



**UNIVERSIDAD DON BOSCO
VICERRECTORÍA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL MANEJO DE LOS ASPECTOS
AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS DEL PROCESO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA A BASE DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DE CUATRO
TIEMPOS DE LA EMPRESA “ACAJUTLA ENERGY” Y ELABORACIÓN DE PLAN
DE CONTROL OPERACIONAL.**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
MAESTRO EN GESTIÓN DE LA CALIDAD
ASESOR:
MSC. ING. OTTO ASDRÚBAL CABRERA**

**PRESENTADO POR:
ING. MARÍA ELENA MEJÍA CASTELLANOS
ING. RUBÉN PEÑA MOLINA
LIC. CINDY BEATRIZ FUENTES QUIJANO**

Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador, Centro América

Julio de 2018

Agradecimientos

A Dios padre quien es la fuerza suprema que permite el equilibrio en el Universo, por haberme permitido salud, la vida y concederme este éxito Intelectual. A mis tres amados hijos Ernesto Emanuel, Gabriela Marián, Valeria Belén, quienes son la energía e inspiración de este proyecto de vida.

También a mi esposa Miriam por su apoyo continuo y comprensión incondicional, a mi madre Catalina por cuidar de mí y de mis hijos siempre. A mi padre Jesús Antonio desde el cielo.

Por su puesto, a las compañeras de estudio y graduación de maestría, María Elena y Cindy por creer en mí.

A nuestro asesor Msc. Ing. Otto Asdrúbal Cabrera por las asesorías y guía para la elaboración de la tesis.

A toda la familia y amigos especialmente a Mauricio Mejía y Carlos Martínez por su apoyo.

Rubén Peña.

...a Jehová, mi Dios, por acompañarme en todo el camino, permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida y por permitirme comenzar una nueva.

...a Silvia Castellanos, mi madre, por impulsarme a ser mejor cada día y apoyarme completamente hasta el final.

...a Cindy y Rubén, por compartir esta experiencia de la mejor manera, mostrar compañerismo y ser un buen equipo.

...a mis compañeros de maestría y docentes, por compartir sus conocimientos.

“Enséñame buen sentido y sabiduría,

Porque tus mandamientos he creído”

Salmos 119:66

Elena Mejía Castellanos

Gracias a Dios por darme vida, salud, sabiduría, trabajo y tenacidad, gracias a mi madre por apoyarme en cada decisión, proyecto y reto asumido y por haberme forjado a ser la persona que en la actualidad soy, gracias a la vida por demostrarme que cada esfuerzo vale la pena, gracias a mi familia y amigos por su apoyo y comprensión, por creer en mi hasta cuando yo misma no lo hacía, gracias a mis compañeros de tesis Rubén y María Elena por el apoyo y confianza brindada, gracias a nuestro asesor de tesis Ing. Otto Cabrera, gracias a la administración de mi lugar de trabajo por contribuir a cumplir este sueño, gracias a todos los que me acompañaron en esta maravillosa aventura.

No ha sido un camino fácil hasta este día, pero gracias a su apoyo, comprensión, amor y bondad, la dificultad de este reto ha sido menos, les agradezco y hago público mi gran afecto ante ustedes.

Cindy Fuentes.

Referencias de siglas y abreviaturas

AES: Alumbrado Eléctrico de El Salvador.

ANDA: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.

Art.: Artículo.

Barriles/año: Barriles por año.

CAESS: Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador.

CLESA: Compañía Luz de Eléctrica de Santa Ana.

CO: Monóxido de Carbono.

CO₂: Dióxido de Carbono.

dB: Decibel.

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno.

DEUSEM: Distribuidora Eléctrica de Usulután.

DNM:

DQO: Demanda Química de Oxígeno.

EEO: Empresa Eléctrica de Oriente.

gal/año: Galones por año.

gal: Galones.

HFO: Combustible pesado (por sus siglas en inglés Heavy Fuel Oil).

ISO: International Organization for Standardization, 'Organización Internacional de Estandarización', sistema de normalización internacional para productos de áreas diversas.

ISSS: Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

Kg/año: Kilogramo por año.

m: Metro.

m³: Metro cúbico.

MARN: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

mg/l: Miligramo por litro.

mg/Nm³: Miligramo por metro cúbico normal.

MINSAL: Ministerio de Salud.

MW-h: Mega Watt-hora.

NOx: Óxido de Nitrógeno.

NSO: Norma Salvadoreña Obligatoria.

pH: Potencial de Hidrógeno.

PMA: Procedimiento de Medio Ambiente.

PPM: Partes por millón.

RTS: Reglamento Técnico Salvadoreño.

SIGET: Superintendencia General de Energía y Telecomunicaciones.

SSOMA: Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

T: Temperatura.

ton/año: Toneladas por año.

Ton: Toneladas.

°C: Grado Centígrado.

Tabla de contenido

Introducción	1
Justificación	3
Objetivos	4
1.0 Marco teórico	5
1.1 Metodología de trabajo	5
1.1.1. Alcance	5
1.1.2. Conocer la empresa	5
1.1.3. Evaluación inicial de la situación actual de la organización	5
1.1.4. Revisión documental	6
1.1.5. Identificación de aspectos ambientales e impacto ambiental	6
1.1.6. Mapeo de entradas y salidas de aspectos ambientales	6
1.1.7. Evaluación de aspectos ambientales	7
1.1.8. Requisitos legales	8
1.1.9. Plan de control operacional	8
1.1.10. Inventario de residuos y desechos peligrosos y no peligrosos	8
1.2. Antecedentes del sector eléctrico	8
1.3. Historia del sector eléctrico en El Salvador	10
1.4. Descripción de la empresa	12
1.4.1 Historia	12
1.4.2 Ubicación de Acajutla Energy	13
1.4.3 Misión de la empresa	16
1.4.4 Visión de la empresa	16
1.4.5 Valores de la empresa	16
1.4.6 Estructura organizacional	17
1.4.7 Las principales actividades de la empresa	19
1.4.7.1 Descripción de procesos	23
1.4.7.2 Partes interesadas por la gestión ambiental	28
1.4.8 Normativa y legislación aplicable en el área ambiental	28
1.4.9 Responsabilidad social	30
1.4.10 Plan de continuidad	30
1.5 ISO 14001:2015	31
1.5.1 Política medioambiental	32

2.0. Identificación de aspectos e impacto ambiental y su metodología de evaluación	34
2.1. Aspectos relevantes de las normas ISO 14000	34
2.1.1. Aspectos ambientales.....	35
2.1.2. Impacto Ambiental.....	44
2.1.3. Metodología de evaluación seleccionada.....	45
2.1.4. Procedimiento para la identificación, evaluación y control de los aspectos ambientales. 51	
2.1.5. Ciclo de vida.....	53
3.0. Resultados	56
3.1. Evaluación del cumplimiento legal.....	56
3.2. Evaluación de los aspectos ambientales identificados.....	62
3.3. Caracterización de entradas y salidas ambientales.....	66
3.4. Plan de control operacional.....	68
3.5. Inventario de residuos y desechos peligrosos y no peligrosos.....	78
4.0. Conclusiones	83
5.0. Recomendaciones	86
6.0. Glosario	89
7.0. Bibliografía	92
8.0. ANEXOS	94
Anexo A.1 Mapa de segundo nivel, Proceso de Operaciones e Ingeniería	94
Anexo A.2 Mapa de tercer nivel, Sub-proceso de Operaciones	95
Anexo A.3 Mapa de tercer nivel, Sub-proceso de Mantenimiento	96
Anexo A.4 Ley de incentivos fiscales para el fomento de las energías renovables en la generación de electricidad	97
Anexo B.1 Mapa de segundo nivel, Proceso de Operaciones e Ingeniería identificando entradas y salidas ambientales	98
Anexo C.1 Identificación de Aspectos Ambientales del Sub-proceso de Operaciones y de Mantenimiento	99
Anexo C.2 Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales Identificados en el Sub-proceso de Operaciones y de Mantenimiento	110
Anexo D.1 Esquema modificado del proceso de generación de energía eléctrica de Acajutla Energy según el plan de control operacional propuesto	129

Índice de tablas

Tabla 1	Generación neta, disponibilidad y consumo de combustibles de Acajutla Energy.	13
Tabla 2	Límites máximos permisibles en calderas pirotubulares, acuatubulares, de sistema mixto y equipos de calentamiento indirecto.	38
Tabla 3	Límites máximos permisibles para generadores de energía eléctrica con motores de combustión interna.	39
Tabla 4	Valores máximos permisibles de parámetros para verter aguas residuales de tipo especial al cuerpo receptor por tipo de actividad.	40
Tabla 5	Parámetros complementarios sobre valores permisibles para aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor.	41
Tabla 6	Residuos peligrosos y no peligrosos identificados en Acajutla Energy.	42
Tabla 7	Niveles máximos permisibles de ruido (NMP).	43
Tabla 8	Escala de ocurrencia.	47
Tabla 9	Escala de frecuencia.	47
Tabla 10	Escala de control.	48
Tabla 11	Escala de interés.	48
Tabla 12	Escala de severidad.	49
Tabla 13	Escala de afectación geográfica.	49
Tabla 14	Escala de estatus regulatorio.	50
Tabla 15	Escala de duración/ recuperabilidad.	50
Tabla 16	Escala de categorización de criterios.	51
Tabla 17	Matriz de interacción.	51
Tabla 18	Límites máximos permisibles para calderas recuperadoras de calor.	56
Tabla 19	Límites máximos permisibles para caldera auxiliar.	57
Tabla 20	Límites máximos permisibles para generadores de energía eléctrica con motores de combustión interna.	57
Tabla 21	Valores máximos permisibles de parámetros para verter aguas residuales de tipo especial al cuerpo receptor por tipo de actividad.	58
Tabla 22	Resultados de DQO y DBO₅ del vertido de aguas residuales de tipo especial al cuerpo receptor.	58
Tabla 23	Parámetros complementarios sobre valores permisibles para aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor.	59
Tabla 24	Niveles máximos permisibles de ruido (NMP).	60
Tabla 25	Residuos peligrosos y no peligrosos identificados en Acajutla Energy.	61
Tabla 26	Aspectos ambientales identificados con criticidad media.	63
Tabla 27	Lista de procedimientos de Acajutla Energy enfocados a medio ambiente.	65
Tabla 28	Resumen descriptivo del sistema de generación de vapor.	67
Tabla 29	Caracterización del sistema de generación de vapor.	67
Tabla 30	Acciones a tomar de acuerdo al tipo de criticidad.	68
Tabla 31	Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.	69
Tabla 32	Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.	70
Tabla 33	Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.	71
Tabla 34	Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.	72
Tabla 35	Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.	73

Tabla 36 Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.	74
Tabla 37 Aspectos ambientales identificados con criticidad baja considerados relevantes para el medio ambiente.	75
Tabla 38 Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.	76
Tabla 39 Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.	77
Tabla 40 Inventario de residuos y desechos no peligrosos generados en Acajutla Energy.	79
Tabla 41 Inventario de residuos y desechos peligrosos generados en Acajutla Energy.	80

Índice de figuras

Figura 1 Pasos para identificar aspectos ambientales y su impacto ambiental.	6
Figura 2 Esquema para la caracterización de entradas y salidas de los aspectos ambientales de los procesos/subprocesos.	7
Figura 3 Esquema del sector eléctrico en El Salvador.	9
Figura 4 Capacidad instalada de energía térmica en el país.	10
Figura 5 Distribución del mercado energético 2017 de El Salvador.	10
Figura 6 Ubicación geográfica de Acajutla Energy.	13
Figura 7 Área natural protegida Los Cóbanos.	15
Figura 8 Organigrama Acajutla Energy.	18
Figura 9 Generación y distribución de energía.	21
Figura 10 Mapa de procesos de primer nivel Acajutla Energy.	24
Figura 11 Esquema del proceso de generación de energía eléctrica de Acajutla Energy.	27
Figura 12 Ciclo PHVA.	31
Figura 13 Flujo de aspectos ambientales.	35
Figura 14 Clasificación del impacto ambiental.	44
Figura 15 Procedimiento para la identificación, evaluación y control de los aspectos ambientales. ..	52
Figura 16 Proceso de evaluación del ciclo de vida.	54
Figura 17 Etapas del ciclo de vida.	54
Figura 18 Mapa del sistema de generación de vapor identificando entradas y salidas ambientales. ..	66

Índice de gráficos

Gráfico 1 Porcentaje de contribución de aspectos ambientales identificados en los sub-proceso de Operaciones y Mantenimiento	62
Gráfico 2 Porcentaje de aspectos ambientales identificados con criticidad media y baja en el sub-proceso de Operaciones.	64
Gráfico 3 Porcentaje de aspectos ambientales identificados con criticidad media y baja en el sub-proceso de Mantenimiento.	64

Introducción

El presente trabajo se enfoca en la identificación, evaluación y manejo de los aspectos ambientales significativos del proceso de generación de energía eléctrica, este a base de motores de combustión interna de cuatro tiempos en la empresa “Acajutla Energy” con el respectivo plan de control operacional.

Los objetivos del trabajo es identificar, evaluar, reducir y prevenir los aspectos ambientales asociados al proceso de generación de energía eléctrica de la empresa Acajutla Energy con la finalidad de contribuir a la protección del medio ambiente, preservación de los recursos naturales y asimismo garantizar el cumplimiento de la legislación ambiental salvadoreña vigente.

En el capítulo uno, se encuentra la metodología a utilizar para el desarrollo del presente estudio el cual incluye el contexto de la organización (antecedentes e historia del sector eléctrico así como la descripción de la empresa, historia, ubicación geográfica, áreas naturales protegidas, visión, misión, valores, estructura organizacional, principales actividades, mapa de procesos y su descripción, mapa del proceso de generación de energía, partes interesadas, normativa legal vigente aplicable, responsabilidad social, etc.), revisión documental, evaluación de su situación actual, identificación de aspectos e impacto ambientales, mapeo de entrada y salidas ambientales, criterios a considerar para la evaluación de aspectos ambientales. Además se incluye una propuesta de política medioambiental y la sección de ISO 14001:2015 que servirá de base para el plan operacional.

En el capítulo dos, se presenta una clasificación de aspectos e impactos ambientales, la metodología a utilizar para la identificación y evaluación de los aspectos e impactos ambientales que se generan a partir de las actividades productivas de la empresa; asimismo el flujograma del procedimiento para la identificación, evaluación y control de los aspectos ambientales a aplicar en la empresa. Al final de este capítulo se presenta la definición del ciclo de vida y se explica cuál es la etapa que está bajo control de la empresa.

En el capítulo tres, se presentan los resultados obtenidos de la evaluación del cumplimiento legal en el ámbito medioambiental, de la identificación y evaluación de los aspectos e impactos ambientales. Como resultado del análisis efectuado se incluye la propuesta de un plan de control

operacional y el levantamiento de un inventario de residuos y desechos clasificados como peligrosos y no peligrosos.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de este estudio.

Entre las principales limitantes del trabajo se pueden destacar que la información de la empresa es de carácter confidencial por lo que se consideró pertinente cambiar el nombre de la empresa objeto de estudio a “Acajutla Energy”, y aunque fue accesible el ingreso a las diferentes áreas de la empresa no fue posible contar con un registro fotográfico por temas de confidencialidad. También por el mismo tema no se pudo dejar registros de estudios, tablas de resultados o formatos propios de la empresa. Otro factor importante que influyó sobre el estudio fue la ubicación de la empresa y las visitas limitadas.

Justificación

Como todo proceso productivo, las actividades relacionadas a la generación de energía eléctrica conllevan aspectos ambientales que deben prevenirse, reducirse o controlarse. Actualmente Acajutla Energy realiza esfuerzos importantes para reducir los aspectos ambientales provenientes de sus actividades; sin embargo, estos esfuerzos no se realizan de forma sistematizada y actualmente no cuenta con un sistema de gestión ambiental.

Con base a lo antes expuesto se presenta la necesidad de identificar, evaluar, reducir y prevenir los impactos ambientales asociados a la actividad de negocio de esta empresa con la finalidad de contribuir a la protección del medio ambiente, preservación de los recursos naturales y asimismo garantizar el cumplimiento de la legislación ambiental salvadoreña vigente.

Después de realizar una evaluación de aspectos e impactos ambientales asociados a la actividad de negocio de Acajutla Energy se evaluará el grado de cumplimiento de la legislación ambiental salvadoreña vigente, esto es clave por la ubicación geográfica de la empresa, ya que es colindante con áreas naturales protegidas en las cuales es de gran importancia la conservación de la biodiversidad.

Objetivos

1. Objetivo general:

Elaborar un plan de control operacional de los aspectos ambientales significativos relacionados al proceso de generación de energía eléctrica de la empresa Acajutla Energy apoyados en la norma ISO 14001:2015 con el fin de prevenir, reducir y controlar su impacto ambiental.

2. Objetivos específicos:

- Conocer el contexto de la organización y la metodología de trabajo para la evaluación de los aspectos ambientales identificados en el proceso de generación de energía eléctrica de la empresa Acajutla Energy.
- Identificar y evaluar los aspectos ambientales relacionados al proceso de generación de energía eléctrica de la empresa Acajutla Energy.
- Garantizar la inclusión de los requisitos legales salvadoreños y la mejor tecnología disponible en el país aplicables al manejo de los aspectos ambientales para prevenir, reducir o controlar el impacto de aspectos ambientales que conlleva el proceso de generación de energía eléctrica de la empresa Acajutla Energy.

1.0 Marco teórico

1.1 Metodología de trabajo

1.1.1. Alcance.

Para la evaluación de los aspectos ambientales de la empresa se consideran condiciones de operación normal, anormal y de emergencia para el proceso de Operaciones e Ingeniería.

La metodología a emplear está diseñada de forma objetiva con la finalidad de que sea reproducible en los demás procesos o áreas de la empresa.

1.1.2. Conocer la empresa.

Esta etapa consiste en conocer el negocio de la empresa, su historia, las actividades que se realizan diariamente, su estructura organizacional, sus procesos, sus productos o servicios, su aporte al desarrollo del país y el entorno en que se desenvuelve con la finalidad de identificar el impacto ambiental que generan sus actividades.

Asimismo, es importante conocer la legislación y normativa vigente para verificar el nivel de cumplimiento legal dentro del marco ambiental.

1.1.3. Evaluación inicial de la situación actual de la organización.

En esta etapa se investigan los antecedentes de la empresa respecto a los requerimientos del manejo ambiental y se verifica la existencia de planes en desarrollo, aunque no sean sistemáticos. Para esto es necesario familiarizarse con los procesos de la organización, materias primas e insumos, a través de visitas programadas para el reconocimiento de los procesos en búsqueda de recolección de datos in situ los cuales se comparan con lo establecido en la legislación ambiental salvadoreña.

La técnica para la verificación de la información es la observación directa aplicada por el equipo de trabajo y apoyándose en la entrevista con los responsables de las áreas a visitar.

1.1.4. Revisión documental.

Esta consiste en la revisión de manuales de equipos, procedimientos, registros de datos operativos, planos del sitio que incluya la relación de áreas, antecedentes de eventos ambientales, permisos ambientales de operación, informes operacionales, entre otros documentos existentes.

1.1.5. Identificación de aspectos ambientales e impacto ambiental.

Se identifican todos aquellos aspectos ambientales significativos que se encuentran relacionados a las actividades de los procesos de negocio y se determina el tipo de impacto ambiental de acuerdo a las definiciones establecidas en la norma ISO 14001: 2015 ¹ (En la sección 1.5 se aborda con más detalle esta norma).

Asimismo estos aspectos se clasifican por categorías.

El flujo de trabajo se muestra a continuación:

Figura 1 Pasos para identificar aspectos ambientales y su impacto ambiental.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

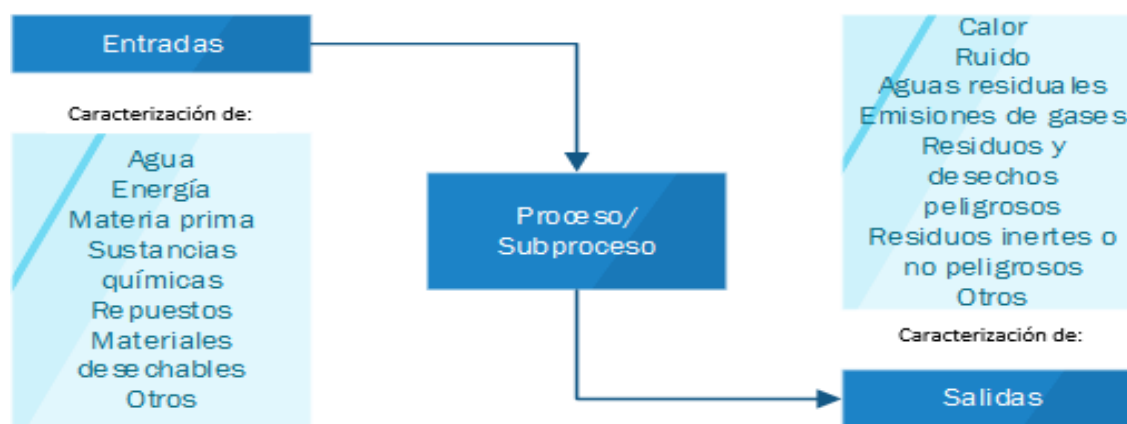
1.1.6. Mapeo de entradas y salidas de aspectos ambientales.

Se representa el mapa de primer y segundo nivel identificando de forma general los aspectos ambientales significativos relacionados al proceso de generación de energía eléctrica; además se presenta la caracterización de un aspecto ambiental significativo que resulte crítico con la finalidad de tener una visión más clara que apoye en la elaboración del plan de control operacional para

¹ La ISO 14001:2015 consiste en brindar las directrices estandarizadas internacionalmente para contribuir a la protección del medio ambiente por parte de las diferentes organizaciones por medio de la gestión de los riesgos medioambientales (implementación de un sistema de gestión ambiental) que puedan surgir con el desarrollo de las actividades empresariales.

prevenir, reducir y controlar el impacto ambiental a través del adecuado manejo de los aspectos ambientales.

Figura 2 Esquema para la caracterización de entradas y salidas de los aspectos ambientales de los procesos/subprocesos.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.1.7. Evaluación de aspectos ambientales.

La evaluación de los aspectos ambientales permite establecer niveles de priorización a efectos de actuar sobre los impactos ambientales más importantes para la empresa; para esto se establecen criterios de evaluación considerando que deben ser generales, objetivos, reproducibles y modificables en el tiempo, los cuales se detallarán más adelante en este documento.

Debido a la naturaleza de las actividades que realiza Acajutla Energy, los criterios considerados para la evaluación de los aspectos ambientales identificados son los siguientes:

- a) **Ocurrencia:** Su importancia radica en que tan a menudo se materializa el impacto.
- b) **Frecuencia:** Se refiere al número de veces que se ejecuta una actividad específica que genere un aspecto ambiental y por consiguiente produzca un impacto ambiental.
- c) **Control:** Considera el control que tiene la empresa sobre los aspectos ambientales para reducir o evitar algún impacto ambiental.
- d) **Partes interesadas de la gestión ambiental:** Toma en cuenta a los grupos de interés que pueden influir sobre el futuro de la empresa que pueden ser afectados por el impacto ambiental.

- e) **Severidad:** El grado o nivel de afectación que posee el impacto ambiental generado.
- f) **Límite geográfico:** Considera el área física donde se manifiesta el impacto ambiental. Se convierte en un criterio importante para la empresa debido a que se encuentra cerca de un área natural protegida.
- g) **Estatus regulatorio:** Toma en cuenta si el aspecto ambiental se encuentra regulado por la legislación, normativas, políticas de la empresa o por las exigencias de los grupos de interés.
- h) **Duración/Recuperabilidad:** Considera el período de tiempo en el que el medio ambiente recuperará sus condiciones normales o será irrecuperable.

1.1.8. Requisitos legales.

En esta etapa se comparará el aspecto ambiental significativo de cada proceso o subproceso contra el requisito legal ambiental vigente para determinar su nivel de cumplimiento.

1.1.9. Plan de control operacional.

Para los aspectos ambientales significativos se establecen medidas a tomar de acuerdo a su nivel de criticidad alta, media o baja. El plan de control incluye objetivo, acción preventiva/correctiva a tomar, recursos necesarios, responsables de cada acción, cronograma, indicadores, controles y documentos de control.

1.1.10. Inventario de residuos y desechos peligrosos y no peligrosos.

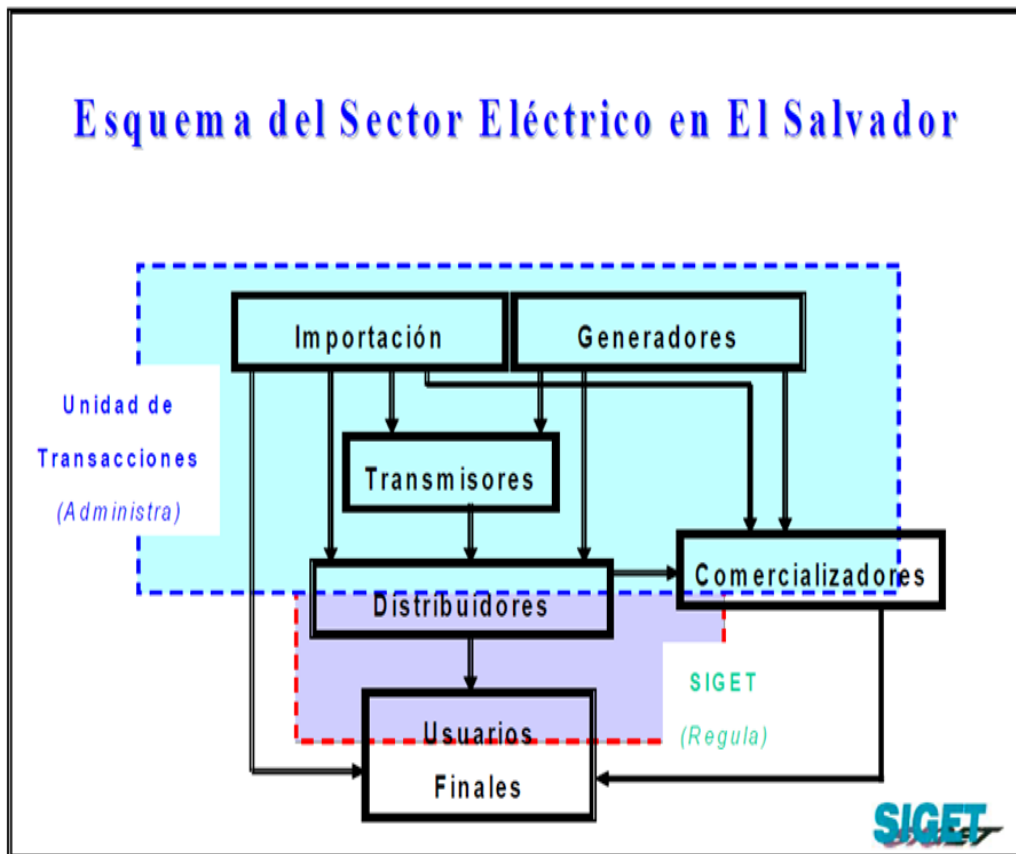
Como parte de la contribución para el análisis de ciclo de vida se construye un inventario de desechos y residuos generados de los sub-procesos de Operaciones y de Mantenimiento los cuales se clasifican en peligrosos y no peligrosos.

1.2. Antecedentes del sector eléctrico

La estructura del sector eléctrico en El Salvador (figura 3) está actualmente conformado por los generadores, importadores, transmisores, distribuidores y comercializadores de energía eléctrica, los cuales son regulados por la Unidad de Transacciones, S.A. de C.V. (UT) que está dedicada a

operar el sistema de transmisión y administrar el mercado mayorista de electricidad, es así como la energía eléctrica generada llega a los usuarios finales a través de los distribuidores nacionales.

Figura 3 Esquema del sector eléctrico en El Salvador.

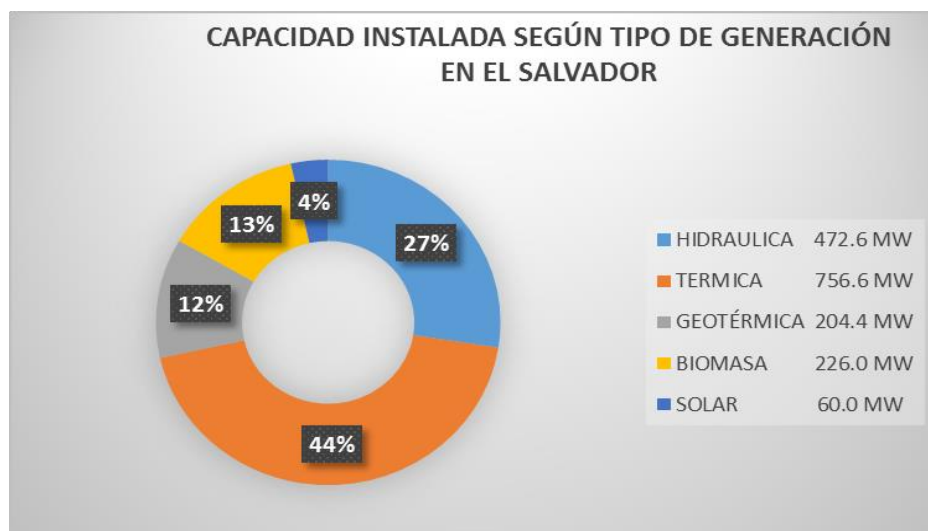


Fuente: SIGET, 2017.

El parque de generación de energía eléctrica en el país está compuesto básicamente de tres tipos de generaciones: Hidroeléctrica, Geotérmica y Térmica. Las energías renovables no convencionales van iniciando su participación en el país con alrededor del 4%. La capacidad instalada² de la energía eléctrica según su tipo de generación asciende a 1,719.60 MW (ver figura 4) y la inyección por recurso en el año 2017 se ve reflejada en la figura 5.

² Capacidad Instalada: Potencia que la máquina es capaz de entregar nominalmente a máxima carga acorde a las especificaciones del fabricante.

Figura 4 Capacidad instalada de energía térmica en el país.



Fuente: Basado en el boletín estadístico 2015, SIGET e informe estadístico enero a diciembre 2017 de Unidad de Transacciones S.A de C.V. Elaboración propia, 2018.

