumplir de los estándares internacionales (ISO 14.001 sin estar certificado) y de la Legislación de la República de Ecuador, una vez detectados los problemas medioambientales no se logra solucionarlos correctamente, no estando por tanto adecuadamente implantado y no logrando por tanto la finalidad del sistema en sí mismo. El personal técnico parece estar cualificado y conocer los problemas de la planta, sin embargo, su margen de maniobra está limitado por la prevalencia operativa de la planta, de las características de los equipos funcionales y de los procesos establecidos después de la rehabilitación.
- Se está realizando una gran inversión y esfuerzo en la recuperación de suelos contaminados, tal como se refleja en las FIGURAS 6 y 7, aunque se debería, para que esta inversión fuera ambientalmente efectiva, trabajar en la reducción de las fuentes de contaminación del suelo y las aguas subterráneas. Desde mayo del 2017 a agosto de 2018, en Refinería Esmeraldas se logró la rehabilitación de una superficie total de 6.708,42 m<sup>2</sup>, así como la remediación de 79.535,15 m<sup>3</sup> de suelo, el cual es usado para la reconformación de áreas internas de Refinería.
- Petroecuador, según refiere, cuenta con un Plan de Eliminación de Pasivos Ambientales y gestión de residuos peligrosos, pero no se tiene constancia de la aplicación efectiva de este Plan ni de la inversión en la gestión de residuos peligrosos o pasivos ambientales. La refinería, tal como se refleja en las imágenes, se encuentra desbordada de residuos, que están almacenados sobre suelo sin impermeabilizar, sin clasificar y a la intemperie, muchos de ellos procedentes de la rehabilitación de la REE.
- Debido a la interrupción en el año 2016 del contrato con Veolia Environmental Services, para la retirada y tratamiento de sosa caustica gastada y dietanoloaminas (residuos peligrosos), a que la construcción y el montaje de la planta de tratamiento de sosa gastada no fue concluida y a que adicionalmente estos residuos no pueden ser tratados por gestores locales por no estar capacitados, se ha desbordado la capacidad de gestión de Sosa gastada y Dietanoloaminas producidas en los procesos REE, que incluso ha visto incrementada su producción con las nuevas exigencias de calidad de los productos finales.

Actualmente estos residuos se están almacenando a la intemperie, en áreas de almacenamiento desbordadas, IBCs de sosa caustica gastada (corrosivo) y dietanoloaminas (cancerígeno), que son residuos muy peligrosos para las personas y el medio ambiente.

- Hay 2 plantas de recuperación de azufre, pero la de mayor capacidad esta fuera de servicio desde hace años, mientras que la otra no tiene capacidad suficiente para recuperar todo el azufre extraído al crudo. Este problema se ha visto agravado como consecuencia de la reciente exigencia gubernamental en relación con la necesidad de reducir el contenido de azufre en los combustibles, exigencia que está completamente desalineada con la actual situación de la planta. Todo este azufre que no es posible recuperar es emitido a la atmosfera a través de antorchas y chimeneas. Se estima que se queman en la antorcha, con la refinería

a plena carga, 1.800 kg/h de gas ácido que equivalen aproximadamente a 15-16 ton azufre/día.

- La planta de tratamiento de efluentes líquidos está desbordada y recibiendo adicionalmente elevados caudales de agua con aceite emulsionado y elevado contenido de azufre. Toda esta agua contaminada termina en el río Teoane con los parámetros de pH, fenoles y DQO fuera de los niveles máximos legales permitidos.
- El problema central de la refinería es la alta generación de residuos y emisiones a la atmósfera, por procesar un crudo para el cual no fue diseñada, además de niveles críticos de contaminación ambiental, lo que ocasiona graves impactos a la salud de los trabajadores y la población del área de influencia, como sostiene el estudio realizado por la Universidad de Huelva-España, en el año 2010.
- La REE, a pesar de generar graves Impactos Ambientales, sigue en funcionamiento por ser una instalación estratégica de la República del Ecuador. Se deberían adecuar los Planes Estratégicos, a la realidad de la capacidad operativa de la planta, dentro del respeto a las leyes y la protección del medio ambiente.

