



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE GUÍA AMBIENTAL PARA ESTACIONES DE SERVICIO DE
COMBUSTIBLE**

Ana Luisa Hernández Cardona
Asesorado por el Ing. Jaime Iván Palma Martínez

Guatemala, junio de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE GUÍA AMBIENTAL PARA ESTACIONES DE SERVICIO DE
COMBUSTIBLE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ANA LUISA HERNÁNDEZ CARDONA

ASESORADO POR EL ING. JAIME IVÁN PALMA MARTÍNEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA AMBIENTAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

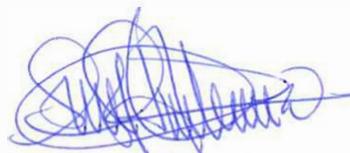
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Walter Arnoldo Bardales Espinoza.
EXAMINADOR	Ing. Pablo Enrique Morales Paniagua
EXAMINADORA	Dra. Casta Petrona Zeceña Zeceña
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE GUÍA AMBIENTAL PARA ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 22 de julio de 2019.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ana Luisa Hernández Cardona', with a long horizontal stroke extending to the right.

Ana Luisa Hernández Cardona

Guatemala 15 de febrero de 2023

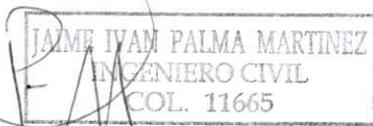
Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez:

Le saludo cordialmente, deseándole éxitos en sus actividades. Por medio de la presente hago constar que he revisado y aprobado el Informe Final en la modalidad Seminario de Investigación, del trabajo de graduación titulado: "DISEÑO DE GUÍA AMBIENTAL PARA ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE", elaborado por el estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental, Ana Luisa Hernández Cardona, quien se identifica con el registro académico 2011-14512 y con el CUI 2271 17034 0101.

Agradeciendo la atención a la presente, me suscribo de usted,

Atentamente,



Jaime Iván Palma Martínez
ASESOR
Ingeniero Civil
Colegiado activo no. 11665



Guatemala, 16 de marzo de 2023.
Ref. EIQ.TG-IF.007.2023.

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el registro de evaluación, correlativo **007-2019**, le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL

Solicitado por el estudiante universitario: **Ana Luisa Hernández Cardona**.
Identificado con número de carné: **2271170340101**.
Identificado con registro académico: **201114512**.
Previo a optar al título de la carrera: **Ingeniería Ambiental**.
En la modalidad: **TESIS (Informe Final, Seminario de Investigación)**.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

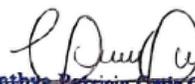
DISEÑO DE GUÍA AMBIENTAL PARA ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por:

Jaime Iván Palma Martínez, profesional de la Ingeniería Civil

Habiendo encontrado el referido trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Cinthya Patricia Ortiz Quijón
Ingeniera Química Col. No. 1189
Cinthya Patricia Ortiz Quijón
profesional de la Ingeniería Química
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación

C.c.: archivo



LNG.DIRECTOR.123.EIQ.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE GUÍA AMBIENTAL PARA ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE**, presentado por: **Ana Luisa Hernández Cardona**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“Id y Enseñad a Todos”



Ing. Williams G. Álvarez Mejía: Mg.I.Q., M.U.I.E.
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química

Guatemala, mayo de 2023.

LNG.DECANATO.OI.483.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE GUÍA AMBIENTAL PARA ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE**, presentado por: **Ana Luisa Hernández Cardona**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, junio de 2023

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Mi	Por nunca rendirme.
Dios	Por ser una fuente infinita de amor y bondad. Que me acompaña y me levanta de mi continuo tropiezo.
Mis padres	Por ser el ejemplo más grande del amor puro y sincero. Doy gracias infinitas por tenerles en mi vida.
Marcela y Jimena	Por su compañía y afecto.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme el acceso a la educación superior.
Iván Palma	Por ser mi amigo, colega, asesor. Y su célebre frase: Echando a perder se aprende.
Mario Corzo	Por su valiosa asesoría en el presente trabajo de investigación.
Soluciones Avanzadas	Por haberme brindado la oportunidad de laborar con ustedes.
Jersson Gudiel y Carlos Rivas	Por haberme compartido su conocimiento.
Amistades de la facultad	Por los tiempos compartidos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. MARCO CONCEPTUAL	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación.....	3
1.3. Determinación de problema.....	4
1.3.1. Definición	4
1.3.2. Delimitación	4
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Ecosistema.....	5
2.1.1. Componentes bióticos	5
2.1.2. Componentes abióticos	5
2.1.2.1. Componentes abióticos físicos.....	6
2.1.2.2. Componentes abióticos químicos	6
2.2. Impacto Ambiental	6
2.2.1. Clasificación de Impactos Ambientales	7
2.2.1.1. De acuerdo con su origen	7
2.2.1.2. De acuerdo con sus atributos.....	7
2.3. Valoración de Impactos Ambientales	8

2.3.1.	Clasificación de los métodos para la valoración de impactos ambientales	8
2.4.	Matriz de Leopold	9
2.5.	Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible	11
2.6.	Planificación y Gestión ambiental.....	12
2.7.	Instrumentos Ambientales	15
2.7.1.	Evaluación Ambiental Inicial.....	16
2.7.1.1.	Plan de gestión ambiental.....	16
2.7.1.2.	Plan de manejo ambiental.....	16
2.7.1.3.	Plan de manejo de residuos sólidos	17
2.7.1.4.	Plan de contingencia	17
2.7.1.5.	Plan de seguimiento y monitoreo ambiental	18
2.8.	Regularización ambiental	19
2.8.1.	Proponente	19
2.8.2.	Procedimiento de evaluación ambiental para la categoría B2	19
2.9.	Auditoría ambiental de cumplimiento	21
2.10.	Guía ambiental.....	22
2.11.	Estaciones de servicio de combustible.....	22
2.12.	Marco legal ambiental aplicable a estaciones de servicio de combustible	23
2.12.1.	Constitución Política de la República de Guatemala	23
2.12.2.	Decreto 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente	23
2.12.3.	Acuerdo Gubernativo 137-2016 Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental	24

2.12.4.	Acuerdo Ministerial Número 204-2019 Listado Taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades y sus reformas, Acuerdo Ministerial Número 264-2019.....	24
2.12.5.	Acuerdo Gubernativo 236-2006 Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos y su Reforma, Acuerdo Gubernativo 129-2015.....	25
2.12.6.	Acuerdo Gubernativo 229-2014 Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional y su Reforma, Acuerdo Gubernativo 33-2016	25
2.12.7.	Decreto Número 109-90 Ley de comercialización de hidrocarburos y su reglamento Acuerdo Gubernativo 522-99	25
3.	METODOLOGÍA	27
3.1.	Variables	27
3.1.1.	Variables Independientes	27
3.1.2.	Variables Dependientes.....	28
3.2.	Delimitación del campo de estudio:.....	30
3.3.	Recursos Humanos	30
3.4.	Recursos Físicos disponibles	31
3.5.	Recursos materiales disponibles.....	31
3.6.	Técnica Cuantitativa	32
3.7.	Desarrollo de la Investigación.....	32
3.8.	Análisis Estadístico	36
3.9.	Cronograma	37
3.10.	Presupuesto.....	40

4.	DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE	41
4.1.	Análisis.....	52
5.	PROCEDIMIENTOS DESARROLLADOS EN UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE	55
5.1.	Descripción de los procesos.....	55
5.1.1.	Descarga y almacenamiento de combustible.....	55
5.1.2.	Despacho de combustibles a automotores	57
5.1.2.1.	Modalidad servicio completo.....	57
5.1.2.2.	Modalidad autoservicio.....	58
5.1.3.	Lavado de vehículo.....	59
5.1.4.	Servicios menores (Cambio de aceite y filtro).....	60
5.1.5.	Tienda de conveniencia.....	61
5.2.	Diagrama de flujo de los procesos	61
5.3.	Análisis.....	62
6.	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ...	65
6.1.	Identificación de los impactos ambientales	65
6.2.	Valoración de impactos ambientales.....	68
6.3.	Análisis.....	72
7.	PLANES DE MANEJO.....	73
7.1.	Etapas de construcción	73
7.1.1.	Plan de manejo de residuos sólidos.....	74
7.1.1.1.	Residuos sólidos comunes	74
7.1.1.2.	Residuos sólidos especiales	75
7.1.2.	Plan de manejo de residuos líquidos	77
7.2.	Etapas de operación.....	78

7.2.1.	Plan de manejo de residuos sólidos.....	78
7.2.1.1.	Características de los residuos	79
7.2.1.2.	Almacenamiento temporal de residuos sólidos comunes	80
7.2.1.2.1.	Características de los contenedores temporales	81
7.2.1.2.2.	Identificación de los contenedores temporales	81
7.2.1.3.	Almacenamiento de residuos peligrosos	83
7.2.1.3.1.	Características de los contenedores de recibo primario de lubricantes.....	83
7.2.1.3.2.	Características del recipiente para el drenaje de filtros usados.....	84
7.2.1.3.3.	Características de los contenedores temporales	84
7.2.1.3.4.	Área de almacenamiento temporal	85
7.2.1.4.	Disposición final.....	86
7.2.1.4.1.	Residuos sólidos comunes	86

	7.2.1.4.2.	Residuos peligrosos	87
	7.2.1.4.3.	Rutinas de verificación	92
	7.2.1.4.4.	Módulo de capacitación en manejo de residuos sólidos.....	92
7.2.2.		Plan de manejo de residuos líquidos	93
	7.2.2.1.	Agua pluvial.....	95
	7.2.2.2.	Agua residual doméstica.....	96
	7.2.2.2.1.	Sistema de manejo de aguas residuales ordinarias	96
	7.2.2.3.	Agua residual industrial.....	100
	7.2.2.3.1.	Sistema de manejo de aguas residuales industriales.....	101
7.2.3.		Plan de emergencia y contingencia	106
	7.2.3.1.	Comité de emergencias y responsabilidades	108
	7.2.3.2.	Equipo para control de contingencias derivadas de la manipulación de combustibles.....	109
	7.2.3.3.	Elementos de protección personal.....	110
	7.2.3.4.	Acciones de respuesta	110
	7.2.3.4.1.	En caso de sismo	111
	7.2.3.4.2.	En caso de incendio ...	112
	7.2.3.4.3.	En caso de fugas de combustible.....	113

	7.2.3.4.4.	En caso de derrame de combustible.....	116
	7.2.3.4.5.	En caso de robo u asalto.....	117
	7.2.4.	Reporte por derrame o fuga de combustible.....	118
7.3.		Análisis.....	119
8.		MONITOREO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL	123
8.1.		Análisis.....	132
9.		MONITOREO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL.....	133
9.1.		Gestión ambiental de las estaciones de servicio de combustible en el Reino Unido	133
9.2.		Gestión ambiental de las estaciones de servicio de combustible en México	138
9.3.		Análisis.....	142
10.		FORMULARIO DE REGISTRO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	145
		CONCLUSIONES	157
		RECOMENDACIONES.....	159
		REFERENCIAS	161
		APÉNDICE.....	167
		ANEXOS	197

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Procedimiento de evaluación del instrumento ambiental categoría B2 ..	20
2.	Almacenamiento inadecuado de filtros usados	43
3.	Rampa de servicio de concreto	43
4.	Rampa de lavado y servicio.....	44
5.	Lavado de vehículos en área de almacenamiento de combustible	45
6.	Desfogue inadecuado de aguas residuales del lavado de vehículos	46
7.	Bodega para almacenamiento temporal de residuos	47
8.	Distribución de sistema contra incendios y señalización de seguridad ..	49
9.	Diagrama de flujo general de las estaciones de servicio de combustible	62
10.	Matriz de valoración de impactos ambientales en la etapa de construcción	70
11.	Matriz de valoración de impactos ambientales en la etapa de operación	71
12.	Recomendación para la identificación de contenedores temporales de color.....	82
13.	Recomendación para la identificación de contenedores temporales de un solo color.....	82
14.	Modelo de etiqueta	85
15.	Área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos	86
16.	Esquema típico de descargas de aguas residuales en las estaciones de servicio de combustible.....	95
17.	Tanque séptico de dos cámaras.....	98

18.	Caja trampa de grasas.....	99
19.	Pozo de absorción	100
20.	Sumidero en rampa de lavado.....	102
21.	Rejillas de contención de una estación de servicio de combustible	103
22.	Sedimentador primario.....	104
23.	Fosa API.	106
24.	Esquema para la atención de una contingencia.....	107
25.	Señalización de seguridad para estaciones de servicio de combustible... ..	109
26.	Contención y recuperación de combustible sobre el suelo	115
27.	Contención y recuperación de combustible sobre cuerpos de agua superficial.....	115

TABLAS

I.	Criterios para considerar en la planificación ambiental.....	14
II.	Criterios para considerar en la gestión ambiental.....	15
III.	Definición de variables independientes.....	27
IV.	Definición de variables dependientes.....	29
V.	Cronograma de actividades de la investigación.....	37
VI.	Presupuesto total de la investigación.....	40
VII.	Actividades complementarias presentadas en las estaciones de servicio de combustible	42
VIII.	Disposición final de los residuos sólidos	48
IX.	Sistema contra incendios y señalización de seguridad.....	48
X.	Capacitación y equipo de protección personal.....	49
XI.	Fuente de abastecimiento de agua	51
XII.	Forma de almacenamiento de agua.....	51
XIII.	Medio de desfogue de aguas residuales.....	52

XIV.	Resumen de insumos e impactos ambientales por proceso.....	63
XV.	Matriz de impactos ambientales contra acciones en la etapa de construcción.....	66
XVI.	Matriz de impactos ambientales contra acciones en la etapa de operación	67
XVII.	Valoración cualitativa y cuantitativa de los atributos asignados a los factores ambientales.....	68
XVIII.	Escala de valoración de impactos ambientales	69
XIX.	Clasificación de residuos sólidos generados en las estaciones de servicio de combustible	79
XX.	Comité de emergencias.....	108
XXI.	Plan de monitoreo y seguimiento ambiental durante la etapa de construcción.....	124
XXII.	Plan de monitoreo y seguimiento ambiental durante la etapa de operación	128
XXIII.	Plan de monitoreo y seguimiento ambiental durante la etapa de operación según normativa del Reino Unido.....	135
XXIV.	Plan de monitoreo y seguimiento ambiental durante la etapa de operación según normativa de México.....	140
XXV.	Formulario de registro y seguimiento ambiental	146

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A/C	Aire acondicionado
COVDM	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano
CO₂	Dióxido de Carbono
gal	Galones
h	Hora
kg	Kilogramo
kWh	Kilovatio hora
L	Litro
CH₄	Metano
m	Metro
%	Porcentaje

GLOSARIO

Ambiente	Son todos aquellos elementos químicos, físicos y biológicos con los cuales los seres vivos interactúan.
ASEA	Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente de México.
API	Siglas en inglés del Instituto del Petróleo Americano (American Petroleum Institute).
CFC	Compuestos clorofluorocarbonos, estos químicos son una familia de compuestos que se forman por los átomos Carbono, Flúor y Cloro.
CNYRPAB	En inglés del Departamento de Desarrollo y Planificación Regional do Estado de Nueva York.
Combustible	Sustancias derivadas de la descomposición de materia orgánica que, tras un proceso de combustión, son capaces de liberar energía potencial que se transforma en energía utilizable de diversos tipos, tales como la energía térmica o mecánica.
Comodato	Contrato por el cual un comodante da a un comodatario un objeto, para que este último la use con la obligación de restituirla en caso de dañarlo.

Contingencia	Posibilidad o riesgo de ocurrencia de un evento imprevisto.
Consultor ambiental	Persona individual técnico en la materia autorizado y registrado ante la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, que brinda sus servicios profesionales para la elaboración de instrumentos ambientales.
Residuo	Se refiere a todo tipo de residuo o residuo que genera el ser humano a partir de su vida diaria y que tienen forma o estado sólido, líquido o gaseoso.
DIGARN	Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales.
HCFC	Compuestos Hidroclorofluorocarburos, están formados por átomos de cloro, flúor, hidrogeno y carbono.
Licencia Ambiental	Documento oficial extendido por la DIGARN en donde se certifica el cumplimiento del procedimiento administrativo del instrumento ambiental presentado.
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
Medida de mitigación	Conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos

ambientales negativos que deben acompañar el desarrollo de un proyecto.

Medio	Serie de fenómenos físicos, químicos y biológicos que provocan el transporte de contaminantes al suelo, agua, atmósfera o biota, dependiendo de su fuente de origen.
MOPU	Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de España.
Riesgo	Es la exposición a una situación donde hay una posibilidad de sufrir un daño o de estar en peligro
Saneamiento	Acción que implica la realización de un conjunto de procedimientos que tienen la misión de recuperar, reparar o limpiar de suciedad o impurezas algo
Términos de referencia	Documento que determina el contenido mínimo, lineamientos y alcances técnicos administrativos que orientan la elaboración de los Instrumentos Ambientales o de control y seguimiento ambiental.
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

RESUMEN

En el presente trabajo se propuso el diseño de una guía ambiental para estaciones de servicio de combustible con la finalidad de proveer al sector de expendedores de combustibles una herramienta técnica que contenga las especificaciones mínimas para la adecuada gestión ambiental de las estaciones durante las etapas de construcción y operación.

La presente guía ambiental se elaboró a través de la identificación y homologación de los procedimientos empleados por las estaciones de servicio actualmente en operación, esta información se obtuvo mediante el desarrollo de una visita técnica a diversas estaciones de servicio ubicadas en todo el territorio nacional. A través de la información recopilada se identificaron los principales impactos negativos al ambiente, los cuales se evaluaron a través de una matriz de Leopold modificada. Para cada impacto ambiental negativo identificado se estableció la especificación de cumplimiento requerida según la normativa nacional vigente. Uno de los impactos ambientales negativos más significativos ocasionados por las estaciones de servicio de combustible es el manejo de las aguas residuales, ya que si bien un porcentaje las estaciones encuestadas posee sistemas de tratamiento para el manejo de sus aguas residuales ordinarias (19 %) y especiales (89 %), la totalidad de las estaciones afirmó que no se le provee el mantenimiento respectivo.

El contenido de la guía ambiental se estructuró de acuerdo con los términos de referencia emitidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para la aprobación de instrumentos ambientales de las estaciones de servicio de combustible.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar una guía ambiental para estaciones de servicio de combustible.

Objetivos específicos

1. Determinar los principales impactos ambientales negativos ocasionados durante la etapa de operación de las estaciones de servicio de combustible.
2. Describir el nivel de cumplimiento de los requerimientos en materia ambiental de acuerdo con los datos recolectados de las visitas técnicas desarrolladas en las estaciones de servicio en operación.
3. Establecer un mecanismo de mejora para la elaboración del instrumento ambiental de las estaciones de servicio de combustible de acuerdo con la normativa en materia ambiental de México y Reino Unido.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el artículo 8 de la ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, es imprescindible que todo proyecto, obra, industria o actividad que derivado de sus operaciones cotidianas pudiese deteriorar la calidad del ambiente circundante, posea un instrumento ambiental aprobado por el MARN. Dicho el instrumento ambiental provee los lineamientos técnicos de obligatoriedad con base a la normativa nacional vigente en materia ambiental, requeridos para prevenir y/o mitigar los impactos negativos al ambiente ocasionados por el proyecto, obra, industria o actividad.

El instrumento ambiental requerido por el MARN para las estaciones de servicio de combustibles nuevas que contemplen el almacenamiento de cantidades menores o iguales a 40,000 galones de combustibles, consiste en la presentación de los lineamientos técnicos y legales establecidos en el Formato DVGA-GA-R-043 de Requisitos e instructivo de presentación instrumentos ambientales categoría B2, debiendo estar avalado por un consultor ambiental autorizado por el MARN.

En cuanto a las disposiciones más importantes en normativa ambiental que debe cumplir toda estación de servicio de combustible se encuentran: el diseño de la infraestructura, el respectivo mantenimiento y medidas de seguridad requeridas de acuerdo a las disposiciones de la Ley de Comercialización de Hidrocarburos y su Reglamento, mientras los parámetros de cumplimiento en el desfogue de aguas residuales domésticas e industriales se establecen de acuerdo al Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y sus Reformas.