Figura 5 Distribución del mercado energético 2017 de El Salvador.



Fuente: Informe estadístico enero a diciembre 2017 de Unidad de Transacciones S.A de C.V.

1.3. Historia del sector eléctrico en El Salvador

Los primeros proyectos de electrificación registrados en El Salvador se dieron en el año de 1945 con la creación de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) a través del Decreto Ejecutivo publicado en el diario Oficial N o. 139 en octubre del mismo año. CEL solicitó al Gobierno gestionar la visita de expertos en los ramos de Hidráulica, Geología y Electricidad,

con el propósito de ubicar geográficamente donde deberían ser desarrollados los primeros proyectos hidroeléctricos. En junio de 1951 se inició la construcción de la primera Presa Hidroeléctrica del Río Lempa, la cual fue finalizada en el año de 1954, con capacidad para generar 82,000 kilovatios. Durante los primeros 25 años de operación, CEL incorporó al patrimonio nacional, además, la Central Hidroeléctrica de Guajoyo, con capacidad instalada para 15,000 kilovatios, las centrales térmicas en el municipio de Acajutla (departamento de Sonsonate) con capacidad de 70,000 kilovatios, los sistemas de transmisión que interconectan todas las centrales generadoras y todos los centros de consumo en El Salvador, sistemas de sub-transmisión que llevan el fluido eléctrico a ciudades y centros agrícolas importantes, así como la creación de sistemas de distribución rural. En 1975 se iniciaron las operaciones con la primera unidad generadora de energía geotérmica “Planta Geotérmica de Ahuachapán”, en base a los estudios que se habían iniciado en 1971, colocando a El Salvador como el segundo país en América Latina y octavo en el mundo que utilizaba los vapores subterráneos para la generación de energía eléctrica. Asimismo, se inició el montaje de los equipos para la construcción de la Central Hidroeléctrica de Cerrón Grande, obra que fue finalizada en 1977. Entre los años de 1978 a 1986 se dio la inauguración de la Central Hidroeléctrica “15 de Septiembre”, con 180.000 kilovatios de capacidad instalada, la Central de Turbina a Gas de San Miguel, con potencia base de 22,000 kilovatios, así como la suscripción de contratos para la interconexión eléctrica entre El Salvador y Guatemala. En agosto de 1984 en la sede del Banco Centroamericano de Integración Económica (Tegucigalpa, Honduras) se reanudaron las gestiones para interconectar sistemas eléctricos de El Salvador y Honduras.

En julio de 1995, la primera planta térmica privada inició operaciones y desde entonces, el país no ha experimentado los cortes de energía o racionamientos prolongados anteriormente comunes para los salvadoreños. Contribuyendo así a evitar razonamientos por sequías y fallas de otras plantas. Es la primera generadora privada mayorista de El Salvador y que representó la primera y más grande inversión extranjera en el país desde antes del período de guerra. En el año 1999 CEL vendió sus plantas térmicas, a partir de esa fecha han surgido una serie de plantas generadoras incluyendo Cogeneradores y plantas de energía renovables no convencionales. (ZUMMA RATING, 2015, p.6-7)

1.4. Descripción de la empresa

1.4.1 Historia.

La compañía de generación eléctrica Acajutla Energy El Salvador, comenzó a operar en el país en 2012. Acajutla Energy se ha mantenido los últimos 5 años como líder en generación de energía eléctrica a base de máquinas térmicas con mayor eficiencia.



Acajutla Energy, es una empresa dedicada a la generación de energía eléctrica a base de motores de combustión interna, que utiliza combustible bunker C (fuel oil # 6). La capacidad instalada es de 73 MW³; cuenta con motores modelo 18V48/60 con Capacidad de 18401 KW y Eficiencia de 47.68% fabricados en 2007 en Italia, motor de mediana revolución 514 RPM⁴, 18 cilindros dispuestos en “V”, 60 Hz⁵ y con generadores, modelo ABB AMG1600DSEA con Capacidad de 21 MVA⁶ y Eficiencia de 98%, fabricados en 2007 y con voltaje de 13,8 KV.

La empresa cuenta con 74 colaboradores en las diferentes áreas principales y de apoyo y contribuye con el 13.65% de la generación térmica.

³ MW: Mega Watts; KW: Kilo Watts (Unidades de potencia y energía).

⁴ RPM: Revoluciones por minutos.

⁵ HZ: Hertz.

⁶ MVA: Megavoltiamperio.

Tabla 1 Generación neta, disponibilidad y consumo de combustibles de Acajutla Energy.

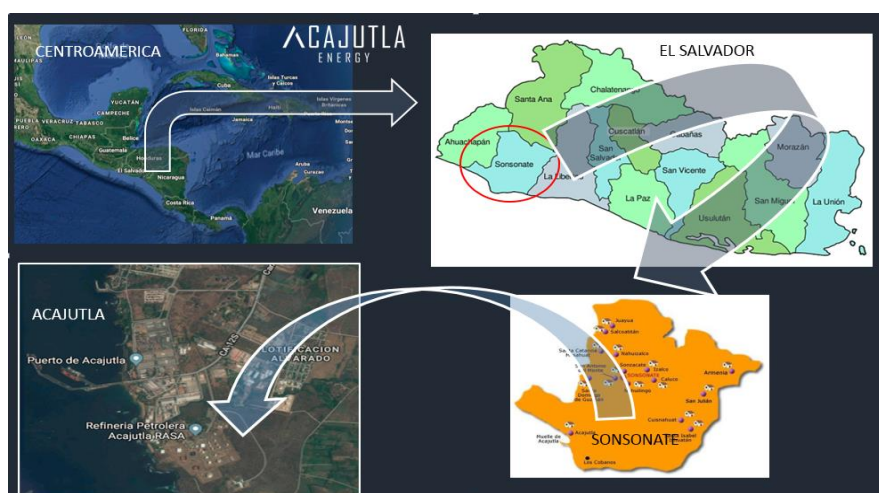
Planta	Generación Neta (MW-h)	Disponibilidad (%)	Consumo de Combustible HFO (ton)	Consumo de Combustible LFO (ton)
Motores Acajutla	450,119	90	100,545.0	146.02

Fuente: Registros Acajutla Energy, 2017

1.4.2 Ubicación de Acajutla Energy.

La empresa cuenta con oficinas administrativas ubicadas en San Salvador, aquí se realizan actividades administrativas relacionadas a logística, recursos humanos, finanzas y tecnología de la información; desarrollados en apoyo al proceso de comercialización de energía y para garantizar la entrega del producto (energía eléctrica), todos ellos en concordancia con los requerimientos de Medio Ambiente.

Asimismo la empresa cuenta con una planta ubicada en la zona industrial Acajutla Sonsonate (ver figura 6), la que se encarga de la generación de energía eléctrica desde la recepción del combustible hasta la entrega del producto (energía) en los puntos acordados con el cliente y las actividades de mantenimiento desde la identificación, programación y ejecución de las necesidades de mantenimiento de las unidades de generación con el fin de garantizar su confiabilidad y disponibilidad.

Figura 6 Ubicación geográfica de Acajutla Energy.

Fuente: Google Maps, 28 abril de 2018.

Acajutla es un municipio de El Salvador, está situado a 20 Km al suroeste del departamento de Sonsonate. Limitado al norte por Guaymango y Santo Domingo de Guzmán, al este por Sonsonate, al sur por el océano Pacífico y al oeste por Jujutla. Posee una elevación de 24 m sobre el nivel del mar, superficie: 166.6 km², población: 29,701 habitantes (según último censo del 2012) y temperatura de 30°C.

Acajutla Energy se ubica a 479 m al sur por del océano Pacífico posee una elevación de 7 m sobre el nivel del mar, la temperatura en la zona varía entre 30 a 45 °C, con viento del SE a 8 km/h, humedad del 70 %, y el río más cercano es el río la Ranfla ubicado a 1 km al norte de la planta.

Acajutla Energy está ubicada en una zona industrial de Acajutla, las empresas vecinas más cercanas son Puma Energy, que está ubicada a 190 m, al Noreste y al Norte se encuentra Alba a 1000 m de distancia.

Acajutla Energy está rodeada de abundante vegetación de arbustos y maleza en un radio de 1,938 m en la que se observa abundantes culebras como la Castellana, Coral y Cascabel, también se observan zorros y diferentes aves.

Entre las empresas un poco más distantes están Fertica, Alcasa, Chevron y Duke Energy las primeras tres a 1,596 m y la cuarta a 2,229 m respectivamente. Entre las poblaciones más cercanas tenemos a la Lotificación Alvarado a 1,300 m y el municipio de Acajutla a 2,684 m.

Acajutla Energy está a 3,440 m del Arrecife⁷ Los Cóbano, que también pertenece al departamento de Sonsonate. En este arrecife se encuentra la mayor área marino-costera del país conocida como Los Cóbano, la cual está rodeada de playas rocosas, ríos, pantanos, esteros, campos agrícolas y estanques acuícolas.

El Complejo los Cóbano fue declarada como Área Natural Protegida⁸ por decreto ejecutivo en noviembre de 2007, es el sitio más diverso a nivel nacional con 1,032 especies entre vertebrados e invertebrados y vegetación arbórea (ver figura 1.7). La Ley de Medio Ambiente establece la conservación y restauración de la flora y fauna silvestre de alta significación y permite que se preserve el estado natural de las comunidades bióticas y geo-morfológicos únicos.

⁷Arrecife: en terminología náutica, es una roca, banco de arena, o cualquier otro elemento que yace 6 brazas (aprox. 11 metros) o menos bajo la superficie del agua durante marea baja.

⁸ Área natural Protegida: Aquellas partes del territorio nacional legalmente establecidas con el objeto de posibilitar la conservación, el manejo sostenible y restauración de la flora y la fauna silvestre, recursos conexos y sus interacciones naturales y culturales, que tengan alta significación por su función o sus valores genéticos, históricos, escénicos, recreativos, arqueológicos y protectores, de tal manera que preserven el estado natural de las comunidades bióticas y los fenómenos geomorfológicos únicos.

La playa de Los Cóbanos, está ubicada en un accidente geográfico costero de aguas tranquilas del Cabo Punta Remedios y con una comunidad de pescadores artesanales de mucha experiencia.

Figura 7 Área natural protegida Los Cóbanos.



Fuente: Google Maps, 28 abril de 2018.

La biodiversidad de esas formaciones rocosas, que están dentro del rango de los 15 hasta los 180 pies de profundidad, exhibe abundante variedad de corales, animales invertebrados y peces. Es importante destacar que cuatro especies de tortugas marinas llegan a esta playa a desovar⁹, especialmente la tortuga carey, la cual se encuentra en peligro de extinción. También peces multicolores cohabitan con moluscos, corales, esponjas y algas, que encuentran condiciones ideales para su alimentación y reproducción. (FIAES El Salvador 2018. Los Cóbanos. Recuperado de <http://fiaes.upmakeapps.com/los-cobanos/>).

⁹ Desovar: Soltar o poner sus huevos.

1.4.3 Misión de la empresa.

“Somos una empresa generadora de energía dedicada a garantizar el suministro de nuestros productos y el desarrollo sostenible para mejorar la calidad de vida de nuestros clientes, colaboradores y la sociedad adoptando un compromiso con el desarrollo económico, social y ambiental de forma responsable.” (Acajutla Energy, 2017).

1.4.4 Visión de la empresa.

“Ser una empresa Centroamericana líder en la generación y transmisión de energía, maximizando el retorno económico a nuestros accionistas, optimizando los recursos para la producción eficiente y competitiva de energía, desarrollando nuevos proyectos garantizando el crecimiento sostenido. Conscientes de nuestra responsabilidad social empresarial, estamos firmemente comprometidos con el crecimiento sostenible, la seguridad, salud y medio ambiente y el desarrollo de nuestros colaboradores, partes interesadas y comunidades en las que nos desenvolvemos, ejemplificando los principios Operativos de Acajutla Energy.” (Acajutla Energy, 2017).

1.4.5 Valores de la empresa.

Acajutla Energy se esfuerza para lograr un ambiente de trabajo que enfatice una cultura de alto rendimiento, donde tanto la compañía como sus empleados pueden alcanzar su más alto potencial. Los principios operativos son claves para la creación de ese ambiente y se espera que todos los empleados vivan y honren estos valores:

- Cuidado: Nos cuidamos los unos a los otros.
- Integridad: Hacemos lo que es correcto. Cumplimos con nuestros compromisos, cuando nos equivocamos lo admitimos.
- Receptibilidad: Estamos abiertos al cambio y a las nuevas ideas de nuestros compañeros de trabajo, clientes y otras partes interesadas. Exploramos las maneras de desarrollar nuestro negocio y de hacerlo mejor.
- Pasión: Nos apasiona lo que hacemos. Nos esforzamos para lograr la excelencia. Somos responsables de nuestras acciones.

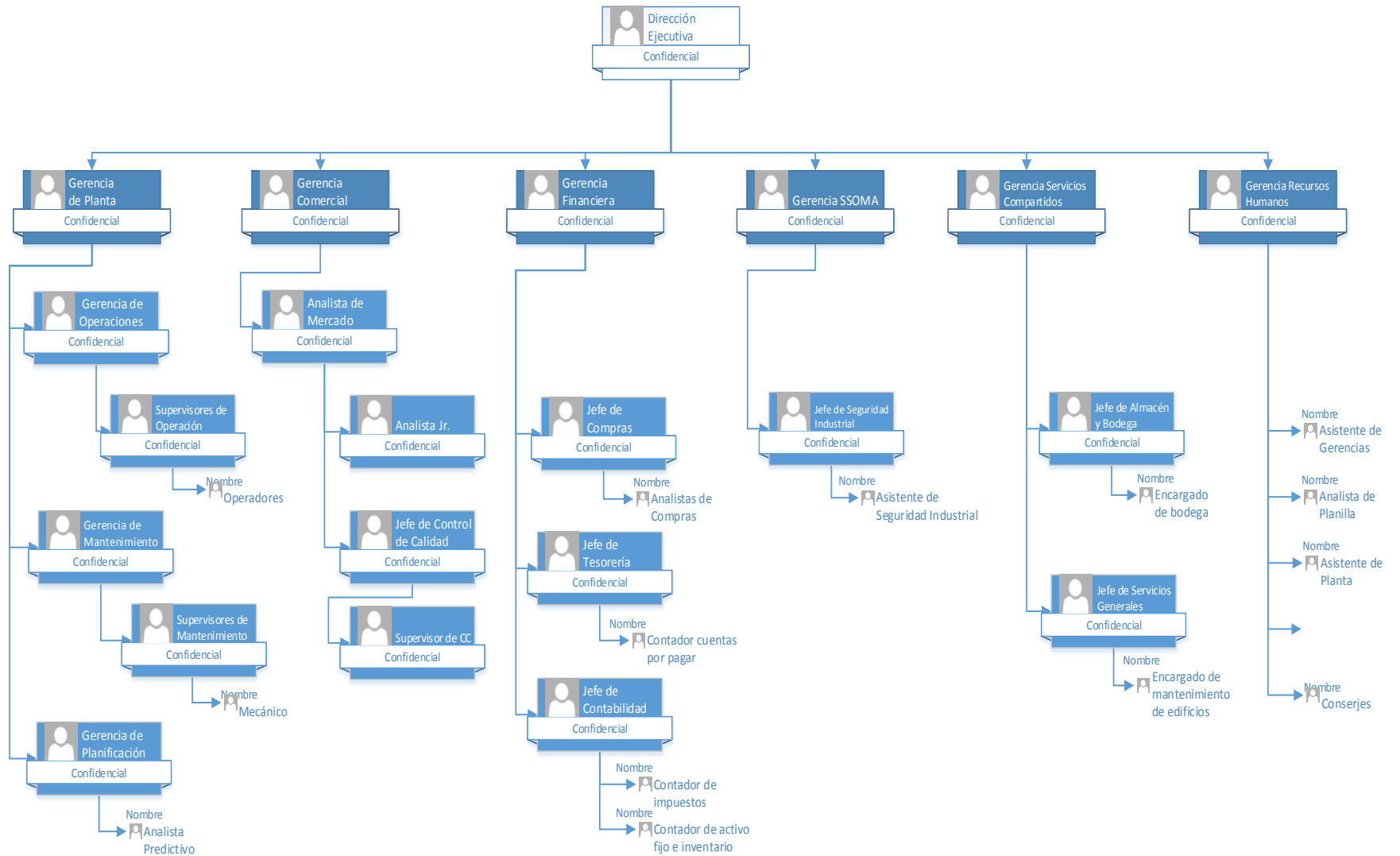
- Respeto: Valoramos los distintos talentos, perspectivas y experiencias. Tratamos a los demás de la misma manera que deseamos ser tratados.
- Seguridad: La seguridad es lo primero en todo lo que hacemos.
- Nos esforzamos para que el medio ambiente y las comunidades que nos rodean sean mejores lugares para vivir.
- Responsabilidad: Cumplir con las atribuciones adquiridas, apropiándose de los procesos definidos por la gobernanza.
- Transparencia: Desempeñar las actividades asignadas sin defraudar la confianza adquirida y velar por el buen funcionamiento y administración de los recursos.

Otros valores que posee la empresa son Trabajo en equipo, Seguridad, Respeto Mutuo, Sostenibilidad, Comunicación, Diversidad, Ética, Creatividad e Iniciativa, Desarrollo de los empleados y Participación en la comunidad.

1.4.6 Estructura organizacional.

La empresa Acajutla Energy está distribuida en departamentos de apoyo a la Dirección Ejecutiva entre los cuales tenemos Gerencia Financiera, Gerencia Comercial, Recursos Humanos, Gerencia de Planta, Área Legal (Asuntos Regulatorio), Gerencia de Compras, Almacén, Tecnología de la información. El organigrama de la empresa se muestra a continuación en la figura 8.

Figura 8 Organigrama Acajutla Energy.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.4.7 Las principales actividades de la empresa.

El proceso inicia con la recepción de combustible por medio de oleoducto¹⁰ hasta el tanque de almacenamiento con capacidad de 800 m³ donde al combustible se le realiza un drenaje de agua antes de ser trasladado al tanque Buffer por medio de la bomba de transferencia.

El tratamiento de combustible se realiza en las separadoras, el combustible bajo especificaciones es trasladado hacia el tanque diario con capacidad de 104 m³, estos tanques están en un patio de tanques con su respectiva berma (contención) con capacidad del 110% del volumen del tanque mayor; en esta área también están los tanques de almacenamiento de aceite nuevo, aceite usado y tanque de almacenamiento de lodos, cabe mencionar que el piso de esta área está provisto de recubrimiento epóxico. El área de separadoras es una construcción techada, cada una de las 4 separadoras tiene su sistema de contención primaria (berma metálica), el piso está dotado de recubrimiento epóxico para evitar la filtración a través del piso de concreto, en esa área están alojadas las bombas de transferencia y bombas de alimentación de HFO.

Luego el combustible es transferido a las unidades booster por las bombas de alimentación, en las booster se preparan condiciones de presión temperatura y viscosidad con las que debe ingresar el combustible al motor. El motor es donde sucede el proceso de combustión el cual transforma el movimiento rectilíneo de los pistones en un movimiento de rotación del cigüeñal¹¹, el cual a su vez hace girar el rotor del generador produciendo la energía eléctrica a 13.8 KV la cual es llevada hasta la sub estación para elevar el voltaje a 115 KV, el cual es el voltaje de transmisión.

Los motores necesitan de equipos auxiliares para mantener la operación, tal es el caso de los compresores de alta presión, separadoras de aceite y de combustible, booster, calderas de gases y caldera auxiliar. Los motores y equipos auxiliares están ubicados en la sala de motores la cual está preparada con pisos con recubrimiento epóxico para evitar filtración a través del piso de concreto al suelo, la sala de máquina o sala de motores esta provista de canaletas que conducen hasta el Skimmer (estación de tratamiento de aguas especiales), para poder conducir las aguas oleosas que pueden generarse en el proceso de operación normal o mantenimiento de motores y equipos auxiliares. Las paredes están fabricadas de concreto y material acústico para reducir los niveles

¹⁰ Oleoducto: Tubería para la conducción de bunker C (HFO) desde la refinería a la planta.

¹¹ Cigüeñal: Pieza del motor que consiste en un eje con varios codos, en cada uno de los cuales se ajusta una biela, y está destinada a transformar el movimiento rectilíneo de los pistones en rotativo, o viceversa.

de ruido generado por la turbo-maquinaria y de igual manera el techo tiene paneles acústicos siempre con el objetivo de mitigar el ruido al exterior de la sala de máquinas.

Se cuenta con tres calderas, dos de recuperación de calor, las cuales aprovechan los gases de combustión de los motores para generar vapor y una caldera auxiliar la cual produce vapor a través de la combustión de Diésel, la cual opera al inicio cuando los motores están apagados y es necesario vapor para crear condiciones de arranque de motores (temperatura de agua, combustible, aceite, etc.). Las calderas de recuperación de calor están ubicadas a la intemperie a 10 m de altura en la línea de ducto de escape de motores que conducen los gases a las chimeneas. La caldera auxiliar está en un contenedor, es del tipo modular.

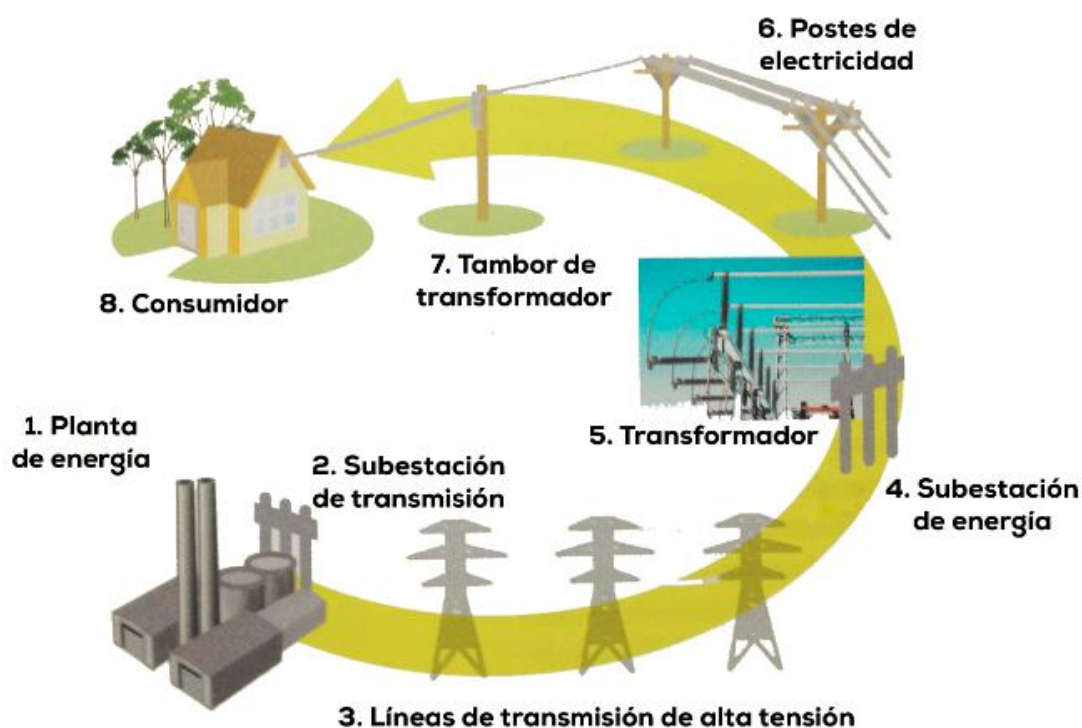
Los sistemas de enfriamiento son abastecidos desde los pozos de agua con profundidad de 90 m (el manto acuífero se encuentra a 16.46 m) los cuales están ubicados en suelo arcilloso, bombeando el agua hacia el tanque de almacenamiento de 500 m³ el cual abastece el sistema que realiza el tratamiento respectivo para adecuar el agua y llevarla hasta el circuito de enfriamiento el cual incluye los radiadores. El tratamiento de agua se realiza en la zona conocida por cuarto de tratamiento de agua en la cual están los filtros, en esa misma zona están las bombas del sistema contra-incendios, el piso de esa área está recubierto con epóxico.

El proceso de generación de energía eléctrica produce desechos como los lodos¹², agua residual, emisiones atmosféricas y de calor, trapo contaminado con aceite, combustible y químicos.

El ciclo de generación y distribución de energía consiste en 8 etapas principales (ver figura 9) iniciando con la planta de energía la cual alimenta la subestación que es el punto de partida de la transmisión de energía a alto voltaje 115 KV, luego es recibida en otra subestación en la cual se reduce el voltaje de 115 KV a 13.8 KV; la energía es distribuida por medio de postes eléctricos y se reduce en el transformador de 13.8 KV a 120/240 V llegando al usuario final. El área de transformador principal y transformador de servicio propio están acoplados en bases de concreto las cuales tienen una fosa berma alrededor para poder contener el 110% del volumen del aceite dieléctrico en caso de derrame.

¹²Lodos: residuos de hidrocarburos entre sus componentes principales se tiene aceite, HFO, agua y sólidos

Figura 9 Generación y distribución de energía.



Fuente: Smart Power Generation, 2013.

Las chimeneas están sostenidas por estructuras metálicas y alcanza una altura de 44.77 m, el ducto de escape tiene en su trayectoria un silenciador el cual tiene el objetivo de reducir el ruido al exterior de la planta y de esa forma minimizar la contaminación acústica.

La planta cuenta con un cargadero¹³ equipado bajo techo para recibir aceite nuevo, diésel y combustible; el área de estacionamiento de camión cisterna está provisto de túmulo berma en caso de derrames, esta área tiene conexión a través de tubería con el Skimmer para separar lodo y agua oleosa¹⁴ y desde allí hacia el Open Pit para tratamiento de agua oleosa. La descarga de los lodos desde el tanque de lodos hacia el camión cisterna se realiza en el extremo sur del patio de tanques a través de manguera, el área donde se estaciona el camión cisterna es tierra y no hay ningún medio de contención.

¹³ Cargadero: Lugar que dispone de instalaciones para la carga y descarga de camiones cisterna.

¹⁴ Agua Oleosa: contiene o tiene la textura del aceite.

Se cuenta con taller de mantenimiento mecánico y eléctrico ambos están adecuados con piso epóxico ¹⁵ para evitar filtraciones de aceite, bunker y químicos derramados, las paredes son lavables para garantizar la facilidad de limpieza, el taller mecánico tiene un área de lavado de piezas el cual está conectado por medio de tuberías al Skimmer.

La empresa también cuenta con área de almacenamiento temporal de chatarra, área de almacenaje temporal de trapo contaminado, equipado de berma y dentro de la berma el contenedor el cual se resguardan barriles con trapo contaminado empaquetado en bolsas de 5 kg, listos para la disposición final.

Además cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales en la cual se procesa las aguas ordinarias de los baños, cafeterías y las aguas de servicios generales que se vierten a fosa de absorción. La disposición de los lodos de planta de tratamientos se aguas residuales se realiza semestralmente con la empresa Mapreco.

Las salidas de aguas pluviales de la planta tienen cajas colectoras en las cuales se colocan Booms y mantas absorbentes como medio para retener trazas de aceite o combustible que puedan llegar a esos puntos ocasionados por liqueos de vehículos, sin embargo, las salidas no cuentan con trampas grasas.

El almacén se encuentra dividido en cinco áreas: bodega de repuestos pesados, bodega de equipos eléctricos, bodega general, bodega de aceites y bodega de químicos, esta última cuenta con piso epóxico, extractores de vapor, canaletas de recolección en caso de derrame que conduce a las cisternas de contención de químicos y aceites preparadas para evitar filtraciones.

Otras áreas con las que cuenta la empresa son áreas de cafeterías (espacio equipado para consumir alimentos), área administrativa y área de servidores, las cuales cuentan con aire acondicionado con equipos minisplit que utilizan gas refrigerante 134a. También poseen vigilancia perimetral.

¹⁵ Piso epóxico: es un material conformado por resina usado especialmente para la industria, principalmente metalmecánica, farmacéutica, de alimentos y química, por sus características califica como un piso industrial ya que presenta alta resistencia química, mecánica que le hacen soportar condiciones más extremas como, impactos o arrastre de objetos pesados, tránsito de montacargas, sustancias químicas corrosivas, protección contra grasas y aceites difíciles de limpiar, tiene la característica de ser impermeabilizante.

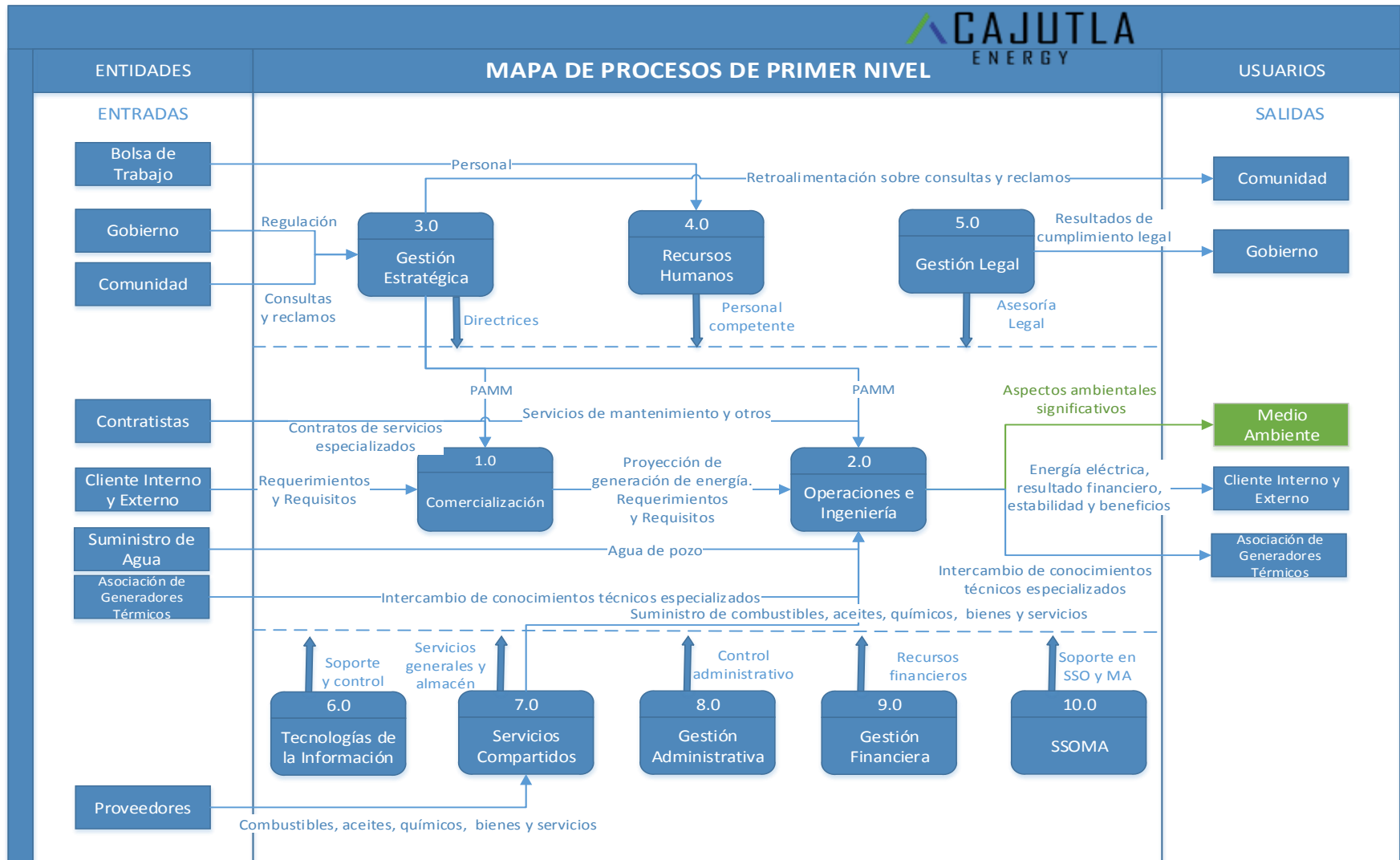
1.4.7.1 Descripción de procesos.