## 8 ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### 8.1 ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 : INTERROGANTES CLAVE DEL PROGRAMA DE REHABILITACIÓN DE REE .....	4
TABLA 2: RESUMEN DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DE LA INSTALACIÓN CON LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y LA NORMATIVA APLICABLE.....	6
TABLA 3: LEGISLACIÓN AMBIENTAL ECUATORIANA Y REGIONAL DE ESMERALDAS .....	13
TABLA 4: NORMATIVA CONSTITUCIONAL AMBIENTAL COMPARADA DE VARIOS PAÍSES SUDAMERICANOS .....	18
TABLA 5: NORMATIVA Y ESTÁNDAR APLICADO POR ÁREA DE ACTIVIDAD .....	19
TABLA 6: ESTÁNDARES INTERNACIONALES SOBRE MEDIO AMBIENTE APLICABLES EN EL ANÁLISIS AMBIENTAL DE REE .....	23
TABLA 7: CLASIFICACIÓN GENERACIÓN, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS NO PELIGROSOS .....	28
TABLA 8: CLASIFICACIÓN GENERACIÓN, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS .....	28
TABLA 9. EQUIPOS REFINERÍA ESMERALDAS. ....	30

TABLA 10. LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA EMISIONES DE CALDEROS, HORNOS Y CALENTADORES.....	31
TABLA 11. LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA INCINERADORES OPERADOS POR SUJETOS DE CONTROL.....	31
TABLA 12. RESULTADOS SEMANA 26.....	32
TABLA 13. RESULTADOS S-H2 .....	33
TABLA 14. RESULTADOS TRANSFORMADOS A VALOR NORMA. S-H2.....	33
TABLA 15. RESULTADOS EMISIONES ATMOSFÉRICAS 2016 .....	35
TABLA 16: FACTORES DE EMISIÓN EN FUNCIÓN DEL COMBUSTIBLE USADO FUENTE: INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 1990-2016 ESPAÑA .....	39
TABLA 17: COMPARACIÓN EMISIONES VERIFICADAS DE GEI INSTALACIÓN BP OIL ESPAÑA Y REE .....	40
TABLA 18: VALORES DE MUESTREO DE AGUA DESCARGA (JUN-18) .....	43
TABLA 18: VALORES MEDIOS DE DESCARGAS HÍDRICAS PRIMER TRIMESTRE (MARZO-18) .....	44
TABLA 20: REMEDIACIÓN POR ZONAS OPERATIVAS .....	46
TABLA 20: LIMITES DE VERTIDO (REF. ANEXO 2 DE RSRAOHE).....	46
TABLA 22: PARÁMETROS FUNDAMENTALES A MONITORIZAR .....	49
TABLA 23: FRECUENCIA DE MONITORIZACIÓN DE PARÁMETROS DE PROCESO.....	50
TABLA 24: TÉCNICAS DE REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA.....	51
TABLA 25: TÉCNICAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	52
TABLA 26: NIVELES DE EMISIÓN ASOCIADOS A LAS MTD PARA EL VERTIDO DIRECTO DE AGUAS RESIDUALES DESDE LA REFINERÍA DE PETRÓLEO Y GAS Y FRECUENCIAS DE CONTROL CORRESPONDIENTES ASOCIADAS CON LAS MTD (1).....	53
TABLA 27: TÉCNICAS DE TRATAMIENTO DE LODOS .....	54
TABLA 28: TÉCNICAS CONTRA LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	54
TABLA 29: TÉCNICAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES DIFUSAS DE COV .....	55
<b>8.2 ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
FIGURA 1: GALPÓN DE SOSA CAUSTICA GASTADA Y DIETANOLAMINAS.....	24
FIGURA 2: ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE SOSA CAUSTICA GASTADA .....	25