La presente propuesta de guía ambiental busca homologar los criterios técnicos establecidos en la normativa ambiental requeridos para incorporar la gestión ambiental a las etapas de planificación, construcción y operación de las estaciones de servicio de combustible, tomando como base legal el artículo 16 del Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. De esta forma se busca proveer al sector de expendedores de combustibles y consultores ambientales, una herramienta que facilite la elaboración del instrumento ambiental correspondiente.

A largo plazo, la presente guía proveerá una herramienta para que el MARN pueda ejecutar de manera más eficiente las actividades de registro, control y seguimiento ambiental sobre las estaciones de servicio de combustible.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. Antecedentes

En la tesis titulada Normativa para la instalación y operación de estaciones de servicio de combustible, para obtener el título de Ingeniero Civil, se determinaron todos los requerimientos técnicos solicitados por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas para la instalación y operación de las estaciones de servicio de combustible en Guatemala. (Samayoa, 2007)

La serie de documentos denominados Guías sectoriales: Instrumentos de gestión ambiental aplicables a la región centroamericana, buscan proveer un instrumento alternativo para la evaluación y gestión ambiental para actividades de bajo o moderado impacto ambiental, de modo que las autoridades ambientales puedan ejecutar actividades de control y seguimiento. Estas guías están enfocadas a los siguientes sectores: turismo, infraestructura, avicultura, porcicultura, agricultura y agroindustria. (Peña, 2009)

El libro Guidelines for soil, groundwater and Surface water protection and vapor emission control at petrol filling stations contiene los requerimientos mínimos aplicables a las estaciones de servicio de combustible para evitar la contaminación que pueda surgir derivado del uso normal del equipo, fallas del equipo o errores procedimentales, con la finalidad de asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental en el Reino Unido. (Institute of Petroleum [IP], 2002)

El informe final de tesis titulado Normas técnicas, de seguridad y medio ambiente para estaciones de servicio de combustibles realizado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para obtener el título de Ingeniero Industrial, tuvo como objetivo desarrollar el proyecto de ampliación y mejora de servicios de una estación de servicios en un municipio del departamento de San Marcos tomando como base técnica las solicitudes exigidas por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas. (Escobar, 2014)

La norma Diseño, construcción, mantenimiento y operación de estaciones de servicio de fin específico y de estaciones asociadas a la actividad de Expendio en su modalidad de Estación de Servicio para Autoconsumo, para diésel y gasolina, contiene los requisitos técnicos mínimos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente aplicables al diseño, construcción, mantenimiento y operación de estaciones de servicio de fin específico o asociadas a la actividad de expendio con la finalidad que estaciones de servicio realicen sus operaciones en condiciones seguras y apegadas al marco jurídico vigente y las prácticas internacionalmente reconocidas, con el fin de evitar daños irreparables e irreversibles a la población, el medio ambiente y la infraestructura. (NOM-EM-001-ASEA, 2015)

El Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, el cual introduce a través del artículo 16 el concepto de guía ambiental, como referente técnico mínimo aplicable al desarrollo de proyectos, obras industrias o actividades de los diferentes sectores productivos del país y su uso como base para la elaboración del instrumento ambiental. (Acuerdo Gubernativo 137, 2016)

1.2. Justificación

En Guatemala, el instrumento ambiental de cada proyecto se realiza con base a los términos de referencia establecidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) según la categoría definida en el listado taxativo. Para los proyectos categorizados como de Bajo a Moderado Impacto Ambiental, se requiere que el plan de gestión ambiental contenga los planes de manejo para los desechos sólidos y líquidos generados durante su fase de construcción y operación, además de un programa para el seguimiento y monitoreo ambiental que contenga las actividades y medios de monitoreo para cada medida de mitigación propuesta según los impactos ambientales identificados.

Sin embargo, los términos de referencia establecidos por el MARN son generales para la categoría taxativa a la que pertenecen las estaciones de servicio de combustibles, por lo que dificulta a los consultores ambientales la elaboración del instrumento ambiental específico para estaciones de servicio de combustibles.

Por lo anterior, con la presente propuesta de guía ambiental se busca proveer un instrumento que contenga lineamientos técnicos para el manejo integral de los componentes ambientales afectados durante las etapas de construcción y operación específicos a las estaciones de servicio de combustible, cuya finalidad es orientar al sector de expendedores de combustibles y consultores ambientales en la elaboración del estudio de impacto ambiental correspondiente.

Además, a modo de investigación se desarrollará una comparativa de las disposiciones aplicables durante la fase de operación según la legislación de Guatemala, México y Reino Unido, con la finalidad de que a mediano plazo el

MARN solicite al sector de expendedores de combustibles incorporar las mejoras identificadas a su estudio de impacto ambiental.

1.3. Determinación de problema

Los instrumentos ambientales son elaborados por los consultores ambientales de acuerdo con los términos de referencia establecidos por el MARN, por lo que existe una diversidad de criterios empleados en el planteamiento de los requerimientos técnicos para la gestión ambiental de las estaciones de servicio de combustible.

1.3.1. Definición

La elaboración de una propuesta de guía ambiental para estaciones de servicio de combustible en la que se estandarice, homologue y armonice los criterios técnicos para la gestión ambiental de las mismas de acuerdo con la normativa nacional aplicable en materia ambiental.

1.3.2. Delimitación

La presente guía ambiental será aplicable a las estaciones de servicio de combustible, que se encuentren en operación y a las que se construyan en un futuro, y estén ubicadas en la República de Guatemala.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Ecosistema

Es un sistema abierto en equilibrio dinámico mediante la interacción entre los componentes bióticos y de estos con su ambiente (componentes abióticos), en un tiempo determinado. (Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades [CCH], 2017)

2.1.1. Componentes bióticos

De acuerdo con el autor, los componentes bióticos de un ecosistema son los seres vivos que lo integran. Pueden referirse a la flora, la fauna, los humanos de un lugar y sus interacciones. Estos elementos están formados por sustancias inorgánicas y orgánicas de carbono. (CHH, 2017)

2.1.2. Componentes abióticos

También establece que los componentes bióticos, son aquellos componentes físicos y químicos del ecosistema. (CHH, 2017)

Estos últimos han permanecido a través del tiempo siguiendo leyes físicas y químicas con las que se formó el planeta Tierra y están disponibles en el entorno para cuando sean requeridos por los organismos. Entre ellos están: el agua, la luz solar, la temperatura, el aire, las sales minerales, viento, entre otros. (CHH, 2017)

2.1.2.1. Componentes abióticos físicos

Según Raffino (2019), los factores abióticos de naturaleza física son aquellos vinculados con las fuerzas que actúan sobre los ecosistemas en la Tierra, entre los cuales se pueden mencionar las siguientes:

- Luz solar.
- Temperatura.
- Presión atmosférica.
- Clima.
- Relieve.

2.1.2.2. Componentes abióticos químicos

Los factores abióticos químicos de acuerdo con Raffino (2019) tienen que ver con la constitución de la materia y las distintas reacciones que tienen lugar con ella dentro de un ecosistema determinado, como pueden ser:

- Nivel de pH en el agua y el suelo.
- Química de los suelos.
- Química del aire.
- Química del agua.

2.2. Impacto Ambiental

“Cualquier alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más de los componentes ambientales, provocados por acción del hombre o fenómenos naturales en un área de influencia definida”. (Acuerdo Gubernativo 137, 2016, p. 6).

2.2.1. Clasificación de Impactos Ambientales

Existen diversos tipos de impactos, los cuales se clasifican fundamentalmente según su origen y sus atributos. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2019)

2.2.1.1. De acuerdo con su origen

- El aprovechamiento de recursos naturales ya sean renovables, tales como el aprovechamiento forestal o la pesca; o no renovables, tales como la extracción del petróleo o del carbón.
- Contaminación: Todos los proyectos que producen algún residuo (peligroso o no), emiten gases a la atmósfera o vierten líquidos al ambiente.
- Ocupación del territorio: Los proyectos que al ocupar un territorio modifican las condiciones naturales por acciones tales como desmonte, compactación del suelo y otras.

2.2.1.2. De acuerdo con sus atributos

- Positivo o Negativo: En términos del efecto resultante en el ambiente.
- Directo o Indirecto: Si es causado por alguna acción del proyecto o es resultado del efecto producido por la acción.
- Acumulativo: Es el efecto que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
- Sinérgico: Se produce cuando el efecto conjunto de impactos supone una incidencia mayor que la suma de los impactos individuales.

- Residual: El que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
- Temporal o Permanente: Si por un período determinado o es definitivo.
- Reversible o Irreversible: Dependiendo de la posibilidad de regresar a las condiciones originales.
- Continuo o Periódico: Dependiendo del período en que se manifieste.

2.3. Valoración de Impactos Ambientales

La valoración de impactos ambientales según Pinto (2007), consiste en la aplicación de una metodología para la evaluación de impactos sobre el ambiente o sobre alguno de sus factores. Algunas metodologías son generales, con pretensiones de universalidad, otras son específicas para situaciones o aspectos concretos; algunas cualitativas, otras operan con amplias bases de datos e instrumentos de cálculo sofisticados, de carácter estática, dinámicas, entre otros.

2.3.1. Clasificación de los métodos para la valoración de impactos ambientales

Pinto, (2007), clasifica los métodos usualmente empleados para la valoración de impacto ambientales de acuerdo con el siguiente esquema:

- Sistema de red y gráficos
 - Matrices causa-efecto (Leopold) y Listas de chequeo
 - CNYRPAB
 - Bereano
 - Sorensen
 - Guías metodológicas del MOPU
 - Banco Mundial

- Sistemas cartográficos
 - Superposición de transparencias
 - Mc Harg
 - Tricart
 - Falque
 - GIS (Sistema de información geográficos)

- Métodos basados en indicadores, índices e integración de la evaluación
 - Método de Holmes
 - Método de la Universidad de Georgia
 - Método de Hill-Schechter
 - Método de Fisher-Davies

- Análisis de sistemas

- Métodos cuantitativos
 - Método de Instituto Batelle-Columbus

- Modelos de predicción

- Consulta a paneles de expertos

- Métodos específicos

2.4. Matriz de Leopold

Pinto, (2007), establece que la base del sistema es una matriz en el que las entradas según columnas son acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las entradas según filas son características del medio (factores

ambientales) que pueden ser alteradas. Con estas entradas en filas y columnas se pueden definir las interacciones existentes.

Un primer paso para la utilización de la matriz de Leopold de acuerdo con Pinto (2007), consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual se considerarán primero todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión.

Posteriormente, y para cada acción, se consideran todos los factores ambientales (filas) que pueden quedar afectados significativamente, trazando una diagonal en la cuadrícula correspondiente a la columna (acción) y fila (factor) considerados. Una vez hecho esto para todas las acciones, se tendrán marcadas las cuadrículas que representen interacciones (o efectos) a tener en cuenta.

Después de haberse marcado todas las cuadrículas que representan posibles impactos se procede a una evaluación individual de los más importantes se procede a una evaluación individual de los más importantes.

De acuerdo con el autor cada cuadrícula admite dos valores:

- Magnitud: Corresponde a alteración provocada en el factor ambiental considerado.
- Importancia (ponderación): Da el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del proyecto, o la posibilidad de que se presenten alteraciones.

Los valores de magnitud van precedidos con signo positivo o negativo, según sus efectos sobre el ambiente. La matriz final presenta una serie de valores

que indican el grado de impacto que una acción puede tener sobre un factor del medio.

2.5. Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible

Gallopín, (2003), indica que la sostenibilidad bajo un enfoque sistémico se refiere a la valuación en función del tiempo del producto o salidas de un sistema dependiendo del sujeto de enfoque.

A continuación, se describen los puntos de vista alternativos de sostenibilidad de acuerdo con Gallopín, (2003):

- Sostenibilidad del sistema humano únicamente: Llevado al extremo, si los recursos naturales y los servicios pudieran sustituirse íntegramente, este punto de vista podría llevar a que la Tierra se convirtiera en un planeta totalmente artificial. Por ejemplo, de acuerdo con la concepción economicista clásica, el sistema que importa es la economía, y la naturaleza se relega a la función de proveedora de recursos y servicios naturales y a sumidero de los residuos producidos por la actividad humana. Esto es consistente con el concepto de sostenibilidad muy débil. De acuerdo con este enfoque, el capital natural y el manufacturado pueden sustituirse perfectamente entre sí.
- Sostenibilidad del sistema ecológico principalmente, aunque signifique eliminar o desplazar el componente humano. Esta perspectiva es consistente con el concepto de sostenibilidad muy fuerte. De acuerdo con esta posición, los recursos naturales no pueden ser sustituidos por capital elaborado por el hombre. En consecuencia, no pueden agotarse sin que se produzca una pérdida irreversible de bienestar social.

- Sostenibilidad del sistema socioecológico total: Se entiende por sistema socioecológico, un sistema formado por un componente (subsistema) social (o humano) en interacción con un componente ecológico (o biofísico). Esta perspectiva es compatible con la idea de sostenibilidad fuerte. De acuerdo con ella, los distintos tipos de capital no son necesariamente sustituibles, de tal modo que habría que conservar independientemente, en términos físico/biológicos reales, cantidades mínimas de una serie de tipos de capital diferentes (económicas, ecológicas, sociales). La razón principal de esta insistencia deriva del reconocimiento de que los recursos naturales son insumos esenciales de la producción económica, del consumo o del bienestar, que no pueden sustituirse por capital físico o humano.

Debido a la velocidad y magnitud del cambio global, la creciente conectividad de los sistemas sociales y naturales y la complejidad cada vez mayor de las sociedades y de sus impactos sobre la biosfera, Gallopín, (2003), indica que el desarrollo sostenible debe orientarse no solo a preservar y mantener la base ecológica del desarrollo y la habitabilidad, sino también a aumentar la capacidad social y ecológica de hacer frente al cambio, y la capacidad de conservar y ampliar las opciones disponibles para confrontar un mundo natural y social en permanente transformación.

2.6. Planificación y Gestión ambiental

La Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (Asocaña, 2012), establece que la planificación ambiental provee los lineamientos para incorporar el enfoque de conservación de los recursos naturales en la formulación de un proyecto con la finalidad de promover la sostenibilidad de los mismos. Este proceso inicia con la identificación de las actividades que componen el proceso y

su interacción con el ambiente circundante, con la finalidad de generar lineamientos para el adecuado uso y disposición de recursos naturales empleados y productos generados.

De acuerdo con Asocaña (2012), la planificación ambiental es la base del sistema de gestión ambiental el cual comprende los mecanismos, acciones y medidas de control en cada etapa productiva. Las medidas de control corresponden a evaluaciones cualitativas o cuantitativas para verificar el cumplimiento de las disposiciones impuestas en la planificación ambiental.

También establece que los procesos planificación y gestión ambiental son procesos dinámicos y evolutivos, razón por la cual son procesos que buscarán siempre la mejora continua. (Asocaña, 2012)

Tabla I. **Criterios para considerar en la planificación ambiental**

Criterio	Comentario
Planeación productiva	Definir cronograma de actividades, logística productiva, requerimientos financieros y de mano de obra, entre otros. Establecer los niveles de producción y beneficios esperados.
Ordenamiento territorial	Planificar los procesos productivos en armonía con el Ordenamiento Territorial.
Normatividad	Conocer sus alcances y darle cumplimiento.
Diagnóstico ambiental	Conocer las condiciones del entorno natural circundante del proyecto.
Recursos	Establecer los recursos naturales requeridos por el proceso productivo.
Posibles impactos ambientales	Establecer los posibles impactos negativos del proceso. Proporcionar las mejores alternativas para eliminarlos, mitigarlos y reducirlos Evaluar técnica y económicamente las tecnologías disponibles.
Clasificación de impactos	Clasificar los impactos ambientales de acuerdo con su importancia y nivel de significancia.
Productos, subproductos y residuos	Identificar y cuantificar los productos, subproductos y residuos generados por el proceso productivo y los sistemas de tratamiento.
Plan de manejo	Elaborar las fichas de manejo ambiental y definir con claridad los componentes a tener en cuenta.

Fuente: Asocaña (2012). *Guía ambiental para el subsector de Caña de Azúcar*. Consulta: 12 de noviembre de 2022. Recuperado de <http://www.redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/09/guia-ambiental-para-el-subsector-cac3b1a-de-azucar.pdf>.

Tabla II. **Criterios para considerar en la gestión ambiental**

Criterio	Comentario
Manejo de la información	Identificar y coleccionar toda la información ambiental y tecnológica relacionada con el área de influencia del proceso.
Relaciones interinstitucionales	Establecer los mecanismos para garantizar relaciones interinstitucionales dinámicas y oportunas. Buscar escenarios de concertación y participación.
Divulgación	Definir estrategias de divulgación de los procesos de gestión ambiental.
Fortalecimiento institucional	Definir estrategias para dar un adecuado manejo a los posibles impactos ambientales que puede generar la actividad, así como la manera de enfrentarlos.
Capacitación	Capacitación continua de los trabajadores en temas ambientales y de seguridad laboral.
Evaluación y control	Especificar mecanismos y herramientas que garanticen el cumplimiento de los objetivos.
Aplicación	Establecer cronogramas de aplicación y cumplirlos.
Ajustes	Realizar los ajustes necesarios que requiera el proceso, debido a su carácter dinámico

Fuente: Asocaña (2012). *Guía ambiental para el subsector de Caña de Azúcar*. Consulta: 12 de noviembre de 2022. Recuperado de <http://www.redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/09/guia-ambiental-para-el-subsector-cac3b1a-de-azucar.pdf>.

2.7. Instrumentos Ambientales

Documentos técnicos en los cuales se encuentra contenida la información necesaria para realizar una identificación y evaluación ordenada de los impactos o riesgos ambientales de un proyecto, obra, industria o actividad. (Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales [DIGARN], 2015)

2.7.1. Evaluación Ambiental Inicial

Instrumento ambiental predictivo que se utiliza para determinar los impactos ambientales de un proyecto, obra, industria o actividad. Además, por sus características permite al proponente solicitar a la DIGARN términos de referencia específicos para el desarrollo de un proyecto, obra, industria o actividad nueva. (Acuerdo Gubernativo 137, 2016, p. 5)

2.7.1.1. Plan de gestión ambiental

Instrumento ambiental que contiene las operaciones técnicas y acciones propuestas por el proponente, que tienen como objetivo asegurar la operación de un proyecto, obra, industria o actividad, dentro de las normas legales, técnicas y ambientales para prevenir, corregir o mitigar los impactos o riesgos ambientales negativos y asegurar a los proponentes la mejora continua y la compatibilidad con el ambiente. (DIGARN, 2015, p. 30)

2.7.1.2. Plan de manejo ambiental

El Plan de Manejo Ambiental según Arcadis Geotecnia (2008) consiste en la elaboración sistemática y estructurada de una serie de medidas que tiendan a mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales negativos producidos por la implementación de un proyecto en su entorno, así como también contempla la elaboración de una estrategia ambiental que incluye medidas de prevención de riesgos ambientales y control de accidentes.

Las acciones de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos significativos del proyecto, cualquiera sea su etapa de ejecución. Mientras, las medidas de reparación y/o restauración tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al efecto causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.

Así mismo, las medidas de compensación tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto significativo adverso identificado. Dichas medidas deben incluir el reemplazo o sustitución de los recursos naturales o elementos del medio ambiente afectados, por otros de similares características, clase, naturaleza y calidad.

2.7.1.3. Plan de manejo de residuos sólidos

De acuerdo con Ministerio del Ambiente (s.f.) el plan de manejo de residuos sólidos es un instrumento de gestión que promueve una adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos, asegurando eficacia, eficiencia y sostenibilidad, desde su generación hasta su disposición final, incluyendo procesos de minimización: reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos en donde se incluya a recicladores formalizados.

2.7.1.4. Plan de contingencia

Un plan de contingencia según González (2018), es un modelo sistemático de actuación que tiene por objeto anticiparse a situaciones en que esté próximo un daño o en que exista la posibilidad de que éste suceda o no. Por ello, para realizar una correcta gestión de los riesgos, es necesario realizar este tipo de plan para conseguir reducir el impacto de los cambios.

El plan de contingencia debe tener en cuenta tanto los recursos materiales y los recursos humanos necesarios para llevar a cabo las medidas de que se trate, además atribuirles responsabilidades, roles, implicaciones y protocolos de actuación.

2.7.1.5. Plan de seguimiento y monitoreo ambiental

DIGARN (2015) establece que el plan de seguimiento y monitoreo ambiental de un proyecto o actividad tiene por finalidad asegurar que las variables ambientales relevantes que dieron origen a la evaluación ambiental se comportan según lo establecido en dicha evaluación.