Actualmente la empresa no cuenta con mapas de procesos documentados por lo que se han realizado esfuerzos para documentar los procesos de negocio. En la figura 10 se presenta una propuesta del mapa de procesos de primer nivel en cual se han definido también los procesos estratégicos y de apoyo para la realización del producto, así mismo se ha definido la interacción específica entre los diferentes procesos.

Estos procesos se han definido como: Comercialización, Operaciones e Ingeniería, Gestión Legal, Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA), Recursos Humanos, Gestión Financiera, Gestión Administrativa, Gestión Estratégica, Tecnología de la Información y Servicios Compartidos; procesos que se desarrollan para favorecer la generación de energía eléctrica y entrega del producto en las subestaciones de energía.

El mapa de segundo nivel del proceso de Operaciones e Ingeniería se muestra en el anexo A.1, así como también los mapas de tercer nivel del Sub-proceso de Operaciones y del Sub-proceso de Mantenimiento se muestran en el anexo A.2 y A.3 respectivamente.

Figura 10 Mapa de procesos de primer nivel Acajutla Energy.



Fuente: Elaboración propia, 2018

En base al mapa de procesos se describe los objetivos de los procesos principales y de apoyo para la realización del producto:

- Objetivo del proceso del área Operaciones e Ingeniería

Contribuir con una alta eficiencia y disponibilidad operativa velando por la seguridad y salud de los trabajadores y la prevención de la contaminación e incidentes ambientales. Asegurar la continuidad del servicio y la disponibilidad de los equipos mediante la ejecución de mantenimiento seguro, oportuno y eficiente.

- Objetivo del proceso del área Comercial

Contribuir con la rentabilidad esperada por los inversionistas de energía de Acajutla, mediante la venta de Potencia, Energía y Servicios Auxiliares, satisfaciendo los requisitos de nuestros clientes y cumpliendo con las regulaciones y normativas, así como con los requerimientos de la empresa.

- Objetivo del proceso del área Recursos Humanos

Asegurar la disponibilidad de personal competente que participa en los procesos que afectan la calidad del producto y el desempeño en medio ambiente, seguridad y salud ocupacional.

- Objetivo del proceso del área de compras

Adquirir bienes (equipos, materiales e insumos) y contratar servicios asegurando la calidad, el cumplimiento de requerimientos de SSOMA, el mejor valor y los términos de entrega.

- Objetivo del proceso del área de Almacenes

Garantizar la conformidad de los materiales y/o repuestos que son entregados por el proveedor, con la finalidad de suministrar a los clientes internos los materiales y/o repuestos conforme a especificaciones, asimismo llevar el adecuado control en el ingreso y salida de materiales para asegurar la efectividad de los inventarios.

- Objetivo del proceso del área de Tecnologías de la Información

Asegurar la disponibilidad de los sistemas informáticos, aplicación empresarial, aplicaciones propias, garantizando que el respaldo de la información asegure la operación de la organización. Mantener la estabilidad de los equipos de comunicación de la red de Acajutla Energy.

- Objetivo del proceso del área de Finanzas

Promover la eficiencia operacional de la organización, asegurando el pago oportuno a proveedores y contratistas, así como apoyar a los diferentes procesos en la gestión financiera. Asegurar la confiabilidad en la información financiera, cumpliendo las políticas corporativas y reglamentación del país.

- Objetivo de proceso SSOMA (Salud, Seguridad y Medio Ambiente)

Desarrollar, mantener y mejorar el compromiso de los miembros de la compañía con la cultura de cero lesiones en concordancia de la visión de Seguridad.

- Objetivo de proceso Asuntos Regulatorios y Relaciones (Área legal)

Asegurar la identificación y cumplimiento de la legislación en la región, velando por el mantenimiento y desarrollo del negocio.

Asegurar la participación oportuna de Acajutla Energy en la creación o propuesta de cambio de la legislación del mercado eléctrico y otras competencias.

Fortalecer los canales de comunicación Interna y externa en la Organización.

En la siguiente figura 11 se presenta el esquema de generación de energía eléctrica en donde se refleja la relación entre las actividades que involucran para la generación de la misma.

1.4.7.2 Partes interesadas por la gestión ambiental.

A continuación, se mencionan las partes interesadas que se han identificado para las actividades de la empresa:

- Instituciones del gobierno:
 - ✓ Ministerio de Salud (MINSAL).
 - ✓ Ministerio de Trabajo y Previsión Social.
 - ✓ Alcaldía Municipal de Acajutla, Departamento de Sonsonate.
 - ✓ Dirección Nacional de Medicamentos (DNM).
 - ✓ Cuerpo de Bomberos.
 - ✓ Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
 - ✓ Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA).
 - ✓ Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS).
- Empleados: Aproximadamente cuenta de 74 empleados.
- Clientes: Distribuidoras de energía (Grupo AES: CAESS, CLESA, EEO y DEUSEM).
- Proveedores: Maquinaria, repuestos, químicos, combustible, aceite.
- Bancos y aseguradoras: Son empresas nacionales con intereses financieros.
- Comunidad aledaña: población del municipio de Acajutla.
- Asociaciones de generadores térmicos: Compañías con tecnología de generación de energía similar.
- Competencia: Compañías privadas de energía térmica, energía hidroeléctrica y otras energías renovables.
- Contratistas: Brindan servicios de mantenimiento de equipos auxiliares, tanques e infraestructura.
- Medios de comunicación: Televisión, periódicos y redes sociales.

1.4.8 Normativa y legislación aplicable en el área ambiental.

Entre la normativa aplicable al sector energético térmico se pueden mencionar:

- Normativa salvadoreña NSO 13.11.02:11 Emisiones atmosféricas. Fuentes fijas puntuales.
- Normativa salvadoreña NSO 13.04.10:03 Productos de petróleo. Manejo de aceite Usado.
- Normativa salvadoreña NSO 13.49.01:09 Aguas, aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor.

- NSO 75.04.07:97 Producto del petróleo Aceite combustible industrial N° 6 Bunker C Especificaciones.
- Decreto ejecutivo N° 42 Fecha 31/05/2000 Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos y sus anexos.
- Decreto 87 (A cargo de Dirección General de Previsión Social) Reglamento para la verificación del funcionamiento y mantenimiento de generadores de Vapor), Art. 43 Peritaje semestral de calderas.
- Norma 13.04.10:03 Producto de petróleo manejo de aceite usado.

Asimismo, entre la legislación ambiental específica que es aplicable a la empresa se pueden mencionar:

- Ley del medio ambiente.
- Reglamento de la ley del medio ambiente
- Reglamento especial de aguas residuales.
- Reglamento especial sobre el control de las sustancias agotadoras de la capa de ozono.
- Reglamento especial de normas técnicas de calidad ambiental.
- Reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos.
- Reglamento de Calidad del Agua, el Control de Vertidos y Zonas Protección.
- Presentación de Evaluación de Impacto Estudios de Impacto ambiental.
- Permiso para usos de recursos naturales (agua, suelo, aire, combustible, etc.).
- Permiso para descarga de efluentes industriales y disposición de residuos.
- Inscripción del registro de establecimiento.
- Permiso de Instalación y funcionamiento.
- Inspección sanitaria de viviendas y establecimientos.
- Inspección para la vigilancia de emisiones atmosféricas por fuentes fijas.
- Certificado de no afectación por explotación de agua en la zona.
- Inspección anual de instalaciones contra incendio y evacuación.
- Certificación del Plan de Emergencia.
- Informe operativo anual presentado al MARN.

1.4.9 Responsabilidad social.

Acajutla Energy se esfuerza para que sus colaboradores se desenvuelvan en el mejor ambiente laboral posible, siguiendo nuestra cultura y valores.

- Promover mayor participación e integración de los colaboradores, en actividades especiales, celebraciones, fiestas navideñas, nacimiento de hijos de colaboradores.
- Mejorar la comunicación interna como el monitoreo de noticias Sector Eléctrico.
- Actualización de contenidos informativos en intranet.¹⁶
- Promoción de Actividades de Integración como pasteles para cumpleaños del mes, Actividades Día de la Amistad, Día de la Secretaria, Día de la Madre, Día del Padre, Día de la Familia, etc.
- Programa de dotación de lentes Graduados para el colaborador.
- Seguro Médico Hospitalario 80/20%.
- Transporte colectivo al personal para el sector de Sonsonate.

1.4.10 Plan de continuidad.

En el plan de continuidad de negocios se incluye la preparación de personas que sustituyen puestos claves de ejecutivos, gerentes, técnicos especializados para cubrir vacaciones, enfermedades, incluso la muerte. Implican contar con pólizas de seguros que proporcionan el costo para mantener la empresa en funcionamiento en caso de contingencia.

Con la apertura de mercado para generación, transmisión y distribución en Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Panamá, una alternativa es crear planes estratégicos que incluyan no solo la generación, sino la comercialización de energía en la región (compra y venta) lo cual depende de cómo se muevan los precios de energía en el país.

Iniciar estudio de migración de generación a las energías renovables, las cuales tienen trato preferencial en el país con incentivos fiscales, establecidos en la Ley de incentivos fiscales para el fomento de las energías renovables en la generación de electricidad, en su capítulo 1, artículo 3, los cuales se muestran en el anexo A.4.

¹⁶ Intranet: Red informática interna de una empresa u organismo, basada en los estándares de Internet, en la que las computadoras están conectadas a uno o varios servidores web.

Preparar proyecto de actualización de motores (Retrofit) para elevar la eficiencia de las unidades y hacerlas las más eficientes en la región.

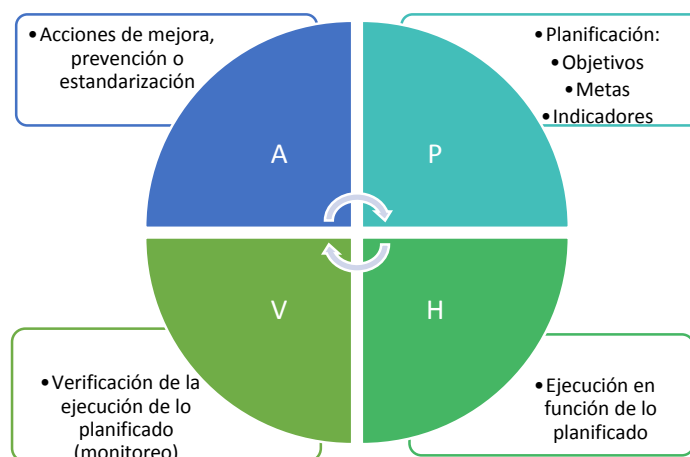
1.5 ISO 14001:2015

La nueva norma 14001:2015 fue elaborada por el Comité Técnico de Gestión Ambiental ISO/TC 207 SC1, se aprobó en mayo de 2015 y se publicó en setiembre de ese mismo año. Además esta norma sigue la estructura de alto nivel o Anexo SL el cual tiene la ventaja de alinearse con otras normas que poseen la misma estructura como la ISO 9001: 2015 para facilitar su integración.

El propósito de esta Norma Internacional es proporcionar a las organizaciones un marco de referencia sistemático para proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales cambiantes, en equilibrio con las necesidades socioeconómicas, mediante la especificación de requisitos para un sistema de gestión ambiental que posibilita que una organización mejore su desempeño ambiental.

El sistema de gestión ambiental se fundamenta en el concepto de Shewhart¹⁷ de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PFVA), que Deming hizo popular. El modelo PHVA (ver figura 12) demuestra un proceso reiterativo usado por las organizaciones para lograr la mejora continua.

Figura 12 Ciclo PHVA.



Fuente: Ciclo de Deming.

¹⁷ Walter Andrew Shewhart físico, ingeniero y estadístico estadounidense, a veces conocido como el padre del control estadístico de la calidad. Williams Edwards Deming, estadístico, ingeniero, profesor, consultor de gestión.

Esta Norma Internacional es aplicable a cualquier organización, independientemente de su tamaño, tipo y naturaleza, y se aplica a los aspectos ambientales que la organización determina que puede controlar o sobre los que puede influir, desde una perspectiva de ciclo de vida. No establece criterios específicos de desempeño ambiental ni aumenta ni modifica las obligaciones legales de una organización.

Esta Norma Internacional se puede usar total o parcialmente para mejorar la gestión ambiental, pero todos los requisitos están previstos para su incorporación a un sistema de gestión ambiental y para su cumplimiento, sin ninguna excepción, si una organización declara conformidad con esta Norma Internacional. (ISO 14001:2015, p.vi).

Para el desarrollo del plan de control operacional nos apoyaremos en la sección de planificación de la norma ISO 14001:2015 para determinar el grado de manejo de los aspectos ambientales y cumplimiento de la legislación ambiental vigente por parte de la empresa. Entre los puntos más destacados tenemos:

- Identificación y documentación de los aspectos e impactos ambientales asociados a las actividades, productos y servicios de la empresa, que puede controlar y de aquellos en los que puede influir.
- Verificación de un plan de realización de acciones para tratar los aspectos ambientales significativos y las obligaciones de cumplimiento.
- Establecimiento de objetivos ambientales para el manejo de los aspectos ambientales.

1.5.1 Política medioambiental.

Actualmente la empresa cuenta con una política ambiental sin embargo no contempla los requisitos recomendados por la ISO 14001:2015, por lo que se propone la siguiente política ambiental con la finalidad de cumplir lo establecido en la norma:

“Acajutla Energy está comprometida con la protección del medio ambiente a través del cumplimiento de la normativa ambiental salvadoreña obligatoria en todos sus procesos.

Se compromete orientar todas sus operaciones al uso mínimo de los recursos naturales y generar conocimiento y conciencia en nuestros trabajadores, contratistas, proveedores y la comunidad sobre desarrollo sostenible.

Desarrollar la política medioambiental por medio de la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental basada en la norma ISO 14001:2015, para alcanzar los objetivos y metas ambientales adoptadas por la empresa con una visión hacia la mejora continua lo que nos compromete a la revisión periódica de nuestra política ambiental.

Identificar los aspectos ambientales relacionados a las actividades que realiza la empresa para determinar los riesgos ambientales con el fin de implantar medidas preventivas o correctivas para minimizar el impacto ambiental.”

2.0. Identificación de aspectos e impacto ambiental y su metodología de evaluación

La finalidad de este capítulo es proponer una metodología para la identificación de los aspectos e impactos ambientales que se generan a partir de las actividades productivas en una empresa generadora de energía eléctrica a base de motores de combustión interna de cuatro tiempos, para luego poder evaluarlos y priorizar aquellos que tienen impactos significativos sobre el medio ambiente.

2.1. Aspectos relevantes de las normas ISO 14000

La serie de normas ISO 14000, es un conjunto de normas internacionales enfocadas a la gestión ambiental que permite a cualquier organización realizar esfuerzos para contribuir a la gestión ambiental de forma positiva y a la preservación de los recursos naturales en concordancia con la naturaleza del negocio; es así como la norma ISO 14001:2015 define **medio ambiente** como el entorno en el cual una organización opera, incluyendo el aire, agua, tierra, recursos naturales, flora, fauna, los seres humanos y sus interrelaciones.

Estas normas toman en cuenta las siguientes bases:

- El conocimiento científico.
- Cubrir necesidades de cualquier tipo de organización.
- Ser prácticas y útiles para adaptar las normas a la organización.
- Ser beneficiosas para la organización, el medio ambiente y sus partes interesadas.
- Ser verificables tanto externa como internamente.
- Enfoque a la mejora continua de la gestión ambiental.

Con la aparición de estas normas surgieron algunas definiciones, que desde tiempo atrás, se venían manejando por los profesionales dedicados a las disciplinas ambientales; estas definiciones han sido adoptadas con posterioridad en la reglamentación sobre gestión y auditoría ambiental en el país.

Debido a las implicaciones que estos conceptos tienen en la implantación de sistemas de gestión ambiental, es necesario tomar en cuenta algunas definiciones sobre los mismos como las que se detallan en las siguientes secciones.

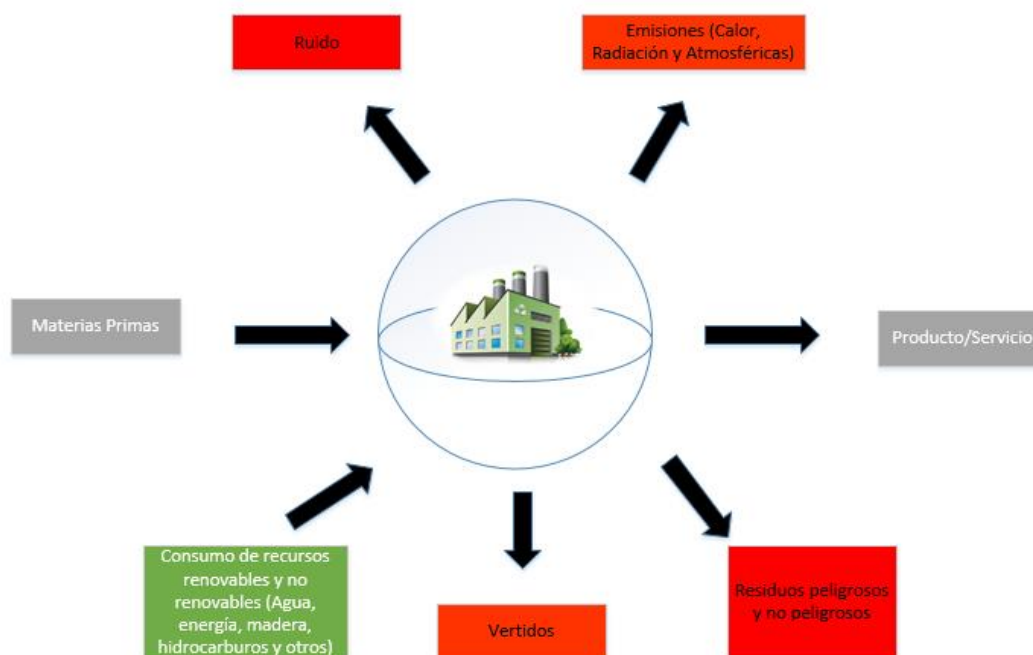
2.1.1. Aspectos ambientales.

Aspecto ambiental, según la norma ISO 14001:2015, se define como elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede interactuar con el medio ambiente.

Por tanto, un aspecto ambiental es aquello que una actividad, producto o servicio genera (en cuanto a emisiones, vertidos, residuos, ruido, consumos, etc.) que tiene o puede tener incidencia sobre el medio ambiente, entendido éste como el medio natural receptor de los aspectos ambientales, incluyendo dentro de este medio los seres vivos que habitan en él. (Carretero, 2010)

De forma general se puede considerar como flujo de aspectos ambientales a todo aquello que entra y sale de una empresa impactando el medio ambiente por consecuencia de las actividades que realiza. Este flujo de aspectos ambientales se representa en la figura 13.

Figura 13 Flujo de aspectos ambientales.



Fuente: Elaboración propia basada en Aspectos Ambientales. Identificación y Evaluación, Carretero 2016.

Para la identificación de los aspectos ambientales de una empresa es importante tomar en cuenta la posibilidad de su materialización por lo que es necesario distinguir las dos situaciones generadoras de aspectos ambientales, que pueden dividirse:

- a) **Previstos:** Derivan de la certeza de la existencia de los aspectos ambientales. Esta categoría incluye:
- Condiciones normales (CN): Son las habituales de operación o actividad (producción y prestación de servicio).
 - Condiciones anormales (CA): Son las habituales relacionadas con servicios auxiliares (arranques, paradas, limpiezas, mantenimientos, etc.) que estando ligadas directa o indirectamente a la actividad principal de la organización, son planificadas, programadas y previsibles.
- b) **Potenciales:** Derivan de la posibilidad de la existencia de los aspectos ambientales correspondientes. Esta categoría incluye:
- Incidentes (I): Son situaciones no previstas, en las cuales se origina riesgo de daño al medio ambiente pero cuyas consecuencias ambientales, en el caso de que se originen, son de carácter menor (pequeñas fugas, derrames, escapes, manchas en el suelo, etc.).
 - Accidentes (A): Igual que las anteriores, pero de carácter mayor. Los aspectos ambientales son emisiones, vertidos, residuos, etc., que aparecen como consecuencia de diferentes escenarios de riesgo (incendios, explosiones, inundaciones, vertidos accidentales, terremotos, etc.) (Carretero, 2010).

Asimismo, es importante considerar la dimensión temporal de su generación, es decir, que los aspectos ambientales pueden existir debido a:

- a) **Actividades pasadas:** Son aquellas actividades que la empresa ya no ejecuta y que afectaron al medio ambiente; habitualmente estas alteraciones pueden evidenciarse en los suelos (destino final de otros medios como agua, atmósfera, etc.).
- b) **Actividades presentes:** Son aquellas que pueden identificarse como resultado de un análisis de las actividades, las instalaciones y los emplazamientos existentes en el momento actual.
- c) **Actividades futuras:** Son aquellas que se ejecutarán a raíz de nuevos proyectos y que previsiblemente generarán aspectos ambientales. (Carretero, 2010)

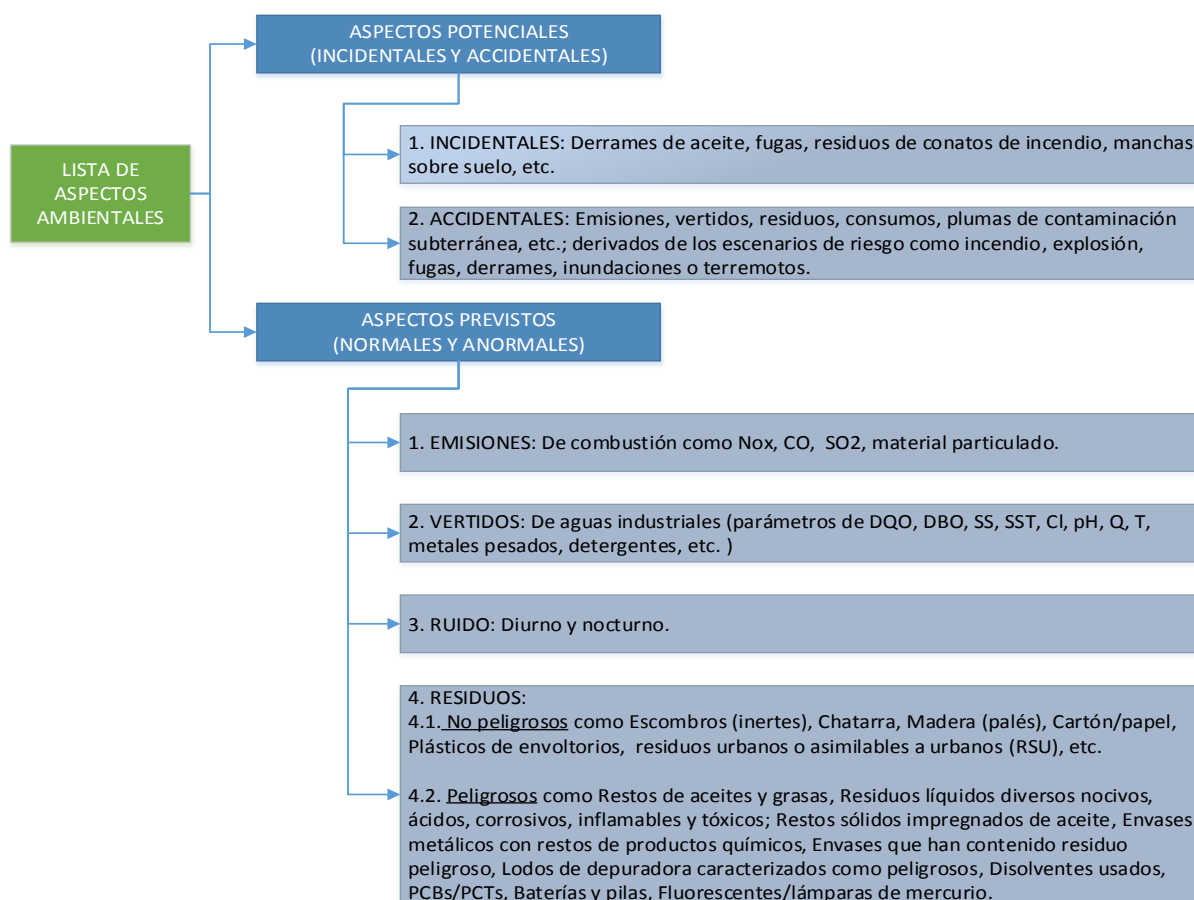
Los aspectos ambientales también pueden clasificarse de acuerdo a su manifestación física:

- a) **Emisiones:** Sustancias gaseosas, polvo, partículas, nieblas, humos, vapores, etc.

- b) **Vertidos:** A cauce de ríos, costa o sistema colector municipal. Las características del vertido se representan por su pH, T, DBO, DQO¹⁸, caudal, ecotoxicidad, concentración de especies contaminantes específicas, etc.
- c) **Residuos:** Urbanos o asimilables a urbanos (RSU), peligrosos (RP) e inertes.
- d) **Ruido:** Emisión energética acústica.
- e) **Consumo de recursos auxiliares:** Agua, energía eléctrica y combustible.
- f) **Afección en suelos:** Caracterizada por parámetros de concentración de especies químicas depositadas con motivo de actividades pasadas. (Carretero, 2010)

En relación a las clasificaciones antes mencionadas en la figura 13-A se muestra una lista de aspectos ambientales que pueden encontrarse en algunas empresas.

Figura 13-A Lista de aspectos ambientales comunes en una empresa.



Fuente: Elaboración propia basado en Aspectos Ambientales. Identificación y Evaluación, Carretero 2016.

¹⁸ **DBO, DQO, pH y T:** parámetros fisicoquímicos utilizados para medir la calidad del agua.

En relación a nuestro caso de estudio, en la planta generadora de energía eléctrica Acajutla Energy se identificaron los siguientes aspectos que se encuentran regidos por la legislación salvadoreña vigente:

a) Emisiones atmosféricas¹⁹.

La cantidad y las características de las emisiones a la atmósfera dependen de factores como: la calidad del combustible, el tipo y el diseño de la unidad de combustión, las prácticas operacionales, el cumplimiento del programa de mantenimiento (por ejemplo, revisión frecuente del proceso de combustión), la eficiencia general del sistema y las medidas de control de las emisiones.

En Acajutla Energy se han identificado dos focos principales de emisiones atmosféricas: cuatro chimeneas procedentes de los motores de combustión interna a base de HFO (Bunker C) y una chimenea de una caldera auxiliar que utiliza combustible (Diésel).

En ambos casos las emisiones se encuentran reguladas por la legislación salvadoreña vigente; para las calderas los límites permisibles ²⁰de emisiones atmosféricas se muestran en la tabla 2 y para las emisiones provenientes de los motores (fuentes fijas) se muestran en la tabla 3.

Tabla 2 Límites máximos permisibles en calderas pirotubulares, acuatubulares, de sistema mixto y equipos de calentamiento indirecto.

Contaminante	Símbolo	Unidad	GLP	Diésel	Bunker C	Biomasa*
Dióxido de Azufre	SO ₂	mg/Nm ³	NA	435	2314 ¹⁾	--
Dióxido de Carbono	CO ₂	%	Reportar	Reportar	Reportar	Reportar
Monóxido de Carbono	CO	mg/Nm ³	Reportar	152	152	Reportar
Óxidos de Nitrógeno	NO _x	mg/Nm ³	201	201	408	Reportar

¹⁹ Las emisiones atmosféricas son liberaciones o descargas a la atmósfera de partículas, gases o formas de energía; provenientes de una fuente fija o móvil. Las fuentes fijas pueden ser edificaciones, estructuras o instalaciones establecidas permanentemente en un sólo lugar, las cuales emiten o pueden emitir cualquier contaminante.

²⁰ Se refiere a los niveles permisibles de concentración que son los valores o parámetros que establecen el máximo grado de concentración de contaminantes que pueden ser vertidos en una fuente, ducto o chimenea, en lugares en donde se efectúa un monitoreo o control de los contaminantes durante el proceso de producción o la realización de una actividad.

Contaminante	Símbolo	Unidad	GLP	Diésel	Bunker C	Biomasa*
Partículas Totales Suspendidas	PTS	mg/Nm ³	NA	213	213	411
Opacidad		%	NA	30	50	50

Fuente: Tabla 4 del RTS 13.11.02:13 Emisiones Atmosféricas Fuentes Fijas Puntuales, 2013.

Tabla 3 Límites máximos permisibles para generadores de energía eléctrica con motores de combustión interna.