FIGURA 3: ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS, ALMACENADOS EN SUELO SIN IMPERMEABILIZAR Y SIN CUBIERTA .....	26
FIGURA 4: GALPÓN DE RP (SEGÚN REFIEREN EN LA VISITA) OCULTO A LA VISTA .....	27
FIGURA 5: ZONA DE CHATARRA CONTAMINADA PROCEDENTE DE LA REHABILITACIÓN.....	27
FIGURA 6: PROMEDIO ANUAL DE EMISIONES DE DIÓXIDO DE AZUFRE .....	36
FIGURA 7: PROMEDIO ANUAL DE EMISIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO .....	36
FIGURA 8: EMISIONES DE CO <sub>2</sub> EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE DE COMPLEJIDAD DE NELSON DE LAS REFINERÍAS EUROPEAS. FUENTE: BREF REFINERÍA COMISIÓN EUROPEA 2013 .....	41
FIGURA 9: CONCENTRACIÓN DE FENOLES EN MUESTRAS DE VERTIDOS DE AGUA EN LA REE .....	42
FIGURA 10: PISCINAS DE RESIDUOS DE PLANTA DE EFLUENTES LÍQUIDOS. PROCESO DE EXTRACCIÓN DE TIERRAS CONTAMINADAS DE HIDROCARBUROS PARA SU POSTERIOR TRASLADO A LAS ÁREAS DE TRATAMIENTOS DE BIOREMEDIACIÓN.....	45
FIGURA 11: TIERRAS CONTAMINADAS DURANTE EL TRATAMIENTO DE BIOREMEDIACIÓN .....	45

## 9 ANEXOS

ANEXO I – PRINCIPALES CONTRATISTAS DE REE EN LA REHABILITACIÓN ...	60
ANEXO II – FUENTES LEGALES DE REFERENCIA INTERNACIONAL .....	62



## ***ANEXO I***

### **PRINCIPALES CONTRATISTAS DE REE EN LA REHABILITACIÓN**



## Principales contratistas DE LA REFINERÍA ESMERALDAS

Entre 2012 y 2016 y proyecto de rehabilitación

Proveedor	Monto adjudicado (en dólares)	Número de contratos	Número de contratos complement.
Sk Engineering & Construction Co. Ltd.	717'754.176,20	6	4
Worley Parsons International Inc.	157'362.952,32	9	6
KBC Advances Technologies Inc.	149'285.800,00	3	2
Tesca Ingeniería del Ecuador	129'399.493,57	4	1
Mmr Group Inc	93'653.655,92	2	1
Nolimit C.A.	82'577.423,68	5	2
Jorge Vivar Servicios de Ingeniería Mecánica Cía. Ltda.	69'455.462,01	8	2
Hernández Mancheno & Hidalgo Ingeniería Servicios y Representaciones S.A.	49'054.522,05	6	4
Consorcio E&C&G	48'726.190,20	5	4
Consorcio Ditemaq	46'962.199,87	1	
Sesmo S. A.	41'677.505,50	5	3
Galileo Energy S.A. en representación de Veolia Evironmental Services	38'146.313,09	4	3
Sulzer Chemtech USA Inc. (Division Tower Field Services)	34'519.230,77	1	
Biocentricsol Cia. Ltda.	30'545.051,54	3	
Oil Services & Solutions Oil S.A.	30'348.137,83	2	
UOP Processes International Inc. representada por Pérez Bustamante y Pérez Abogados Cia. Ltda.	28'239.765,22	2	
Calderos y Afines S.A. Caldefin	28'160.661,72	1	
Symep S.A. Suministros y Mantenimientos de Equipos Petroleros / Consorcio Symep			
Ingemach S.A. / Consorcio Tecniesmeraldas / Rodríguez Cueva Germania de los Ángeles	25'578.614,68	49	7
Basf Ecuatoriana S.A.	21'809.090,79	1	
Consorcio World Wide Energy, WWE (Legadoil S.A., Vladmau Construcciones S.A., Promanti Profesionales en Mantenimiento Industrial Cia. Ltda.)	18'150.000,00	1	
Construdipro S.A.	16'452.602,88	3	1
Equipos y Controles Industriales S.A. Eci / Eci en representación de Honeywell	15'684.734,55	9	2
Legadoil en representación de Sulzer Turbo Services	14'526.048,85	3	
Interoc S.A.	13'967.971,37	13	2
Geincosolutions Cia. Ltda.	13'499.847,27	2	
Beite B&t Cia. Ltda.	13'011.951,00	4	1
General Electric International Inc.	12'722.462,89	3	2
TLV Engineering S.A. de C.V.	11'109.348,00	1	
Azulec S.A.	10'596.403,21	1	
<b>TOTAL</b>	<b>1.962'977.616,98</b>	<b>157</b>	<b>47</b>