De acuerdo con Gestión en Recursos Naturales (2018), un plan de seguimiento y monitoreo ambiental deberá contener el siguiente contenido para cada fase del proyecto o actividad:

- El componente del ambiente que será objeto de medición y control del impacto ambiental asociado.
- La ubicación de los puntos de control.
- Los parámetros que serán utilizados para caracterizar el estado y evolución de dicho componente.
- Los niveles cuantitativos o límites permitidos o comprometidos.
- La duración y frecuencia del plan de seguimiento para cada parámetro.
- El método o procedimiento de medición de cada parámetro; el plazo y frecuencia de entrega de los informes del plan de seguimiento a los organismos competentes.

2.8. Regularización ambiental

“Proceso sistemático cuya finalidad consiste en la obtención de una licencia ambiental o resolución aprobatoria según proyecto, obra, industria o actividad otorgada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, asesorado por técnicos ambientales”. (Acuerdo Gubernativo 137, 2016, p. 7)

Debe regularizarse todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad nueva o existente ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, según lo establece el artículo 8 del decreto 68-86 Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente.

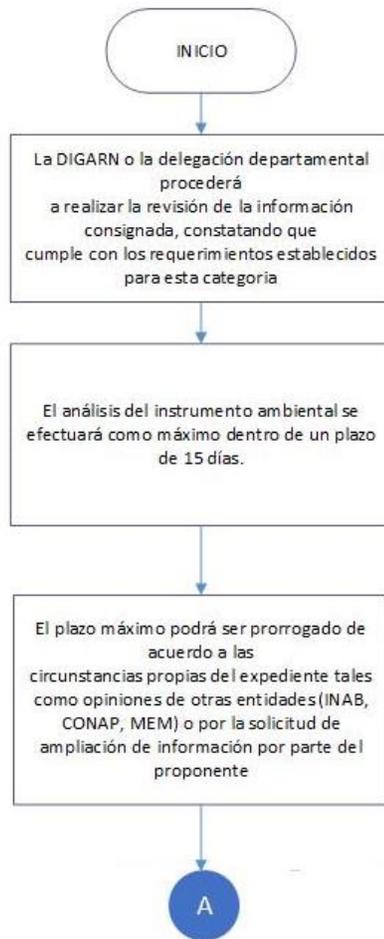
2.8.1. Proponente

Persona individual o jurídica que propone la realización de un proyecto, obra, industria o actividad nueva y que es responsable jurídicamente del desarrollo de este, o bien que ejecuta un proyecto, obra, industria o actividad que ya opera bajo su responsabilidad. (Acuerdo Gubernativo No. 137, 2016, p. 9)

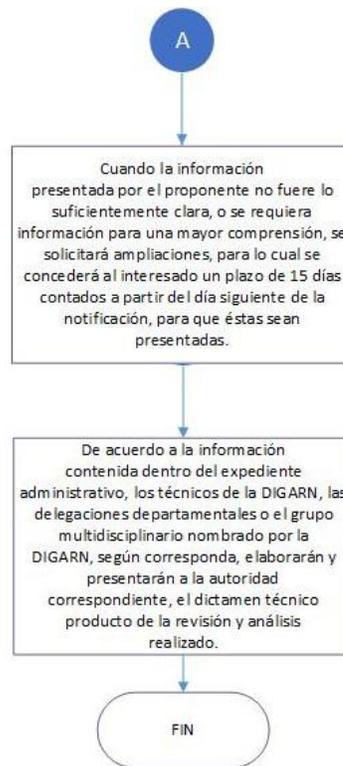
2.8.2. Procedimiento de evaluación ambiental para la categoría B2

A continuación, se presenta el procedimiento seguido por la DIGARN para la aprobación de un instrumento ambiental categoría B2 según lo establece el acuerdo gubernativo 137-2016 Reglamento de evaluación control y seguimiento ambiental.

Figura 1. **Procedimiento de evaluación del instrumento ambiental categoría B2**



Continuación de la figura 1.



Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental*.

2.9. Auditoría ambiental de cumplimiento

Mecanismo sistemático y documentado con el fin de verificar el cumplimiento de los compromisos ambientales, las medidas de control y mitigación ambiental aprobadas por el MARN, siendo éstas de manera programada y planificada. Puede ser de carácter obligatorio como parte de las acciones de control y seguimiento, o voluntaria con el propósito de registro, calificación ambiental y para la obtención de los incentivos que se

establecen en este Reglamento. (Acuerdo Gubernativo No. 137, 2016, p. 3)

2.10. Guía ambiental

El artículo 16 del acuerdo gubernativo 137-2016 Reglamento de la ley de evaluación, control y seguimiento ambiental, define a las guías ambientales como una herramienta, que tienen por objeto incorporar las buenas prácticas a los componentes ambientales en la planificación, desarrollo y seguimiento de la gestión ambiental sectorial, como referente técnico mínimo aplicable al desarrollo de proyectos, obras, industrias o actividades de los diferentes sectores productivos del país. Se utilizan como base para la elaboración del instrumento ambiental y consecuentemente para realizar las autorías ambientales. Serán aprobadas mediante Acuerdo Ministerial y serán revisadas cada 5 años a solicitud del sector correspondiente a efecto de actualizarlas y armonizarlas con la legislación ambiental vigente.

En el mismo artículo se establece que el proponente podrá, a su elección, acogerse a la guía ambiental aprobada para el efecto o solicitar al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales los términos de referencia correspondientes para la elaboración del instrumento ambiental respectivo.

2.11. Estaciones de servicio de combustible

“Establecimiento que posee instalaciones y equipos en condiciones aptas para almacenar y expender principalmente combustibles derivados del petróleo, para uso automotriz, además, posee equipo para el acopio de aceites lubricantes usados.” (Decreto 109, 1997, p. 3)

2.12. Marco legal ambiental aplicable a estaciones de servicio de combustible

A continuación, se resume la normativa legal nacional que rige a las estaciones de servicio de combustible en materia técnica, ambiental y de salud y seguridad ocupacional.

2.12.1. Constitución Política de la República de Guatemala

La constitución política de la República de Guatemala emitida en el año de 1985 incorpora mediante el artículo 97 la gestión ambiental al conjunto de funciones del Estado al indicar, que el Estado, las Municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.

Este artículo es el fundamento para la emisión del Decreto 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente que da origen a la CONAMA. El 11 de diciembre de 2000 se creó el MARN a través del decreto 90-2000, en sustitución de la CONAMA.

2.12.2. Decreto 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente

Cuyo objetivo es contribuir a la protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales del país, así como la prevención del deterioro y mal uso o destrucción de estos y la restauración del ambiente.

En el artículo 8 se establece que, para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por el MARN.

2.12.3. Acuerdo Gubernativo 137-2016 Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental

El Acuerdo Gubernativo 137-2016 regula lo concerniente a los instrumentos de evaluación de impacto ambiental. En él se incluyen los lineamientos, estructura y procedimientos necesarios para propiciar el desarrollo sostenible del país en el tema ambiental, también se establecen reglas para el uso de instrumentos y guías que faciliten la evaluación, control y seguimiento ambiental de los proyectos, obras, industrias o actividades que se desarrollen y los que se pretenden desarrollar en el país.

2.12.4. Acuerdo Ministerial Número 204-2019 Listado Taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades y sus reformas, Acuerdo Ministerial Número 264-2019

Es un instrumento orientativo para la asignación de categoría de los instrumentos ambientales que se presentan al Ministerio de Ambiente, según el grado de significancia ambiental en torno a los impactos positivos o negativos que generan al ambiente los proyectos, obras, industrias o actividades que se desarrollan en el país.

2.12.5. Acuerdo Gubernativo 236-2006 Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos y su Reforma, Acuerdo Gubernativo 129-2015

Es un instrumento normativo que ofrece certeza técnico – jurídica para propiciar el mejoramiento progresivo de la calidad de las aguas residuales y contribuir a la sostenibilidad del recurso hídrico.

2.12.6. Acuerdo Gubernativo 229-2014 Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional y su Reforma, Acuerdo Gubernativo 33-2016

Este reglamento tiene como objetivo regular las condiciones generales de salud y seguridad ocupacional con el fin de proteger la vida, la salud y su integridad en la prestación de servicios.

2.12.7. Decreto Número 109-97 Ley de comercialización de hidrocarburos y su reglamento Acuerdo Gubernativo 522-99

Esta ley establece las disposiciones relacionadas con la comercialización de hidrocarburos con el propósito de facilitar e incentivar la participación del sector privado en esta actividad, y de velar porque se cumpla con las normas de seguridad, protección del ambiente, calidad, volúmenes y pesos de despacho.

3. METODOLOGÍA

3.1. Variables

La identificación de variables que permitirán identificar el problema de estudio, de acuerdo con la bibliografía consultada se divide en variables dependientes e independientes.

3.1.1. Variables Independientes

En la presente investigación, las variables independientes correspondieron a los impactos ambientales potenciales ocasionados por la construcción y operación de las estaciones de servicio.

Tabla III. Definición de variables independientes

Etapa del proyecto	Componente ambiental	Variable		Unidades
Construcción y Operación.	Agua.	Residuos domésticos	líquidos	m ³
		Residuos industriales	líquidos	m ³
	Suelo, aguas subterráneas.	Residuos domésticos	sólidos	Kg
		Residuos especiales	sólidos	Kg
Aire.		Generación de sonora.	presión	dB

Continuación de la tabla III.

Etapa del proyecto	Componente ambiental	Variable	Unidades
Construcción y Operación.	Socioeconómico.	Generación de empleos directos e indirectos.	Número de empleados
	Gestión de riesgo.	Equipo e infraestructura para atención de contingencias.	Número de contingencias atendidas.
Operación.	Gestión de riesgo.	Procedimientos de contingencia específicos.	Número de contingencias atendidas.
		Procedimientos para despacho y almacenamiento de combustible.	Número de contingencias atendidas.
		Funcionamiento adecuado del equipo y maquinaria para el despacho y almacenamiento de combustible.	

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

3.1.2. Variables Dependientes

Las variables dependientes correspondieron a la identificación de las medidas de mitigación, el planteamiento de los planes de manejo y planes de monitoreo y evaluación interna para estaciones de servicio de combustible.

Tabla IV. **Definición de variables dependientes**

Variable	Factor de evaluación
Medidas de mitigación por componente ambiental.	Aplicación de metodología para valoración y caracterización de impactos ambientales
	Parámetros de cumplimiento con base a normativa nacional vigente.
Plan de manejo de residuos sólidos.	Cuantificación y caracterización de residuos.
	Almacenamiento temporal.
	Medio de disposición final.
Plan de manejo de residuos líquidos.	Cuantificación y caracterización de residuos.
	Dispositivos de tratamiento y su mantenimiento.
	Medio de desfogue.
Plan de contingencias.	Tipo de contingencias antropogénicas y naturales recurrentes.
	Equipo e infraestructura para la atención de contingencias
Plan de seguimiento y monitoreo ambiental.	Acciones para ejecutar para el monitoreo de las medidas de mitigación.
	Medios de monitoreo para cada medida de mitigación ambiental.
	Frecuencia del monitoreo
Plan de manejo de residuos sólidos.	Cuantificación y caracterización de residuos.
	Almacenamiento temporal.
	Medio de disposición final.
Plan de manejo de residuos líquidos.	Cuantificación y caracterización de residuos.
	Dispositivos de tratamiento y su mantenimiento.
	Medio de desfogue.
Plan de manejo de residuos sólidos.	Cuantificación y caracterización de residuos.
	Almacenamiento temporal.
	Medio de disposición final.
Plan de manejo de residuos líquidos.	Cuantificación y caracterización de residuos.
	Dispositivos de tratamiento y su mantenimiento. Medio de desfogue.

Continuación de la tabla IV.

Variable	Factor de evaluación
Plan de contingencias.	Tipo de contingencias antropogénicas y naturales recurrentes. Equipo e infraestructura para la atención de contingencias.
Plan de seguimiento y monitoreo ambiental.	Acciones para ejecutar para el monitoreo de las medidas de mitigación. Medios de monitoreo para cada medida de mitigación ambiental. Frecuencia del monitoreo

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

3.2. Delimitación del campo de estudio:

- Campo de Estudio: Ingeniería Ambiental.
- Área de Investigación: Sanitaria.
- Línea de Investigación: Introducción a la evaluación de impacto ambiental.
- Proceso: Diseño de guía ambiental para estaciones de servicio de combustible.

3.3. Recursos Humanos

- Investigadora: Ana Luisa Hernández Cardona
- Asesor: Ing. Civil Jaime Iván Palma Martínez

3.4. Recursos Físicos disponibles

- Ministerio de Ambiente: Se desarrolló una visita técnica a la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales del Ministerio de Ambiente para obtener información referente a la elaboración de instrumentos ambientales de estaciones de servicio de combustibles.
- Ministerio de Energía Minas: Se efectuó una visita técnica al departamento de Hidrocarburos del Ministerio de Energía para establecer la normativa aplicable al diseño de las instalaciones para el almacenaje y expendio de combustibles, y de los requerimientos de seguridad ocupacional exigidos.
- Estaciones de servicio de combustible: Se efectuaron visitas técnicas a diversas estaciones de servicio de combustible para establecer la forma de manejo actual de sus aguas residuales, residuos sólidos, desarrollo de procedimientos para el expendio y almacenaje de combustibles, mantenimiento preventivo de tanques y equipos.

3.5. Recursos materiales disponibles

- Equipo de computación con Office 2013 y QGIS.
- Resmas de papel, lapiceros, folders.
- Cámara fotográfica.
- GPS de mano con precisión cartográfica (1- 2 metros aprox.), 8 GB de memoria interna, brújula de tres ejes con acelerómetro.
- Sonómetro.
- Teléfono móvil.
- Vehículo.
- Balanza electrónica.
- Equipo de protección personal: guantes y botas punta de acero.

3.6. Técnica Cuantitativa

La recopilación de la información contenida en las leyes aplicables se realizó a través de diversas fuentes primarias (MARN, MEM), para analizarla y posteriormente establecer los lineamientos técnicos requeridos de obligatoriedad para la construcción y operación de las estaciones de servicio de combustible en Guatemala.

A través de la observación sistemática, se registraron los aspectos ambientales de relevancia empleados durante la fase de operación de las estaciones de servicio de combustible.

3.7. Desarrollo de la Investigación

- Fase I: Establecer las medidas de mitigación correspondientes a los impactos ambientales ocasionados durante las etapas de construcción y operación de las estaciones de servicio de combustible.
 - Se desarrolló una revisión bibliográfica sobre los impactos ocasionados durante la fase constructiva de una estación de servicio de combustible.
 - Se elaboró la revisión bibliográfica de los requerimientos técnicos aplicables a estaciones de servicio de combustibles:
 - Ley de comercialización de hidrocarburos y su reglamento.
 - ✓ Requisitos para licencia de instalación de estación de Servicio y expendio de GLP para uso automotor.
 - ✓ Requisitos licencia de operación de estación de servicio y de expendio de GLP para uso automotor.

- Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos.
 - Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Residuos Sólidos.
 - Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional.
 - Listado Taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades.
 - ✓ Guía de Términos de referencia para la elaboración de un estudio de impacto ambiental.
 - Con base en las visitas de campo efectuadas a las estaciones de servicio de combustible, se definieron los procedimientos empleados para las actividades de: llenado de tanques, despacho, lavado y cambio de aceite.
 - Además, se identificaron las entradas de materia prima y salidas de residuos, provocadas por cada una de las actividades efectuadas a través de diagramas de flujo.
 - Se efectuó la identificación de los impactos ambientales ocasionados por cada actividad hacia los componentes ambientales.
 - Se realizó la valoración de los impactos ambientales identificados empleando la matriz de Leopold modificada.
 - Se establecieron las medidas de mitigación correspondientes a los impactos ambientales identificados.
 - Se describieron las actividades a desarrollar para cumplir cada medida de mitigación ambiental propuesta.
- Fase II: Elaborar planes de manejo para residuos sólidos y residuos líquidos generados por el desarrollo de las actividades de construcción y operación en las estaciones de servicio de combustibles.

- Se determinaron las actividades para la prevención y/o mitigación ambiental a desarrollar para el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos generados con base a la normativa ambiental nacional aplicable.
- Fase III: Elaborar un plan de contingencia aplicable a la etapa de operación de las estaciones de servicio de combustibles.
 - Se elaboraron planes de contingencia aplicables a las actividades desarrolladas durante la etapa de operación de las estaciones de servicio de combustibles, estos planes deberán abarcar contingencias de origen antropogénico y natural.
- Fase IV: Elaborar un programa para el seguimiento y monitoreo ambiental según las medidas de mitigación y planes de manejo.
 - Se describieron las actividades y medios para el monitoreo y seguimiento ambiental según las medidas de mitigación y los planes de manejo establecidos, definiendo claramente las siguientes características:
 - Métodos empleados.
 - Tipos de análisis.
 - Localización de los puntos de muestreo.
 - Frecuencia de muestreo.
 - Colaborador responsable.
- Fase V: Estructuración de la guía ambiental para estaciones de servicio de combustibles.

- La guía contiene los requerimientos básicos para la aprobación del instrumento ambiental por parte del MARN, para lo cual se tomará como referencia el contenido propuesto en las guías ambientales emitidas por UICN:
 - Guía ambiental centroamericana para el sector de desarrollo de infraestructura urbana.
 - Guía de turismo: instrumento de gestión ambiental y social.
 - Guía de infraestructura: instrumento de gestión ambiental.
 - Guía avícola: instrumento de gestión ambiental.
 - Guía porcícola: instrumento de gestión ambiental.
 - Guía agroindustria: instrumento de gestión ambiental.

- Fase VI: Efectuar una comparativa de los requerimientos técnicos en materia ambiental obligatorios para estaciones de servicio en México, Reino Unido y Guatemala.
 - Se realizó la revisión bibliográfica correspondiente para determinar los requerimientos técnicos solicitados por las autoridades ambientales en Reino Unido y México para la etapa de operación de las estaciones de servicio de combustible, por considerarse más estrictas que la normativa nacional.
 - Para la presente investigación, se empleó la tercera edición de la Guía para diseño, construcción, modificación, mantenimiento y desmantelamiento de las estaciones de servicio emitida por la Asociación del Petróleo y el Instituto de Energía, documento que contiene todas las regulaciones aplicables a las estaciones de servicio en el Reino Unido.
 - En el caso de México, las regulaciones en materia ambiental aplicable a las estaciones de servicio se encuentran

descritas en la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-001-ASEA-2015, Diseño, construcción, mantenimiento y operación de estaciones de servicio de fin específico y de estaciones asociadas a la actividad de Expendio en su modalidad de Estación de Servicio para Autoconsumo, para diésel y gasolina.

- Se establecieron las acciones a cumplir para cada medida de mitigación planteada según la normativa de Reino Unido y México.

3.8. Análisis Estadístico

El análisis estadístico consistió en establecer el número de estaciones de servicio de combustible a las que debe inspeccionarse para establecer los procesos y cumplimiento de requerimientos mínimos exigidos por ley para una gestión ambiental adecuada. Para ello, se empleó la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

n = *Tamaño de muestra buscado*

N = *Tamaño de la población o Universo*

z = *Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza*

e = *Error de estimación máximo aceptado*

p = *Probabilidad de que ocurra el evento estudiado*

$q = (1 - p)$ = *Probabilidad de que no ocurra el evento el evento estudiado*

Se consideraron las siguientes condiciones para el cálculo de la muestra:
 $N = 1,256$ estaciones de servicio autorizadas (Organización de Estados Americanos [OEA], 2011)

$z = 1.96$ para un nivel de confianza de 96 %

$e = 3 \%$

$p = 50 \%$ dado a que se desconoce la probabilidad de ocurrencia

$q = (1 - 0.5) = 50 \%$

Sustituyendo valores en la ecuación se obtiene:

$$n = \frac{1,256 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.03^2 * (1,256 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$n = 577$ estaciones de servicio

Del resultado anterior se observa que la muestra de estaciones de servicio requeridas para obtener un 95 % de confianza es de 577, mientras en el presente estudio se inspeccionaron 142 estaciones que requirieron de los servicios profesionales de la investigadora para la elaboración del estudio de impacto ambiental respectivo.

3.9. Cronograma

A continuación, se muestra el cronograma que describe la planificación de actividades ejecutadas para el desarrollo de la presente investigación.