Contaminante	Símbolo	Unidad	Actividades	
			<i>En funcionamiento</i>	<i>Nuevas</i>
Dióxido de Azufre	SO ₂	mg/Nm ³	3695	2500
Monóxido de Carbono	CO	mg/Nm ³	Reportar	Reportar
Dióxido de Carbono	CO ₂	%	Reportar	Reportar
Óxidos de Nitrógeno	NO _x	mg/Nm ³	4342	2700
Partículas Totales Suspendidas	PTS	mg/Nm ³	647	100

Notas: PTS, SO₂, CO, NO_x referidos al 10% O₂ base seca. Reportar %O₂ base seca

Fuente: Tabla 5 del RTS 13.11.02:13 Emisiones Atmosféricas Fuentes Fijas Puntuales, 2013.

b) Consumo de recursos naturales.

La planta utiliza agua proveniente de dos pozos para los sistemas cerrados de enfriamiento del proceso de generación de energía y para el consumo diario del resto de las actividades realizadas.

Según el estudio hidrogeológico realizado por la empresa los pozos tienen una profundidad de 90 metros y una capacidad de explotación mínima de 3.8 L/s y máxima de 63 L/s; para el año 2017 el consumo de agua en la planta alcanzó los 1.324 L/s.

Además, en la planta se consume energía eléctrica, diésel y bunker C.

c) Vertidos.

Los principales procesos que generan vertidos son:

- Las purgas de calderas, corresponden al agua eliminada periódicamente para evitar la acumulación de impurezas que puedan afectar las calderas. Estas aguas se descargan 4 veces

al día con una duración de 5 segundos y son generalmente alcalinas, con alto contenido de sólidos disueltos y pueden contener químicos empleados para evitar la corrosión.

- Las purgas del sistema de enfriamiento, las aguas recirculadas acumulan sólidos suspendidos y disueltos, por lo cual se realiza purgas de ellas.
- Aguas oleosas, que corresponden a las fugas de agua del sistema de enfriamiento combinadas con aceite y Bunker C provenientes de los motores.
- Las aguas residuales asociadas a la limpieza de equipos.
- Aguas ordinarias, que se generan a partir del uso de baños, lavamanos y cafetería. El tratamiento de este tipo de agua se considera parte del proceso 7.0 Servicios Compartidos, por lo que no se han tomado en cuenta para la evaluación de aspectos e impacto ambientales.
- Aguas pluviales, que corresponden al agua de lluvia recolectada a través de canaletas que discurren hacia quebradas cercanas que a su vez terminan en la costa. El tratamiento de este tipo de agua se considera parte del proceso 7.0 Servicios Compartidos, por lo que no se han tomado en cuenta para la evaluación de aspectos e impacto ambientales.

En la planta, las aguas del proceso se canalizan hacia el Skimmer, donde son separadas las grasas, los lodos y el agua oleosa; las aguas oleosas son llevadas al Open Pit (planta de tratamiento) para su procesamiento y descarga final, que se realiza a un cuerpo receptor próximo para la cual se debe garantizar que se cumplan los parámetros permisibles según la tabla 4 y 5.

Tabla 4 Valores máximos permisibles de parámetros para verter aguas residuales de tipo especial al cuerpo receptor por tipo de actividad.

Actividad	DQO (mg/l)	DBO _{5.20} (mg/l)	Sólidos sedimentables (ml/l)	Sólidos suspendidos totales (mg/l)	Aceites y Grasas (mg/l)
VI. PRODUCTOS DE LAS INDUSTRIAS QUIMICAS					
Refinación y/o fabricación de productos diversos del petróleo y del carbón.	600	200	30	200	30

Fuente: Tabla 2, sección VI, numeral 6 de la NSO 13.49.01:09 Aguas. Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor, 2009.

Tabla 5 Parámetros complementarios sobre valores permisibles para aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor.

Parámetros	Unidad	Valores Máximos Permisibles
Aluminio (Al)	mg/l	5
Arsénico (As)	mg/l	0,1
Bario Total (Ba)	mg/l	5
Berilio (Be)	mg/l	0,5
Boro (B)	mg/l	1,5
Cadmio (Cd)	mg/l	0,1
Cianuro total (CN)	mg/l	0,5
Cinc (Zn)	mg/l	5
Cobalto (Co)	mg/l	0,05
Cobre (Cu)	mg/l	1
Cromo Hexavalente(Cr ₆)	mg/l	0,1
Cromo total (Cr)	mg/l	1
Hierro Total (Fe)	mg/l	10
Litio (Li)	mg/l	2
Manganeso Total	mg/l	2
Mercurio (Hg)	mg/l	0,01
Molibdeno (Mo)	mg/l	0,1
Níquel (Ni)	mg/l	0,2
Plata (Ag)	mg/l	0,2
Plomo (Pb)	mg/l	0,4
Vanadio (V)	mg/l	1
Compuestos fenólicos sintéticos	mg/l	0,5
Materiales Flotantes	mg/l	Ausentes
Nitrógeno total	mg/l	50
Organoclorados	mg/l	0,05
Organofosforados y Carbamatos	mg/l	0,1
pH	Unidades	5,5- 9,0
Selenio (Se)	mg/l	0,05
Sulfatos (SO ₄)	mg/l	1000
Temperatura	°C	20-35 °C
<p>²⁾ El valor de PH 5,5-9, 0 aplica para descargas en agua limnias; definiéndose un valor de PH entre 6.0-9.5 para vertidos en aguas costero marino.</p> <p>³⁾ en todo caso la temperatura de H2O de descarga de cuerpo receptor no podrá alterar ± 5° C, con respecto a la temperatura natural del cuerpo hídrico receptor.</p> <p>⁴⁾ no se incrementara en 5 unidades la turbidez del cuerpo receptor.</p>		

Fuente: Tabla 3 de la NSO 13.49.01:09 Aguas. Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor, 2009.

Elaboración propia, 2018.

d) Residuos sólidos.

La central térmica genera electricidad utilizando motores de combustión interna, actividad que genera residuos peligrosos²¹ y no peligrosos.

Durante las visitas a la planta de Acajutla Energy se identificaron los siguientes residuos:

Tabla 6 Residuos peligrosos y no peligrosos identificados en Acajutla Energy.

Tipos de Residuos No Peligrosos	Tipos de Residuos Peligrosos
Vegetación de jardinería. Alimenticios. Comunes. Madera. Papel de oficina. Filtros de toma de aire. Alambres y cables. Chatarra. Latas de aluminio. Envases plásticos.	Llantas usadas. Focos y/o lámparas usadas de luz fluorescente (vapor de Mercurio). Latas usadas de pintura en spray. Baterías. Pilas alcalinas. Equipo computación/electrónico usado. Cartuchos de tinta y tóner. Cinta de impresoras matriciales. Filtro de carbón activado. Filtro de aceite y de tratamiento de aguas oleosas. Sustancias y artículos de desechos que contengan o estén contaminados por Bifenilos Policlorados ²² (PCB). Hollín. Madera, cartón y plástico contaminado con aceites, grasas y/o combustible. Agua residual de caldera. Aceite usado. Lodos de separadoras de HFO y aceite. Lodos de la planta de tratamiento. Refrigerante 134a de equipos de aire acondicionado. Inhibidores de corrosión e incrustación.

²¹ Residuo peligroso: material que reviste características peligrosas, que después de servir a un propósito específico todavía conserva propiedades físicas y químicas útiles y por lo tanto puede ser reusado, reciclado, regenerado o aprovechado con el mismo propósito u otro diferente.

²² Bifenilos policlorados o policlorobifenilos (PCB) son una familia de compuestos organoclorados formados por la cloración de diferentes posiciones del bifenilo totalizando 209 congéneres. Los PCB son considerados Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) los cuales son sustancias químicas que suponen una amenaza para la salud humana y el medio ambiente debido a que son tóxicas, bioacumulables (se incorporan en los tejidos de los seres vivos aumentando la concentración) y resistentes a la degradación y tienen potencial para transportarse a larga distancia.

Tipos de Residuos No Peligrosos	Tipos de Residuos Peligrosos
	Sustancias y artículos de desechos que contengan o estén contaminados con PCB (menor a 50ppm). Materiales absorbentes de aceite y combustible. Materiales contaminados con aceite y/o combustible.

Fuente: Elaboración propia, 2018

e) Ruido.

Entre las principales fuentes de ruido en la planta provienen de bombas, compresores, ventiladores de radiadores, generadores eléctricos, motores, transformadores, calderas, turbocargadores, etc. Estos equipos pueden generar efectos sobre la salud de la población aledaña, en caso de superar los límites permitidos por la Ordenanza Municipal de Acajutla los cuales son referidos al perímetro de la empresa. La Ordenanza Municipal de Acajutla ha adoptado los niveles máximos permisibles de ruido de la Ordenanza Municipal de San Salvador.

Tabla 7 Niveles máximos permisibles de ruido (NMP).

Zona Industrial	
Diurno	Nocturno
06:01-22:00 h	22:01-06:00 h
75 dB	70 dB

Fuente: Ordenanza Reguladora de la Contaminación Ambiental por la Emisión de Ruido del Municipio de Acajutla, 2017.

f) Suelo.

La empresa cuenta con un estudio de impacto ambiental en donde el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) solicita hacer análisis inicial de las condiciones del suelo basado en la presencia de hidrocarburos, previo a la construcción de la planta. Para realizar el estudio el MARN se refiera a la norma mexicana “*NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Límites Máximos Permisibles De Hidrocarburos En Suelos Y Lineamientos Para Muestreo En La Caracterización Y Especificaciones Para La Remediación.*”

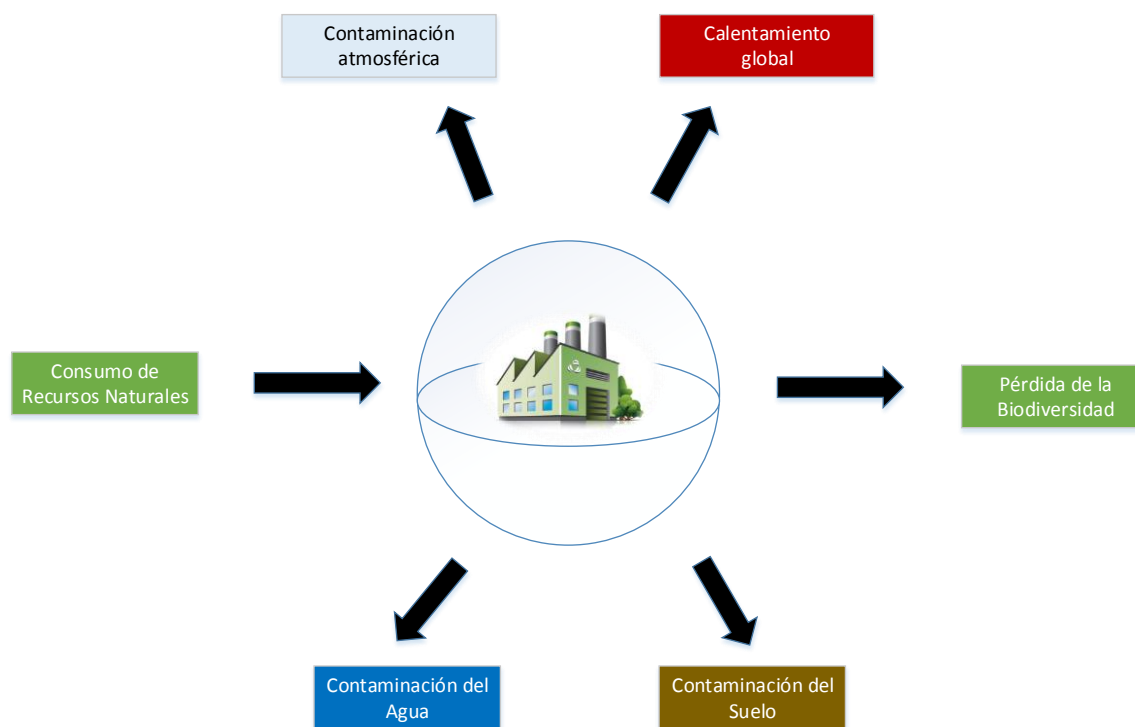
El estudio no reflejó alteraciones por hidrocarburos en el suelo.

2.1.2. Impacto Ambiental.

Impacto ambiental, según la norma ISO 14001:2015, se define como cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

Generalmente para establecer una clasificación de impacto ambiental se considera el medio o ámbito afectado y para efectos de este estudio se toma en cuenta el siguiente esquema.

Figura 14 Clasificación del impacto ambiental.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

La contaminación atmosférica es la presencia en la atmósfera de sustancias y/o energía en cantidades tales que pueden causar daños a los seres vivos, incluyendo el ser humano, dañar objetos y estructuras fabricadas por el hombre o provocar cambios en el clima. Entre sus efectos principales está la lluvia ácida que afecta en un ámbito regional o local, la disminución de la capa de ozono afectando en un ámbito regional, el smog fotoquímico que afecta el ámbito local y el efecto invernadero a nivel global.

Dentro de los contaminantes de la atmósfera generados por la industria energética se pueden mencionar las sustancias químicas, gases de combustión como CO, CO₂, NO_x, hidrocarburos y material particulado²³.

La contaminación del agua, es la modificación de las condiciones naturales del agua como pH, temperatura, carga orgánica, contenido de oxígeno, entre otros, debido a la presencia de sustancias química y residuos urbanos, industriales, agrícolas, ganaderas y pluviales, las cuales convierten al agua inadecuada para la biodiversidad y para su consumo.

La contaminación del suelo, es la alteración negativa de las características físicas, químicas o biológicas del suelo por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen humano, en concentraciones que representen un riesgo para la salud humana o el medio ambiente de acuerdo a los estándares establecidos por la legislación.

Pérdida de la biodiversidad significativa, es cuando el impacto generado por los aspectos ambientales se ve reflejado negativamente sobre el ecosistema provocando la extinción de distintas especies, aparición plagas y cambio climático.

Asimismo es importante controlar el consumo de recursos naturales de forma sostenible para asegurar su preservación y disposición para las generaciones futuras y continuidad del negocio.

2.1.3. Metodología de evaluación seleccionada.

Carretero, expone que asociado a un efecto significativo, existente una o varias causas que lo generan y que le atribuyen tal condición. El relacionar causa-efecto (aspecto ambiental-impacto ambiental) tiene una importancia relevante ya que permite actuar sobre las causas para reducir o prevenir los efectos asociados.

Existen diferentes tipos de metodologías para la evaluación de aspectos e impactos ambientales (causa-efecto), los más usados son sencillos y pueden incluir listas de verificación, opiniones de expertos, matrices, etc. sin embargo la aplicabilidad de estos métodos puede variar de país a país dependiendo de su legislación, estándares ambientales existentes, datos de referencia, entre otros. Debido a lo anterior es importante que los métodos a utilizar posean ciertas características como:

²³ Material particulado: Partículas suspendidas en las emisiones atmosféricas.

- Ser objetivos para evitar el sesgo del equipo evaluador.
- Ser apropiados y prácticos para las actividades a realizar.
- Que su aplicabilidad sea de bajo costo en términos de recursos, tiempo y personal.

Entre los principales métodos se pueden mencionar los siguientes:

- Métodos basados en redes de interacciones
- Matrices de interacciones (causa/efecto)
- Métodos de indicadores o índices
- Métodos de cantidades o cuantitativos
- Análisis multicriterio
- Herramientas de simulación o predicción
- Métodos Ad-Hoc²⁴

El método utilizado para la evaluación de los aspectos ambientales en la empresa Acajutla Energy esta dentro de la categoría Ad-hoc basada en las metodologías cuantitativas, cualitativa y en la matriz de interacción.

Con este método se pretende medir el impacto ambiental a partir de la valoración cuantitativa y cualitativa de los aspectos ambientales. El método provee una alta certidumbre en los resultados ya que limita la subjetividad al valorar los criterios de manifestaciones no cuantitativas de los aspectos ambientales para determinar la importancia y cuantificación de efectos con el uso de indicadores numéricos y su posterior transformación a unidades conmensurables, para determinar la magnitud del impacto.

Los criterios considerados para la evaluación de los aspectos ambientales se basan en la determinación de la probabilidad y consecuencia que a su vez se fundamentan en los siguientes criterios:

²⁴ **Ad-Hoc** puede traducirse como “específico, especial, especializado, alternativa” o “hecho a la medida”; las metodologías Ad-Hoc se utilizan para plantear una solución específicamente elaborada para un problema o fin preciso y están basadas en una o varias de las metodologías, o la adaptación de alguna de ellas. Los métodos Ad-Hoc de mayor uso son Conesa, Método Arboleda y Método de Leopold.

2.1.3.1. Probabilidad.

Se refiere a la probabilidad que tiene el aspecto en causar un impacto ambiental. Para determinar la probabilidad se establecerán los siguientes parámetros a los cuales se les asignará un puntaje del 1 al 5:

- a) Ocurrencia (O): Señala cuán a menudo un impacto ocurre o puede ocurrir.

Tabla 8 Escala de ocurrencia.

Puntuación	Categoría	Condición
5	Continua	Se presenta 4 veces por semana o más
4	Repetida	Se presenta de 1 a 3 veces por semana
3	Regular	Se presenta 1 vez al mes
2	Intermitente	Se presenta trimestralmente
1	Rara vez	Se presenta 1 vez al año

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- b) Frecuencia (F): Señala cuantas veces se realiza cierta actividad o labor que pueda generar un aspecto ambiental que produzca un impacto ambiental.

Tabla 9 Escala de frecuencia.

Puntuación	Categoría	Condición
5	Cierto o muy probable	Se realiza de 3 o más veces por semana
4	Probable	Se realiza 1 o 2 veces por semana
3	Moderada	Se realiza 1 vez mensualmente
2	Baja	Se realiza 1 vez semestralmente
1	Remota	Se realiza 1 vez anualmente

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- c) Control (C): Corresponde al grado de control que tiene sobre los aspectos ambientales para impedir la generación de un impacto ambiental.

Tabla 10 Escala de control.

Puntuación	Categoría	Condición
5	Incontrolable	No existe o no se conoce actualmente alguna forma de control
4	No controlado	Medida conocida o existente para el control que aún no ha sido implementada.
3	Parcialmente controlado	Las medidas actuales de control son insuficientes o están deficientemente implementadas
2	Controlado	Las medidas actuales de control son efectivas la mayoría de veces
1	Control total	Las medidas actuales de control son siempre efectivas

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- d) Preocupación de las partes interesadas (PI): Refleja cómo las partes interesadas (de la gestión ambiental) perciben un impacto ambiental generado por la empresa.

Tabla 11 Escala de interés.

Puntuación	Categoría	Condición
5	Interés primario (exigencia formal)	Para la mayoría o todas las partes interesadas
4	Interés primario (exigencia formal)	Para una o pocas partes interesadas
3	Interés secundario (exigencia informal)	Para la mayoría o todas las partes interesadas
2	Interés secundario (exigencia informal)	Para una o pocas partes interesadas
1	Mínima	Sin interés

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Para el cálculo de la probabilidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$Probabilidad = O \times F \times C \times PI$$

Ecuación 1 Probabilidad del aspecto ambiental

2.1.3.2. Consecuencia.

Se define como consecuencia del aspecto ambiental, la forma en cómo impacta al medio ambiente. Para determinar la consecuencia se establecieron los siguientes parámetros a los cuales se les asignó un puntaje del 1 al 5:

- a) Severidad (S): Está referido al grado con que el impacto afecta o puede afectar los alrededores de la comunidad o centros de población (incluido aire, agua, suelo, recursos naturales, flora, fauna y seres humanos.)

Tabla 12 Escala de severidad.

Puntuación	Categoría	Condición
5	Severo	Catastrófico o potencialmente irreparable. Se requiere de gran esfuerzo para corregir y recuperar.
4	Grave	Dañino y potencialmente reparable. Hay dificultad para corregir pero es recuperable.
3	Moderado	Es algo dañino pero corregible.
2	Leve	Daño mínimo y fácilmente corregible.
1	Inofensivo	No hay daño o afectación.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- b) Límite Geográfico (LG): Se refiere al área física donde ocurre o se manifiesta el impacto ambiental.

Tabla 13 Escala de afectación geográfica.

Puntuación	Categoría	Condición
5	Zona geográfica	El impacto afecta fuera del Departamento donde se localiza la empresa (ej.: zona occidental).
4	Departamental	El impacto afecta al Departamento donde se localiza la empresa.
3	Local	El impacto afecta al Municipio donde se localiza la empresa.
2	Puntual	El impacto afecta a las áreas cercanas al perímetro de la empresa.
1	Confinado	El impacto afecta dentro del perímetro de las instalaciones de la empresa.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- c) Estatus regulatorio (ER): Identifica si un impacto está asociado a requisitos legales o normativos, o a requisitos auto impuestos por la dirección o por partes interesadas.

Tabla 14 Escala de estatus regulatorio.

Puntuación	Categoría	Condición
5	Regulado	Existe legislación o normativas decretadas.
4	Regulado en el futuro	Actualmente no existe legislación o normativas decretadas, pero se encuentra en consideración por autoridades administrativas y legislativas para ser regulada en el futuro inmediato.
3	Política de la empresa	Buenas prácticas adoptadas a través de políticas de la empresa.
2	Práctica de las empresas	Estándar de la industria, código de prácticas u otra actividad que guíen las prácticas establecidas, pero no ha sido formalmente documentadas o adoptadas.
1	No reguladas	Sin ningún tipo de regulación.

Fuente: Elaboración propia, 2018

- d) Duración/Recuperabilidad (R): Corresponde al período de tiempo durante el cual un impacto ambiental se sentirá sobre las entidades afectadas.

Tabla 15 Escala de duración/ recuperabilidad.

Puntuación	Categoría	Condición
5	Irrecuperable	No se puede recuperar
4	Recuperable a largo plazo	Mayor a un año.
3	Recuperable a mediano plazo	Menor a un año.
2	Recuperable a corto plazo	Menor a un mes.
1	Rápidamente recuperable	Menor a una semana.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Para el cálculo de la consecuencia se utilizó la siguiente fórmula:

$$Consecuencia = S \times LG \times ER \times DR$$

Ecuación 2 Consecuencia del aspecto ambiental

2.1.3.3. Categorización de criterios.

Después de calcular la probabilidad y la consecuencia, éstas se clasificaron de acuerdo al resultado obtenido con base a la siguiente tabla:

Tabla 16 Escala de categorización de criterios.

Puntuación	Categoría	Condición
1 a 156	Baja	25% del puntaje máximo alcanzable
157 a 468	Media	>25% al 75% del puntaje máximo alcanzable
469 a 625	Alta	>75% al 100% del puntaje máximo alcanzable

Fuente: Elaboración propia, 2018

Al obtener la categoría de cada aspecto ambiental se utilizó la matriz de interacción que se muestra a continuación en la tabla 17 para determinar el grado de significancia de su impacto ambiental.

Tabla 17 Matriz de interacción.

Consecuencia	Probabilidad		
	Alta	Media	Baja
Alta	Alto	Alto	Medio
Media	Alto	Medio	Bajo
Baja	Medio	Bajo	Bajo

Fuente: Elaboración propia, 2018

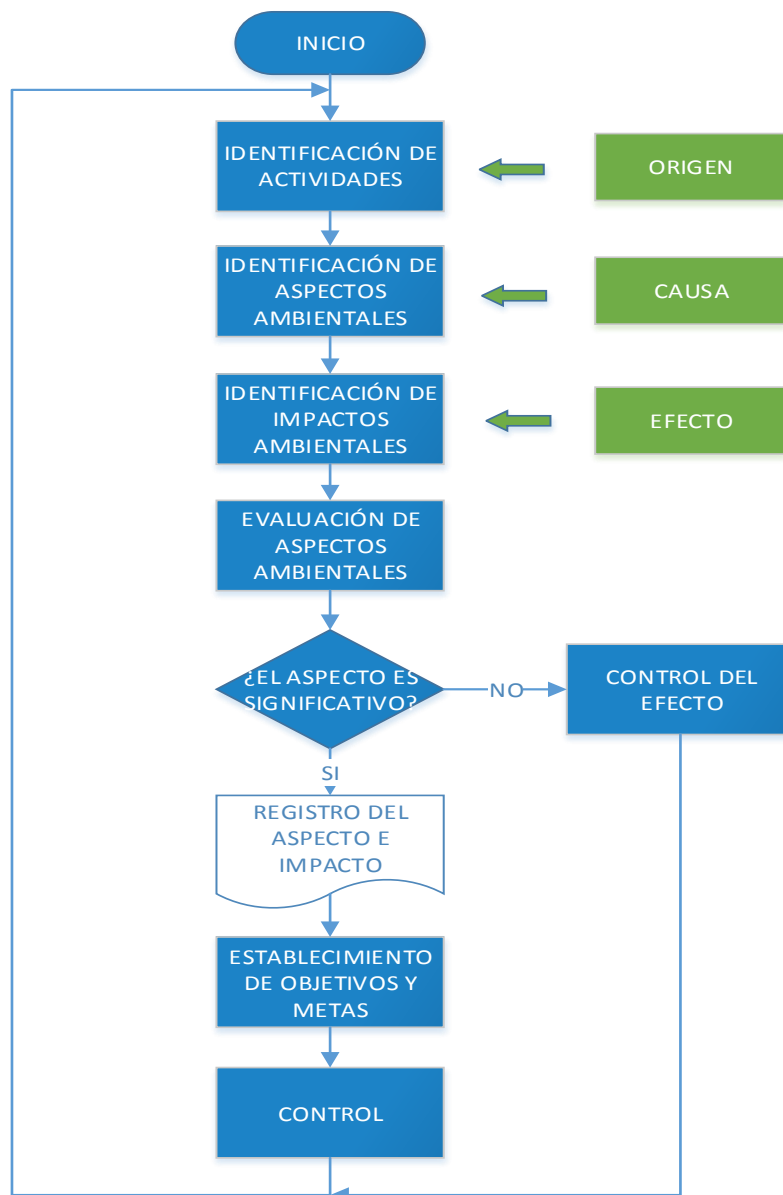
Con base a los resultados obtenidos de la matriz de interacción se pudo identificar aquellos aspectos ambientales con criticidad alta, media y baja para crear el plan de control operacional de la empresa.

2.1.4. Procedimiento para la identificación, evaluación y control de los aspectos ambientales.

El procedimiento general que se utilizó para lograr el control de los aspectos ambientales dentro de la empresa consistió en determinar actividades realizadas en el proceso de generación de energía eléctrica con la finalidad de identificar y evaluar los aspectos ambientales asociados a estas

actividades y cuantificar su impacto ambiental. También fue necesario contar con los registros de estos impactos y aspectos para luego elaborar un plan de control estableciendo objetivos y metas con la finalidad de reducir, eliminar o prevenir los impactos significativos. Lo anterior se representa en la figura 16.

Figura 15 Procedimiento para la identificación, evaluación y control de los aspectos ambientales.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Además, para apoyar el procedimiento para la identificación, evaluación y control de los aspectos ambientales se hizo una comparación entre los parámetros permisibles exigidos por la legislación vigente y los parámetros reales de las categorías de aspectos ambientales identificados en la empresa.

2.1.5. Ciclo de vida.

El ciclo de vida, según la norma ISO 14001:2015, se define como las etapas consecutivas e interrelacionadas del sistema del producto, desde la adquisición de materia prima o su generación a partir de recursos naturales hasta el tratamiento al finalizar su vida.

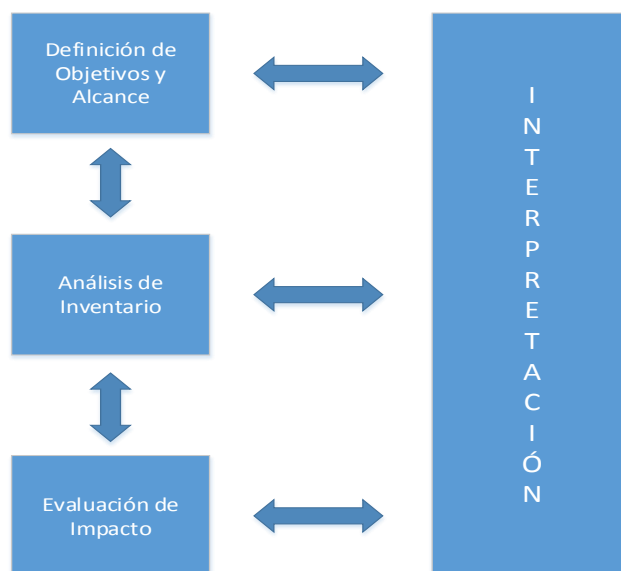
El ciclo de vida tiene diferentes aplicaciones dentro del sector industrial, entre ellas puede destacarse que se utilizan como herramientas para la planificación de estrategias, políticas, programas ambientales, diseño de nuevos productos, mejoras de procesos, mejoras de productos ya comercializados, para la selección de alternativas de gestión de residuos, para la evaluación de los efectos producidos por el consumo de recursos naturales.

Asimismo, contribuye a mejorar la imagen de la organización, a seleccionar de mejor manera a los proveedores, a la gestión de la cadena de suministro desde una perspectiva ambiental, entre otras.

Actualmente las normas relacionadas al análisis del ciclo de vida son UNE-EN ISO 14040 Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia y UNE-EN ISO 14044 Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y Directrices, la cual sustituyó a las ISO 14041, 14042 y 14043. Según la UNE-EN ISO 14040 las etapas de la evaluación del ciclo de vida se representan en la figura 16.

Para el propósito de este trabajo es importante destacar que la norma ISO 14001:2015 en la sección “6.1.2 Aspectos ambientales significativos”, contempla que dentro del alcance definido del sistema de gestión ambiental la organización debe identificar los aspectos ambientales y los impactos ambientales asociados de sus actividades, productos y servicios que puede controlar y de aquellos en los que puede influir, desde una perspectiva de ciclo de vida. Sin embargo, en la sección “A.6.1.2 Aspectos ambientales significativos” de su anexo A especifica que no se requiere una evaluación de ciclo de vida detallada; es suficiente una simple consideración de las etapas del ciclo de vida que pueden estar bajo el control o influencia de la organización.