Fuentes: Petroecuador, Compras Públicas, Contraloría General del Estado y Superintendencia de Compañías. EL UNIVERSO





## ***ANEXO II***

### **FUENTE LEGALES DE REFERENCIA INTERNACIONAL**



FUENTES LEGALES DE REFERENCIA INTERNACIONAL		
PAIS	NOMBRE	AGENCIA
EEUU	<a href="#">Petroleum Refineries: Catalytic Cracking Units, Catalytic Reforming Units, and Sulfur Recovery Units - Background Information for Promulgated Standards and Response to Comments - Final Report</a>	United States Environmental Protection Agency. US EPA
	<a href="#">Petroleum Refineries: National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants (NESHAP)</a>	
	<a href="#">Petroleum Refineries: New Source Performance Standards (NSPS) - 40 CFR 60 Subparts J &amp; Ja</a>	
	<a href="#">Equipment Leaks of Volatile Organic Compounds (VOC) in Petroleum Refineries: New Source Performance Standards (NSPS)</a>	
	<a href="#">Equipment Leaks of Volatile Organic Compounds (VOC) in Petroleum Refineries for Which Construction, Reconstruction, or Modification Commenced After November 7, 2006: New Source Performance Standards (NSPS)</a>	
	<a href="#">Volatile Organic Compounds (VOC) Emissions from Petroleum Refinery Wastewater Systems: New Source Performance Standards (NSPS)</a>	
	<a href="#">Control Of Volatile Organic Compound Leaks From Petroleum Refinery Equipment</a>	
	<a href="#">Control Of Refinery Vacuum Producing Systems, Wastewater Separators and Process Unit Turnarounds</a>	
	<a href="#">Petroleum Refinery Sector Risk and Technology Review and New Source Performance Standards (NSPS)</a>	
UE	<b>Directiva sobre las emisiones industriales (DEI)</b> , define las obligaciones de 50 000 grandes instalaciones industriales al objeto de evitar o minimizar las emisiones contaminantes a la atmósfera, el agua y el suelo. La DEI también exige que tales instalaciones reduzcan la generación de residuos. En el caso de determinadas actividades, por ejemplo, las aparejadas a las grandes instalaciones de combustión, la DEI establece unos valores límites de emisión aplicables a toda la UE en relación con determinados contaminantes.	AGENCIA EUROPEA DEL MEDIO AMBIENTE
	<b>Directiva relativa a las instalaciones de combustión medianas</b> regula las emisiones de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ), óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) y partículas derivadas de la combustión de carburantes en instalaciones con una potencia térmica nominal igual o superior a 1 MW e inferior a 50 MW.	
	<b>Directiva marco de ecodiseño</b> establece unas disposiciones para toda la UE en cuanto a la mejora de la eficiencia energética de, por ejemplo, electrodomésticos y tecnologías de la información y las comunicaciones o de ingeniería.	



	<p><b>Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea</b> (RCDE UE) exige la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de más de 12 000 instalaciones de generación energética y de fabricación de 31 países y procedentes asimismo de la aviación. El RCDE comprende alrededor de un 45 % de las emisiones de gases de efecto invernadero en la UE.</p>	
	<p><b>Directiva marco del agua</b> exige a los Estados miembros que reduzcan progresivamente la contaminación de las aguas derivada de la presencia de una familia de contaminantes definidos como «sustancias prioritarias». También exige a los Estados miembros que interrumpan o supriman gradualmente las emisiones, los vertidos y las pérdidas referidos a una familia de contaminantes más peligrosos definidos como «sustancias peligrosas prioritarias».</p>	
	<p><b>Directiva sobre el tratamiento de las aguas residuales</b> protege el medio ambiente de los efectos nocivos de los vertidos de aguas residuales urbanas y de ciertos sectores industriales</p>	