Tabla V. **Cronograma de actividades de la investigación**

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA INVESTIGACIÓN																	
No.	ACTIVIDAD	Semana															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Desarrollo de la visita técnica a la Dirección																

Continuación de la tabla V.

	de Gestión Ambiental y Recursos Naturales del Ministerio de Ambiente y Departamento de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas.			
2	Revisión bibliográfica de los requerimientos técnicos aplicables a estaciones de servicio de combustibles.			
3	Desarrollo de visitas técnicas a diversas estaciones de servicio de combustible para establecer la forma de manejo actual de sus aguas residuales, residuos sólidos, desarrollo de procedimientos para el expendio y almacenaje de combustibles, mantenimiento preventivo de tanques y equipos.			
4	Establecimiento de los procedimientos empleados para las actividades de: llenado de tanques, despacho, lavado y cambio de aceite.			
5	Elaboración de diagramas de flujo por cada una de las actividades efectuadas para identificar las entradas de materia prima y salidas de residuos.			
6	Identificación de los impactos ambientales ocasionados por cada actividad hacia los componentes ambientales.			
7	Valoración de los impactos ambientales identificados a través de la matriz de Leopold modificada.			
8	Establecimiento de las medidas de mitigación correspondientes a los impactos ambientales identificados.			

Continuación de la tabla V.

9	Descripción de las actividades a desarrollar para cumplir cada medida de mitigación ambiental propuesta.			
10	Determinación de las acciones de prevención y/o mitigación ambiental a desarrollar para el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos generados con base a la normativa ambiental nacional aplicable.			
11	Elaboración de planes de contingencia aplicables a las actividades desarrolladas durante la etapa de operación de las estaciones de servicio de combustibles, estos planes deberán abarcar contingencias de origen antropogénico y natural.			
12	Planteamiento de las actividades y medios para el monitoreo y seguimiento ambiental según las medidas de mitigación y los planes de manejo establecidos.			
13	Estructuración de la guía ambiental para estaciones de servicio de combustibles, según las guías ambientales emitidas por UICN.			
14	Revisión bibliográfica correspondiente para determinar los requerimientos técnicos solicitados por las autoridades ambientales en Reino Unido y México para la etapa de operación de las estaciones de servicio de combustible.			

Continuación de la tabla V.

15	Establecimiento del plan de seguimiento y monitoreo ambiental según la normativa de Reino Unido y México.
----	---

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

3.10. Presupuesto

A continuación, se muestra el costo total de todos los recursos para realizar satisfactoriamente el proyecto.

Tabla VI. **Presupuesto total de la investigación**

Cantidad	Rubro	Costo (Quetzales)
1	Equipo de computación	1,000.00
1	Sonómetro	6,000.00
1	GPS	3,000.00
1	Teléfono móvil	1,500.00
	Materiales para elaborar informe	500.00
	Viáticos para visitas técnicas	30,000.00
	Costos profesionales por asesoría	10,000.00
	Energía eléctrica	750.00
	Total	61,750.50

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

4. DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE

La primera etapa para la elaboración del diagnóstico consistió en el desarrollo de una inspección de campo y la elaboración de una encuesta al colaborador encargado de cada una de las estaciones de servicio de combustible cuya localización se muestra en los apéndices, con la finalidad de establecer su manejo actual en temática ambiental.

En este capítulo se resume el análisis técnico con base a la información recopilada durante las visitas de campo en materia de:

- Consumo de materias primas y recursos.
- Generación y manejo de los residuos sólidos comunes y peligrosos.
- Generación y manejo de aguas residuales ordinarias y especiales.
- Prevención y gestión de riesgos ambientales, sociales y económicos originados por el manejo de sustancias peligrosas.

Las estaciones de servicio de combustible además de dedicarse al expendio de combustible desarrollan actividades complementarias como: lavado exterior, venta de lubricantes, servicios menores y tienda de conveniencia. En la siguiente tabla se observa el porcentaje de estaciones que provee cada tipo de actividad complementaria, se resalta que una estación de servicio puede ofrecer más de uno de los servicios enlistados.

Tabla VII. **Actividades complementarias presentadas en las estaciones de servicio de combustible**

Actividades	Porcentaje (%) de estaciones encuestadas
Lavado	38
Venta de lubricantes	94
Servicios Menores	8
Tienda de conveniencia	48

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tal como se observa de la tabla anterior un 94 % de las estaciones encuestadas vende lubricantes de distintas marcas en presentación de 1 L, mientras que un 8 % provee servicios menores que corresponden a cambio de aceite y filtro. La información anterior confirma que las estaciones de servicio son una fuente de generación de residuos peligrosos, en los que se destacan: Aceites y filtros usados, botes vacíos de lubricantes, telas o paños contaminados con lubricantes.

De los residuos peligrosos descritos en el párrafo anterior, únicamente el aceite lubricante es gestionado a través de proveedores autorizados. Mientras un 67 % de las estaciones que proveen servicios menores y un 16 % de las estaciones que comercializan lubricantes separan los botes vacíos de los residuos comunes, sin embargo, en su mayoría son almacenados de manera inadecuada y, al igual que los filtros y paños, son dispuestos a través del sistema de disposición final de residuos sólidos comunes.

Figura 2. **Almacenamiento inadecuado de filtros usados**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Cobán, Alta Verapaz. 2017). Colección particular. Guatemala.

En cuanto a las instalaciones para servicios menores, todas las estaciones poseen una rampa de servicios de concreto o metal, sin embargo, algunas estaciones utilizan estas mismas instalaciones para la ejecución de actividades de lavado.

Figura 3. **Rampa de servicio de concreto**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Cobán, Alta Verapaz. 2017). Colección particular. Guatemala.

Figura 4. **Rampa de lavado y servicio**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Chisec, Alta Verapaz. 2017). Colección particular.
Guatemala.

El 38 % de las estaciones encuestadas ofrece servicio de lavado de vehículos, de estos 24 % corresponde a un local subarrendando, 42 % son administrados por la estación de servicio y 35 % lo ofrece gratis por consumo. Del servicio de lavado provisto directamente por las estaciones, únicamente un 26 % posee instalaciones independientes de lavado mientras el resto realiza esta actividad en el área de almacenamiento de combustible o despacho.

Figura 5. **Lavado de vehículos en área de almacenamiento de combustible**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Chisec, Alta Verapaz. 2017). Colección particular. Guatemala.

Actualmente, las instalaciones de lavado independientes conducen sus aguas residuales hacia el mismo dispositivo empleado para el tratamiento de aguas contaminadas con lubricantes e hidrocarburos o hacia el suelo del lugar.

Figura 6. **Desfogue inadecuado de aguas residuales del lavado de vehículos**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Chisec, Alta Verapaz. 2020). Colección particular. Guatemala.

Los residuos generados por las actividades de lavado son extraídos a través del mismo sistema empleado para la disposición final para residuos sólidos comunes, sin ningún tipo de separación en la fuente.

Del 48 % de las estaciones posee tienda de conveniencia, 75 % prepara alimentos en la tienda y 33 % se dedica únicamente a la venta de alimentos empacados. De las tiendas que preparan alimentos, únicamente 5 % posee una trampa de grasas cuya limpieza se ejecuta de manera anual a través de un proveedor autorizado.

En cuanto al mantenimiento de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado utilizados en las tiendas de conveniencia, se manejan dos modalidades: propio y comodato. El mantenimiento de equipos propios se ejecuta de manera anual a través de proveedores especializados, mientras que los

equipos en contrato de comodato son supervisados por el dueño de este de acuerdo con las condiciones establecidas en el contrato.

Las estaciones de servicio generan en promedio 17 kg al día de residuos sólidos comunes provenientes del desarrollo de sus actividades cotidianas, la totalidad de las estaciones encuestadas manifestó que no desarrolla ninguna actividad de separación de residuos previo a su extracción.

Las estaciones con tienda de conveniencia generalmente emplean una bodega de residuos construida con materiales impermeables, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 7. **Bodega para almacenamiento temporal de residuos**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Guatemala, Guatemala. 2020). Colección particular. Guatemala.

El medio empleado para la disposición final de los residuos sólidos comunes y peligrosos, es el mostrado en la siguiente tabla. Se observa que un gran porcentaje de estaciones (96 %) dispone sus residuos hacia el vertedero autorizado.

Tabla VIII. **Disposición final de los residuos sólidos**

Medio de disposición final	Porcentaje (%) de estaciones encuestadas
Camión municipal hacia vertedero autorizado	96
Quema a campo abierto	1
Depositado en la bodega general de un Centro Comercial (C.C.)	3

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Para el almacenamiento y expendio de combustibles, las estaciones requieren de la instalación de extintores, areneros y señalización de seguridad en estas áreas. En la siguiente tabla, se describe el cumplimiento de este ítem.

Tabla IX. **Sistema contra incendios y señalización de seguridad**

Elemento y área de ubicación	Porcentaje (%) de estaciones encuestadas
Extintores en dispensarios	99
Extintores en área de almacenamiento	42
Extintores en tienda de conveniencia	32
Extintores en oficina	58
Extintores en área de servicios menores	2
Areneros	99
Señalización de seguridad en dispensarios y tanques de almacenamiento.	100

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 8. **Distribución de sistema contra incendios y señalización de seguridad**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Cobán, Alta Verapaz. 2020). Colección particular. Guatemala.

Debido a los riesgos que implica la manipulación de combustibles, es requerido que los propietarios provean capacitación y equipo de protección personal a los colaboradores, quienes se encargarán en última instancia de la ejecución de todas las acciones requeridas para la prevención y mitigación de accidentes. El porcentaje de cumplimiento de estos requerimientos en las estaciones objeto del presente estudio, se resume a continuación.

Tabla X. **Capacitación y equipo de protección personal**

Requerimiento	Porcentaje (%) de estaciones encuestadas
Capacitación en riesgo y protocolos	99
Equipo de protección personal para despacho	92
Equipo de protección personal para piloto de camión cisterna	99
Manejo de arena contaminada	94

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel

Para el desarrollo de operaciones seguras, se requiere que la maquinaria y equipo utilizado se encuentre en óptimas condiciones. Por ello, el propietario ejecuta rutinas anuales de calibración de bombas, tanques y válvulas de venteo a través de proveedores especializados. De las estaciones encuestadas un 91 % afirmó que ejecutan rutinas de mantenimiento anual. En cuanto a las pruebas de hermeticidad a los tanques de almacenamiento y tuberías, estas únicamente se ejecutan cuando se requiere renovar la licencia de operación emitida por el MEM.

La totalidad de las estaciones encuestadas se abastece de energía eléctrica a través de una empresa privada (dependerá de su localización). El 62 % posee una planta eléctrica autocontenida de diésel, que se utiliza cuando existe una falla en sistema de suministro de energía eléctrica.

En cuanto al manejo de aguas residuales especiales provenientes de algún derrame ocasional de lubricante o combustible tanto en el área de despacho como en el área de almacenamiento, requiere de la contención de las mismas a través de rejillas y su posterior tratamiento a través de una fosa API previo a su descarga final. El 92 % de las estaciones inspeccionadas posee rejillas y un 89 % posee una fosa API, sin embargo, únicamente 10 % de las estaciones que posee fosa API ha efectuado una limpieza a través de un proveedor especializado en el último año.

Las estaciones de servicio requieren del abastecimiento de agua para el desarrollo de sus actividades cotidianas, la fuente de abastecimiento empleada es influenciada principalmente por su ubicación, la existencia de servicios y su costo; las estaciones encuestadas se abastecen según se indica en la siguiente tabla.

Tabla XI. **Fuente de abastecimiento de agua**

Fuente	Porcentaje (%) de estaciones encuestadas
Pozo	15
Municipal	53
Pipas de agua	15
Privada (C.C. u otro)	17

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Debido a la posibilidad en el fallo del sistema de suministro de agua, las estaciones de servicio contemplan el uso de un dispositivo para el almacenamiento de agua, generalmente emplean cisternas cuya capacidad de almacenamiento oscila entre 2,000 a 5,000 gal.

Tabla XII. **Forma de almacenamiento de agua**

Forma de almacenamiento	Porcentaje (%) de estaciones encuestadas
Cisterna	90
Tanque aéreo	4
Depósito de concreto	3
No almacena agua	3

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

De la totalidad de las estaciones encuestadas, únicamente 19 % posee una fosa séptica para el tratamiento primario de las aguas residuales ordinarias provenientes del uso de los servicios sanitarios de la estación. Sin embargo, no se realiza ningún tipo de mantenimiento a las mismas.

Al igual que la fuente de abastecimiento de agua, el medio de desfogue de las aguas residuales generadas depende de la ubicación, la existencia de

servicios y su costo; siendo principalmente usado el sistema de alcantarillado municipal (70 %).

Tabla XIII. **Medio de desfogue de aguas residuales**

Medio de desfogue	Porcentaje (%) de estaciones encuestadas
Municipal	70
Pozo de absorción	25
Privado (C.C.)	4
Río	2

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Ninguna de las estaciones encuestadas posee un estudio técnico de aguas residuales o caracterización semestral que verifique el cumplimiento del reglamento de descargas y reúso de aguas residuales.

4.1. Análisis

Las estaciones de servicio requieren del uso de agua potable, energía eléctrica, combustibles, alimentos y demás insumos para la adecuada ejecución de sus actividades. Según la visita técnica desarrollado se constató que las estaciones de servicio desconocen las cantidades de consumo de energía eléctrica y agua limitándose únicamente a pagar los recibos de manera mensual, el control de los volúmenes de combustible se efectúa a través un balance diario y mensual, lo mismo aplica para los insumos de la tienda de conveniencia y venta de lubricantes.

De acuerdo con las estaciones de servicio visitadas, una gran porción desarrolla actividades complementarias al expendio de combustible,

principalmente las de tienda de conveniencia, venta de lubricantes y lavado de vehículos.

El desarrollo de las actividades complementarias incrementa la cantidad de residuos sólidos ordinarios y peligrosos generados. La mayoría de las estaciones encuestadas afirmó utilizar el servicio de extracción provisto por la municipalidad correspondiente, sin embargo, no se realiza ningún tipo de separación en la fuente, lo que mejoraría la gestión de los residuos sólidos y la reducción en la cantidad que se destina a los botaderos municipales.

En cuanto al manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos peligrosos provisto por las estaciones de servicio se observó que es inadecuado ya en su mayoría es desechado a través del servicio municipal, por lo que se considera que estos residuos son una fuente importante de contaminación directa de los suelos y las aguas subterráneas.

El manejo de las aguas residuales producidas es ineficiente, ya que de acuerdo con los resultados obtenidos un pequeño porcentaje (19 %) tiene instalada una fosa séptica para el tratamiento de aguas ordinarias y un porcentaje mayor (89 %) poseen rejillas y fosas API para la remoción de hidrocarburos, no obstante muy pocas estaciones proveen un mantenimiento continuo a estos equipos y en general se desconoce la calidad del efluente ya que no se ejecutan las caracterizaciones semestrales exigidas por el A.G. 236-2006. Cabe agregar que en muchos casos se reduce la eficiencia de las fosas API puesto que se incrementa el caudal del efluente debido a las actividades de lavado, por lo que debe implementarse un dispositivo independiente.

En el apartado de gestión del riesgo y contingencias, gran porcentaje de las estaciones cumple con disponer dentro de sus instalaciones los equipos

requeridos de acuerdo con los requerimientos conforme a la normativa del MEM, sin embargo, ninguna de las estaciones estuvo dispuesta a mostrar certificados o demás comprobantes que indicaran la última fecha de recarga de los extintores y el estado de la arena contenida dentro de los areneros. También se recomienda efectuar un análisis sobre la visibilidad de la señalización de seguridad instalada en las islas de despacho.

Las estaciones de servicio visitadas proveen a sus despachadores de calzado punta de acero, mientras que a los conductores de los camiones cisterna se les provee mayor equipo de seguridad (conos, señalizaciones de peligro, chaleco reflectivo, casco y botas punta de acero), en general pudo observarse el uso adecuado de los mismos y el desarrollo adecuado de procedimientos de expendio, almacenamiento y descarga de combustibles. Ninguna de las estaciones afirmó poseer un sistema de registro para incidentes y desarrollo de contingencias ocasionadas por el manejo de combustibles.

Las estaciones proveen mantenimiento anual a todos los equipos utilizados para el almacenamiento y expendio de combustibles, no obstante, ninguna estación realiza monitoreos para verificar la contaminación ambiental a suelos y aguas subterráneas. Cabe resaltar que tampoco monitorean las concentraciones de gases emitidas a través las válvulas de venteo y el nivel de ruido ambientales generado.

5. PROCEDIMIENTOS DESARROLLADOS EN UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE

5.1. Descripción de los procesos

Para efectos de la presente guía ambiental, se establecen los siguientes procedimientos generales empleados durante el desarrollo de las actividades cotidianas de operación realizadas en las estaciones de servicio de combustibles.

5.1.1. Descarga y almacenamiento de combustible

- El conductor del camión cisterna, deberá estacionar apropiadamente el camión cisterna en el área de descarga, junto a las bocas de llenado de los tanques de almacenamiento.
- El encargado responsable deberá verificar el documento de entrega: El documento debe ser revisado cuidadosamente con la finalidad de confirmar que la cantidad facturada coincide con la del producto contenido en el camión cisterna.
- El conductor del camión cisterna, deberá aplicar las siguientes medidas de seguridad ocupacional previas a la descarga:
 - Conectar el vehículo a tierra para evitar descargas eléctricas, esta conexión debe realizarse del cabezal a la válvula de llenado del tanque y de este a un punto a tierra debidamente instalado.
 - Colocar extintores con capacidad mínima de 9 kg para uso inmediato, los cuales deberán ubicarse de manera que sean de fácil acceso.

- Cercar el área de descarga mediante conos de señalización para impedir el acceso de vehículos al área de recepción.
- Se deberá aforar el nivel de combustible en los tanques de almacenamiento, el cual consiste en medir el volumen de combustible en el tanque de almacenamiento para comprobar que la cantidad a descargar cabe en dicho tanque. Esta medida sirve para establecer la cantidad de producto recibida y para evitar derrame por sobrellenado.
- El encargado y el conductor del camión cisterna, deberán revisar los sellos de seguridad en tapas superiores del camión cisterna. Para esto, deberán verificar en la factura cuáles compartimientos contienen el pedido y comprobar que coincidan con el volumen del documento de entrega. Es obligación del cliente, o su representante, subir a la parte superior del tanque, para comprobar que los sellos de seguridad estén en buenas condiciones y que su numeración coincida con la consignada en el documento de entrega.
- El conductor deberá aforar el combustible en el camión cisterna. Esto consiste en medir el volumen de combustible transportando en cada compartimiento del camión cisterna para constatar que la cantidad recibida coincide con la consignada en el documento de entrega.
- El conductor ejecutará la revisión de conexiones, bocas de llenado y contenedor de derrames de los tanques de almacenamiento. Para ello deberá revisar los acoples y contenedor de derrames de la boca de llenado para detectar fugas, durante el trasiego del combustible hacia los tanques.
- Se procederá a la descarga del combustible hacia los tanques de almacenamiento:

- Conectar mediante una manguera de conexión las bocas de descarga y las bocas de llenado de los tanques según el combustible y abrir las válvulas para iniciar la descarga.
 - Proceder a la descarga de combustibles de los compartimientos del camión cisterna.
 - Revisar los contadores volumétricos utilizados para la transferencia del combustible hacia los tanques.
 - Desconectar las mangueras de conexión, y cerrar las válvulas.
 - Desconectar la tierra física.
- El encargado responsable, deberá firmar de conformidad el documento de entrega.
 - El conductor del camión cisterna retirará la unidad de la estación de servicio de combustible.

5.1.2. Despacho de combustibles a automotores

Para el despacho de combustible a los automotores existen dos modalidades, siendo servicio completo y autoservicio. A continuación, se resumen los pasos para realizar dicha actividad.

5.1.2.1. Modalidad servicio completo

- El cliente deberá estacionar el vehículo en la posición de carga que le corresponda según el dispensador a utilizar y apagará el motor del vehículo.
- El cliente entregará las llaves de la tapa del tanque de combustible, o accionará la palanca de apertura de la tapa del tanque de combustible.