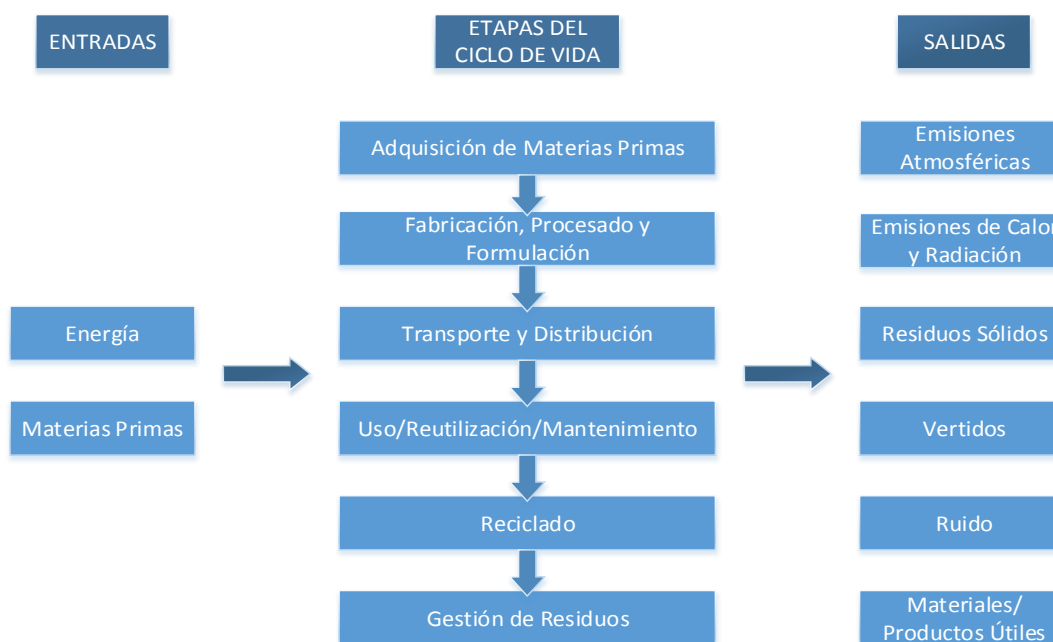
Figura 16 Proceso de evaluación del ciclo de vida.



Fuente: ISO 14040, 2006.

Las etapas del ciclo de vida que son aplicables variarán dependiendo de la actividad, producto o servicio, por lo que en esta ocasión se utilizó como guía el esquema de la figura 17 para determinar las salidas de los procesos en estudio.

Figura 17 Etapas del ciclo de vida.



Fuente: Elaboración propia basado en Análisis del Ciclo de Vida, Haya Leiva 2016.

Para efectos de este estudio el alcance del análisis del ciclo de vida es “*de puerta a puerta (gate to gate)*”, el cual considera el proceso productivo de la empresa y abarca hasta la fase de gestión de los residuos generados por el proceso para elaborar el producto; que son las etapas donde la empresa puede tener control, tal como es indicado en el anexo A de la norma ISO 140001:2015.

Por tanto, la determinación de las salidas contribuirá a mejorar la gestión de los residuos generados por la empresa, por lo que se presentará un inventario de los residuos y desechos resultantes del proceso actual de generación de energía eléctrica.

3.0.Resultados

El este capítulo se dará a conocer de forma detallada los resultados obtenidos de la evaluación a los aspectos ambientales identificados en los procesos de Operaciones y Mantenimiento de Acajutla Energy, a fin de definir el nivel de los impactos ambientales.

3.1. Evaluación del cumplimiento legal

De acuerdo a la naturaleza de las operaciones realizadas por la empresa, se identificó la normativa salvadoreña vigente que le es aplicable con la finalidad de determinar el grado de cumplimiento legal actual.

A continuación, en las tablas del 18 al 24 se presentan los resultados de las mediciones realizadas en las descargas de agua al cuerpo receptor, emisiones atmosféricas y de ruido, declarados en el informe anual operativo a diciembre 2017 presentado al MARN con los cuales se pudo identificar que los resultados obtenidos se encuentran dentro de los parámetros permisibles a excepción del DBO₅ y DQO.

Tabla 18 Límites máximos permisibles para calderas recuperadoras de calor.

Contaminante	Símbolo	Unidad	Bunker C	Resultados de Acajutla Energy
Dióxido de Azufre	SO ₂	mg/Nm ³	2314 ¹⁾	314
Dióxido de Carbono	CO ₂	%	Reportar	11.3
Monóxido de Carbono	CO	mg/Nm ³	152	0
Óxidos de Nitrógeno	NOx	mg/Nm ³	408	91
Partículas Totales Suspendidas	PTS	mg/Nm ³	213	No aplica²
Opacidad		%	50	13

Nota 1: se presentan los resultados más cercanos a los límites permisibles.
 Nota 2: los resultados que se presentan pertenecen a las calderas de paso (Recuperadoras de calor) calderas instaladas en el ducto de salida de gases de los motores, solo realiza intercambio de calor entre fluidos.

Fuente: Tabla 4 del RTS 13.11.02:13 Emisiones Atmosféricas Fuentes Fijas Puntuales, 2013.

Tabla 19 Límites máximos permisibles para caldera auxiliar.

Contaminante	Símbolo	Unidad	Diésel	Resultados de Acajutla Energy
Dióxido de Azufre	SO ₂	mg/Nm ³	435	162
Dióxido de Carbono	CO ₂	%	Reportar	11.6
Monóxido de Carbono	CO	mg/Nm ³	152	0
Óxidos de Nitrógeno	NO _x	mg/Nm ³	201	97
Partículas Totales Suspendidas	PTS	mg/Nm ³	213	No aplica²
Opacidad		%	30	20
Oxígeno (base seca)	O ₂	%	A reportar	5.5

Nota: se presentan los resultados más cercanos a los límites permisibles.
 Nota 2: los resultados que se presentan pertenecen a las calderas auxiliar a base de combustible Diésel ,según NSO 13.11.02:07 numeral 7.4 quedan exentas de medir PTS las calderas con capacidades entre 2000MJ/h y 25000 MJ/h , La caldera reportada es de 7200 MJ/h.

Fuente: Tabla 4 del RTS 13.11.02:13 Emisiones Atmosféricas Fuentes Fijas Puntuales, 2013.

Tabla 20 Límites máximos permisibles para generadores de energía eléctrica con motores de combustión interna.

Contaminante	Símbolo	Unidad	Actividades en funcionamiento	Resultados de Acajutla Energy
Dióxido de Azufre	SO ₂	mg/Nm ³	3695	1503.59
Monóxido de Carbono	CO	mg/Nm ³	Reportar	941
Dióxido de Carbono	CO ₂	%	Reportar	7.4
Óxidos de Nitrógeno	NO _x	mg/Nm ³	4342	3494.9
Partículas Totales Suspendidas	PTS	mg/Nm ³	647	104.5
Oxígeno (base seca)	O ₂	%	Reportar	12.1

Notas: PTS, SO₂, CO, NO_x referidos al 10% O₂ base seca.

Fuente: Tabla 5 del RTS 13.11.02:13 Emisiones Atmosféricas Fuentes Fijas Puntuales, 2013.

Según el Reglamento Especial de Aguas Residuales en su art.15 y 16 establece los parámetros a determinar para aguas residuales de tipo especial, y a pesar que el rubro de energía eléctrica generada a partir de hidrocarburos²⁵ no se encuentra de forma específica en el reglamento y en la

²⁵ Hidrocarburo: se conoce como hidrocarburo al compuesto de tipo orgánico que surge al combinar átomos de hidrógeno con otros de carbono.

norma la NSO 13.49.01:09, el sector ha adoptado los parámetros que se presenta en las tablas 21, 22 y 23:

Tabla 21 Valores máximos permisibles de parámetros para verter aguas residuales de tipo especial al cuerpo receptor por tipo de actividad.

Actividad	DQO (mg/l)	DBO _{5.20} (mg/l)	Sólidos sedimentables (ml/l)	Sólidos suspensidos totales (mg/l)	Aceites y Grasas (mg/l)
PRODUCTOS DE LAS INDUSTRIAS QUIMICAS					
6. Refinación y/o fabricación de productos diversos del petróleo y del carbón.	600	200	30	200	30
Resultados de Acajutla Energy	415.6	196.35	<0.10	30.6	11.17

Fuente: Tabla 2, sección VI, numeral 6 de la NSO 13.49.01:09 Aguas. Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor, 2009.

A pesar que el promedio de DQO y DBO₅ está dentro del parámetro permisible establecido en la NSO 13.49.01:09, se pudo identificar que los resultados finales arrojan un cumplimiento a la norma como se muestra en la tabla 22, en la que se observa que existen desviaciones para el caso de DQO en el mes de febrero, mientras que para DBO₅ se encontraron desviaciones en febrero, marzo, abril, y diciembre del 2017.

Tabla 22 Resultados de DQO y DBO₅ del vertido de aguas residuales de tipo especial al cuerpo receptor.

Regulador	Análisis	Límites	Unidad	Febrero	Marzo	Abril	Diciembre	Promedio
NSO 13.49.01:09 (MARN)	DQO	600	ppm	950	-	-	-	415.60
	DBO ₅	200	ppm	383	216	241	372	196.35

Fuente: Informe anual operativo Acajutla Energy, Diciembre 2017

Tabla 23 Parámetros complementarios sobre valores permisibles para aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor.

Parámetros	Unidad	Valores Máximos Permisibles	Resultados de Acajutla Energy	Resultado
Aluminio (Al)	mg/l	5	No lo realiza	No hay incumplimiento
Arsénico (As)	mg/l	0,1	No lo realiza	No aplica
Bario Total (Ba)	mg/l	5	<0.70	Cumple
Berilio (Be)	mg/l	0,5	No lo realiza	No hay incumplimiento
Boro (B)	mg/l	1,5	No lo realiza	No hay incumplimiento
Cadmio (Cd)	mg/l	0,1	No lo realiza	No hay incumplimiento
Cianuro total (CN)	mg/l	0,5	No lo realiza	No hay incumplimiento
Cinc (Zn)	mg/l	5	No lo realiza	No hay incumplimiento
Cobalto (Co)	mg/l	0,05	No lo realiza	No hay incumplimiento
Cobre (Cu)	mg/l	1	No lo realiza	No hay incumplimiento
Cromo Hexavalente(Cr ₆)	mg/l	0,1	No lo realiza	No hay incumplimiento
Cromo total (Cr)	mg/l	1	No lo realiza	No hay incumplimiento
Hierro Total (Fe)	mg/l	10	No lo realiza	No hay incumplimiento
Litio (Li)	mg/l	2	No lo realiza	No hay incumplimiento
Manganeso Total	mg/l	2	<0.010	Cumple
Mercurio (Hg)	mg/l	0,01	0.001	Cumple
Molibdeno (Mo)	mg/l	0,1	<0.5	Cumple
Níquel (Ni)	mg/l	0,2	<0.02	Cumple
Plata (Ag)	mg/l	0,2	<0.25	Cumple
Plomo (Pb)	mg/l	0,4	<2ppb	Cumple
Vanadio (V)	mg/l	1	No lo realiza	No Cumple
Compuestos fenólicos sintéticos	mg/l	0,5	No lo realiza	No cumple
Sulfuros	(mg/l)	0,5	No lo realiza	No cumple
Materiales Flotantes	mg/l	Ausentes	9	Cumple
Nitrógeno total	mg/l	50	7.5	Cumple
Organoclorados	mg/l	0,05	No detectado	No detectado
Organofosforados y Carbamatos	mg/l	0,1	No detectado	No detectado
pH	Unidades	5,5- 9,0	6.8	Cumple

Parámetros	Unidad	Valores Máximos Permisibles	Resultados de Acajutla Energy	Resultado
Selenio (Se)	mg/l	0,05	<0.01	Cumple
Sulfatos (SO ₄)	mg/l	1000	14.54	Cumple
Temperatura	°C	20-35 °C	28.8	Cumple
<p>²⁾ El valor de PH 5,5-9, 0 aplica para descargas en agua limnias; definiéndose un valor de PH entre 6.0-9.5 para vertidos en aguas costero marino.</p> <p>³⁾ en todo caso la temperatura de H2O de descarga de cuerpo receptor no podrá alterar $\pm 5^{\circ}$ C, con respecto a la temperatura natural del cuerpo hídrico receptor.</p> <p>⁴⁾ no se incrementara en 5 unidades la turbidez del cuerpo receptor.</p>				

Fuente: Tabla 3 de la NSO 13.49.01:09 Aguas. Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor, 2009.

En base a la tabla del artículo 16 del Reglamento Especial de Aguas Residuales para el sector energético debe incluir de, metales pesados, fenoles y sulfuros. En el caso de los metales pesados solamente se realizan bario total, manganeso total, mercurio molibdeno, níquel, plata y plomo por estar asociados al proceso.

Según la investigación con la alcaldía de Acajutla sobre la ordenanza municipal para la regulación del ruido en la zona, únicamente los bares y discotecas se encuentran reguladas por lo que la empresa ha adoptado los valores de la ordenanza de la alcaldía municipal de San Salvador, los cuales se presentan en la tabla 24.

Tabla 24 Niveles máximos permisibles de ruido (NMP).

Zona industrial		Resultados	
Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
06:01-22:00 h	22:01-06:00 h	70.4	68.73
75 dB	70 dB		

Fuente: Ordenanza Reguladora de la Contaminación Ambiental por la Emisión de Ruido del Municipio de San Salvador, 2017.

La empresa realiza la gestión de residuos y desechos dando su disposición final en los rellenos sanitarios en el caso de los clasificados como no peligrosos y con empresas autorizadas por el MARN para los clasificados como peligrosos. En la tabla 25 se muestra la clasificación antes mencionada.

Tabla 25 Residuos peligrosos y no peligrosos identificados en Acajutla Energy.

Tipos de Residuos Peligrosos	Resultados
Llantas usadas	No cuantificado
Focos y/o lámparas usadas de Luz	No cuantificado
Fluorescente (Vapor de Mercurio)	No cuantificado
Latas usadas de pintura en Spray	No cuantificado
Baterías	No cuantificado
Pilas alcalinas	No cuantificado
Equipo computación/electrónico usado	No cuantificado
Cartuchos de tinta y tóner	No cuantificado
Cinta de impresoras matriciales	No cuantificado
Filtro de carbón activado	No cuantificado
Tapos contaminados con Bunker C y filtros contaminados de aceite(transportados dentro de envases metálicos)	18.16 ton/año
Tierra/ arena contaminada con Bunker C	3.12 ton/año
Manguera de hule/ madera contaminada	1.1 ton/año
Sustancias y artículos de desechos que contengan o estén contaminados por Bifenilos Policlorados (PCB)	No cuantificado
Cenizas de la quema Bunker C (hollín)	6 barriles/año
Lodos de separadoras de combustible, aceite y de planta de tratamiento	296,800 gal/año
Residuos de asbesto	
Lodos de Bunker C	1,123,399 kg/año
Aceite lubricante usado	158,154 kg/año
Tipos de Residuos No Peligrosos	Resultados
Vegetación de jardinería	99 m ³
Alimenticios comunes	
Madera	
Papel y cartón de oficina	
Filtros de toma de aire	
Alambres y cables	No cuantificado
Chatarra, latas de aluminio, envases plásticos	No cuantificado

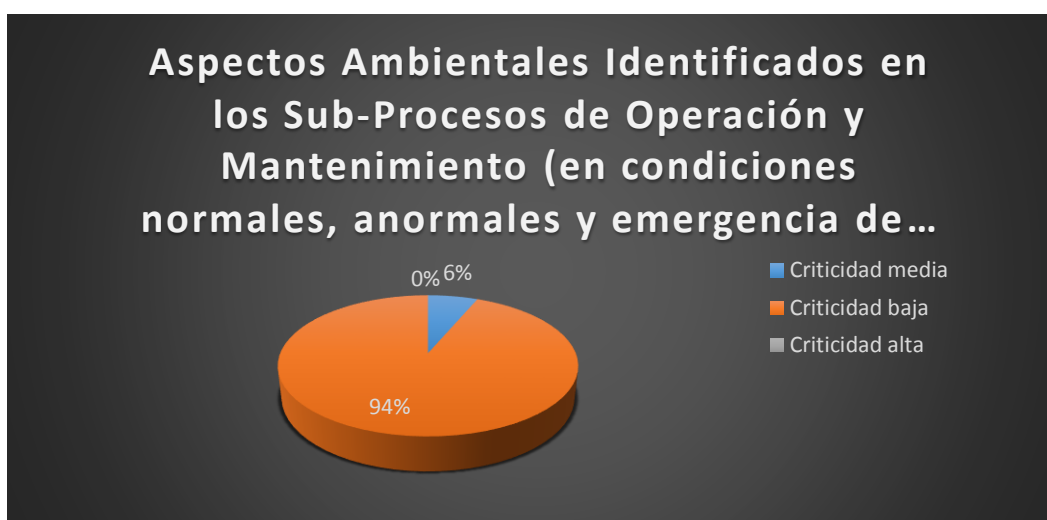
Fuente: Basado en el Informe Anual Operativo Acajutla Energy Diciembre 2017. Elaboración propia, 2018.

También es importante mencionar que la empresa realiza el almacenamiento temporal de los residuos y desechos antes mencionados basado en el Reglamento Especial sobre el Manejo Integral de los Desechos Sólidos.

3.2. Evaluación de los aspectos ambientales identificados

Durante la visita a la empresa Acajutla Energy, se identificaron 95 aspectos ambientales, de los cuales 45 corresponden al sub-proceso de Operaciones en condiciones normales de operación, 48 al sub-proceso de Mantenimiento en condiciones anormales de operación y 2 al sub-proceso de Mantenimiento en condiciones de emergencia (ver anexo B.1 y C.1).

Gráfico 1 Porcentaje de contribución de aspectos ambientales identificados en los sub-proceso de Operaciones y Mantenimiento



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Del resultado de la evaluación se obtuvieron 6 aspectos ambientales con criticidad media del total identificado en el Sub-proceso de Operaciones, estos aspectos corresponden a las actividades de: Bombeo de lodos a camión cisterna para disposición final, Operación de caldera auxiliar (purga), Operación de caldera de gases (purga), Dreno de tanque de alimentación calderas, Operación de motores y Tratamiento de agua de pozo en el tanque de alimentación a calderas; mientras que en el Sub-proceso de Mantenimiento se obtuvo 1 aspecto ambiental con criticidad media del total identificado, este aspecto corresponde a la actividad de: Dreno de agua de caldera por mantenimiento (ver anexo C.2).

A continuación en la tabla 26 se presenta la evaluación de los aspectos ambientales con criticidad media:

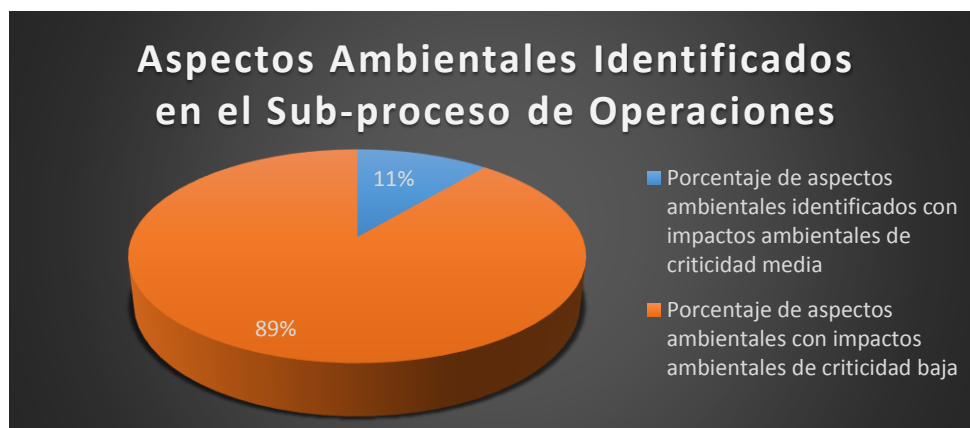
Tabla 26 Aspectos ambientales identificados con criticidad media.

1	Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
	2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Bombeo de lodos a camión cisterna para disposición final		Derrame de lodos		Contaminación del suelo		Criticidad
	Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	MEDIA
		2	4	5	4	160	MEDIA	
	Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	MEDIA
		4	3	3	3	108	MEDIA	
2	Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
	2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar (purga)		Vertido de agua de caldera con químicos a 98°C al cuerpo receptor		Contaminación del agua		Criticidad
	Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	MEDIO
		5	4	4	4	320	MEDIA	
	Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	MEDIO
		5	4	5	3	300	MEDIA	
3	Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
	2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera de gases (purga)		Vertido de agua de caldera con químicos a 98°C al cuerpo receptor		Contaminación del agua		Criticidad
	Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	MEDIA
		4	4	4	4	256	MEDIA	
	Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	MEDIA
		4	4	5	3	240	MEDIA	
4	Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
	2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Dreno de tanque de alimentación calderas		Descarga de agua con químicos a 98°C al cuerpo receptor		Contaminación del agua		Criticidad
	Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	MEDIA
		4	4	4	4	256	MEDIA	
	Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	MEDIA
		4	4	5	3	240	MEDIA	
5	Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
	2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Tratamiento de agua de pozo en el tanque de alimentación a calderas		Vertido de agua con químicos a 98°C al cuerpo receptor		Contaminación del agua		Criticidad
	Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	MEDIA
		4	4	4	4	256	MEDIA	
	Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	MEDIA
		4	4	5	3	240	MEDIA	
6	Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
	2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Dreno de agua de caldera por mantenimiento		Vertido de agua de caldera a 98°C al cuerpo receptor		Contaminación del agua		Criticidad
	Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	MEDIA
		4	4	4	4	256	MEDIA	
	Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	MEDIA
		4	4	5	3	240	MEDIA	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

De los resultados obtenidos se puede observar que un 11% de los aspectos ambientales poseen criticidad media y el 89% de los aspectos corresponden a criticidad baja dentro del sub-proceso de Operaciones.

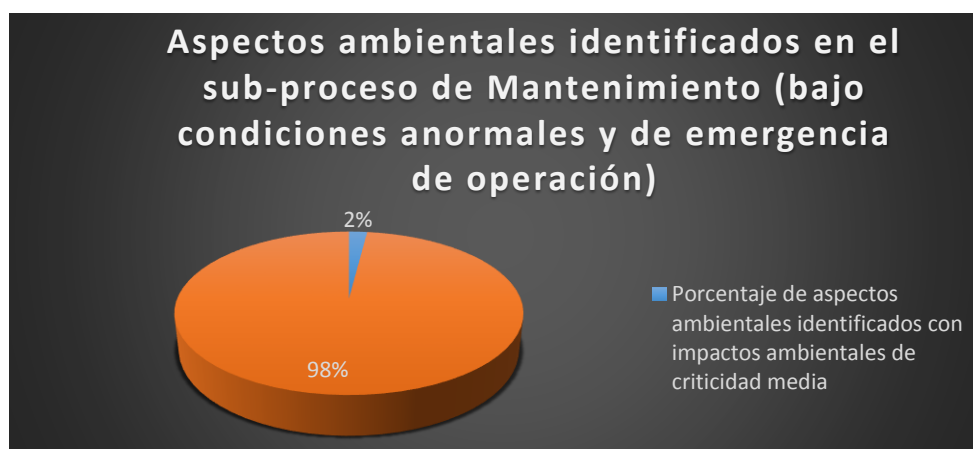
Gráfico 2 Porcentaje de aspectos ambientales identificados con criticidad media y baja en el sub-proceso de Operaciones.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Asimismo para el sub-proceso de Mantenimiento se puede observar que un 2% de los aspectos ambientales poseen criticidad media y el 98% de los aspectos corresponden a criticidad baja.

Gráfico 3 Porcentaje de aspectos ambientales identificados con criticidad media y baja en el sub-proceso de Mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

De lo anterior se puede mencionar que el bajo porcentaje de aspectos ambientales con criticidad media y alta se debe a los controles actuales con los que cuenta la empresa, los cuales pudieron

identificarse durante la visita realizada a las instalaciones. Entre los controles existente se encuentran bermas de contención en patio de tanques y área de transformadores, pisos epóxicos en salas de motores, cuarto de separadoras y en talleres, contención de derrames y fugas, áreas de confinamiento para residuos y desechos peligrosos, sistemas de recolección y tratamiento para lodos y aguas oleosas, disposición final de residuos y desechos peligrosos con empresas autorizadas por el MARN, entre otros.

Asimismo fue posible verificar que estos controles se encuentran establecidos en los procedimientos de la empresa, de los cuales existen 17 enfocados a medio ambiente como se muestra en la tabla 27 También fue evidenciado un fuerte enfoque al cumplimiento de la legislación ambiental vigente.

Tabla 27 Lista de procedimientos de Acajutla Energy enfocados a medio ambiente.

Código y Nombre del procedimiento	
PMA-01	MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUIMICOS
PMA-02	MANEJO Y DISPOSICION DE MATERIALES PELIGROSOS
PMA-03	MANEJO Y DISPOSICION DE DESECHOS COMUNES
PMA-04	CAMINATAS DE SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE
PMA-05	RESPUESTA EMERGENCIAS
PMA-06	ATENCION DE DERRAMES DE HFO
PMA-07	ATENCION DE DERRAMES DE LFO
PMA-08	MANEJO AGUA POTABLE
PMA-09	CLASIFICACION DESECHO
PMA-10	USO EFICIENTE DE WIPE CONTAMINADO
PMA-11	MANEJO, ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE DESECHOS SOLIDOS
PMA-12	CONTROLES GENERALES DE MEDIO AMBIENTE
PMA-13	MEDICION DE EMISIONES ATMOSFERICAS
PMA-14	REPORTES AL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
PMA-15	FAUNA Y FLORA
PMA-16	CONTROL NIVEL FREATICO
PMA-17	AUDITORIA INTERNA DEL PROGRAMA DE MEDIO AMBIENTE

Fuente: Elaboración propia basado registros Acajutla Energy, 2018.

Otro factor importante que influye en el bajo porcentaje de aspectos ambientales con criticidad media y baja son las constantes capacitaciones al personal en materia de medio ambiente como manejo adecuado de trapos contaminado, clasificación de desechos, reducción del consumo energético, conservación de flora y fauna, manejo de agua, etc.

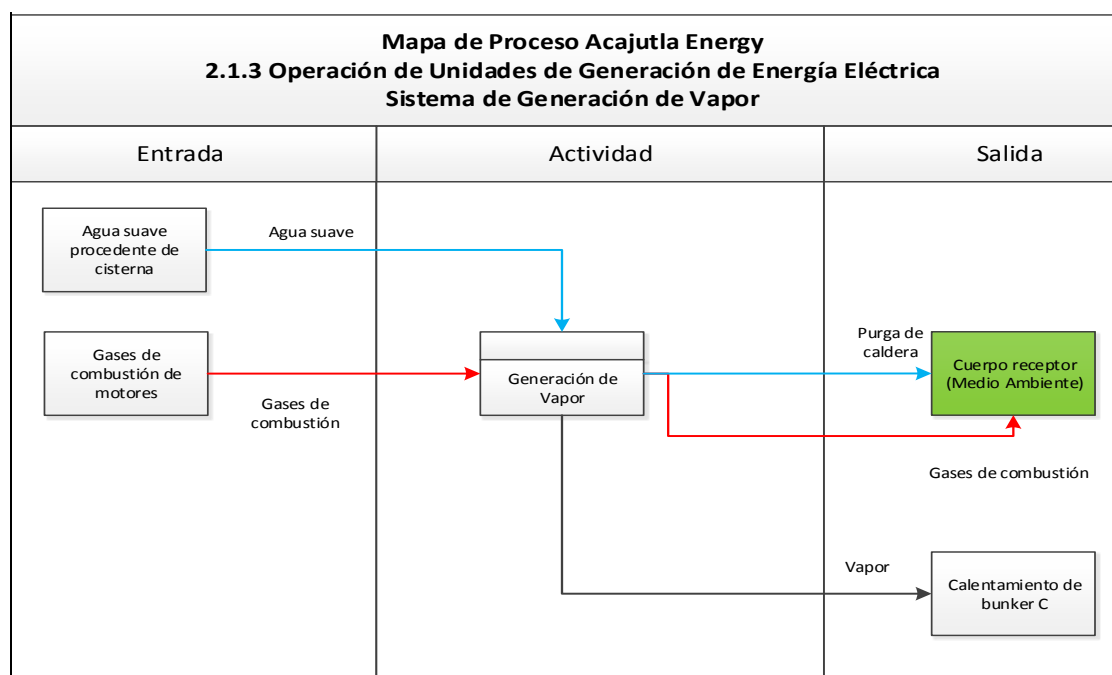
3.3. Caracterización de entradas y salidas ambientales

La caracterización ambiental de un proceso, sub-proceso o actividad específica es una herramienta útil que permite identificar y cuantificar las entradas y salidas ambientales que se encuentran relacionadas a otros procesos, sub-procesos o actividades para poder llevar a cabo una mejor gestión de los aspectos ambientales. La siguiente caracterización mostrada en las tablas 28 y 29, representa el sistema de generación de vapor a través de caldera recuperadora ²⁶de calor y muestra las entradas y salidas ambientales del sistema.

En la caracterización, como forma de ejemplo, se identifican los aspectos ambientales más significativos de la actividad de generación de vapor, con el fin de conducir una revisión ambiental y con ella apoyarnos en la elaboración del plan de control operacional para eliminar, reducir o controlar el impacto ambiental.

Se tomó esta actividad debido a que en la evaluación de aspectos e impactos ambientales fue uno de los aspectos que no se encuentran bajo control.


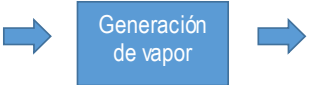
Figura 18 Mapa del sistema de generación de vapor identificando entradas y salidas ambientales.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

²⁶ Caldera recuperadora de calor: Aprovecha la energía de los gases de escape de las chimeneas para generación de vapor.

Tabla 28 Resumen descriptivo del sistema de generación de vapor.

Versión No.01		Generación de Energía Eléctrica	Proceso 2.0	
Control de Calidad		Proceso Auxiliar de Generación		
<i>Entrada de Productos Químicos</i>		Sub-proceso 2.1 Operaciones	<i>Salida de productos químicos</i>	
Insumos	m³/mes	2.1.3 Operación de Unidades de Generación de Energía Eléctrica Sistema de Generación de Vapor	Residuo	m³/mes
Agua suavizada	2097		Purga	18
			Vapor	1680 Kg/h
<i>Entrada de gases de combustión</i>			<i>Salida de Gases de combustión</i>	
Insumos	Kg de CO₂		Insumos	Kg de CO₂
Gases de escape	10878062.4		Gases de Escape	10878062.4
Temperatura	348 °C		Temperatura	225 °C
Descripcion del proceso: Generación de vapor Caldera de paso				
Entrada de agua suavizada				
Sale agua de purga				
Etapas:				
1 Inyeccion de agua tratada				
2 Generacion de Vapor				
3 Purga de caldera y descarga de agua con contenidos solidos				

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 29 Caracterización del sistema de generación de vapor.

Caracterización del agua			
Parámetros	Unidades	Agua de pozo (Agua de pozo tratada)	Agua residual (Purga)
Alcalinidad (CO ₃ Ca)	ppm	180	550
Cloruros (Cl ⁻)	ppm	38	110
Dureza Total	ppm	0	0
pH ²⁷	-	0	11.94
Residual sulfito	ppm	N/a	15
Residual Inhibidor	ppm	N/a	0
Hierro (Fe)	ppm	0	0.11
Silice(SiO ₂)	ppm	0	675
Total solidos Disueltos	ppm	384	2330
Temperatura	°C	25	86
Caracterización de los gases			
Parámetros	Unidades	Emisiones (Gases de combustión)	
Partículas Totales Suspendidas	mg/Nm ³ a 10% de O ₂	210.89	
Óxidos de Nitrógeno	mg/Nm ³ a 10% de O ₂	2824.35	
Dióxido de Azufre	mg/Nm ³ a 10% de O ₂	1325.68	
Dióxido de Carbono	%	8.6	
Monóxido de Carbono	mg/Nm ³ a 10% de O ₂	652.61	

Fuente: Basado en registros de análisis de agua Acajutla Energy 2017. Elaboración propia, 2018.

²⁷ pH: acidez o alcalinidad de una sustancia a partir de su potencial de hidrógeno, su resultado es adimensional.

3.4. Plan de control operacional

Una vez identificados los aspectos ambientales de acuerdo a su nivel de criticidad se estableció las medidas a tomar para cada una de las categorías por medio de la siguiente clasificación:

Tabla 30 Acciones a tomar de acuerdo al tipo de criticidad.

CRITICIDAD	ACCIÓN A TOMAR	NOTIFICAR A	TIEMPO PARA LAS ACCIONES
ALTA	Los aspectos ambientales de esta categoría se consideran intolerables por lo que cada jefe de área deberá informarlos inmediatamente a la gerencia de planta para la elaboración del plan de acciones correctivas y de no recurrencia. Estas acciones deberán incluirse en el plan de control operacional.	Gerente de planta	Inmediato
MEDIA	Los aspectos ambientales de esta categoría se consideran moderados por lo que las áreas competentes deberán monitorear y generar el plan de control operacional.	Gerente de planta y gerentes de área	Según plan de control operacional
BAJA	Los aspectos ambientales de esta zona se consideran controlados por lo que se debe mantener el monitoreo de los mismos.	Gerente de área	Constante

Fuente: Elaboración propia, 2018

De acuerdo a la tabla anterior, se presenta la propuesta del plan de control operacional para los aspectos ambientales significativos con criticidad media identificados en los sub-procesos de Operaciones y Mantenimiento.

Tabla 31 Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.

PLAN DE CONTROL OPERACIONAL DE ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS				
Objetivo: Reducir el 95% de la contaminación del suelo con lodos.				
Subproceso 2.1	Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Criticidad
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Bombeo de lodos a camión cisterna para disposición final	Derrame de lodos	Contaminación del suelo	MEDIA
ACCION CORRECTIVA	Hacer un estudio de factibilidad y viabilidad para: a) Traslado de cargas de lodos hacia cargadero existente de bunker, aceite y diésel. b) Construir un cargadero en la zona actual de carga de lodos.			
CRONOGRAMA DE ACCIONES	<i>OPCIÓN A:</i> 1) Realizar estudio para determinar la viabilidad y factibilidad técnica y económica. 2) Tramitar permisos medioambientales. 3) Instalación de tuberías desde tanque de lodos hacia cargadero existente. Tiempo estimado: 4 meses		<i>OPCIÓN B:</i> 1) Realizar estudio para determinar la viabilidad y factibilidad técnica y económica. 2) Tramitar permisos medioambientales. 3) Construcción del cargadero. Tiempo estimado: 6 meses	
RECURSOS	Empresa constructora metal mecánica y obra civil. Recursos financieros (a determinar por la empresa).			
RESPONSABLE	Gerencia de Planta.			
INDICADORES	Número de derrames contenidos en un año.			
CONTROLES	Cada mes se verificará el número de derrames y el cumplimiento del procedimiento de carga de lodos a la cisterna.			
DOCUMENTO DE CONTROL	Reporte de derrames mensuales. Check list de inspección de pipas. Check list de inspección de mangueras.			

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 32 Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.

PLAN DE CONTROL OPERACIONAL DE ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS				
Objetivo: Reducir el 80% de la contaminación del agua con químicos y temperaturas altas.				
Subproceso 2.1	Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Criticidad
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar (purga)	Vertido de agua de caldera con químicos a 98°C al cuerpo receptor	Contaminación del agua	MEDIA
ACCION CORRECTIVA	Llevar la descarga de la purga al open pit.			
CRONOGRAMA DE ACCIONES	Instalación de tuberías de descarga de la purga hacia el open pit. Tiempo estimado: 2 meses			
RECURSOS	Empresa constructora metal mecánica y obra civil. Recursos financieros (a determinar por la empresa).			
RESPONSABLE	Gerente de Servicios Compartidos (Gerente de Proyectos).			
INDICADORES	Parámetro de descarga (DQO, DBO5, SS, TSS, pH, Temperatura, etc.) menor o igual al parámetro permisible de la norma vigente. El 100% de las descargas deben cumplir la normativa vigente.			
CONTROLES	Parámetros de descarga de agua al cuerpo receptor según legislación vigente.			
DOCUMENTO DE CONTROL	Registro de medición de parámetros físicos y químicos del agua descargada al cuerpo receptor.			

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 33 Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.

PLAN DE CONTROL OPERACIONAL DE ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS				
Objetivo: Reducir el 95% de la contaminación del agua con químicos y temperaturas altas.				
Subproceso 2.1	Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Criticidad
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera de gases (purga)	Vertido de agua de caldera con químicos a 98°C al cuerpo receptor	Contaminación del agua	MEDIA
ACCION CORRECTIVA	Llevar la descarga de la purga al open pit.			
CRONOGRAMA DE ACCIONES	Instalación de tuberías de descarga de la purga hacia el open pit. Tiempo estimado: 2 meses			
RECURSOS	Empresa constructora metal mecánica y obra civil. Recursos financieros (a determinar por la empresa).			
RESPONSABLE	Gerente de Servicios Compartidos (Gerente de Proyectos).			
INDICADORES	Parámetro de descarga (DQO, DBO5, SS, TSS, pH, Temperatura, etc.) menor o igual al parámetro permisible de la norma vigente. El 100% de las descargas deben cumplir la normativa vigente.			
CONTROLES	Parámetros de descarga de agua al cuerpo receptor según legislación vigente.			
DOCUMENTO DE CONTROL	Registro de medición de parámetros físicos y químicos del agua descargada al cuerpo receptor.			

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 34 Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.

PLAN DE CONTROL OPERACIONAL DE ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS				
Objetivo: Reducir el 95% de la contaminación del agua con químicos y temperaturas altas.				
Subproceso 2.1	Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Criticidad
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Dreno de tanque de alimentación calderas	Descarga de agua con químicos a 98°C a cuerpo receptor	Contaminación del agua	MEDIA
ACCION CORRECTIVA	Llevar la descarga del dreno al open pit.			
CRONOGRAMA DE ACCIONES	Instalación de tuberías de descarga de la purga hacia el open pit. Tiempo estimado: 2 meses			
RECURSOS	Empresa constructora metal mecánica y obra civil. Recursos financieros (a determinar por la empresa).			
RESPONSABLE	Gerente de Servicios Compartidos(Gerente de Proyectos)			
INDICADORES	Parámetro de descarga (DQO, DBO5, SS, TSS, pH, Temperatura, etc.) menor o igual al parámetro permisible de la norma vigente. El 100% de las descargas deben cumplir la normativa vigente.			
CONTROLES	Parámetros de descarga de agua al cuerpo receptor según legislación vigente.			
DOCUMENTO DE CONTROL	Registro de medición de parámetros físicos y químicos del agua descargada al cuerpo receptor.			

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 35 Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.

PLAN DE CONTROL OPERACIONAL DE ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS				
Objetivo: Reducir el 95% de la contaminación del agua con químicos y temperaturas altas				
Subproceso 2.1	Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Criticidad
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Purga de tanque de alimentación caldera	Vertido de agua con químicos a 98°C a cuerpo receptor	Contaminación del agua	MEDIA
ACCION CORRECTIVA	Llevar la descarga de la purga al open pit.			
CRONOGRAMA DE ACCIONES	Instalación de tuberías de descarga de la purga hacia el open pit. Tiempo estimado: 2 meses			
RECURSOS	Empresa constructora metal mecánica y obra civil. Recursos financieros (a determinar por la empresa).			
RESPONSABLE	Gerente de Servicios Compartidos (Gerente de Proyectos).			
INDICADORES	Parámetro de descarga (DQO, DBO5, SS, TSS, pH, Temperatura, etc.) menor o igual al parámetro permisible de la norma vigente. El 100% de las descargas deben cumplir la normativa vigente.			
CONTROLES	Parámetros de descarga de agua al cuerpo receptor según legislación vigente.			
DOCUMENTO DE CONTROL	Registro de medición de parámetros físicos y químicos del agua descargada al cuerpo receptor.			

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 36 Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.

PLAN DE CONTROL OPERACIONAL DE ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS				
Objetivo: Reducir el 95% de la contaminación del agua con químicos y temperaturas altas.				
Subproceso 2.2	Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Criticidad
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Dreno de agua de caldera por mantenimiento	Vertido de agua de caldera a 98°C al cuerpo receptor	Contaminación del agua	MEDIA
ACCION CORRECTIVA	Llevar la descarga del dreno al open pit.			
CRONOGRAMA DE ACCIONES	Instalación de tuberías de descarga de la purga hacia el open pit. Tiempo estimado: 2 meses			
RECURSOS	Empresa constructora metal mecánica y obra civil. Recursos financieros (a determinar por la empresa).			
RESPONSABLE	Gerente de Servicios Compartidos (Gerente de Proyectos)			
INDICADORES	Parámetro de descarga (DQO, DBO5, SS, TSS, pH, Temperatura, etc.) menor o igual al parámetro permisible de la norma vigente. El 100% de las descargas deben cumplir la normativa vigente.			
CONTROLES	Parámetros de descarga de agua al cuerpo receptor según legislación vigente.			
DOCUMENTO DE CONTROL	Registro de medición de parámetros físicos y químicos del agua descargada al cuerpo receptor.			

Fuente: Elaboración propia, 2018

Durante la evaluación se identificaron 2 aspectos ambientales con criticidad baja en el sub-proceso de Operaciones los cuales son la “*emisión de calor por gases de combustión en chimenea a 348°C*” y las “*emisiones atmosféricas*” según la tabla. 37, que están relacionadas a la actividad de operación de motores, los cuales producen un impacto ambiental por calentamiento global y contaminación del aire respectivamente.

Tabla 37 Aspectos ambientales identificados con criticidad baja considerados relevantes para el medio ambiente.

Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores		Emisiones atmosféricas		Contaminación del aire		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	2	5	250	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	
	2	3	5	3	90	BAJA	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores		Emisión de calor por gases de combustión en chimenea a 348°C		Calentamiento Global		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	4	4	400	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	
	3	3	1	3	27	BAJA	

Fuente: Elaboración propia, 2018

En el caso de las emisiones atmosféricas de fuentes fijas resultaron con un impacto bajo sin embargo se considera importante ya que se da de forma continua por la operación de los motores que se mantienen en funcionamiento 24 horas al día, a excepción de los períodos de mantenimiento, y de igual forma las de emisión de calor por gases de combustión en chimenea a 348°C generado por estos motores se da de forma continua y para este aspecto ambiental en particular no existen requisitos legales o normativos vigentes que lo controle; por estas razones se incluirán en el plan de control operacional como se muestra en la tabla 38 y 39.

Tabla 38 Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.

PLAN DE CONTROL OPERACIONAL DE ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS				
Objetivo: Aumentar en un 15% la generación de Oxígeno en un año para compensar las emisiones atmosféricas.				
Subproceso 2.1	Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Criticidad
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores	Emisiones atmosféricas	Contaminación del aire	BAJO
ACCION CORRECTIVA	Gestionar campañas de reforestación dentro de la empresa. Gestionar campañas de reforestación en conjunto con alcaldía, escuelas, ONG, y empresas privadas de la zona de Acajutla.			
CRONOGRAMA DE ACCIONES	Siembra de mil árboles. Tiempo estimado: 1 año			
RECURSOS	Financieros. Equipo y herramienta de jardinería.			
RESPONSABLE	SSOMA			
INDICADORES	Porcentaje de compensación de Oxígeno= (% de O ₂ compensado en un año entre % de CO ₂ generado en un año) x100			
CONTROLES	Inspección en las áreas de reforestación para verificar el nivel de mantenimiento de los árboles.			
DOCUMENTO DE CONTROL	Registro de árboles plantados. Listado de personas participantes en la campaña. Registro de emisiones de CO ₂ .			

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 39 Plan de control operacional de aspectos ambientales significativos.

PLAN DE CONTROL OPERACIONAL DE ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS				
Objetivo: Aumentar en un 15% la generación de Oxígeno en un año para compensar las emisiones atmosféricas para mejorar el microclima de la zona.				
Subproceso 2.1	Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Criticidad
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores	Emisión de calor por gases de combustión en chimenea a 348°C	Calentamiento Global	BAJO
ACCION CORRECTIVA	Gestionar campañas de reforestación dentro de la empresa. Gestionar campañas de reforestación en conjunto con alcaldía, escuelas, ONG, y empresas privadas de la zona de Acajutla.			
CRONOGRAMA DE ACCIONES	Siembra de mil árboles. Tiempo estimado: 1 año			
RECURSOS	Financieros. Equipo y herramienta de jardinería.			
RESPONSABLE	SSOMA			
INDICADORES	Porcentaje de compensación de Oxígeno= (% de O ₂ compensado en un año entre % de CO ₂ generado en un año) x100			
CONTROLES	Inspección en las áreas de reforestación para verificar el nivel de mantenimiento de los árboles.			
DOCUMENTO DE CONTROL	Registro de árboles plantados. Listado de personas participantes en la campaña. Registro de emisiones de CO ₂ .			

Fuente: Elaboración propia, 2018

3.5. Inventario de residuos y desechos peligrosos y no peligrosos

El alcance del análisis del ciclo de vida abarca desde el ingreso de materias primas a la planta hasta la fase de disposición final de residuos generados para la elaboración de energía eléctrica; en el presente trabajo se identificaron las actividades que generan desechos y residuos a partir de los sub-procesos de Operaciones y de Mantenimiento, que es donde la empresa tiene control sobre esa etapa del ciclo de vida del producto.

Durante la visita se pudo observar que la gestión de los desechos y residuos es responsabilidad tanto de la Gerencia de planta como de los empleados y los contratistas.

Como parte de la contribución para el análisis de ciclo de vida se construyó un inventario de desechos y residuos generados de los sub-procesos de Operaciones y de Mantenimiento los cuales fueron clasificados en peligrosos y no peligrosos, además se incluyeron otros residuos detectados durante la visita de campo que no forman parte del alcance de este estudio. El inventario se presenta en la tabla 40 y 41 que fue elaborado con la ayuda del informe operacional anual 2017 que se presenta al MARN y con las visitas de campo realizadas en la empresa.

Tabla 40 Inventario de residuos y desechos no peligrosos generados en Acajutla Energy.

CLASE		INVENTARIO DE RESIDUOS O DESECHOS GENERADOS EN ACAJUTLA ENERGY				
		TIPO	DETALLE	LUGAR O ACTIVIDAD DE ORIGEN	DISPOSICIÓN ACTUAL	RECOMENDACIONES
NO PELIGROSO	DESECHOS COMUNES	Vegetación	Plantas, ramas, césped, maleza, etc.	Mantenimiento de las zonas verdes	Recolectar y enviar al relleno sanitario municipal	Realizar recolección y generar proyecto de compostaje
		Alimenticios	Restos de comida, frutas, verduras, etc.	Comedor	Recolectar y enviar al relleno sanitario municipal	Realizar recolección y generar proyecto de compostaje
		Comunes	Residuos de los servicios sanitarios, residuos de oficina, envases y materiales de vidrio y plástico no peligroso.	No aplica	Recolectar y enviar al relleno sanitario municipal	Separar los residuos de servicios sanitarios que ira a relleno sanitario municipal y el resto de materiales clasificarlos para reciclaje
		Madera	Cajas, tarimas, embalajes, etc.	Embalaje de productos en almacen	Recolectar y enviar al relleno sanitario municipal	Vender a empresas recicladoras que estén autorizadas por el MARN
	DESECHOS DE OFICINA	Papel de oficina	Papel bond y periódico, cajas de cartón	Papelería de oficina	Almacenaje temporal y vender a empresa recicladora	Mantener y asegurar venta a empresas recicladoras que estén autorizadas por el MARN
	DESECHOS METÁLICOS	Filtros toma de aire	Filtros de metal	Compresores de aire Sistema de aire acondicionado industriales Toma de aire de sistema de generación eléctrica	Venta a empresas recicladora de chatarra	Vender a empresas recicladoras que estén autorizadas por el MARN
		Alambres y cables	Cables eléctricos, alambres	Mantenimiento o reemplazo de circuitos eléctricos	Recolectar y enviar al relleno sanitario municipal	Vender a empresas recicladoras que estén autorizadas por el MARN
		Chatarra	Desperdicios metálicos de hierro, aluminio, cobre, etc.	Taller mecánico Taller eléctrico Trabajos realizados por contratistas	Venta a empresas recicladoras	Vender a empresas recicladoras que estén autorizadas por el MARN
		Latas de aluminio y envases plásticos de bebidas	Latas de gaseosas, botellas de agua potable, botellas de gaseosas o bebidas hidratantes	Consumo de personal	venta a empresas recicladora	Vender a empresas recicladoras que estén autorizadas por el MARN

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 41 Inventario de residuos y desechos peligrosos generados en Acajutla Energy.

CLASE	INVENTARIO DE RESIDUOS O DESECHOS GENERADOS EN ACAJUTLA ENERGY					
	TIPO	DETALLE	LUGAR O ACTIVIDAD DE ORIGEN	DISPOSICIÓN ACTUAL	RECOMENDACIONES	
PELIGROSO	DESECHOS CONFINABLES	Llantas usadas	Llantas desechadas de recambio de vehículos, camiones, etc.	Vehículos de la instalación	Entrega al vendedor de llantas nuevas	Asegurar que la disposición final de las llantas sea a través de empresas autorizadas por el MARN
		Focos y/o lámparas usadas de Luz Fluorescente (Vapor de Mercurio)	Focos y/o lámparas de vidrio contenido en su interior vapores de mercurio	Iluminación de la planta Mantenimiento de sistema de iluminación	Almacenaje temporal autorizado en el interior de la planta	1) Adquirir máquina trituradora de lámparas y focos dotadas de filtros de polvo y carbón activado para capturar y neutralizar los vapores de mercurio liberados durante la trituración. 2) Buscar mecanismos de disposición final de los residuos y vapores de mercurio confinados a través del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos sobre los Desechos Peligrosos y su Eliminación en conjunto con el MARN.
		Baterías usadas	Baterías conteniendo plomo en su interior. Baterías Ni-Cd	Vehículos, equipos y herramientas operadas por baterías	Entrega al vendedor de baterías	Asegurar que la disposición final de las baterías sea a través de empresas autorizadas por el MARN
		Latas usadas de pintura en spray	Latas de metal las cuales son cortadas antes de su disposición final	Operaciones de mantenimiento y pintura	Geocycle (Compañía autorizada por el MARN para la recolección y reciclaje)	Mantener medida con empresa autorizada con el MARN
		Pilas alcalinas	Pilas AA, AAA, baterías de celulares	Linternas, Radios, celulares	Almacenaje temporal autorizado en el interior de la planta	Recolectar y confinar adecuadamente las baterías
	EQUIPO DE COMPUTO	Equipo computación / Electrónico usado	Cables, carcassas de computadora, etc.	Equipos de oficina y de control	Almacenaje y donación a institutos técnicos	1) Garantizar que se almacenen en un lugar limpio y seco. 2) Buscar mecanismos de disposición final
	CONSUMIBLES DE EQUIPOS DE COMPUTO	Cartuchos de tinta, toner cinta de impresoras matriciales	Cartuchos de impresora, fax y fotocopidora	Mantenimiento o uso de impresora, fax escaner y fotocopidora	Relleno sanitario	Realizar disposición final con empresa recicladora autorizada por el MARN

PELIGROSO	OTROS	Filtro de carbón activado	No aplica	Sistema de tratamiento de agua de pozo	Relleno sanitario	Realizar disposición final con empresa recolectora autorizada por el MARN
	DESECHOS CONTAMINADOS CON COMBUSTIBLE	Filtro - flujo de combustible	Filtros de metal contaminados con combustible	Sistema de abastecimiento de combustible para unidades de generación y otros sistemas	Geocycle (Compañía autorizada por el MARN recolección y transporte de materiales contaminados con hidrocarburos)	Mantener medida con empresa autorizada con el MARN
		Inhibidores de corrosión e incrustación	No aplica	Desechos de los productos químicos de los sistemas de vapor (calderas). Sistema de enfriamiento de la planta de tratamiento de agua	Disposición final según hojas de seguridad de cada producto	Mantener medida y garantizar que la disposición final sea con empresas autorizadas por el MARN
		Sustancias y artículos de desechos que contengan o estén contaminados por Bifenilos Policlorados (PCB)	Aceite con PCB's equipo o herramienta contaminada con PCB	Mantenimiento	Actualmente no se cuenta con aceites con un contenido superior a 50 ppm de PCB's, sin embargo en caso contrario deberá eliminarse en lugares autorizados por el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación adoptados por la conferencia de Plenipotenciarios del 22 de marzo de 1989	Buscar mecanismos de disposición final de aceite con PCB's a través del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos sobre los Desechos Peligrosos y su Eliminación en conjunto con el MARN.
		Filtros de Aceites Filtros del Tratamiento de aguas oleosas	Filtros de papel y metal	Cualquier sistema mecánico que utilice de petróleo para lubricación Sistema de tratamiento de aguas oleosas y de desagues	Geocycle (Compañía autorizada por el MARN recolección y transporte de materiales contaminados con hidrocarburos)	Mantener medida con empresa autorizada con el MARN
		Materiales absorbentes de aceite y combustible	Toallas, booms, almohadillas, trapos, etc.	Operaciones de limpieza	Geocycle (Compañía autorizada por el MARN recolección y transporte de materiales contaminados con hidrocarburos)	Mantener medida con empresa autorizada con el MARN
		Materiales contaminados con combustible o aceites	Madera, O'ring, cartón, otros.	Operaciones de limpieza y mantenimiento	Geocycle (Compañía autorizada por el MARN recolección y transporte de materiales contaminados con hidrocarburos)	Mantener medida con empresa autorizada con el MARN

Fuente: Elaboración propia, 2018

Es de aclarar que en la lista anterior no aparece el asbesto debido a que por políticas de la empresa está restringido el uso de materiales con asbestos. Con respecto a los transformadores se utilizan aceites con contenidos de PCB's debajo de 50 partes por millón.

Entre los residuos peligrosos con mayor impacto se pueden destacar las lámparas de luz fluorescente que contienen vapor de mercurio y las baterías usadas que contienen plomo y las de Ni-Cd. Ambas sustancias tienen un gran impacto en el medio ambiente si se les da una inadecuada disposición final.

El mercurio al ponerse en contacto con la atmósfera o con un ambiente acuático se transforma en metilmercurio, un potente neurotóxico que se acumula por medio de la cadena trófica²⁸, en los peces, en los humanos y fauna silvestre que de ellos se alimenta; el mercurio es una de los 6 peores contaminantes del planeta.

La exposición al mercurio (incluso a pequeñas cantidades) puede causar graves problemas de salud y es peligrosa para el desarrollo intrauterino y en las primeras etapas de vida, puede ser tóxico para los sistemas nervioso e inmunitario, el aparato digestivo, la piel y los pulmones riñones y ojos.

Para la OMS, el mercurio es uno de los diez productos o grupos de productos químicos que plantean especiales problemas de salud pública; la principal vía de exposición humana es el consumo de pescado y marisco contaminados con metilmercurio, compuesto orgánico presente en esos alimentos.

En cuanto a las baterías y pilas usadas si son desechadas al aire libre sus componentes pueden contaminar el suelo o filtrarse al subsuelo contaminando los mantos acuíferos que ahí se encuentran afectando flora y fauna del lugar, asimismo puede afectar la salud humana con enfermedades como el cáncer, problemas de riñones, pulmones, epidermis y el sistema nervioso central.

Todos los residuos y desechos peligrosos y no peligroso impactan al ambiente, unos en mayor magnitud que otros, la mayor importancia radica en su adecuada disposición final.

²⁸ Cadena Trófica: se emplea para nombrar a la interrelación que establecen los seres vivos que se alimentan unos de otros en un cierto orden.

4.0. Conclusiones

1. Se logró evidenciar un alto cumplimiento del marco legal vigente dentro del contexto ambiental por parte de Acajutla Energy, esto es debido a que tanto la Alta Dirección como sus colaboradores se encuentran comprometidos con los temas ambientales de acuerdo a lo establecido en la misión de la empresa.
2. Aunque la empresa no cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental establecido, actualmente realiza actividades encaminadas a la protección del medio ambiente ya que solo el 6% de los aspectos ambientales identificados resultaron con criticidad media y el 94% restante están bajo control operacional, lo cual refleja un nivel de madurez aceptable dentro del marco ambiental.
3. Las actividades y proyectos realizados para el cumplimiento ambiental han sido gestionados por la gerencia de planta sin embargo la empresa no cuenta con una metodología definida para identificar y evaluar aspectos ambientales y sus impactos asociados para realizar una adecuada gestión.
4. La empresa cuenta con registros y documentos que evidencian el cumplimiento o no cumplimiento ambiental de acuerdo a la legislación vigente, sin embargo la información no es analizada de forma oportuna para realizar una mejor gestión ambiental.
5. Actualmente la empresa realiza la disposición final de los residuos y desechos peligrosos generados de la cadena de valor sin embargo no ha considerado el tiempo de vida útil de los equipos para la disposición final.
6. De los 6 aspectos ambientales con criticidad media, 5 de ellos corresponden al mismo aspecto ambiental “*vertido de agua con químicos a 98°C a cuerpo receptor*” por lo que implementando la medida propuesta en el plan de control operacional se controlan estos 5 aspectos y por lo tanto se controla el impacto en el cuerpo receptor.

7. De los 2 aspectos ambientales con criticidad baja, que corresponden a las emisiones atmosféricas y emisión de calor a partir de la operación de motores, la empresa actualmente no cuenta con un programa de compensación. La propuesta de reforestación realizada en el plan de control operacional, contribuirá a que se inicie un plan compensación del impacto generado que a la vez contribuirá a la sostenibilidad de los mantos acuíferos y a mejorar el microclima de la zona.
8. De los 6 aspectos ambientales con criticidad media, uno de ellos corresponde al aspecto ambiental “*derrame de lodos*” debido a que actualmente la empresa no cuenta con una zona adecuada para realizar la transferencia de lodos desde el tanque de almacenamiento hacia el camión cisterna, esto se origina por la falta de evaluación de aspectos e impactos ambientales de la transferencia de lodos para su disposición final y por consiguiente por falta de una metodología adecuada para la identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales.
9. Los controles implementados en la empresa y las propuestas realizadas para el control de los aspectos e impactos ambientales identificados en este trabajo, ayudará a la prevención de la contaminación ambiental y a la prevención del daño a la salud por lo que evitará penalizaciones impuestas por las entidades reguladoras que pueden llegar hasta el cierre de las operaciones de la empresa.
10. La empresa realiza únicamente la disposición final de residuos y desechos generados de la cadena de valor y solo cuenta con los registros de la cantidad generada de algunos de ellos.
11. A pesar que la empresa no cuenta con un sistema de Gestión ambiental, se observa que la mayor parte de personal ha laborado en empresas con sistemas de Gestión integradas por lo que el grado de madurez en el manejo de aspectos ambientales es alta.
12. La empresa genera desechos peligrosos como los lodos de separadoras de aceite, separadoras de combustible, lodos de planta de tratamiento de agua, hollín de calderas y chimeneas; madera, trapo de algodón, plástico y cartón contaminado de combustible,

aceites y grasas; filtros de carbón activado, materiales absorbentes Booms y toallas absorbentes, los cuales tienen un programa de disposición final con empresas autorizadas por el MARN. Por los controles y manejo adecuado de disposición final, la evaluación de los aspectos ambientales asociados resultaron bajos.

13. El inventario de residuos y desechos peligrosos y no peligrosos contribuye a que la empresa revise sus procesos y busque la mejora continua para la reducción de residuos y desechos en cada uno de ellos.
14. El presente trabajo proporciona a la empresa una metodología específica para la identificación y evaluación de los aspectos e impactos ambientales en forma sistemática, la cual es específica a sus necesidades de acuerdo a la naturaleza de sus actividades y procesos.
15. Con la finalidad de evitar la subjetividad y sesgos al momento de la evaluación de aspectos e impactos ambientales se considera importante que la empresa continúe llevando registros de los eventos de interés ambiental (accidentes, incidentes, demandas, reclamos, etc.) para garantizar la adecuada valoración de la criticidad de los impactos ambientales.
16. La caracterización de aspectos ambientales son herramientas de gran valor utilizados para la producción más limpia, con los cuales se identifican las entradas y salidas ambientales para evaluar posibles ineficiencias en los procesos de forma específica por aspecto ambiental, con esa revisión ambiental se puede iniciar la construcción del plan de control operacional.

5.0.Recomendaciones.