- El despachador deberá verificar que el vehículo no presente fugas de combustible, vapor o humo en el motor y que el conductor no esté fumando o utilizando su teléfono móvil.
- El despachador quitará el tapón del tanque de almacenamiento de combustible del vehículo e introducirá la pistola de despacho en el conducto del depósito del tanque de almacenamiento del vehículo.
- El despachador programará en el dispensario el volumen de combustible solicitado por el cliente, verificando que el combustible no se derrame. Dejará de surtir combustible cuando ocurra el paro automático de la pistola. Por ningún motivo se debe sobrellenar el tanque del vehículo.
- El despachador retirará la pistola del depósito de tanque del vehículo, acomodándola en el dispensador y colocará el tapón del tanque del vehículo.
- El despachador cerrará la tapa del tanque del vehículo y entregará la llave de la tapa del tanque del vehículo.
- Posterior al pago del servicio, el cliente retirará el vehículo de la estación de servicio de combustible o solicitará cualquiera de los siguientes servicios:
 - Limpieza del parabrisas.
 - Revisión de la presión de las llantas.

5.1.2.2. Modalidad autoservicio

- El cliente deberá estacionar el vehículo en la posición de carga que le corresponda según el dispensador a utilizar y apagará el motor del vehículo.

- Posterior al pago del cliente, el cajero de autoservicio y/o cajero de la tienda de conveniencia programará en el dispensario el volumen de combustible solicitado por el cliente.
- El cliente abrirá la tapa del tanque del vehículo, quitará el tapón del tanque del vehículo e introducirá la pistola de despacho en el conducto del depósito del tanque de almacenamiento del vehículo.
- Al terminar el suministro de combustible, el cliente retirará la pistola del depósito de tanque del vehículo, acomodándola en el dispensador y colocará el tapón del tanque del vehículo.
- El cliente retirará el vehículo de la estación de servicio de combustible.

5.1.3. Lavado de vehículo

- El cliente ingresa el vehículo en el área de lavado, el lavador le indicará al cliente donde debe estacionar el vehículo.
- El lavador sacudirá el vehículo de manera manual o con una pistola de presión para eliminar el lodo adherido sobre la carrocería.
- Previo a la aplicación del jabón de vehículo, se deberá diluir en un recipiente con agua según las especificaciones del fabricante.
- El lavador aplicará el agua con jabón sobre el vehículo, utilizando un trozo de tela o paño.
- El lavador enjuagará el vehículo con agua limpia, procurando siempre que sea desde la parte superior del vehículo hacia abajo.
- El lavador procederá al secado del vehículo, utilizando un trozo de tela o paño seco.
- El cliente inspeccionará visualmente el vehículo, procederá a pagarle al lavador y retirará el vehículo del área de lavado.

5.1.4. Servicios menores (Cambio de aceite y filtro)

- El cliente ingresará el vehículo al área de servicios menores y lo montará en la rampa para vehículos, procederá a apagar el vehículo y accionará la palanca de apertura del capó.
- Una vez que el vehículo esté apoyado adecuadamente, el mecánico se colocará por debajo del vehículo y localizará el tapón del drenaje del tanque de aceite del motor.
- El mecánico colocará debajo del tapón de drenaje, el contenedor de recibo primario y retirará el tapón de drenaje. El aceite fluirá por el orificio, debiendo esperar unos cuantos minutos para que todo el aceite usado termine de drenarse. Posteriormente, se reinstalará el tapón de drenaje.
- El mecánico retirará la tapa del depósito de aceite, verterá con un embudo el aceite de motor la viscosidad correcta. Al finalizar, colocará la tapa del depósito de aceite.
- El mecánico aflojará el filtro de aceite, permitirá que se drene el filtro y lo retirará.
- El mecánico instalará el filtro nuevo, aplicándole una ligera capa de aceite nuevo en la junta del filtro de aceite nuevo y girándolo en el sentido de las agujas del reloj, la cantidad de vueltas será variable.
- El mecánico encenderá el vehículo y lo dejará funcionar por lo menos 30 segundos, revisará que no existan fugas de aceite. En caso de observar una fuga, apagará el motor inmediatamente y reparará las fugas.
- El mecánico bajará el vehículo de la rampa y determinará el nivel de aceite a través de la lectura de la varilla de medición. En caso de que la cantidad de aceite sea insuficiente, se agregará más aceite.
- El cliente efectuará el pago de los servicios y retirará el vehículo del área de servicios menores.

5.1.5. Tienda de conveniencia

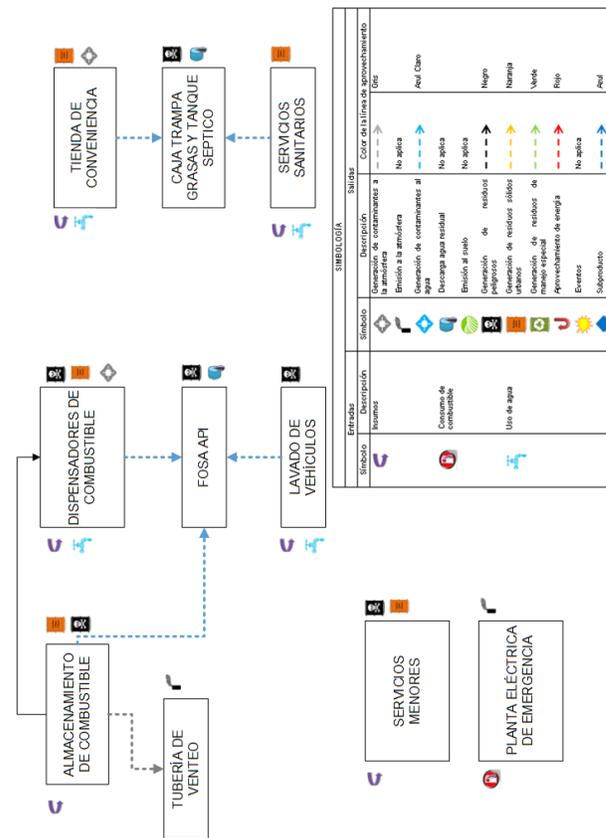
- El personal de la tienda desarrollará periódicamente el procedimiento de levantamiento de inventario, en donde se verificará la existencia de los productos vendidos en la tienda.
- En caso de ser requerido, se generará la solicitud compra para el abastecimiento de producto. El encargado de la tienda será el encargado de recibir la factura emitida por el proveedor y revisar la orden de compra.
- El proveedor descargará el producto en el área indicada por el colaborador encargado.
- Los colaboradores de la tienda almacenarán el producto en el área de bodega y lo cargará al inventario. Se efectuará una inspección visual al producto, en caso de que encontrar algún producto defectuoso o que no corresponda con la orden de compra, no se recibirá el producto y se notificará al proveedor.
- Los colaboradores de la tienda colocarán los productos en las estanterías correspondientes.
- Se desarrollará la venta de productos al cliente final de acuerdo al horario de atención establecido.

5.2. Diagrama de flujo de los procesos

El diagrama de flujo representa gráficamente las entradas (materias primas, combustibles, insumos) y salidas (residuos, emisiones y transferencia de contaminantes a la atmósfera, agua y suelo), generados por cada una de las actividades, maquinaria y equipo utilizados en los procesos productivos descritos en la sección anterior.

El diagrama de flujo presentado a continuación se basa en la metodología para la elaboración de diagramas de funcionamiento planteada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de México.

Figura 9. Diagrama de flujo general de las estaciones de servicio de combustible



Fuente: elaboración propia, realizado con Visio 2013.

5.3. Análisis

Los procesos operativos desarrollados en las estaciones de servicio consumen recursos y generan impactos negativos al ambiente, de acuerdo con

el diagrama de flujo elaborado se observa que todos los procesos desarrollados consumen insumos específicos que generan residuos, aguas residuales y emisiones atmosféricas.

A continuación, se resume de forma general los insumos e impactos ambientales generados por una estación de servicio:

Tabla XIV. **Resumen de insumos e impactos ambientales por proceso**

Insumo (entrada)	Proceso	Impacto ambiental (salida)
Agua potable Energía eléctrica Combustibles Lubricantes	Almacenamiento y expendio de combustibles	Emisiones atmosféricas Residuos sólidos comunes y peligrosos Aguas residuales especiales
Agua potable Energía eléctrica Alimentos de diversa índole	Tienda de conveniencia	Residuos sólidos comunes Aguas residuales ordinarias
Lubricantes y filtros Paños y telas	Servicios menores	Residuos sólidos comunes y peligrosos
Jabones para vehículos Agua potable Energía eléctrica	Lavado de vehículos	Aguas residuales ordinarias Residuos sólidos especiales.

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

6. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

6.1. Identificación de los impactos ambientales

A continuación, se presenta la matriz de impactos ambientales contra acciones desarrolladas en las etapas de construcción y operación de una estación de servicio de combustible, elaborada a partir de la metodología planteada por el Proyecto Evaluación de Impacto Ambiental en Centroamérica para la elaboración de las guías ambientales centroamericanas, cuyas guías ambientales fueron aprobadas a través del Acuerdo Ministerial No. 266-2010 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

En esta matriz, se establecieron en la primera columna de la izquierda las acciones desarrolladas en las estaciones de servicio de combustible que generan algún tipo de impacto ambiental. En la fila superior se describieron los impactos potenciales ocasionados a los componentes social, físico y biótico. En el centro de la matriz se identificaron, las relaciones entre una acción y los impactos potenciales generados por un manejo ambiental inadecuado. Puede observarse que cada acción puede generar varios impactos y, al mismo tiempo, un impacto puede ser generado por varias acciones.

Tabla XV. **Matriz de impactos ambientales contra acciones en la etapa de construcción**

Impactos ambientales	Componente social				Componente físico				Componente biótico Fauna, Flora, Paisaje
	Gestión de riesgo y prevención	Socio economía	Recurso atmosférico	Recurso hídrico	Suelo	Intervención de flora, fauna y paisaje			
Acciones Desarrolladas									
Excavación y movimiento de tierras									
Demolición de infraestructura existente.									
Ejecución de actividades de construcción de la infraestructura de la estación de servicio combustible.									
Uso de servicios sanitarios									
Almacenamiento de materiales, maquinaria y equipo en la obra.									
Consumo de alimentos por parte de colaboradores durante la construcción.									

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla XVI. **Matriz de impactos ambientales contra acciones en la etapa de operación**

Impactos ambientales	Componente social				Componente físico				Componente biótico			
	Gestión de riesgo y prevención	Socio economía	Recurso atmosférico	Recurso hídrico	Suelo	Fauna, Flora y Paisaje	Recurso hídrico	Suelo	Fauna, Flora y Paisaje	Probabilidad de generación y proliferación de plagas		
Acciones desarrolladas												
Descarga y almacenamiento de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Despacho de combustible a automotores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Venta de lubricantes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de aceite y filtro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lavado de vehículos		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Uso de servicios sanitarios		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Uso de equipo de refrigeración y aire acondicionado en tienda de conveniencia		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Actividades varias de la estación de servicio/ Consumo de artículos en tienda de conveniencia		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

6.2. Valoración de impactos ambientales

La valoración de impactos ambientales utilizando la matriz de Leopold modificada consiste en asignarle a los factores ambientales una serie de atributos con una valoración cualitativa y cuantitativa para definir la magnitud de cada impacto, según sea la orientación (positiva o negativa) del atributo para cada uno de los factores ambientales. Para ello, es necesario tomar en cuenta los criterios presentados en la siguiente tabla:

Tabla XVII. **Valoración cualitativa y cuantitativa de los atributos asignados a los factores ambientales**

Atributo cualitativo	Descripción	Valoración Cualitativa	Valoración cuantitativa
Carácter	Indica si la interacción es beneficiosa, o perjudicial al ambiente	Positivo	1
		Neutro	0
		Negativo	-1
Importancia	Se refiere al grado de importancia de la interacción sobre el factor ambiental.	Alta	3
		Media	2
		Baja	1
Probabilidad de ocurrencia	Indica la potencialidad de que se presente un efecto tras la acción.	Muy probable	3
		Probable	2
		Poco probable	1
Perturbación	Grado de perturbación al ambiente, o grado de cambio.	Importante	3
		Regular	2
		Escasa	1
Extensión	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1
Duración	Duración del impacto a lo largo del tiempo	Permanente	3
		Media	2
		Corta	1
Reversibilidad	Plazo de manifestación del impacto	Irreversible	3
		Parcial	2
		Reversible	1

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

La valoración de los impactos ambientales será entonces, el resultado de la siguiente ecuación:

$$\text{Impacto Total} = \text{Carácter} \times (\text{Importancia} + \text{Probabilidad de ocurrencia} + \text{Perturbación} + \text{Extensión} + \text{Duración} + \text{Reversibilidad})$$

$$\text{Impacto Total} = C \times (I + O + P + E + D + R)$$

Para determinar la magnitud de cada impacto ambiental, se presenta la siguiente escala de valoración de impactos, en la cual según el nivel de puntuación se establece un rango en el cual queda enmarcada la magnitud del impacto ya sea positiva o negativa.

Tabla XVIII. **Escala de valoración de impactos ambientales**

Tipo de impacto	Rango de valores
Negativo significativo o impacto negativo severo	-15 a -18
Negativo moderadamente significativo	-9 a -14
Negativo no significativo o impacto compatible	-1 a -8
No significativo	0
Positivo no significativo o impacto positivo bajo	+1 a +8
Positivo medianamente significativo	+9 a +14
Positivo significativo o impacto positivo alto	+15 a +18

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

A continuación, se presentan las matrices de valoración de impactos ambientales de las etapas de construcción y operación de las estaciones de servicio de combustible, indicando la magnitud correspondiente de cada impacto, según el grado potencial de incidencia ambiental, positiva o negativa.

Figura 10. **Matriz de valoración de impactos ambientales en la etapa de construcción**

Componente Ambiental	Impacto Ambiental Identificado	Características del Impacto						Valoración del impacto		
		Carácter	Importancia	Ocurrencia	Perturbación	Extensión	Duración	Reversibilidad	Impacto Total	Valor del impacto
Social	Gestión de riesgo y prevención	Negativo -1	Media 2	Probable 2	Regular 2	Puntual 1	Corta 1	Irreversible 3	-11	Negativo moderadamente significativo
		Negativo	Media	Poco probable	Escasa	Puntual	Corta	Reversible	-7	Negativo no significativo o compatible
	Riesgo de derrame	-1	2	1	1	1	1	1	-14	Negativo moderadamente significativo
		Negativo	Alta	Muy Probable	Importante	Puntual	Permanente	Reversible	10	Positivo medianamente significativo
Social	Riesgo de ocurrencia de incidentes de emergencia	-1	3	3	3	1	3	1	10	Positivo medianamente significativo
	Generación de empleo	Positivo	Media	Muy probable	Escasa	Local	Corta	Reversible	10	Positivo medianamente significativo
	Generación de demanda y servicios	1	2	3	1	2	1	1	-12	Negativo moderadamente significativo
	Emisión de ruido	Negativo	Alta	Muy probable	Importante	Puntual	Corta	Reversible	-11	Negativo moderadamente significativo
Físico	Emisión de material particulado	-1	3	3	3	1	1	1	-14	Negativo moderadamente significativo
		Negativo	Media	Muy probable	Importante	Puntual	Corta	Reversible	0	No significativo
	Generación de gases inflamables	No significativo 0	Baja	Poco Probable	Escasa	Puntual	Corta	Reversible	-9	Negativo moderadamente significativo
	Alteración a las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas del agua	Negativo	Baja	Probable	Escasa	Puntual	Permanente	Reversible	-14	Negativo moderadamente significativo
Suelo	Contaminación del agua	-1	2	2	3	2	3	2	-16	Negativo significativo o impacto negativo severo
	Contaminación del suelo	Negativo	Alta	Muy Probable	Importante	Local	Permanente	Parcial	-14	Negativo moderadamente significativo
Biótico	Intervención de flora, fauna y paisaje	-1	2	2	2	2	3	3	-14	Negativo moderadamente significativo
		Negativo	Media	Probable	Regular	Local	Permanente	Irreversible	-14	Negativo moderadamente significativo

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 11. **Matriz de valoración de impactos ambientales en la etapa de operación**

Componente Ambiental	Impacto Ambiental Identificado	Características del Impacto							Valoración del impacto		
		Carácter	Importancia	Ocurrencia	Perturbación	Extensión	Duración	Reversibilidad	Impacto Total	Valor del impacto	
Social	Gestión de riesgo y prevención	Negativo	Media	Probable	Escasa	Puntual	Corta	Reversible	-8	Negativo no significativo o compatible	
		-1	2	2	1	1	1	1	-8	Negativo no significativo o compatible	
	Socio Economía	Negativo	Alta	Probable	Importante	Puntual	Permanente	Reversible	-12	Negativo moderadamente significativo	
		-1	2	2	3	1	3	1	-12	Negativo moderadamente significativo	
Físico	Generación de empleo	Positivo	Media	Muy probable	Escasa	Local	Permanente	Reversible	12	Positivo moderadamente significativo	
		1	2	3	1	2	3	1	12	Positivo moderadamente significativo	
	Recurso Atmosférico	Positivo	Media	Muy probable	Escasa	Local	Permanente	Reversible	12	Positivo moderadamente significativo	
		1	2	3	1	2	3	1	12	Positivo moderadamente significativo	
	Recurso hídrico	Emisión de ruido	Negativo	Baja	Probable	Escasa	Puntual	Corta	Reversible	-7	Negativo no significativo o compatible
			-1	1	2	1	1	1	1	-7	Negativo no significativo o compatible
Generación de gases inflamables		Negativo	Alta	Probable	Escasa	Puntual	Corta	Reversible	-11	Negativo moderadamente significativo	
		-1	3	2	1	1	3	1	-11	Negativo moderadamente significativo	
Suelo	Alteración a las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas del agua	Negativo	Baja	Probable	Escasa	Puntual	Permanente	Reversible	-9	Negativo moderadamente significativo	
		-1	1	2	1	1	3	1	-9	Negativo moderadamente significativo	
	Contaminación del suelo	Negativo	Media	Probable	Regular	Local	Permanente	Reversible	-13	Negativo moderadamente significativo	
		-1	2	2	2	2	3	2	-13	Negativo moderadamente significativo	
Biótico	Intervención de flora, fauna y paisaje	Negativo	Alta	Muy Probable	Regular	Local	Permanente	Parcial	-15	Negativo significativo o impacto negativo severo	
		-1	3	3	2	2	3	2	-15	Negativo significativo o impacto negativo severo	
	Probabilidad de generación y proliferación de plagas	Neutro	Media	Probable	Regular	Puntual	Permanente	Reversible	0	No significativo	
		0	2	2	2	1	3	1	0	No significativo	

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

6.3. Análisis

De acuerdo con la metodología empleada para la identificación y valoración de impactos ambientales se observa que los mayores impactos negativos durante la etapa de construcción son:

- Contaminación del recurso hídrico.
- Contaminación de suelos por la generación de residuos.
- Intervención de flora, fauna y paisaje.
- Emisión de ruido.
- Riesgo de ocurrencia de incidentes de emergencia.

Durante la etapa de operación los principales impactos ambientales negativos son las siguientes:

- Riesgo de incendio y explosión.
- Generación de gases inflamables.
- Alteración de la calidad del agua.
- Contaminación del suelo.
- Probabilidad de generación y proliferación de plagas.

Por lo que es indispensable formular medidas de mitigación para contrarrestar los impactos ambientales identificados.

7. PLANES DE MANEJO

Las actividades desarrolladas durante las etapas de construcción y operación de las estaciones de servicio de combustible, independientemente de su localización geográfica, se ejecutarán empleando procedimientos e infraestructura similares, lo que conlleva a la generación de impactos ambientales con mínimas variaciones y como consecuencia se aplican las mismas medidas para mitigar los impactos ambientales ocasionados.

En la presente sección se establecen los planes de manejo en los cuales se detallan las actividades que deberán ser desarrolladas por las estaciones de servicio para la gestión ambiental adecuada de los residuos sólidos y aguas residuales generadas.

7.1. Etapa de construcción

Los planes de manejo para la etapa de construcción presentados en los siguientes apartados fueron extraídos de la Guía de Infraestructura: Instrumento de gestión ambiental, en el país la construcción de las estaciones de servicio de combustible se realiza mediante una empresa constructora, quien será la encargada de velar por el cumplimiento de las medidas de mitigación resultantes del desarrollo de todas las actividades de construcción.

Por lo que se a continuación resumen las medidas para la gestión adecuada de cualquier residuo sólido o líquido generado durante esta etapa.