1. Con base a la estructura organizacional de Acajutla Energy, se recomienda que el departamento de SSOMA sea el encargado de aplicar la metodología propuesta en este trabajo para la gestión de aspectos e impactos ambientales.
2. En base a los resultados obtenidos de la evaluación de aspectos e impactos ambientales y al nivel de madurez de la empresa en la gestión de actividades que contribuyen a minimizar la contaminación ambiental, se recomienda que Acajutla Energy inicie las actividades para implementar un Sistema de Gestión Ambiental según la ISO 14001.
3. Realizar el levantamiento de un inventario completo de los residuos y desechos peligrosos y no peligrosos para todos los procesos de la empresa incorporando el registro de la cantidad y unidad de medida de cada uno de ellos para reducirlos, reciclarlos o reutilizarlos lo que puede contribuir a la creación de un plan de producción más limpia y generación de ingresos extras por venta de desechos y residuos.
4. Incorporar la evaluación de los ciclos de vidas de los equipos que puedan impactar al medio ambiente para planificar las acciones a tomar para su disposición final.
5. Revisión periódica de la legislación aplicable al rubro de generación de energía eléctrica para su actualización así como también de sus procedimientos para la garantizar el cumplimiento legal y la mejora continua en el desempeño de las actividades de protección ambiental.
6. Establecimiento y mantenimiento de programas de sensibilización al personal involucrado o relacionado con los aspectos ambientales en lo que respecta al monitoreo y evaluación de parámetros permisibles de obligatorio cumplimiento para garantizar la protección del medio ambiente de acuerdo a las políticas, metas y objetivos de la empresa.

7. Analizar la información relacionada a los aspectos ambientales que consta en los registros de la empresa para anticiparse a posibles impactos ambientales o tomar medidas correctivas debido a desviaciones.
8. Incluir en los planes de emergencia y procedimientos, las recomendaciones emitidas en el plan de control operacional para asegurar una respuesta apropiada en caso de accidente e incidentes ambientales.
9. Implementar eco-mapas en las actividades generadoras de residuos y desechos, emisiones atmosféricas, descargas de agua, generación de ruido, emisión de calor y demás aspectos ambientales en todos los procesos de la empresa para facilitar la visualización de los mismos.
10. Se recomienda recuperar el agua descargada en la purga de caldera, la cual es significativa ya que son 150 litros por cada 5 segundos en cada descarga realizada cuatro veces en el día, haciendo un total de 18 m³ al mes por caldera; se evidencia una oportunidad de mejora que puede contribuir a una producción más limpia al recolectar, tratar y reinyectar el agua de purga de calderas al sistema de generación de vapor.
11. Se recomienda a la empresa trabajar en un plan de tasa cero residuos y desechos buscando lograr un ciclo de vida de los recursos en el que no se envíe basura a los rellenos sanitarios, el cual puede generarse implementado una serie de políticas para reducir el desperdicio, disminuir la emisión de gases de efecto invernadero y uso de energías más limpias.
12. Se recomienda implementar el plan de control operacional propuesto en este trabajo el cual corregirá las desviaciones medioambientales identificadas en el Proceso de Operaciones e Ingeniería (ver anexo D.1 para visualizar las modificaciones propuestas).

13. Se recomienda a la empresa realizar la identificación, evaluación de aspectos e impactos ambientales de las áreas de Almacenes de químicos, Servicios Generales, área de Laboratorios de Control de Calidad y áreas administrativas utilizando la metodología de evaluación descrita en este documento ya que esas áreas no están consideradas en el alcance del presente trabajo.

14. Se recomienda instalación de trampas de grasas en las salidas de aguas pluviales de la planta para coleccionar cualquier traza de grasas y aceites generados de liqueo de vehículos automotores, goteo durante el traslado de piezas contaminadas de aceite, combustible o mezclas de estos.

15. En caso que la empresa desee implementar un Sistema de Gestión Ambiental, se recomienda que debe conocer y capacitarse en la serie de normas ISO 14000, ya que estas proporcionan los requisitos a cumplir en materia ambiental.

6.0.Glosario

Accidentes: Suceso imprevisto que altera la marcha normal o prevista de las cosas, especialmente el que causa daños a una persona o cosa.

Actividades: Es el conjunto de tareas o acciones realizadas por un ser vivo.

Aguas oleosas: Que contiene o tiene la textura del aceite.

Agua residual de tipo ordinario: Agua residual generada por las actividades domésticas de los seres humanos, tales como uso de servicios sanitarios, lavatorios, fregaderos, lavado de ropa y otras similares.

Aspecto ambiental: Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente.

Biodiversidad: Variedad de formas de vida en un hábitat, ya sea un entorno local o de todo un planeta.

Boom de derrame: Barrera de contención.

Bunker C: fracción del petróleo que se obtiene como residuo en la destilación fraccionada. (Fuel oil).

Caldera: Máquina o dispositivo de ingeniería diseñado para generar vapor.

Ciclo de vida: Desarrollo que experimentan los productos y/o servicio de una empresa, desde su lanzamiento hasta su retirada del mercado.

Consecuencia: Señala cuán a menudo un impacto ocurre o puede ocurrir.

Control: Corresponde al grado de control que tiene sobre los aspectos ambientales para impedir la generación de un impacto ambiental.

Cuerpo o Medio Receptor: Todo sitio, río, quebrada, lago, laguna, manantial, embalse, mar, estero, manglar, pantano y otros previamente autorizados, donde se vierten aguas residuales, excluyendo el sistema de alcantarillados.

Decibel: Unidad de medida que sirve para expresar la intensidad de los sonidos.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): Medida a los cinco días de tomada la muestra y a veinte grados centígrados, consistiendo en la cantidad de oxígeno en miligramos por litros necesarios para degradar la materia orgánica biodegradable presente en una muestra de agua.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): Es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar químicamente toda la materia orgánica que se pueda encontrar presente en la muestra. De esto deducimos que la DQO siempre es mayor, o al menos igual, que la DBO.

Entorno: Se refiere al espacio que nos rodea, y con el que interactuamos. Este espacio puede ser virtual o real.

Frecuencia: Señala cuantas veces se realiza cierta actividad o labor que pueda generar un aspecto ambiental que produzca un impacto ambiental.

Impacto: consecuencias que deja el cambio climático y la contaminación ambiental, en económico, político y social.

Impactos ambientales: Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

Incidentes: Son situaciones no previstas, en las cuales se origina riesgo de daño al medio ambiente pero cuyas consecuencias ambientales, en el caso de que se originen, son de carácter menor.

Límite permisible: Valores establecidos por la Administración sobre las concentraciones de las sustancias o las intensidades de los agentes físicos, que no deben ser superados.

Límites máximos permisibles: Valores o parámetros que establecen el máximo grado de concentración de contaminantes que pueden ser descargados o emitidos a la atmósfera por una fuente fija puntual.

Liqueo: Goteo.

Medio ambiente: Entorno en el cual una organización opera, incluyendo el aire, agua, tierra, recursos naturales, flora, fauna, los seres humanos y sus interrelaciones.

Metodología: Grupo de mecanismos o procedimientos racionales, empleados para el logro de un objetivo.

Open pit: Planta de tratamiento de aguas residuales.

Probabilidad: Se refiere a la probabilidad que tiene el aspecto en causar un impacto ambiental.

Proceso: Conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan, que transforma elementos de entrada en elementos de salida.

Requisitos legales: Aquellas condiciones, impuestas por ley, que deban ser cumplidas por el proyecto, ya sea en la ejecución del proyecto como tal o en la funcionalidad prevista por el sistema terminado.

Residuos sólidos urbanos: Son los generados en hogares, los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos comerciales y podrán sub-clasificarse en orgánicos (fracción orgánica de rápida degradación), reciclables y no reciclable con objeto de facilitar su separación manejo y utilización.

Retrofit: Actualización de maquinaria, en este caso de motores.

Separadora centrifugas: máquina que pone en rotación una muestra para acelerar la decantación o la sedimentación de sus componentes o fases (generalmente una sólida y una líquida), según su densidad.

Skimmer: Desnatadora de lodos aceites y grasas (estación de tratamiento de aguas especiales).

Subproceso: Una parte bien definida y delimitada de un proceso. Una actividad o secuencia ordenada de actividades con entidad propia dentro de un proceso.

Toallas absorbentes: Paños absorbentes para derrames para hidrocarburos.

Traza: una cantidad minúscula de una sustancia en una mezcla (Aceite, grasa, bunker en agua).

7.0. Bibliografía

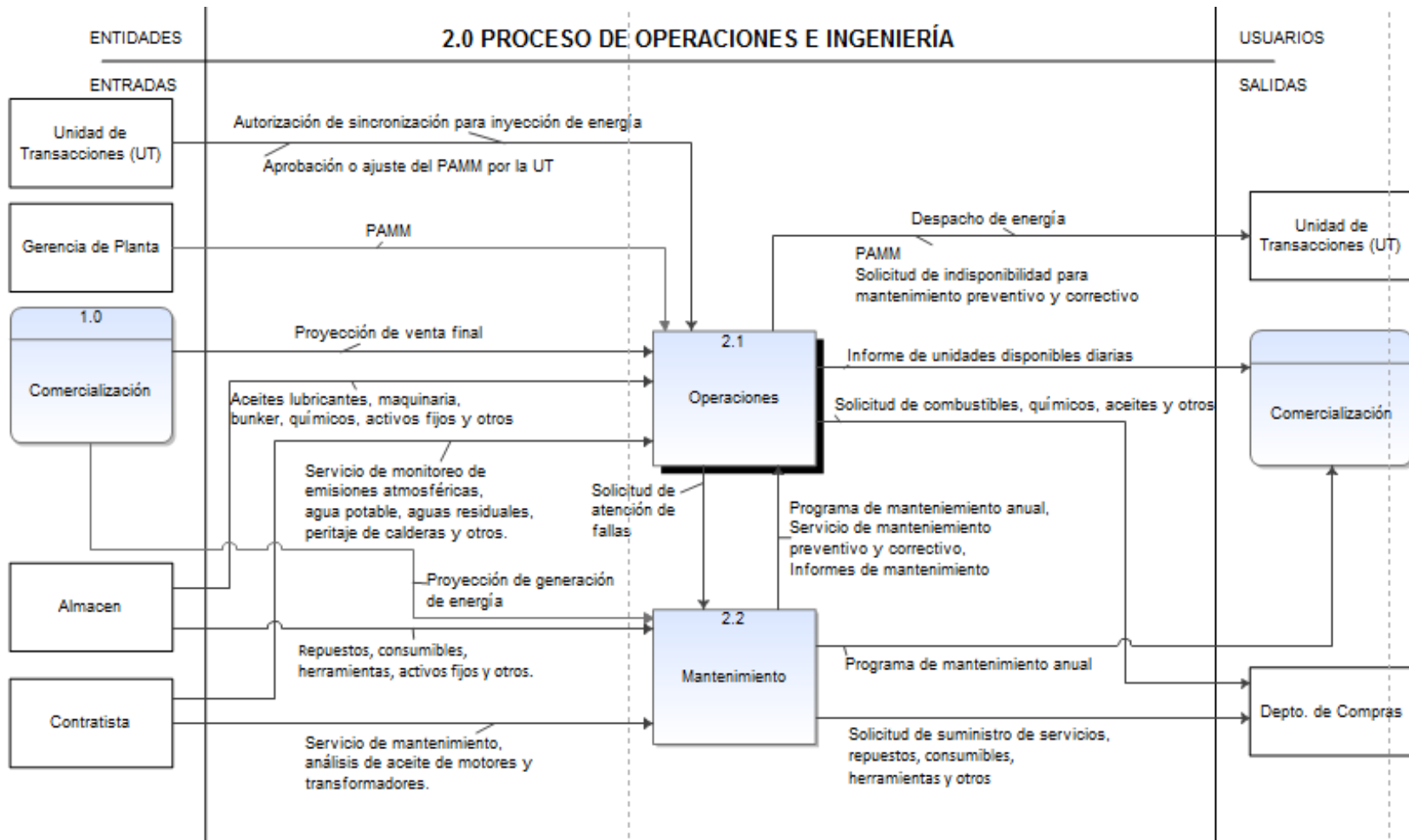
1. Documentos y registros internos de Acajutla Energy 2017.
2. ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental.
3. Unidad de Transacciones S.A de C.V. Administradora del Mercado Mayorista de Energía Eléctrica en El Salvador (UT). [online] Disponible en: <http://www.ut.com.sv/welcome> [Consultado 15 Mar. 2018].
4. Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET). [online] Disponible en: <https://www.siget.gob.sv/institucion/marco-institucional/informes/normativa/> [Consultado 15 Mar. 2018].
5. Markus Hotakainen, Jacob Klimstra & Wartsila Finland Oy (2013). Smart Power Generation 5th improved edition Printer House:Arkmedia,Vassa ISBN 978-951-692 -846-6.
6. Fiaes.upmakeapps.com. (2018). Fondo de la Iniciativa para las Américas. [online] Disponible en: <http://fiaes.upmakeapps.com/los-cobanos/> [Consultado 28 Abr. 2018].
7. ZUMMA RATING (2015). Informe del sector eléctrico de El Salvador Clasificadora de Riesgo.
8. Conesa Fernández-Vítora, Vicente. (reimpr. 2000). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental / Vicente Conesa. Fdez-Vítora; colaboradores, Vicente Conesa Ripoll [et al.]; prólogo de María Teresa Estevan Bolea. 3ª ed. rev. y amp., reimp. Madrid [etc.]: Mundi-Prensa, 1997.
9. WÄRTSILÄ Technical Journal (2012). Indetail issue N° 02.
10. Hotakainen, M. Klimstra, J. & Wartsila Finland Oy. (5th improved edition 2013) Generación y distribución de energía eléctrica. Editorial: Arkmedia, Vassa ISBN 978-951-692 -846-6 Smart Power Generation.
11. Cbsantiago.cl. (2010). Institución - Cuerpo de Bomberos de Santiago. [online] Disponible en: <http://www.cbsantiago.cl/institucion.php?estructura> [Consultado 18 Jun. 2018].
12. Marn.gob.sv. (2018). Pescadores de Servicios Ambientales. [online] Disponible en: <http://www.marn.gob.sv/prestadores-de-servicios-ambientales/> [Consultado 20 Jul. 2018].
13. Marlene, L. (2018). Playa Los Cóbano, un lugar único en El Salvador. [online] Loscobanosunlugarunicoenelsalvador.blogspot.com. Disponible en:

<http://loscobanosunlugarunicoenelsalvador.blogspot.com/2009/10/> [Consultado 28 Apr. 2018].

14. CONACYT (2011). Normativa salvadoreña NSO 13.11.02:11 Emisiones atmosféricas. Fuentes fijas puntuales.
15. CONACYT (2003). Normativa salvadoreña NSO 13.04.10:03 Productos de petróleo. Manejo de aceite Usado.
16. CONACYT (2009). Normativa salvadoreña NSO 13.49.01:09 Aguas, aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor.
17. CONACYT (1997). NSO 75.04.07:97 Producto del petróleo. Aceite combustible industrial N° 6 Bunker C especificaciones.
18. CONACYT (2011). NSO 13.04.10:03 Producto de petróleo. Manejo de aceite usado.
19. Diario Oficial (2000). Decreto Legislativo No.39 Reglamento especial de aguas residuales.
20. Diario Oficial (2000). Decreto Legislativo No.38 Reglamento especial sobre el control de las sustancias agotadoras de la capa de Ozono.
21. Diario Oficial (2000). Decreto Legislativo No.40 Reglamento especial de normas técnicas de calidad ambiental.
22. Diario Oficial (2000). Decreto Legislativo No.41 Reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos.
23. Diario Oficial (2000). Decreto Legislativo No.42 Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos y sus anexos.
24. Diario Oficial (2012). Decreto Legislativo No.87 Reglamento para la verificación del funcionamiento y mantenimiento de generadores de Vapor.
25. Diario Oficial (1987). Decreto Legislativo No.50 Reglamento sobre calidad del agua, el control de vertidos y las zonas de protección.
26. Diario Oficial (2007). Decreto Legislativo No.462. Ley de incentivos fiscales para el fomento de las energías renovables en la generación de electricidad
27. Carretero Peña, A. (2016). Aspectos ambientales. 2nd ed. Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificación.
28. Sociedad pública de gestión ambiental del gobierno Vasco (2009). Identificación y evaluación de aspectos ambientales. Mini guía del Taller.

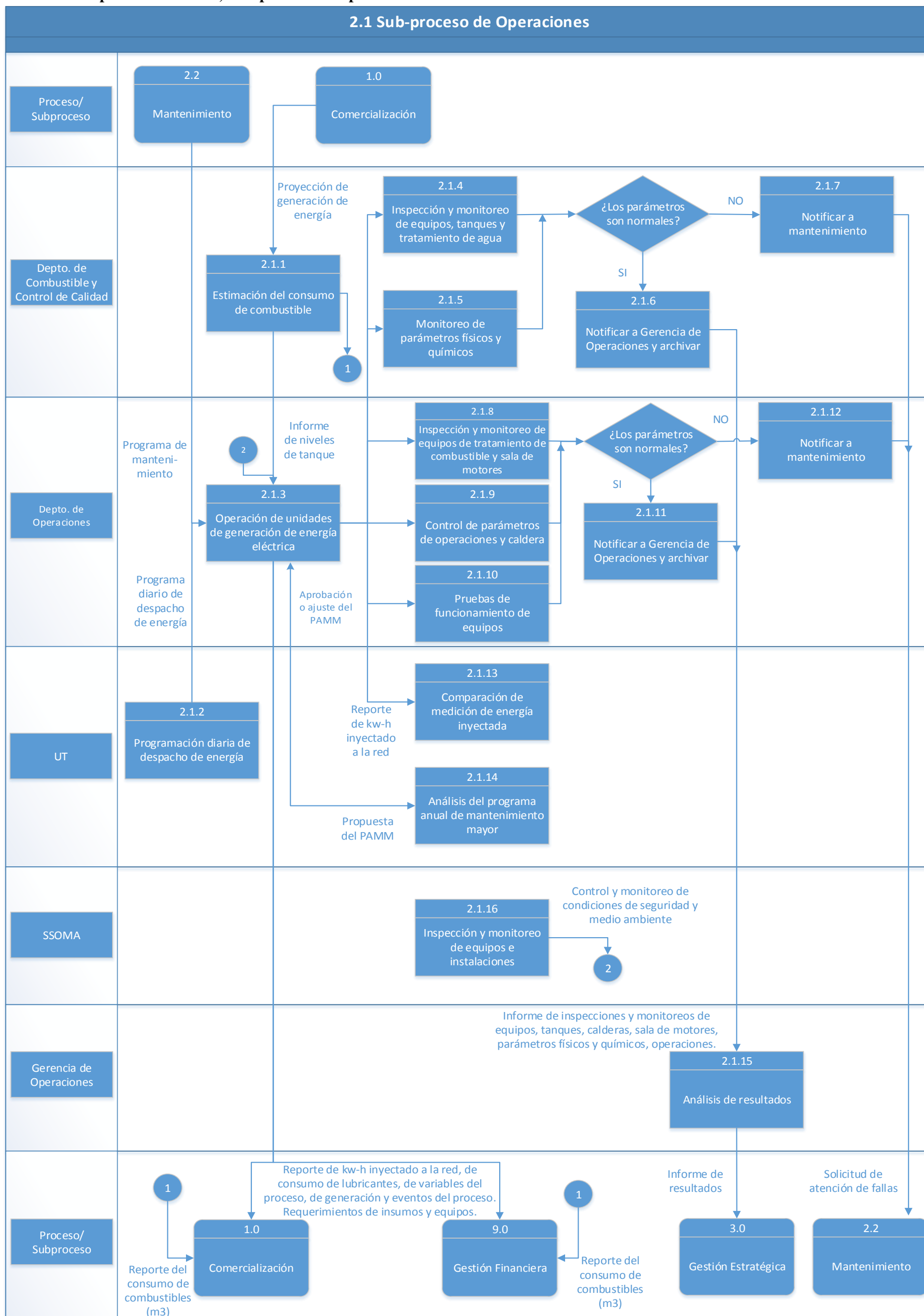
8.0.ANEXOS

Anexo A.1 Mapa de segundo nivel, Proceso de Operaciones e Ingeniería.

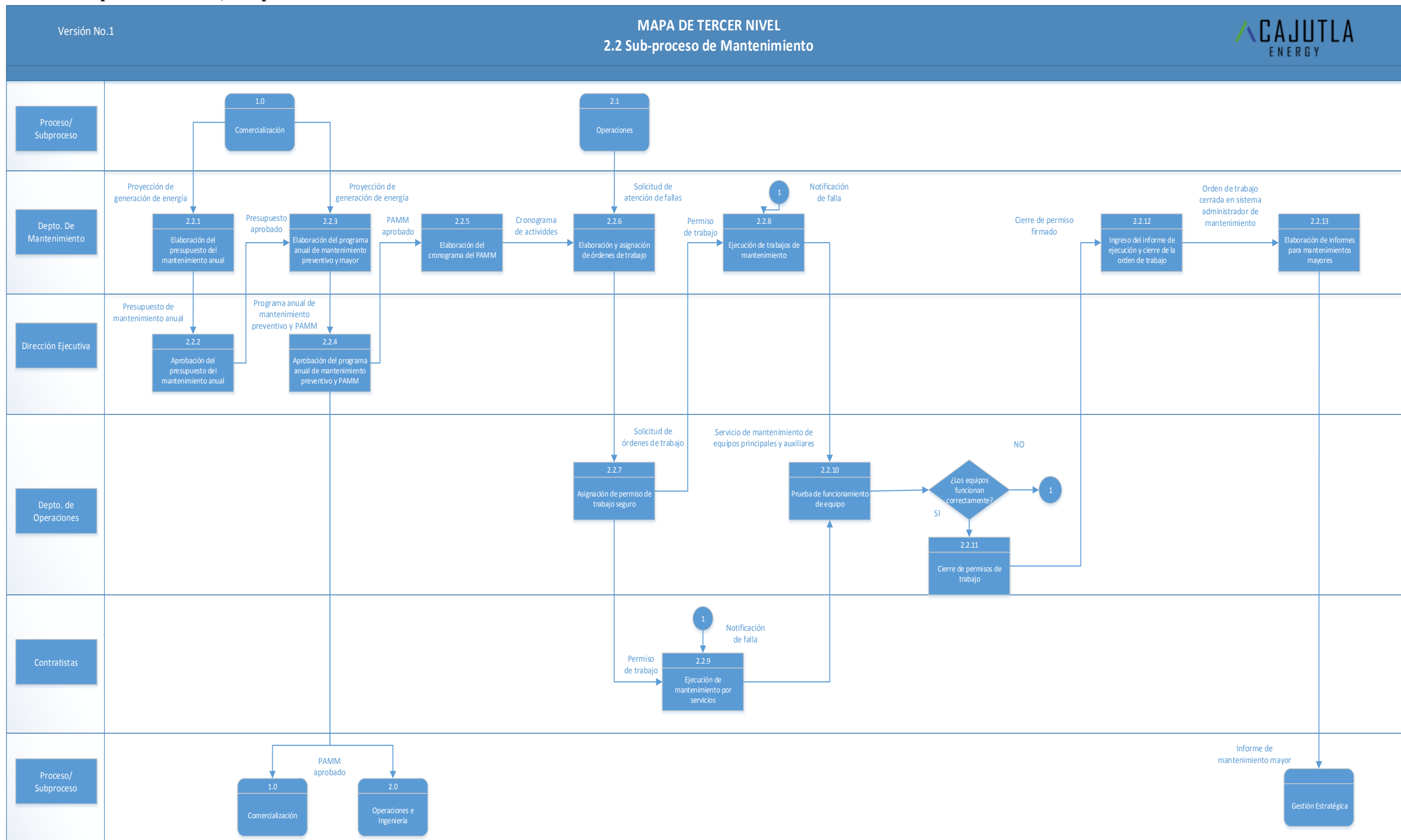


Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo A.2 Mapa de tercer nivel, Sub-proceso de Operaciones.



Anexo A.3 Mapa de tercer nivel, Sub-proceso de Mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo A.4 Ley de incentivos fiscales para el fomento de las energías renovables en la generación de electricidad.

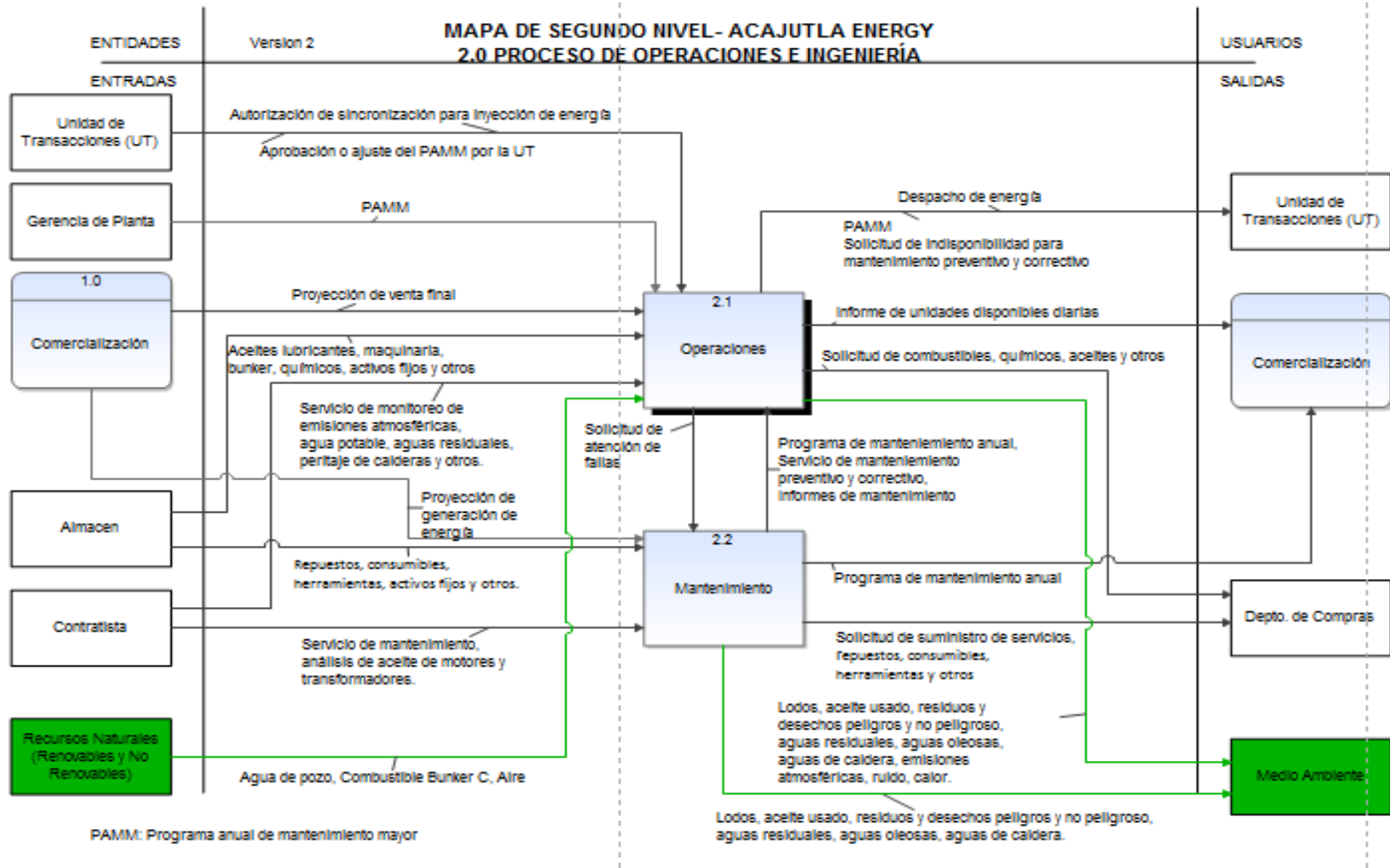
Según cap. 1 Art.3 literales a, b y c.

a) Durante los diez primeros años gozarán de exención del pago de los Derechos Arancelarios de Importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de pre inversión y de inversión en la construcción de las obras de las centrales para la generación de energía eléctrica, incluyendo la construcción de la línea de sub-transmisión necesaria para transportar la energía desde la central de generación hasta las redes de transmisión y/o distribución eléctrica. La exención del pago de los Derechos Arancelarios a que se refiere el inciso anterior se aplicará a proyectos de hasta 20 megavatios (MW) y deberá ser solicitada al Ministerio de Hacienda 15 días antes de la importación de la maquinaria, equipos, materiales e insumos necesarios y destinados exclusivamente a desarrollar los proyectos de energías renovables, de conformidad con la documentación del proyecto avalada en la certificación emitida por la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, que en el texto de esta Ley, podrá denominarse SIGET.

b) Exención del pago del Impuesto sobre la Renta por un período de cinco (5) años en el caso de los proyectos entre 10 y 20 megavatios (MW) y de diez (10) años en el caso de los proyectos de menos de 10 megavatios MW; en ambos casos, a partir de la entrada en operación comercial del Proyecto, correspondiente al ejercicio fiscal en que obtenga ingresos.

c) Exención total del pago de todo tipo de impuestos sobre los ingresos provenientes directamente de la venta de las "Reducciones Certificadas de Emisiones" (RCE) en el marco del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) o mercados de carbono similares, obtenidos por los proyectos calificados y beneficiados conforme a la presente Ley.

Anexo B.1 Mapa de segundo nivel, Proceso de Operaciones e Ingeniería identificando entradas y salidas ambientales.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo C.1 Identificación de Aspectos Ambientales del Sub-proceso de Operaciones y de Mantenimiento.

IDENTIFICACIÓN SUBPROCESO: 2.1 OPERACIONES BAJO CONDICIONES NORMALES DE OPERACIÓN			
IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
2.1.1. Estimación del consumo de combustible	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.1.2. Programación diaria de despacho de energía	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Dreno de agua en tanque de combustible HFO	Derrame de agua oleosas	Contaminación del agua
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Bombeo de combustible HFO a tanque de almacenamiento	Fuga de combustible	Contaminación del suelo
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Bombeo de combustible HFO a tanque buffer	Fuga de combustible	Contaminación del suelo
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Dreno de agua en tanque buffer	Derrame de agua oleosa	Contaminación del agua
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Tratamiento de combustible con separadoras centrífugas	Fuga de combustible	Contaminación del suelo
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Tratamiento de combustible con separadoras centrífugas	Derrame de lodos	Contaminación del suelo
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Dreno de agua en tanque diario HFO	Derrame de agua oleosa	Contaminación del agua
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Dreno de agua en tanque de lodo	Derrame de agua oleosa	Contaminación del agua
2.1.3. Operación de unidades de	Separación de agua y lodo en skimmer	Derrame de lodos	Contaminación del suelo

generación de energía eléctrica			
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Separación de agua y lodo en skimmer	Derrame de agua oleosa	Contaminación del agua
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Bombeo de lodos a camión cisterna para disposición final	Derrame de lodos	Contaminación del suelo
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Bombeo de combustible de tanque diario a booster	Fuga de combustible	Contaminación del suelo
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Bombeo de combustible de booster a motores	Fuga de combustible	Contaminación del suelo
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores	Emisiones atmosféricas	Contaminación del aire
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores	Emisión de calor por gases de combustión en chimenea a 348°C	Calentamiento Global
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de equipos (motores, generadores, transformadores, calderas, booster, separadoras, intercambiadores de calor en tanques, radiadores, bombas y motores eléctricos)	Emisión de calor	Calentamiento global
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores	Emisión de ruido	Contaminación del aire
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores	Consumo de combustible	Consumo de recursos no renovables
2.1.3. Operación de unidades de	Operación de motores	Consumo de agua de enfriamiento	Consumo de recursos naturales

generación de energía eléctrica			
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar (purga)	Vertido de agua de caldera con químicos a 98°C al cuerpo receptor	Contaminación del agua
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar	Consumo de agua	Consumo de recursos naturales
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera de gases (purga)	Vertido de agua de caldera con químicos a 98°C al cuerpo receptor	Contaminación del agua
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera de gases	Consumo de agua	Consumo de recursos naturales
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Dreno de tanque de alimentación calderas	Descarga de agua con químicos a 98°C al cuerpo receptor	Contaminación del agua
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar	Emisiones atmosféricas de caldera	Contaminación del aire
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores	Consumo de aire	Consumo de recursos naturales
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores	Derrame de lodos a 95°C	Contaminación del suelo
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores	Generación de trapos contaminados con combustible	Contaminación del suelo
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores	Generación de hollín	Contaminación del suelo
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores	Fuga de HFO	Contaminación del suelo

2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores y transformadores	Fuga de aceite de lubricación/fuga de aceite de transformadores	Contaminación del suelo
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores	Fuga de agua del sistema de enfriamiento	Contaminación del suelo
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Tratamiento de agua de pozo	Consumo de agua de pozo	Consumo de recursos naturales
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Purga de tanque de alimentación caldera	Vertido de agua con químicos a 98°C al cuerpo receptor	Contaminación del agua
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar	Emisiones atmosféricas	Contaminación del aire
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar	Consumo de combustible diésel	Consumo de recursos no renovables
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar	Generación de hollín	Contaminación del suelo
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar	Consumo de agua	Consumo de recursos naturales
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Bombeo de agua oleosa del skimmer al open pit	Derrame de agua oleosa	Contaminación del suelo
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Tratamiento de agua oleosa	Vertido de agua a 30°C al cuerpo receptor	Contaminación del agua
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Tratamiento de agua oleosa	Derrame de lodos	Contaminación del suelo

2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Tratamiento de agua oleosa en skimmer y open pit	Generación de materiales absorbentes (toallas y boom) con aceites y combustibles	Contaminación del suelo
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de equipos auxiliares	Consumo de energía eléctrica	Consumo de energía
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Limpieza de cargadero de combustible HFO y LFO, aceite	Vertido de aguas oleosas	Contaminación del suelo
2.1.4. Inspección y monitoreo de equipos, tanques y del tratamiento de agua	Medición de parámetros	No aplica	No aplica
2.1.5. Monitoreo de parámetros físicos y químicos	Medición de parámetros	No aplica	No aplica
2.1.6. Notificar a Gerencia de Operaciones y archivar	Desviaciones de parámetros	No aplica	No aplica
2.1.7. Notificar a mantenimiento	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.1.8. Inspección y monitoreo de equipos de tratamiento de combustible y sala de motores	Medición de parámetros	No aplica	No aplica
2.1.9. Control de parámetros de operaciones y caldera	Medición de parámetros	No aplica	No aplica
2.1.10. Pruebas de funcionamiento de equipos	Aceptación o rechazo de prueba de funcionamiento	Reprocesos (en caso de rechazo)	Contaminación del suelo, agua y aire
2.1.11 Notificar a Gerencia de Operaciones y archivar	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.1.12 Notificar a mantenimiento	Actividades administrativas	No aplica	No aplica

2.1.13. Comparación de medición de energía inyectada	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.1.14. Análisis del programa anual de mantenimiento mayor	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.1.15 Análisis de resultados	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.1.16 Inspección y monitoreo de equipos e instalaciones	Evaluación de aspectos de salud y seguridad	No aplica	No aplica

Fuente: Elaboración propia, 2018

IDENTIFICACIÓN SUBPROCESO: 2.2 MANTENIMIENTO BAJO CONDICIONES ANORMALES DE OPERACIÓN			
IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
2.2.1. Elaboración del presupuesto del mantenimiento anual	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.2.2. Aprobación del presupuesto del mantenimiento anual	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.2.3. Elaboración del programa anual de mantenimiento preventivo y mayor	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.2.4. Aprobación del programa anual de mantenimiento preventivo y PAMM	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.2.5. Elaboración del cronograma del PAMM	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.2.6. Elaboración y asignación de órdenes de trabajo	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.2.7. Asignación de permiso de trabajo seguro	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza y pintura de tanques de HFO, diésel,	Derrame de agua oleosa	Contaminación del suelo

	lodos, aceite nuevo y usado		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza y pintura de tanques de HFO, diésel, lodos, aceite nuevo y usado	Generación de trapo contaminado con HFO, diésel y aceite	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza y pintura de tanques de HFO, diésel, lodos, aceite nuevo y usado	Generación de químico seco (pintura)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza y pintura del tanque de agua	Generación de trapo contaminado con antioxidante	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza y pintura del tanque de agua	Generación de químico seco (pintura)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de máquinas separadoras de combustible	Derrame de aguas oleosas (mezcla de bunker, agua y químicos para limpieza)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de máquinas separadoras de combustible	Generación de residuos no peligrosos (chatarra)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de máquinas separadoras de combustible	Generación de residuos peligrosos (o´ring)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de máquinas separadoras de combustible	Generación de trapo contaminado con mezcla de bunker, agua y químicos para limpieza	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de engranajes de máquinas separadoras (cambio de aceite)	Generación de trapo contaminado con aceite	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de engranajes de máquinas separadoras (cambio de aceite)	Derrame de aceite usado	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento mayor de motores	Derrame de aceite usado	Contaminación del suelo

2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento mayor de motores	Generación de residuos no peligrosos (chatarra, filtros)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento mayor de motores	Generación de residuos peligrosos (o´ring, madera contaminada con combustible, empaques)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento preventivo, correctivo y mayor de motores	Generación de trapo contaminado con aceite y grasas	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento preventivo, correctivo y mayor de motores	Generación de trapo contaminado con combustible	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento preventivo, correctivo y mayor de motores	Generación de trapo contaminado con químicos	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento preventivo, correctivo y mayor de motores	Generación de residuos no peligrosos (chatarra, filtros)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento preventivo, correctivo y mayor de motores	Generación de residuos peligrosos (o´ring, madera contaminada con combustible, empaques)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza de partes durante el mantenimiento preventivo, correctivo y mayor de motores	Derrame de aguas oleosas (mezcla de aceites, combustible, grasas, agua y químicos para limpieza)	Contaminación del agua
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza de partes durante el mantenimiento preventivo, correctivo y mayor de motores	Generación de trapo contaminado con mezcla de bunker, agua y químicos para limpieza	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de equipos auxiliares (booster, separadora de aceite, compresores de	Generación de trapo contaminado con combustible,	Contaminación del suelo

	aire de arranque, enfriadores de aceite)	aceite, grasas y químicos	
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de equipos auxiliares (booster, separadora de aceite, compresores de aire de arranque, enfriadores de aceite)	Derrame de aguas oleosas (mezcla de aceite, combustible, grasas, agua y químicos para limpieza)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de equipos auxiliares (separadora de aceite, compresores de aire de arranque, enfriadores de aceite)	Derrame de aceite usado	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de equipos auxiliares (booster, separadora de aceite, compresores de aire de arranque, enfriadores de aceite)	Generación de residuos no peligrosos (chatarra, filtros)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de equipos auxiliares (booster, separadora de aceite, compresores de aire de arranque, enfriadores de aceite)	Generación de residuos peligrosos (o ring, madera contaminada con combustible, empaques)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza de hollín de calderas y cenicero	Generación de trapos y bolsas plásticas contaminadas con hollín	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Dreno de agua de caldera por mantenimiento	Vertido de agua de caldera a 98°C al cuerpo receptor	Contaminación del agua
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de caldera	Generación de residuos no peligrosos (chatarra)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de caldera	Generación de residuos peligrosos (trenza, empaques)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de radiadores	Generación de trapo contaminado con grasas y químicos	Contaminación del suelo

2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de radiadores	Generación de residuos no peligrosos (chatarra)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de motores eléctricos de radiadores	Generación de residuos peligrosos (latas usadas de pintura en spray y barnices)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Dreno de agua de radiadores por mantenimiento	Vertido de agua de radiadores a 98°C al cuerpo receptor	Contaminación del agua
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Tratamiento de agua de pozo	Generación de desecho peligroso (carbón activado contaminado)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Tratamiento de agua de pozo	Generación de residuos no peligrosos (filtro, PVC)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de generadores	Derrame de aceite usado de cojinetes	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de generadores	Generación de residuo no peligro (Filtro de aire de metal y tela)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de generadores	Generación de residuos peligrosos (latas usadas de pintura en spray y barnices)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de tuberías	Generación de residuos peligrosos (pintura de tuberías)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de tuberías	Generación de residuos no peligrosos (empaquetaduras)	Contaminación del suelo
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de transformadores principales y auxiliar	Residuo de sílica gel	Contaminación del suelo
2.2.9. Ejecución de mantenimiento por servicios	Tratamiento de aceite dieléctrico de	Generación de trapo contaminado	Contaminación del suelo

	transformadores principales y auxiliar	con aceite dieléctrico	
2.2.9. Ejecución de mantenimiento por servicios	Tratamiento de aceite dieléctrico de transformadores principales y auxiliar	Derrame de aceite dieléctrico usado	Contaminación del suelo
2.2.9. Ejecución de mantenimiento por servicios	Limpieza de aisladores de los transformadores corriente (TC) y transformadores de potencial (TP)	Generación de trapos con polvo	Contaminación del suelo
2.2.9. Ejecución de mantenimiento por servicios	Mantenimiento de pozos	Generación de trapos con tierra	Contaminación del suelo
2.2.9. Ejecución de mantenimiento por servicios	Mantenimiento de chimeneas	Generación de residuos peligrosos (pintura)	Contaminación del suelo
2.2.9. Ejecución de mantenimiento por servicios	Mantenimiento de chimeneas	Generación de residuos peligrosos (trapo contaminado con oxido)	Contaminación del suelo
2.2.11. Cierre de permisos de trabajo	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.2.12. Ingreso del informe de ejecución y cierre de la orden de trabajo	Actividades administrativas	No aplica	No aplica
2.2.13. Elaboración de informes para mantenimientos mayores	Actividades administrativas	No aplica	No aplica

Fuente: Elaboración propia, 2018

IDENTIFICACIÓN SUBPROCESO: 2.2 MANTENIMIENTO BAJO CONDICIONES DE EMERGENCIA			
IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
2.2.9. Ejecución de mantenimiento por servicios	Cambio de silenciadores	Generación de residuos peligrosos (Fibra cerámica con material particulado de gases de combustión)	Contaminación del suelo
2.2.9. Ejecución de mantenimiento por servicios	Cambio de silenciadores	Generación de residuos no peligrosos (metales y chatarra)	Contaminación del suelo

Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo C.2 Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales Identificados en el Sub-proceso de Operaciones y de Mantenimiento.

Sub-proceso de Operaciones

Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Dreno de agua en tanque de combustible HFO		Derrame de agua oleosas		Contaminación del agua		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	5	2	2	20	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	3	1	6	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Bombeo de combustible HFO a tanque de almacenamiento		Fuga de combustible		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	5	2	2	20	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	2	2	2	24	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Bombeo de combustible HFO a tanque buffer		Fuga de combustible		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	5	2	2	20	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	2	2	16	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Dreno de agua en tanque buffer		Derrame de agua oleosa		Contaminación del agua		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	5	2	2	20	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	3	1	6	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Tratamiento de combustible con separadoras centrífugas		Fuga de combustible		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	5	2	2	20	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	3	1	6	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Tratamiento de combustible con separadoras centrífugas		Derrame de lodos		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	5	2	2	20	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	3	1	6	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Dreno de agua en tanque diario HFO		Derrame de agua oleosa		Contaminación del agua		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	5	2	2	40	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	3	1	12	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Dreno de agua en tanque de lodo		Derrame de agua oleosa		Contaminación del agua		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	5	2	2	40	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	3	1	12	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Separación de agua y lodo en skimer		Derrame de lodos		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	5	3	2	60	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	2	3	2	36	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Separación de agua y lodo en skimer		Derrame de agua oleosa		Contaminación del agua		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	5	3	4	120	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	2	3	2	36	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Bombeo de lodos a camión cisterna para disposición final		Derrame de lodos		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	MEDIA
	2	4	5	4	160	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	MEDIA
	4	3	3	3	108	MEDIA	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Bombeo de combustible de tanque diario a booster		Fuga de combustible		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	5	3	2	30	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	3	1	12	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Bombeo de combustible de boosters a motores		Fuga de combustible		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	5	3	2	30	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	3	1	12	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores		Emisiones atmosféricas		Contaminación del aire		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	2	5	250	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	3	5	3	90	BAJA	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores		Emisión de calor por gases de combustión en chimenea a 348°C		Calentamiento Global		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	4	4	400	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	3	1	3	27	BAJA	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de equipos (Motores , Generadores, transformadores ,calderas, booster, separadoras, intercambiadores de calor en tanques,radiadores,bombas y motores		Emisión de calor		Calentamiento Global		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	4	3	300	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	3	1	3	27	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores		Emisión de ruido		Contaminación del aire		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	2	2	100	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	5	1	20	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores		Consumo de combustible		Consumo de recursos no renovables		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	5	2	250	MEDIO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	5	1	5	75	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores		Consumo de agua de enfriamiento		Consumo de recursos naturales		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	5	2	250	MEDIO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	3	1	3	18	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar (purga)		Vertido de agua de caldera con químicos a 98°C al cuerpo receptor		Contaminación del agua		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	MEDIO
	5	4	4	4	320	MEDIO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	MEDIO
	5	4	5	3	300	MEDIO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar		Consumo de agua		Consumo de recursos naturales		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	5	2	250	MEDIO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	3	1	3	18	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera de gases (purga)		Vertido de agua de caldera con químicos a 98°C al cuerpo receptor		Contaminación del agua		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	MEDIA
	4	4	4	4	256	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	MEDIA
	4	4	5	3	240	MEDIA	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera de gases		Consumo de agua		Consumo de recursos naturales		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	4	4	3	2	96	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	3	1	3	27	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Dreno de tanque de alimentación calderas		Descarga de agua con químicos a 98°C al cuerpo receptor		Contaminación del agua		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	MEDIA
	4	4	4	4	256	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	MEDIA
	4	4	5	3	240	MEDIA	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar		Emisiones atmosféricas de caldera		Contaminación del aire		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	2	4	200	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	3	5	3	135	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores		Consumo de aire		Consumo de recursos naturales		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	2	2	100	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	4	2	1	3	24	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores		Derrame de lodos a 95°C		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	5	2	4	40	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	5	1	20	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores		Generación de trapos contaminados con combustible		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	2	4	200	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	5	1	20	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores		Generación de hollín		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	2	4	200	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	5	1	20	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores		Fuga de HFO		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	5	2	2	20	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	5	1	20	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores y transformadores		Fuga de aceite de lubricación/ fuga de aceite de los transformadores		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	5	2	2	20	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	5	1	20	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de motores		Fuga de agua del sistema de enfriamiento		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	3	5	1	2	30	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	5	1	20	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Tratamiento de agua de pozo		Consumo de agua de pozo		Consumo de recursos naturales		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	2	4	200	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	3	1	3	27	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Tratamiento de agua de pozo en el tanque de alimentación a calderas		Vertido de agua con químicos a 98°C al cuerpo receptor		Contaminación del agua		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	MEDIA
	4	4	4	4	256	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	MEDIA
	4	4	5	3	240	MEDIA	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar		Emisiones atmosféricas		Contaminación del aire		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	2	4	200	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	3	5	3	135	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar		Consumo de combustible diésel		Consumo de recursos no renovables		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	5	2	250	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	3	1	3	27	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar		Generación de hollín		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	2	4	200	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	5	1	20	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de caldera auxiliar		Consumo de agua		Consumo de recursos naturales		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	2	4	200	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	3	1	3	27	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Bombeo de agua oleosa del skimer al open pit		Derrame de agua oleosa		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	5	3	4	120	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	2	3	2	36	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Tratamiento de agua oleosa		Vertido de agua a 30°C al cuerpo receptor		Contaminación del agua		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	5	2	4	80	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	2	5	2	60	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Tratamiento de agua oleosa		Derrame de lodos		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	5	2	4	40	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	5	1	20	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Tratamiento de agua oleosa en skimer y open pit		Generación de materiales absorbentes (toallas y boom) con aceites y combustibles		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	5	2	4	80	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	2	5	3	90	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Operación de equipos auxiliares		Consumo de energía eléctrica		Consumo de energía		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	5	5	5	2	250	MEDIO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	1	2	8	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.3. Operación de unidades de generación de energía eléctrica	Limpieza de cargadero de combustible HFO y LFO, aceite		Generación de aguas oleosas durante lavado de area		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	5	2	4	40	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	1	3	5	4	60	BAJO	
Subproceso 2.1	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.1.10. Pruebas de funcionamiento de equipos	Aceptación o rechazo de prueba de funcionamiento		Reprocesos (en caso de rechazo)		Contaminación del suelo, agua y aire		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	3	5	2	4	120	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	3	5	3	135	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Sub-proceso de Mantenimiento.

Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza y pintura de tanques de HFO, diésel, lodos, aceite nuevo y usado		Derrame de agua oleosa		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	2	2	2	8	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	2	20	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza y pintura de tanques de HFO, diésel, lodos, aceite nuevo y usado		Generación de trazo contaminado con HFO, diésel y aceite		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	2	2	2	8	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	2	20	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza y pintura de tanques de HFO, diésel, lodos, aceite nuevo y usado		Generación de químico seco (pintura)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	1	2	2	4	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	1	5	2	30	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza y pintura del tanque de agua		Generación de trazo contaminado con antioxidante		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	1	2	2	4	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	1	5	2	30	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza y pintura del tanque de agua		Generación de químico seco (pintura)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	1	2	2	4	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	4	1	5	2	40	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de máquinas separadoras de combustible		Derrame de aguas oleosas (mezcla de bunker, agua y químicos para limpieza)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	3	2	2	12	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	1	10	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de máquinas separadoras de combustible		Generación de residuos no peligrosos (chatarra)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	3	2	2	12	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	1	1	5	1	5	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de máquinas separadoras de combustible		Generación de residuos peligrosos (o'ring con HFO)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	3	2	2	12	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	3	30	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de máquinas separadoras de combustible		Generación de trapo contaminado con mezcla de bunker, agua y químicos para limpieza		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	3	2	2	12	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	3	30	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de engranajes de máquinas separadoras (Cambio de aceite)		Generación de trapo contaminado con aceite		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	3	2	2	12	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	3	30	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de engranajes de máquinas separadoras		Derrame de aceite usado		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	3	2	2	12	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	3	30	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento mayor de motores		Derrame de aceite usado		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	2	2	2	8	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	1	10	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento mayor de motores		Generación de residuos no peligrosos (chatarra, filtros)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	2	2	2	8	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	1	1	5	1	5	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento mayor de motores		Generación de residuos peligrosos (o'ring, madera contaminada con combustible, empaques)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	2	2	2	8	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	3	30	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento preventivo, correctivo y mayor de motores		Generación de trapo contaminado con aceite y grasas		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	3	2	2	12	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	3	30	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento preventivo, correctivo y mayor de motores		Generación de trapo contaminado con combustible		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	3	2	2	24	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	3	30	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento preventivo, correctivo y mayor de motores		Generación de trapo contaminado con químicos		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	3	2	2	24	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	3	30	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento preventivo, correctivo y mayor de motores		Generación de residuos no peligrosos (chatarra, filtros)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	3	2	2	24	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	1	1	5	1	5	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento preventivo, correctivo y mayor de motores		Generación de residuos peligrosos (o'ring, madera contaminada con combustible, empaques)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	3	2	2	24	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	3	30	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza de partes durante el mantenimiento preventivo, correctivo y mayor de motores en talleres		Derrame de aguas oleosas (mezcla de aceite, combustible, grasas, agua y químicos para limpieza)		Contaminación del agua		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	5	2	4	80	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	3	30	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza de partes durante el mantenimiento preventivo, correctivo y mayor de motores		Generación de trazo contaminado con mezcla de bunker, agua y químicos para limpieza		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	5	2	4	40	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	2	20	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de equipos auxiliares (booster, separadora de aceite, compresores de aire de arranque, enfriadores de aceite)		Generación de trazo contaminado con combustible, aceite, grasas y químicos		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	5	2	4	40	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	2	20	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de equipos auxiliares (booster, separadora de aceite, compresores de aire de arranque, enfriadores de aceite)		Derrame de aguas oleosas (mezcla de aceite, combustible, grasas, agua y químicos para limpieza)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	5	2	4	80	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	2	20	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de equipos auxiliares (separadora de aceite, compresores de aire de arranque, enfriadores de aceite)		Derrame de aceite usado		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	5	2	4	80	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	2	20	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de equipos auxiliares (booster, separadora de aceite, compresores de aire de arranque, enfriadores de aceite)		Generación de residuos no peligrosos (chatarra, filtros)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	5	2	4	80	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	1	1	5	3	15	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de equipos auxiliares (booster, separadora de aceite, compresores de aire de arranque, enfriadores de aceite)		Generación de residuos peligrosos (o'ring, madera contaminada con combustible, empaques)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	5	2	4	80	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	3	30	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Limpieza de hollín de calderas y cenicero		Generación de trapos y bolsas plásticas contaminadas con hollín		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	1	2	4	8	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	2	5	2	60	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Dreno de agua de caldera por mantenimiento		Vertido de agua de caldera a 98°C al cuerpo receptor		Contaminación del agua		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	MEDIA
	4	4	4	4	256	MEDIA	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	MEDIA
	4	4	5	3	240	MEDIA	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de caldera		Generación de residuos no peligrosos (chatarra)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	1	2	4	8	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	2	5	2	60	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de caldera		Generación de residuos peligrosos (trenza, empaques)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	1	2	4	8	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	2	5	2	60	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de radiadores		Generación de trazo contaminado con grasas y químicos		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	3	2	4	24	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	5	2	40	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de radiadores		Generación de residuos no peligrosos (chatarra)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	3	2	4	24	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	1	2	5	1	10	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de motores eléctricos de radiadores		Generación de residuos peligrosos (latas usadas de pintura en spray y barnices)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	2	3	2	4	48	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	5	2	40	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Dreno de agua de radiadores por mantenimiento		Vertido de agua de radiadores a 98°C al cuerpo receptor		Contaminación del agua		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	2	4	4	32	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	3	5	3	135	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Tratamiento de agua de pozo		Generación de desecho peligroso (carbón activado contaminado)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	2	2	4	16	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	2	5	3	90	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Tratamiento de agua de pozo		Generación de residuos no peligrosos (filtro, PVC)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	2	2	4	16	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	1	1	5	2	10	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de generadores		Derrame de aceite usado de cojinetes		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	2	2	4	16	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	1	5	2	20	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de generadores		Generación de residuo no peligro (Filtro de aire de metal y tela)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	2	2	4	16	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	1	1	5	2	10	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de generadores		Generación de residuos peligrosos (latas usadas de pintura en spray y barnices)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	2	2	4	16	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	2	5	2	60	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de tuberías		Generación de residuos peligrosos (pintura de tuberías)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	2	2	4	16	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	2	5	2	60	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

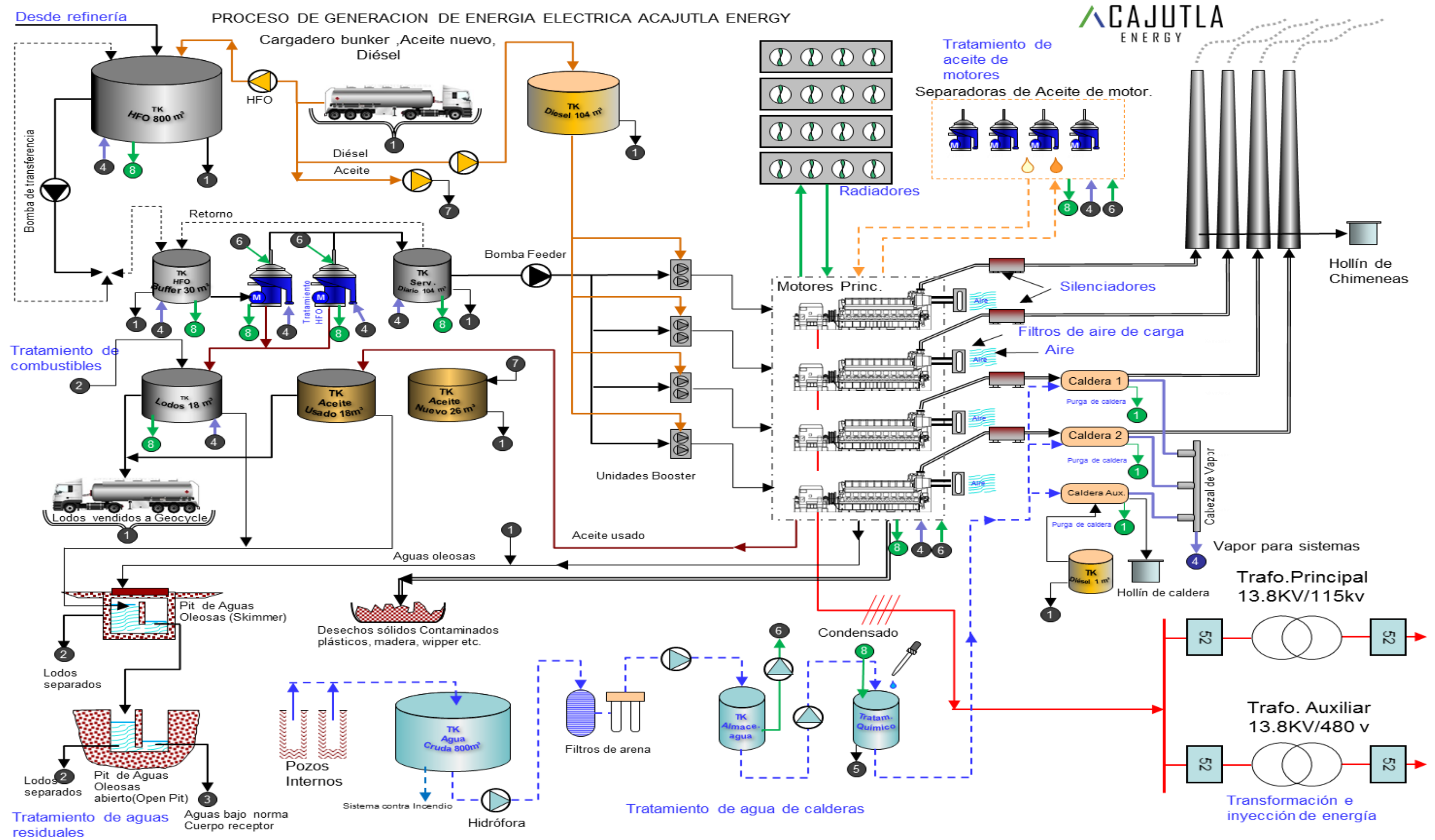
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de tuberías		Generación de residuos no peligrosos (empaquetaduras)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	4	2	4	32	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	1	1	5	2	10	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.8. Ejecución de trabajos de mantenimiento	Mantenimiento de transformadores principales y auxiliar		Residuo de silica gel		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	1	2	4	8	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	1	1	5	2	10	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.9. Ejecución de mantenimiento por servicios	Tratamiento de aceite dieléctrico de transformadores principales y auxiliar		Generación de trapo contaminado con aceite dieléctrico		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	1	2	4	8	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	2	5	3	90	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.9. Ejecución de mantenimiento por servicios	Tratamiento de aceite dieléctrico de transformadores principales y auxiliar		Derrame de aceite dieléctrico usado		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	1	2	4	8	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	5	3	60	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.9. Ejecución de mantenimiento por servicios	Limpieza de aisladores de los transformadores corriente (TC) y transformadores de potencial (TP)		Generación de trapos con polvo		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	1	2	4	8	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	5	2	40	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.9. Ejecución de mantenimiento por servicios	Mantenimiento de pozos		Generación de trapos con tierra		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	1	2	4	8	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	2	2	5	2	40	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.9. Ejecución de mantenimiento por servicios	Mantenimiento de chimeneas		Generación de residuos peligrosos (pintura)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	1	2	4	8	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	3	2	5	3	90	BAJO	
Subproceso 2.2	Actividad		Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		
2.2.9. Ejecución de mantenimiento por servicios	Mantenimiento de chimeneas		Generación de residuos peligrosos (trapo contaminado con oxido)		Contaminación del suelo		Criticidad
Probabilidad	Ocurrencia	Frecuencia	Control	Partes Interesada	Total	Significancia	BAJO
	1	1	2	4	8	BAJO	
Consecuencia	Severidad	Limite Geográfico	Estatutos Regulatorio	Duración/ Recuperabilidad	Total	Significancia	BAJO
	1	2	5	2	20	BAJO	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo D.1 Esquema modificado del proceso de generación de energía eléctrica de Acajutla Energy según el plan de control operacional propuesto.



Fuente: Elaboración propia, 2018