7.1.1. Plan de manejo de residuos sólidos

En este capítulo se describirán las acciones para reducir la cantidad de residuos generados en la etapa de construcción que son vertidos en el botadero municipal, así propiciar el reuso y reciclaje de materiales.

7.1.1.1. Residuos sólidos comunes

Los residuos sólidos comunes, están constituidos por residuos de alimentos (biodegradables o putrescibles), papel, cartón, plásticos, textiles, caucho, madera, vidrio, metales, residuos de poda, entre otros. Estos residuos son producidos en los campamentos temporales, oficinas y demás instalaciones con ocupación humana.

Para la implementación de las medidas de manejo apropiadas se requerirá como primera medida la elaboración de una caracterización de los residuos producidos, a través de la cual se determinará la cantidad y composición de los mismos. El tipo de disposición final de los residuos ordinarios comúnmente empleado es utilizando el sistema de recolección municipal, sin embargo, pueden considerarse alternativas para minimizar la cantidad de residuos que se destinan hacia el vertedero municipal, entre ellas:

- Clasificación y acopio temporal de residuos, en el lugar de acopio se deberán disponer contenedores independientes e identificables, con la finalidad de separar los residuos desde su fuente de generación. Tanto los contenedores como el lugar de acopio temporal deberán evitar la dispersión de los residuos al ambiente.

- Como medidas preventivas, debe proveerse capacitación en materia de manejo de residuos a todos los colaboradores durante la etapa constructiva.
- Aquellos materiales que sean reutilizables o reciclables pueden comercializarse con empresas recicladoras.

7.1.1.2. Residuos sólidos especiales

Los residuos sólidos especiales son aquellos generados en los procesos productivos, pero que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos comunes.

- Tierras remanentes

Están conformados por los materiales estériles y escombros generados durante las actividades de remoción de cobertura vegetal y movimiento de tierras para la excavación de las cimentaciones y fosas de los tanques subterráneos de almacenamiento de combustible. Estos materiales deberán recopilarse en una zona designada dentro del proyecto tomando las medidas precautorias contra la erosión, humedeciéndolos constantemente con agua.

Dentro de la planificación de la construcción deberá establecerse el volumen de material generado, el cual se considerará para uso como relleno dentro del proyecto, en caso de existir material sobrante deberá disponerse en predios autorizados o en alguna servidumbre de paso que requiera material apto para relleno. Durante el acarreo de los materiales sobrantes, los camiones de carga deberán cubrirse con lona para evitar el esparcimiento de partículas hacia la atmósfera.

- Insumos para el mantenimiento de la maquinaria

Están constituidos por neumáticos, envases de insumos, filtros, chatarra, plásticos y residuos de aceites, grasas, entre otros. Debido a que el área donde se desarrolla el proyecto aún no cuenta la infraestructura requerida para la adecuada contención y manipulación de estos residuos, el contratista deberá solicitar la bitácora de mantenimiento al propietario de la maquinaria o en caso de ser su propietario, deberá ejecutar los mantenimientos preventivos en establecimientos autorizados.

- Escombros por demolición y residuos de materiales de construcción:

Si en el terreno donde se construirá la estación de servicio de combustible existe alguna estructura, serán requeridos trabajos de demolición donde se generarán escombros compuestos por materiales constructivos (tales como block, concreto, tubería de PVC, vidrieras, entre otros.). Así mismo, derivado de las actividades constructivas se generarán residuos de materiales de construcción, tales como excedentes y embalajes.

Estos residuos deberán ser clasificados, reciclados y desechados según corresponda:

- Los materiales grises (blocks y concreto) generalmente son empleados como material de relleno para carreteras.
- El vidrio y el acero son materiales reciclables, los cuales pueden comercializarse con empresas recicladoras.
- Los contenedores vacíos de pinturas y solventes, tubería de PVC y demás materiales no reciclables deberán disponerse a través de un proveedor especializado.

7.1.2. Plan de manejo de residuos líquidos

Los residuos líquidos corresponden a aquellas aguas utilizadas en los diversos procesos productivos y cuya calidad ha sido degradada.

- **Aguas domésticas**

Son los residuos líquidos producidos por la actividad u ocupación humana, durante la ejecución de todos los renglones de construcción del proyecto. Para la adecuada recolección de los residuos líquidos generados, deberán instalarse sanitarios portátiles en el área del proyecto. Debe planificarse la cantidad de sanitarios portátiles requeridos, utilizando la proporción de al menos un sanitario por cada veinte colaboradores. La cantidad de colaboradores y el período de duración de la construcción determinarán la frecuencia con la que debe darse mantenimiento y tratamiento de los residuos generados. El tratamiento de los residuos debe realizarse a través de un proveedor especializado.

- **Aguas pluviales**

Las actividades de construcción deben desarrollarse en época seca, debido a la difícil manipulación y control de los materiales constructivos, tales como el fraguado del concreto, la estabilidad del suelo del cimiento, entre otros. Así como, el aumento de los riesgos para los colaboradores, lo que conlleva un incremento a los costos de la construcción.

Dependiendo de la topografía del terreno, durante esta etapa se deberán construir todas las obras civiles que permitan la captación y desfogue de las aguas pluviales que fluyan desde puntos topográficamente más altos hacia las

instalaciones, mediante canales perimetrales y un sistema de alcantarillado pluvial, estas aguas deberán desfogare preferiblemente hacia drenajes naturales.

- **Aguas industriales**

Las aguas residuales industriales provienen principalmente de las actividades de mantenimiento y lavado de la maquinaria, estas aguas contienen compuestos grasos y aceitosos por lo que requieren tratamiento previo a su desfogue. Por lo cual, al igual que para el manejo de residuos sólidos especiales, el contratista deberá solicitar la bitácora de mantenimiento al propietario de la maquinaria o en caso de ser su propietario, deberá ejecutar los mantenimientos preventivos en establecimientos que posean la infraestructura adecuada para la manipulación y disposición de las aguas residuales generadas.

7.2. Etapa de operación

Los planes de manejo para la etapa de operación presentados en los siguientes apartados fueron formulados según los impactos ambientales negativos identificados en la matriz de impactos ambientales.

7.2.1. Plan de manejo de residuos sólidos

En este capítulo se describirán las acciones para reducir la cantidad de residuos generados en la etapa de operación que son vertidos en el botadero municipal, así propiciar el reúso y reciclaje de materiales.

7.2.1.1. Características de los residuos

El estudio de caracterización de residuos permitirá determinación de la producción de residuos al día y su composición, deberá elaborarse según los lineamientos estipulados en la Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes. Los datos recabados permitirán establecer el sistema idóneo para la clasificación de residuos sólidos en la fuente con la finalidad de proveer una mayor valorización a los residuos, minimizar la cantidad de residuos destinados a los botaderos existentes y disponer adecuadamente de los residuos peligrosos.

De acuerdo con el punto de vista de su valorización, los residuos generados en las estaciones de servicio de combustible se clasifican a continuación:

Tabla XIX. **Clasificación de residuos sólidos generados en las estaciones de servicio de combustible**

Clasificación	Características	Residuos Producidos
Residuos comunes	Biodegradable	Restos de alimentos
	Reciclable	o Plástico
	Reutilizable	Papel y cartón Vidrio
Residuos peligrosos	Contienen ciertos productos químicos que pueden ser peligrosos en ciertos niveles de concentración	Gases refrigerantes para equipos de refrigeración
	Sus principales contaminantes son altamente tóxicos y su uso inadecuado afecta a los seres vivos y al ambiente	Aceites lubricantes usados Filtro contaminado con aceite usado
		Arena contaminada con aceites e hidrocarburos

Continuación de la tabla XIX.

Clasificación	Características	Residuos Producidos
Residuos peligrosos	Sus principales contaminantes son altamente tóxicos y su uso inadecuado afecta a los seres vivos y al ambiente	Telas y paños contaminados con aceites, hidrocarburos o jabón para vehículos Envases y recipientes vacíos contaminados con lubricantes, hidrocarburos o jabón para vehículos
	Peligrosos y volátiles	Combustibles en general
	Potenciales riesgos de toxicidad aguda sobre especies “no blanco”	Agentes químicos y sustancias para dispositivos y/o fumigación contra plagas

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2018). *Guía para la Identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes*.

7.2.1.2. Almacenamiento temporal de residuos sólidos comunes

En la presente investigación se propone el uso de un sistema de clasificación en la fuente basado en la Guía para la Identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes elaborado por MARN.

Para la implementación de este sistema, se deberán colocar contenedores de residuos según su tipo en las áreas del proyecto donde exista generación de estos por parte de los colaboradores, además donde circulen clientes y público en general (islas de despacho, oficina administrativas, servicios sanitarios, tienda de conveniencia, área de servicios menores) que servirán para alojar temporalmente los residuos sólidos clasificados previo a que sean recolectados por el servicio de extracción de residuos.

Las dimensiones de los contenedores temporales de residuos sólidos comunes dependerán de la frecuencia para la extracción de los residuos, la cantidad de residuos generados y la distribución arquitectónica de las instalaciones de la estación de servicio de combustible, con la finalidad de que no interfieran con el desarrollo habitual de actividades.

7.2.1.2.1. Características de los contenedores temporales

Las características de los contenedores dependen principalmente del tipo de residuo sólido, la frecuencia de recolección, el volumen de generación y el espacio disponible para su instalación. Por lo tanto, deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Garantizar en todo momento la confinación total del tipo residuo que contendrá.
- Deben ser de fácil limpieza, liviano, resistente y fácil de manipular.
- Deben ser resistentes ante posibles afectaciones ambientales (lluvia, calor, plagas, hurto, entre otros.)

7.2.1.2.2. Identificación de los contenedores temporales

Este proceso consiste en asignarle a cada tipo de residuo (papel, cartón, vidrio, plástico, residuos orgánicos) un color de contenedor o en caso de utilizar un único color de recipiente, identificarle con el ícono designado de tamaño legible en el área más visible del mismo.

Figura 12. **Recomendación para la identificación de contenedores temporales de color**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía para la Identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes.*

Figura 13. **Recomendación para la identificación de contenedores temporales de un solo color**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía para la Identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes.*

Según la Guía para la Identificación Gráfica de los Residuos sólidos comunes, los colores los contenedores empleados por tipo de residuo sólido son:

- Azul: envases y envoltorios de plástico, bolsas, implementos de aseo, entre otros.
- Amarillo: residuos de papel y cartón.
- Celeste: envases de vidrio.
- Verde: residuos orgánicos.
- Negro: papel higiénico u otros.
- Anaranjado: residuos multicapas (compuesto de aluminio, cartón y plástico), utilizados para envasar líquidos y productos alimenticios.

7.2.1.3. Almacenamiento de residuos peligrosos

Las actividades de lavado de vehículos, cambio de aceite y los derrames esporádicos de combustible, generan diversos residuos clasificados peligrosos, cuyo manejo y disposición requieren especial atención y una preparación adecuada por parte de quienes intervienen en la operación, con el fin de reducir los riesgos a la salud humana y al ambiente.

7.2.1.3.1. Características de los contenedores de recibo primario de lubricantes

- Se emplea para trasladar el aceite lubricante usado removido, desde el área de servicio menores hasta la zona de almacenamiento temporal.
- Deberá estar elaborado con materiales resistentes a la acción de lubricantes.
- Deberá poseer asas o agarraderos que permitan su correcta manipulación.
- Deberá estar libre de agujeros o rajaduras para prevenir goteos o fugas.

7.2.1.3.2. Características del recipiente para el drenaje de filtros usados

- Deberá contar con un embudo o malla que soporte los filtros a ser drenados.
- Deberá poseer asas o agarraderos que permitan su correcta manipulación.
- Deberá estar libre de agujeros o rajaduras para prevenir goteos o fugas.

7.2.1.3.3. Características de los contenedores temporales

- Garantizar en todo momento la confinación total del aceite lubricante usado almacenado.
- Deberán estar elaborados con materiales resistentes a la acción de hidrocarburos y la corrosión.
- Deberán identificarse mediante etiquetas elaboradas con base al Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA), cuyas especificaciones son las siguientes:
 - Nombre del residuo.
 - Datos de la entidad generadora del residuo.
 - Fecha de almacenamiento.
 - Pictograma de peligrosidad.
 - Dimensiones mínimas de 10 cm por 10 cm

Figura 14. **Modelo de etiqueta**

ACEITES LUBRICANTES USADOS	
Datos del generador del desecho:	T N
Nombre:	
Dirección:	
Teléfono:	 
Fecha de envasado: __/__/__	

Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2013.

7.2.1.3.4. Área de almacenamiento temporal

El área para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos peligrosos deberá cumplir con las siguientes condiciones (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006):

- Se deben colocar señales preventivas de: PROHIBIDO FUMAR y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS.
- El piso debe estar impermeabilizado, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas y el suelo, así mismo, deberá verificarse constantemente su estado para evitar el desarrollo de grietas que impidan la limpieza de derrames.

- No deberá poseer conexión alguna hacia el alcantarillado.
- Se deberá garantizar su adecuada ventilación.
- Se deberá desarrollar bajo un área techada, para impedir el contacto con el agua pluvial.

Figura 15. **Área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos**



Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. *Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados / Colombia.*

7.2.1.4. Disposición final

Consiste en confinar los residuos no aprovechables de forma definitiva en lugares diseñados y establecidos para el efecto.

7.2.1.4.1. Residuos sólidos comunes

Los residuos sólidos comunes deberán disponerse a través de un sistema de recolección autorizado por la municipalidad correspondiente. Sin embargo, para proveerles un mayor aprovechamiento, se deberán comercializar los

residuos como el papel, plástico y vidrio con empresas recicladoras cercanas al área donde se desarrolle el proyecto, los demás residuos deberán ser dispuestos en el botadero municipal.

7.2.1.4.2. Residuos peligrosos

La manera adecuada de disponer los residuos peligrosos originados por las actividades es siendo extraídos del proyecto por un proveedor o contratista especializado avalado por el MARN, quien se encargará de su disposición final.

En los siguientes párrafos, se describe el procedimiento empleado para la disposición final de cada residuo peligroso producido en una estación de servicio de combustible que provee una mayor valorización de los residuos, según la tecnología disponible en el medio:

- Aceite lubricante usado:
 - El proveedor o contratista realiza la recolección de aceite usado para su transporte hacia los hornos cementeros, donde se utilizan combustible en procesos de fabricación de clinker como combustible alternativo al bunker.
 - Entre otros usos que tiene el aceite usado son: usos en caminos de terracería para evitar emisiones de polvo, como impermeabilizante en la madera o antioxidante para piezas de metal; lubricación de bajo costo para maquinaria, o filtrado artesanal para su reutilización como lubricante en los automóviles.

- Filtros contaminados con aceite usado:
 - El proveedor o contratista realiza la recolección de filtros contaminados con aceite usado en contenedores de acero de 200 litros de capacidad debidamente identificados, los cuales son enviados a un centro de reciclaje.
 - En el centro de reciclaje, se extrae el aceite que conserva el filtro en su interior con productos químicos y se desengrasa también por fuera.
 - Luego se comprime la lata y se lleva a una empresa especializada, para el proceso de fundición de acero. La fibra contenida dentro de la lata, sin contenido de aceite debido al proceso de extracción, no afecta en el proceso de fundición del acero.
 - El aceite extraído de los filtros se recicla en una empresa especializada para generar combustible alternativo al bunker.

- Envases y recipientes vacíos contaminados de lubricantes:
 - Los envases y recipientes plásticos que contuvieron lubricantes son recolectados en la estación de servicio de combustible por un proveedor o contratista especializado; los envases son transportados en tambores de acero de 200 litros debidamente etiquetados.
 - Son recibidos en un almacén temporal de residuos especiales para su posterior envío a un centro de reciclaje.
 - En el centro de reciclaje, los envases plásticos se escurrirán en una pileta de concreto por 10 minutos aproximadamente y se introducirán a un molino para triturarlos.

- Una vez molido, el material pasará a tambo con malla No. 200 en donde se le realizará un lavado y escurrimiento con diésel para después pasar a una máquina de extrusión de plástico en donde se convertirá a sus formas útiles: pellets, tubería, mangueras, entre otros.
- El lubricante residual que llevaban los envases (escurrido), se recolectará y enviará a tanques de almacenamiento de aceites lubricantes usados.
- Arena contaminada por la absorción de derrames accidentales de lubricantes o combustibles:
 - El proveedor o contratista especializado recoge mensualmente la arena contaminada para brindarle el tratamiento requerido.
 - La arena contaminada se transporta en contenedores de acero, para después llevarse a un terreno baldío propiedad del proveedor o contratista especializado, destinado para este propósito.
 - La arena contaminada se coloca sobre un nylon para evitar la infiltración de partículas de lubricantes o combustibles sobre el suelo, para que por evaporación la arena contaminada se seque.
 - La arena seca se almacena en promontorios y posteriormente es utilizada para trabajos de construcción como: nivelación de piso, repellos rústicos entre otros.
 - Cuando la arena está muy contaminada y no se puede reutilizar, es llevada a fábricas artesanales de ladrillos, cerámica y blocks donde es quemada en hornos.
- Telas y paños contaminados con lubricantes, combustibles y jabones para vehículos, envases vacíos contaminados con jabones para vehículos:

- El proveedor o contratista realiza la recolección de estos residuos en contenedores de acero debidamente identificados, los cuales son enviados a una empresa especializada para su incineración.
 - La incineración de residuos consiste en la combustión controlada de los residuos para su transformación en materia sólida inerte (ceniza). Los procesos de incineración deben contar con equipos especializados que permitan eliminar los gases contaminantes contenidos en los gases de combustión y las partículas sólidas, previo a su emisión a la atmósfera.
 - Las cenizas obtenidas del proceso de incineración son recolectadas, almacenadas, transportadas y depositadas en el relleno sanitario de AMSA.
- Agentes químicos y sustancias para fumigación contra plagas:

La disposición final de los agentes químicos y sustancias utilizados en dispositivos y/o fumigación contra plagas, será realizada por el proveedor o contratista especializado en la materia. La cual consiste dependiendo de las características fisicoquímicas de los residuos generados (agentes químicos y sustancias) en una posible incineración, encapsulado, estabilización o confinamiento según aplique.

- Gases refrigerantes empleados en equipos de refrigeración:

Los refrigerantes químicos abarcan a las sustancias como los clorofluorocarbonos (CFC) y los hidroclofluorocarbónos (HCFC), las cuales contribuyen a la destrucción de la capa de ozono. El daño generado sobre la capa de ozono se debe en parte a la liberación de gases refrigerantes a la atmósfera.

por parte de los técnicos y profesionales frigoristas que desconocen las técnicas para su adecuada disposición. (MARN, s.f.)

Las estaciones de servicio de combustible que posean tienda de conveniencia deberán ejecutar las rutinas de mantenimiento de sus equipos de refrigeración mediante proveedores o contratistas que posean la Licencia de empresa frigorista avalada por el MARN.

A continuación, se definen los procedimientos relacionados con la manipulación y disposición final de gases refrigerantes de acuerdo con la guía 3-1996 de ASHRAE. (ASHRAE, p. 15 1996, citado por Yañez 2006)

- Recuperar:

Significa remover el gas refrigerante, en cualquier condición, de un sistema y almacenarlo en un contenedor externo, sin analizarlo ni procesarlo.

- Reciclar:

Es limpiar el gas refrigerante para volverlo a utilizar, retirándole el aceite, remover gases no condensables y hacerlo circular por múltiples dispositivos, como filtros deshidratadores, que reducen la humedad, la acidez y la presencia de sólidos. Este término usualmente se aplica a los procedimientos que se pueden implementar en sitio o en el taller de servicio.

- Regenerar:

Consiste en reprocesar el gas refrigerante hasta que alcance las especificaciones de un gas nuevo, que dependerá principalmente del tipo de gas

refrigerante, la calidad del gas refrigerante, potenciales contaminantes y cantidad de gas refrigerante a tratar. Se requiere de un análisis químico del gas para determinar que haya alcanzado las especificaciones requeridas. Regenerar implica el uso de procesos y procedimientos que solamente se pueden ejecutar en un equipo reprocesador o en la planta del fabricante.

7.2.1.4.3. Rutinas de verificación

Los empleados del proyecto serán los encargados de realizar una rutina de verificación del contenido de residuos en cada contenedor según su tipo, deberán realizar una separación y reclasificación en dado caso no estén dispuestos adecuadamente; este procedimiento deberá ejecutarse diariamente previo a que sean extraídos del proyecto.

Para que la verificación y clasificación de los residuos sólidos comunes por parte de los empleados del proyecto pueda realizarse de manera eficaz, es necesario desarrollar e impartir un módulo de capacitación, según se describe a continuación.

7.2.1.4.4. Módulo de capacitación en manejo de residuos sólidos

- Aspectos generales del manejo de los residuos sólidos:
 - Conceptos básicos sobre residuos sólidos y tipos de residuos sólidos.
 - El impacto ocasionado al ambiente al no ser manejados y dispuestos adecuadamente.
 - Legislación guatemalteca aplicable.

- Manejo adecuado de los residuos sólidos comunes y peligrosos:
 - Fuentes de generación de residuos en las estaciones de servicio de combustible y la clasificación de los residuos generados.
 - Separación de residuos en la fuente y sistema de clasificación de residuos propuesto.

- Consideraciones importantes para desarrollar durante el manejo de los residuos:
 - Uso de equipo de protección personal.
 - Atención a señales preventivas.

7.2.2. Plan de manejo de residuos líquidos

Para establecer las disposiciones requeridas para la correcta gestión ambiental de los efluentes generados durante el desarrollo de las actividades de operación en una estación de servicio de combustibles, es necesario contemplar de forma separada los diversos tipos de efluentes generados.

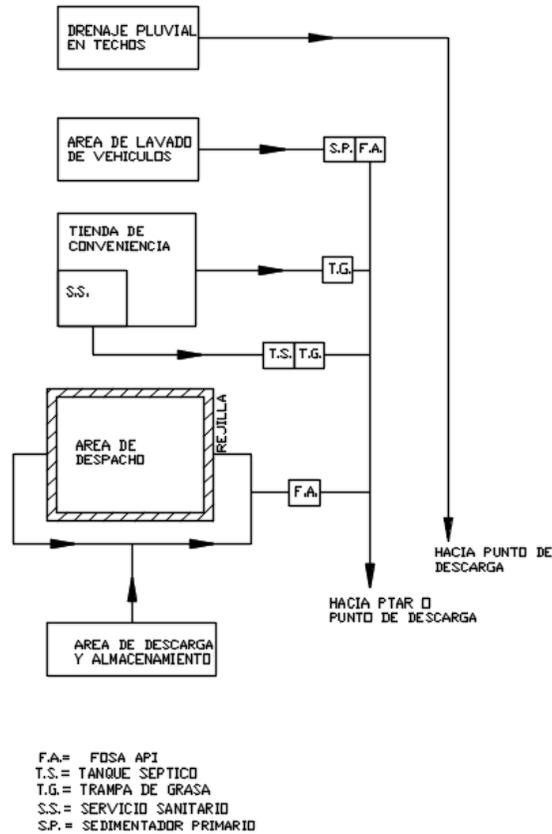
En una estación de servicio de combustible se generan tres tipos de agua residual: pluvial, doméstica e industrial; las cuales se conducen por medio de alcantarillado separativo, hasta un punto de descarga final. Debido a la terminología empleada en el acuerdo gubernativo No. 236-2006 Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos, se establece que en una estación de servicio de combustible se generan aguas residuales de tipo ordinario y especial.

Las características de los efluentes de descarga de tipo ordinario y especial están condicionados por los límites máximos permisibles para entes generadores nuevos o existentes establecidos en el acuerdo gubernativo No.

236-2006, por tanto, las estaciones de servicio de combustible están obligadas a velar por su cumplimiento a través de la elaboración de su estudio técnico, diseño y posterior implementación de las obras civiles requeridas para el tratamiento de las aguas residuales previo a su descarga, así mismo deberán ejecutar rutinas de verificación de cumplimiento a través de caracterizaciones semestrales de los efluentes generados.

El mantenimiento de los dispositivos de tratamiento debe ejecutarse de forma periódica según se establezca en su manual de mantenimiento, a través de contratistas o proveedores especializados avalados por el MARN.

Figura 16. **Esquema típico de descargas de aguas residuales en las estaciones de servicio de combustible**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2013.

7.2.2.1. Agua pluvial

Se refiere al agua pluvia que cae directamente sobre el techo de las edificaciones y marquesina en una estación de servicio, la cual es recolectada a través de las canaletas y bajadas de agua pluvial ubicadas en los techos, para finalmente ser conducida a través de un sistema de alcantarillado pluvial hacia el punto de descarga.

Para el adecuado funcionamiento de las estructuras de captación y conducción de agua pluvial, se deben ejecutar rutinas de limpieza como mínimo de forma anual previo al inicio de la época de lluvia.

7.2.2.2. Agua residual doméstica

Son las aguas residuales generadas por actividades domésticas, en el caso de las estaciones de servicio de combustible, estas se originan por el uso de los servicios sanitarios, lavamanos y lavatrastos, los cuales se conducen a través de un alcantarillado hacia el sistema de tratamiento previo a su desfogue en el punto de descarga.

7.2.2.2.1. Sistema de manejo de aguas residuales ordinarias

A continuación, se describen los dispositivos comúnmente empleados para el tratamiento de las aguas residuales domésticas. El diseño final del sistema de tratamiento requerido dependerá principalmente del caudal producido, composición fisicoquímica del efluente, características geomorfológicas del terreno y el punto de descarga del efluente; debiendo ser elaborado por un profesional en ingeniería sanitaria.

- Tanque séptico

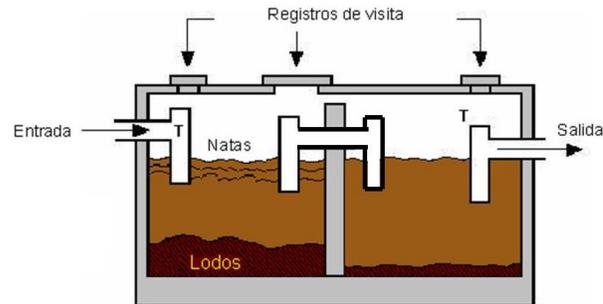
Dispositivo para el tratamiento de aguas residuales que recibe las aguas provenientes de los servicios sanitarios y lavamanos, en él se realiza la separación y transformación fisicoquímica de la materia orgánica.

De acuerdo con Rosales (2005), el tratamiento de las aguas residuales en un tanque séptico consta de dos etapas:

- La primera etapa del tanque corresponde a la acumulación de sólidos sedimentables en fondo del tanque y la separación sólidos flotantes compuestos por grasas y aceites los cuales forman una capa sobre la superficie. Entonces se produce la descomposición anaeróbica de la materia orgánica sedimentada y las aguas residuales. En este proceso se generan gases, principalmente dióxido de carbono, metano y compuestos de azufre, los cuales son eliminados a través del conducto colocado en el techo del pozo séptico.
- En la segunda etapa, continúa la degradación de la materia orgánica, sin embargo, el tiempo de retención es menor que el requerido en la primera etapa, debido a que la cantidad de materia orgánica a tratar es menor.

Un tanque séptico debe ser construido de tal manera que se agilice la digestión del lodo, permitiendo el contacto de las aguas residuales con los microorganismos la mayor cantidad de tiempo posible. (Grupo MT, s.f.)

Figura 17. **Tanque séptico de dos cámaras**



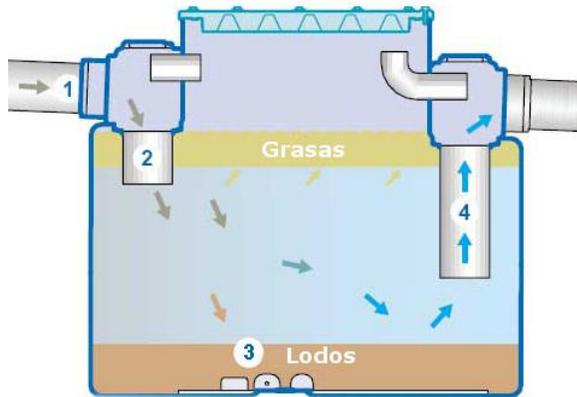
Fuente: Gonzales (2016). *Inspección de fosas sépticas y letrinas*. Consulta: 2 de octubre de 2019. Recuperado de <https://slideplayer.es/slide/5710915/>.

- **Caja trampa de grasas**

La caja trampa de grasas es un dispositivo de tratamiento que permite la separación y recolección de grasas y aceites (Comisión Nacional del Agua, 2016), en las estaciones de servicio de combustible la generación de aguas residuales con alto contenido de grasas y aceites son las provenientes de los lavatrastos instalados en las tiendas de conveniencia.

Su funcionamiento consiste en disminuir la velocidad del flujo del efluente con la finalidad de proveer el tiempo suficiente para la separación de las grasas y el agua, de esta manera los materiales más livianos flotan en la superficie formando una capa denominada nata en tanto los sólidos más pesados se sedimentan en el fondo del dispositivo. (Tekhnoport.ru, 2020)

Figura 18. **Caja trampa de grasas**



Fuente: Abakan-teach (2012). *Separador de Grasas Funcionamiento*. Consulta: 2 de octubre de 2019. Recuperado de <http://abakan-teach.ru/separador-de-grasas-funcionamiento/>

- Pozos de absorción

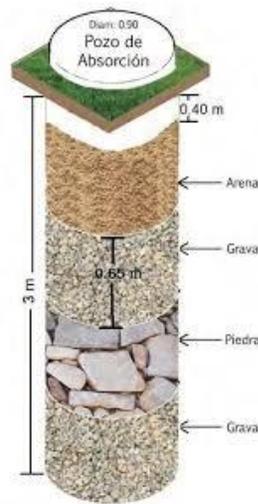
Un pozo de absorción consiste en una cámara cubierta por material poroso que sirve para que las aguas residuales, tratadas previamente mediante fosas sépticas, se infiltren lentamente.

Se deben tomar ciertas consideraciones al momento de construir un pozo de absorción, las cuales se describen a continuación (Tilley et al., 2018, citado por Latargere y Sawyer, s.f.):

- Debe tener entre 1.5 a 4 metros de profundidad.
- Estar al menos 2 metros por encima de la capa freática y a una distancia mínima de 30 m de fuentes de agua superficiales.
- Debe estar alejado de zonas de alto tráfico para evitar que la tierra encima y alrededor se compacte.

- La distancia mínima entre el pozo de absorción y la edificación será de 5 m.

Figura 19. **Pozo de absorción**



Fuente: DLD14 proyectos S.A. de C.V. (2017). *Manual de usuario modelo polietileno sistema individual de tratamiento de agua residual doméstica.*

7.2.2.3. **Agua residual industrial**

Para las estaciones de servicio de combustible, corresponde a las aguas residuales generadas por la actividad de lavado de vehículos y las provenientes de la mezcla de agua con partículas de combustible remanente en las zonas de tanques de almacenamiento y en las islas de despacho de combustibles.

7.2.2.3.1. Sistema de manejo de aguas residuales industriales

En esta sección se presenta un resumen de las estructuras y dispositivos requeridos para el pretratamiento de aguas residuales industriales consistente en la eliminación de sólidos gruesos y la materia flotante, tales como grasas, aceites e hidrocarburos. Para la remoción de los demás contaminantes presentes en el agua de lavado, será requerido un tren de tratamiento.

Al igual que para la disposición de las aguas residuales domésticas, el diseño final del sistema requerido para el manejo de las aguas residuales industriales deberá ser elaborado por un profesional de la ingeniería sanitaria con base a la calidad y cantidad de efluente generado.

- Estructuras para la recolección de aguas residuales industriales

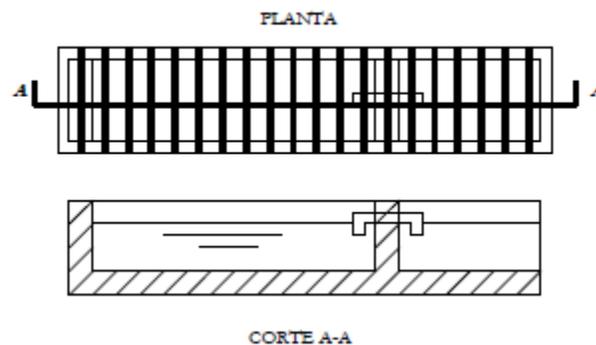
En las siguientes secciones se resumen las características generales de los dispositivos empleados para la recolección de aguas residuales industriales, según lo descrito en el documento Guías ambientales para estaciones de servicio (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial [MAVDT], 2007)

- Sumidero en rampa de lavado

Es una estructura compuesta por una caja cubierta con rejillas que rodea a la rampa de lavado de vehículos con la finalidad de recolectar el agua proveniente de esta actividad, también contribuye a la remoción de sólidos gruesos.

Las dimensiones de la sección transversal del sumidero deben permitir su limpieza y debe ser construido o revestido con materiales impermeables.

Figura 20. **Sumidero en rampa de lavado**



Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007). *Guía ambiental para Estaciones de Servicio.*

- **Rejillas**

Las rejillas consisten en barras de acero verticales o inclinadas, espaciadas a intervalos iguales colocadas sobre un canal por el que fluye el agua residual. Se utilizan principalmente para evacuar las aguas residuales hacia el sistema de tratamiento, a la vez que eliminan los residuos de gran tamaño.

Los criterios utilizados en su diseño se basan principalmente en: el tamaño de la barra, el espaciado, el ángulo de inclinación desde la vertical, intervalo de variación del caudal, la pérdida de carga admisible y la velocidad del efluente.

Debido a que en las estaciones de servicio de combustible se requieren de instalaciones pequeñas de tratamiento, se emplean rejillas de limpieza

manual. Las rejillas necesitan poco mantenimiento por estar construidas con materiales de alta resistencia, sin embargo, es necesario limpiarlas frecuentemente para evitar su obstrucción.

Figura 21. **Rejillas de contención de una estación de servicio de combustible**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Cobán, Alta Verapaz. 2017). Colección particular. Guatemala.

- Dispositivos de tratamiento

En las siguientes secciones se resumen las características generales de los dispositivos empleados el tratamiento de las aguas residuales industriales, según lo descrito en el documento Guías ambientales para estaciones de servicio. (MAVDT, 2007)

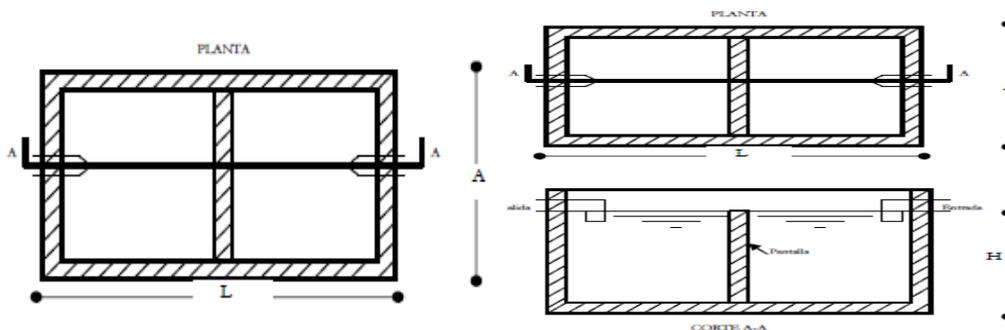
- Sedimentador primario

El sedimentador primario es un dispositivo que funciona bajo el mismo principio que el tanque séptico, removiendo partículas en suspensión en el rango de 0.05 mm a 0.2 mm.

Los sedimentadores primarios pueden tener sección transversal circular o rectangular, algunos parámetros para el diseño de sedimentadores rectangulares son:

- La relación longitud-ancho varía entre 3:1 y 5:1.
- La profundidad del agua a tratar debe ser mayor a 2 m.
- El ancho del dispositivo debe estar entre 3 a 24 m.
- Debe tener una pendiente suave entre 1 o 2 %.
- El tiempo de retención es de aproximadamente 1.5 a 2.5 horas.

Figura 22. Sedimentador primario



Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007). *Guía ambiental para Estaciones de Servicio.*

- Fosa API

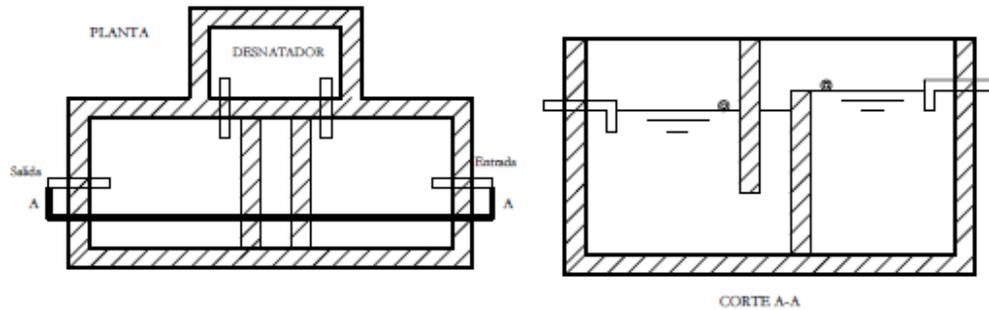
La fosa API funciona bajo el mismo principio que la caja trampa grasa, permitiendo que las grasas y aceites suban a la superficie y que los sólidos se sedimenten en el fondo.

La materia flotante que será separada mediante la fosa API debe cumplir las siguientes condiciones:

- Estar en fase líquida.
- Encontrarse en estado libre, es decir que las grasas y aceites disueltas no serán eliminadas.
- Poseer una densidad menor que la del agua.
- El tamaño de la partícula deberá ser superior al valor predeterminado en el diseño.

De acuerdo con el caudal a tratar, será necesario construir la fosa API en concreto revestido de pintura epóxica cuyo volumen útil varía generalmente entre los 1 a 3 m³, compuesta por tres cámaras separadas por pantallas de concreto o mampostería. En la primera y segunda cámara se realiza la mayor retención de sólidos y en menor medida la retención de grasas y aceites, mientras que en la tercera se presenta la mayor acumulación de grasas y aceites los cuales se almacenan en el desnatador.

Figura 23. **Fosa API**



Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007). *Guía ambiental para Estaciones de Servicio*. p 73.

7.2.3. **Plan de emergencia y contingencia**

Una contingencia se refiere a la ocurrencia de situaciones eventuales ocasionadas por el desarrollo de las actividades operacionales de las estaciones de servicio de combustible, entre las cuales resaltan los incendios, explosiones, derrames y fugas.

Debido a que la ocurrencia de estos eventos representa una amenaza a la integridad de la estructura, los trabajadores y el ambiente, es importante la elaboración oportuna de cada procedimiento de atención contenido en el plan de contingencia y su revisión periódica.

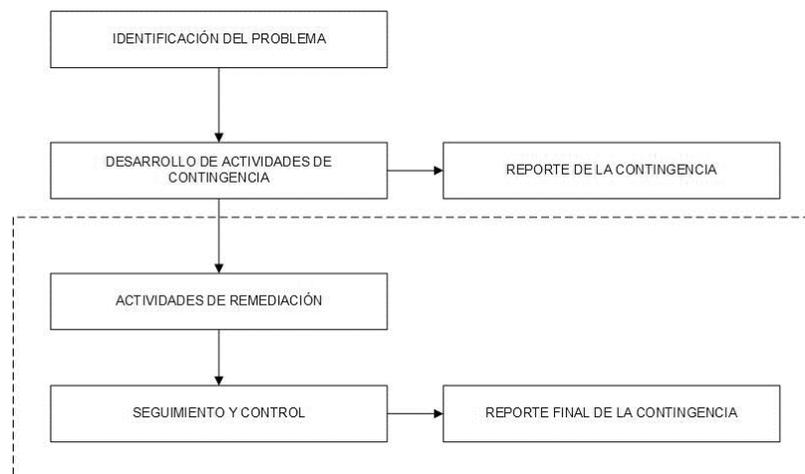
La atención de una contingencia requiere en primera medida la identificación del problema, posteriormente se deberán desarrollar todas las acciones de atención inmediata según se establecieron en el plan de emergencia aplicable, empleando los recursos humanos y materiales necesarios. Por ello es

de suma importancia proveer capacitación continua a todos los empleados de la estación de servicio de combustible.

Debido a que la eficiencia del plan propuesto se determinará únicamente a través de la atención de una eventualidad, la siguiente etapa consiste en la elaboración de un reporte en el cual se definirá la necesidad de reestructurar el plan de contingencias.

Dependiendo del tipo de eventualidad ocurrida, será requerido el desarrollo de actividades para la restauración o remediación del ambiente circundante con base a la tecnología existente en el medio, cuya efectividad se analizará mediante reportes de seguimiento y control.

Figura 24. **Esquema para la atención de una contingencia**



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de SOLDICOM. (2022). *Guía para la elaboración y la implementación de planes de contingencia para estaciones de servicio de combustible.*

A continuación, se proveen los lineamientos generales para la estructuración del plan de contingencia aplicable a cualquier estación de servicio de combustible.

7.2.3.1. Comité de emergencias y responsabilidades

El comité de emergencias es el equipo encargado de planificar y ejecutar las acciones de prevención y atención de eventualidades. Estará integrado por el representante legal, administrador y brigada de emergencias, esta última deberá ser conformada por el personal que labore en la estación de servicio de combustible.

Tabla XX. **Comité de emergencias**

Cargo	Funciones
Propietario representante legal	<ul style="list-style-type: none"> o Provee los recursos requeridos para la adecuada implementación del plan de contingencia.
Administrador	<p>Identifica y evalúa la magnitud inmediata de la emergencia, pone en ejecución el plan de contingencia.</p> <p>Inspecciona áreas afectadas, evalúa y reporta daños.</p> <p>Planifica, dirige y toma decisiones relacionadas con las acciones de remediación, monitoreo y mantenimiento.</p>
Brigada de emergencias (operarios)	<p>Afronta las contingencias, provee primeros auxilios, rescata y traslada a sitios seguros a personas atrapadas y lesionados.</p> <p>Coordina y verifica que las acciones de seguimiento, monitoreo y remediación se ejecuten adecuadamente de acuerdo con lo establecido en el plan de contingencias.</p>

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de SOLDICOM. (2022). *Guía para la elaboración y la implementación de planes de contingencia para estaciones de servicio de combustible.*

7.2.3.2. Equipo para control de contingencias derivadas de la manipulación de combustibles

Las estaciones de servicio de combustible deben cumplir como mínimo, con los elementos previstos en artículo 50 del acuerdo gubernativo 522-99 Reglamento de la ley de comercialización de hidrocarburos:

- Al menos 2 extintores de 20 lb conteniendo polvo químico seco del tipo ABC comprendido entre una altura de 1.2 y 1.5 metros por cada 3 bombas de despacho.
- Un chorro o toma de agua, por cada isla de bombas de despacho.
- Un recipiente que contenga bolsas llenas de arena seca de río, que totalicen medio metro cúbico, en cada extremo de las islas de bombas de despacho y en el área de tanques.
- Rótulos preventivos: prohibido fumar, apague su motor, y otros relativos a la seguridad de las personas y los bienes, ubicados en áreas de despacho y otros de importancia.

Figura 25. **Señalización de seguridad para estaciones de servicio de combustible**



Fuente: Terpel S.A. (2015). *Estación de servicio confiable*.

7.2.3.3. Elementos de protección personal

Durante el desarrollo de las actividades operativas de la estación de servicio de combustible, los colaboradores deberán contar con:

- Mínimo un casco con barbiquejo para la descarga de combustible.
- Gafas de seguridad para la descarga y manipulación de sustancias químicas.
- Guantes de cuero industriales para la manipulación de tapas, válvulas y otros elementos.
- Guantes de nitrilo para manipular elementos impregnados con combustibles y otras sustancias químicas.
- Protección respiratoria tipo cartucho para vapores de combustible (a emplearse durante las mediciones de combustible en el camión cisterna).
- Botas industriales punta de acero (un par para cada colaborador).
- Chaquetas impermeables con bandas de material reflectivo para los despachadores.

7.2.3.4. Acciones de respuesta

Las acciones de respuesta propuestas en los siguientes apartados comprenden aquellas emergencias que ocurren con mayor frecuencia en las estaciones de servicio, de acuerdo con los lineamientos descritos en la Guía para la elaboración e implementación del plan de contingencia para estaciones de servicio de combustible (Solidcom, 2020).

7.2.3.4.1. En caso de sismo

- Cuando comiencen los temblores, los operarios dejarán de operar de inmediato, apagando rápidamente las máquinas que están siendo utilizadas y se dirigirán en primera instancia a los puntos de reunión preestablecidos.
- En caso de no lograrse tal cometido, se desplazarán para protegerse en áreas seguras, como marcos de puertas, debajo de mesas o escritorios fuertes si se está dentro de una oficina, en caso de no existir muebles, deberán desplazarse hacia una esquina de la habitación; si se encuentra en una zona abierta, dirigirse hacia un lugar libre de cables eléctricos o escombros.
- Se verificará la existencia de heridos, a los que se les deberá proveer primeros auxilios y atención emocional a consecuencia del hecho. Así mismo, no deberán moverse de su sitio a las personas gravemente heridas a menos que se encuentren en situación de peligro.
- Si las condiciones lo requieren, se solicitará asistencia a los Bomberos, Policía, en aquellos lugares próximos a centros urbanos.
- Se verificará si hay escapes de gas, de detectarse pérdidas se procederá a cerrar las llaves de paso correspondientes, de igual de forma se hará con los servicios de agua y electricidad.
- Se tendrá precaución con la posible existencia de cristales rotos, evitándose el contacto con cables eléctricos derribados e instalaciones dañadas.
- En caso de producirse incendios como consecuencias del temblor, se implementará la respuesta mencionada en el apartado de respuesta en caso de incendio.

- Se limpiarán posibles derrames de líquidos combustibles, inflamables, tóxicos, medicamentos, entre otros.
- Se inspeccionarán con precaución los mobiliarios, estando atentos a objetos que puedan caer súbitamente de los estantes.

7.2.3.4.2. En caso de incendio

Las zonas susceptibles a la ocurrencia de un incendio dentro de una estación de servicio de combustible corresponden a las bocas de llenado de los tanques de almacenamiento de combustible, islas y tienda de conveniencia. Los incendios son generalmente ocasionados por el inadecuado desarrollo de los procedimientos operacionales o por la ocurrencia de una fuga o un derrame de combustible.

Una vez se ha localizado el foco de incendio dentro de las instalaciones, las actividades para la atención durante la ocurrencia del evento son:

- Suspender de inmediato el suministro de combustible.
- Llamar al cuerpo de Bomberos.
- Combatir el fuego con los extintores más cercanos.
- Retirar vehículos que estén en cercanía del evento.
- Si el incendio ocurrió en el camión cisterna, debe ser inmovilizado y usar extintores, si el incendio no es controlado, se debe aplicar agua.

Después de extinguido el fuego, se deberán desarrollar las siguientes acciones:

- Asegurar que no existan focos de reinicio de fuego.

- Brindar primeros auxilios a los heridos o de ser requerido, trasportarlas al centro médico más próximo.
- Restringir el acceso de personas no autorizadas al establecimiento.
- Realizar las labores de limpieza o remoción de escombros. La disposición final de los residuos deberá realizarse mediante contratistas o proveedores especializados autorizados por el MARN.

7.2.3.4.3. En caso de fugas de combustible

A partir del momento en que se ha confirmado la ocurrencia de una fuga en los sistemas de almacenamiento, conducción y distribución de combustibles, como primera medida se deberán determinar con la mayor precisión, todas las fuentes de fuga existentes.

Después de haber identificado las fuentes de fuga de combustible, se ejecutará el siguiente procedimiento:

- Suspender la distribución de los combustibles y cerrar el tanque de almacenamiento, cancelando los pedidos pendientes por recibir.
- Cercar el área y no permitir el acceso de personas ajenas al comité de emergencias.
- Eliminar posibles fuentes de ignición y cortar el suministro de energía eléctrica mediante el botón de paro.
- Determinar el área afectada en zonas urbanas mediante la medición de vapores y gases, en caso se detecte una concentración mayor al límite inferior de inflamabilidad se deberá evacuar a las personas que habiten en esa área debiéndose ventilar el área hasta minimizar la concentración de gases presentes.

- Se procederá a la contención y recuperación del combustible, y la posterior remoción de suelos y agua contaminados.
- Los residuos generados deberán ser procesados mediante un contratista o proveedor autorizado por el MARN.
- Las técnicas comúnmente empleadas para la remediación del suelo contaminado son (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC], 2007):

- Desorción térmica:

Consiste en calentar el suelo contaminado con la finalidad de vaporizarlos y separarlos del suelo.

- Incineración:

Se utilizan hornos a altas temperaturas (entre 870 a 1200 °C) para volatilizar y quemar compuestos orgánicos mediante una reacción de combustión.

- Extracción de fase dual:

Emplea un sistema de alto vacío para eliminar los líquidos y vapores presentes en el suelo.

- Bioacumulación:

Consiste en la adición de microorganismos para degradar o transformar los compuestos orgánicos tóxicos a otros menos tóxicos o inocuos.

Figura 26. **Contención y recuperación de combustible sobre el suelo**



Fuente: Corporación Eléctrica del Ecuador (2008). *Manejo, prevención y control de derrames de aceites químicos y combustibles.*

Figura 27. **Contención y recuperación de combustible sobre cuerpos de agua superficial**



Fuente: Corporación Eléctrica del Ecuador (2008). *Manejo, prevención y control de derrames de aceites químicos y combustibles.*

7.2.3.4.4. En caso de derrame de combustible

- Derrame de combustible en área de despacho

Este incidente corresponde a derrames de menor magnitud que ocurren sobre la superficie de concreto, empleada para impermeabilizar el área de despacho de combustible durante el desarrollo de las actividades de expendio de combustible en autoservicio o servicio completo. Inmediatamente después de la ocurrencia de este tipo de eventos se debe:

- Eliminar fuentes de ignición cercanas al área de despacho.
 - Delimitar el área con material absorbente, a fin de contener el flujo del combustible.
 - Absorber totalmente el producto libre sobre la superficie con arena.
 - Todo material utilizado para la contención del derrame debe ser dispuesto de manera adecuada mediante proveedores especializados.
- Derrame por sobrellenado en el área de tanques

Al generarse un derrame por sobrellenado de uno de los tanques de almacenamiento, el comité de emergencias en conjunto con el conductor del camión cisterna, deberán desarrollar el siguiente procedimiento:

- Suspender inmediatamente el flujo de combustible del camión cisterna al tanque.
- Eliminar fuentes de ignición en un radio de hasta 30 metros, conforme con el volumen del derrame.

- Mantener al personal no autorizado fuera del área del derrame.
- Tener a disposición los extintores de polvo químico seco, en caso de ocurrencia de incendio.
- Colocar una barrera de contención, para evitar que el combustible fluya hacia el sistema de alcantarillado.
- Recoger el combustible libre en la superficie con material absorbente, tales como arena, trapos o absorbentes sintéticos.

7.2.3.4.5. En caso de robo u asalto

En caso de sufrir un asalto o robo, deben tomarse las siguientes medidas de manera inmediata:

- Actuar con tranquilidad y prudencia ante situaciones de riesgo o de intimidación.
- No oponer resistencia, más aún si los delincuentes portan armas. En caso de disparos, las personas atacadas deberán tirarse al suelo y cubrirse la cabeza.
- No hacer contacto visual con los asaltantes. Si los delincuentes escapan en un vehículo, se deberá tomar un registro detallado del mismo: número de placas, el modelo, el color y marca.
- En la escena del crimen, no deberá tocarse ningún objeto con la finalidad de que las autoridades correspondientes puedan obtener el rastro de huellas u otros indicios sobre los autores.
- Avisar inmediatamente a la policía, indicándoles la dirección exacta del lugar y proporcionarles el teléfono del administrador para su localización.
- Brindar primeros auxilios o solicitar asistencia médica, si es necesario.

7.2.4. Reporte por derrame o fuga de combustible

En la ley de comercialización de hidrocarburos se establece únicamente como causal de sanción la contaminación al ambiente por derrames y fugas, sin embargo, aún no se han implementado normativas referentes a la elaboración y presentación del reporte ante autoridad competente.

Por lo tanto, será el propietario o representante legal, el responsable de implementar y registrar a través de un sistema interno (bitácora) todos los incidentes eventuales derivados de la manipulación de combustibles.

Al implementar el sistema de registro de fugas y derrames, se debe realizar una caracterización inicial sobre la infraestructura física y del área circundante, cuyo contenido mínimo es el siguiente:

- Caracterización de las instalaciones de la estación de servicio, debe incluir planos o esquemas de distribución, cantidad de tanques, norma utilizada para la fabricación de cada tanque, edad de cada tanque, entre otros.
- Descripción de los métodos utilizados para prevenir fugas, incluyendo los resultados de las últimas pruebas de funcionalidad de los tanques.
- Caracterización física del área circundante: Topografía, colindancias, ubicación de estaciones de servicio de combustible cercanas.
- Caracterización biológica del área circundante: Descripción de especies de fauna y flora endémicas, así mismo de especies indicadoras presentes en las cercanías de la estación.
- Descripción del equipo de seguridad industrial, equipo contra incendios, material para la contención y recuperación de combustible disponible en la estación.

La caracterización inicial efectuada deberá actualizarse periódicamente, según ocurran ampliaciones o remodelaciones en la infraestructura, sustitución de los equipos y materiales para la atención de contingencias, cambio en el uso de suelo circundante a la estación, entre otros.

Para cada incidente ocurrido, se deberá completar la siguiente información en la bitácora:

- Descripción detallada de la fuga identificada o derrame: Lugar, fecha y acciones de emergencia realizadas.
- Determinación del volumen de combustible perdido, evaluación de las acciones de emergencia y diseño de las acciones de remediación correspondientes.

7.3. Análisis

A continuación, se resumen las mejoras propuestas en los planes de manejo.

- Plan de manejo de residuos sólidos comunes:
 - Implementación de un sistema de separación de residuos sólidos comunes en la fuente durante la etapa de operación, según las disposiciones de la guía de residuos del MARN.
 - Para el almacenamiento temporal dentro del proyecto, se requiere de la implementación de bodegas de almacenamiento para residuos sólidos ordinarios y peligrosos de forma separada.
 - Se deben emplear contenedores fabricados con materiales que impidan su vertimiento al ambiente.

- Se especifican los requerimientos para la capacitación a los empleados para la adecuada gestión de los residuos sólidos
- Plan de manejo de aguas residuales:
 - El manejo de residuos líquidos requiere el cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 236-2006, para ello se debe elaborar un estudio técnico, el diseño e implementación de los dispositivos para el tratamiento de los efluentes generados.
 - Dadas las características de las aguas residuales ordinarias se requiere al menos un tanque séptico para la remoción de la materia orgánica.
 - En cuanto a las aguas industriales se requiere de la adecuación de las áreas susceptibles a la ocurrencia de derrames, siendo estos el área de despacho y el área de almacenamiento. Por lo que se requiere la implementación de un sistema de rejillas y conducirla hacia una fosa API.
- Plan de emergencia y contingencia
 - Los equipos para control de contingencias requeridos según el artículo 50 del Acuerdo Gubernativo 522-99 consisten en extintores, areneros y señalización de seguridad.
 - Los colaboradores encargados del expendio de combustible y el piloto del camión cisterna deben utilizar equipo de protección personal, consistente en calzado punta de acero y ropa anti reflectiva.
 - Los riesgos previstos en una estación de servicio son aquellos ocasionados por la manipulación de combustible (incendio,

explosión y derrames). Es por ello que se plantean medidas de respuesta contra este tipo de incidentes, también se plantea la organización de un comité de emergencia para la distribución de responsabilidades.

- Se propone un sistema de reportes por derrames o fugas de combustible, con la finalidad de llevar un control interno sobre la efectividad de las medidas de contingencia desarrolladas por la estación de servicio.

8. MONITOREO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

De conformidad a los impactos ambientales identificados, en esta sección se especifican las acciones y medios de verificación requeridos para el cumplimiento de las medidas de mitigación requeridas para el cumplimiento de normativa nacional en materia ambiental, aplicables a la etapa de construcción y operación de una estación de servicio de combustible.

Los medios de verificación descritos a continuación permitirán la creación de un registro del desarrollo de las actividades de monitoreo y consumo de servicios ambientales, este registro será de vital importancia para establecer la efectividad del sistema de gestión ambiental y como evidencia documental del cumplimiento de las medidas de mitigación ante el MARN.

En el plan de seguimiento y monitoreo ambiental adjunto, no se especifica la ubicación de los puntos de monitoreo, debido a que estos dependerán de la distribución física de las instalaciones del proyecto y del criterio del consultor ambiental.

Tabla XXI. **Plan de monitoreo y seguimiento ambiental durante la etapa de construcción**

Impacto Ambiental	Medida de Mitigación	de	Medida de acción	Indicador de monitoreo	de	Frecuencia de monitoreo
Aguas residuales ordinarias generadas por la captación de evacuaciones fisiológicas humanas.	Desfogue final de aguas residuales ordinarias que cumplen con los parámetros específicos para el tipo de ente generador según el AG 236-2006		Captación de evacuaciones fisiológicas humanas en servicios sanitarios portátiles arrendados a una empresa especializada.	Facturas / recibos – del pago por el arrendamiento de sanitarios portátiles a una empresa especializada.		Cada mes
Generación de residuos sólidos comunes.	Disposición final adecuada de los residuos sólidos comunes generados.		Los residuos sólidos ordinarios deberán almacenarse temporalmente dentro del proyecto, según el plan de manejo establecido. Los residuos deberán ser extraídos por un servicio de recolección municipal.	Facturas / ordenes de trabajo / recibos – del pago por el servicio de recolección de basura común.		Cada mes
Generación de tierras remanentes durante los trabajos de excavación y movimiento de tierras.	Disposición final adecuada de las tierras remanentes, materiales constructivos y escombros generados.		Las tierras remanentes, escombros y residuos de materiales constructivos deberán apilarse en sitio establecido dentro del área del proyecto, posteriormente deberán desecharse en sitios definidos para tal uso, establecidos por la municipalidad local.	Facturas / ordenes de trabajo / recibos – del pago de servicio de extracción de tierras remanentes		Por viaje / Camionada
Generación de residuos de materiales constructivos y escombros durante los trabajos de demolición.						
Presión sonora generada por las actividades de construcción.	No sobrepasar el límite máximo permisible de presión sonora de 85 dB.		Medición programada de la presión sonora emitida por las actividades de construcción. Los puntos de medición de presión sonora deberán establecerse dentro de un radio de 15 m de la maquinaria en uso.	Bitácora de verificación de los puntos donde se realizarán las tomas de presión sonora. En cada punto se anotará: 1. la hora de la toma, 2. la presión sonora captada y 3. La duración del video captado para ese punto.		2 veces / durante la etapa de construcción
Probabilidad de la ocurrencia de incidentes de emergencia, derivados de la construcción del proyecto, como percances en donde pudiesen necesitarse primeros auxilios, incendios, e incluso contingencias por factores naturales.	Respuesta adecuada y oportuna por parte de los colaboradores ante la ocurrencia de emergencias en general.		Capacitación a todos los colaboradores, para accionar una respuesta adecuada y oportuna ante la ocurrencia de emergencias en general.	Listado de asistentes a la capacitación.		Una vez al año

Continuación de la tabla XXI.

Impacto Ambiental	Medida de Mitigación	Medida de acción	Indicador de monitoreo	Frecuencia de monitoreo
Generación de residuos sólidos comunes.	Disposición final adecuada de los residuos sólidos comunes generados.	Los residuos sólidos ordinarios deberán almacenarse temporalmente dentro del proyecto, según el plan de manejo establecido. Los residuos deberán ser extraídos por un servicio de recolección municipal.	Facturas / ordenes de trabajo / recibos – del pago por el servicio de recolección de basura común.	Cada mes
Generación de tierras remanentes durante los trabajos de excavación y movimiento de tierras.	Disposición final adecuada de las tierras remanentes, materiales constructivos y escombros generados.	Las tierras remanentes, escombros y residuos de materiales constructivos deberán apilarse en sitio establecido dentro del área del proyecto, posteriormente deberán desecharse en sitios definidos para tal uso, establecidos por la municipalidad local.	Facturas / ordenes de trabajo / recibos – del pago de servicio de extracción de tierras remanentes	Por viaje / Camionada
Generación de residuos de materiales constructivos y escombros durante los trabajos de demolición.				
Presión sonora generada por las actividades de construcción.	No sobrepasar el límite máximo permisible de presión sonora de 85 dB.	Medición programada de la presión sonora emitida por las actividades de construcción. Los puntos de medición de presión sonora deberán establecerse dentro de un radio de 15 m de la maquinaria en uso.	Bitácora de verificación de los puntos donde se realizarán las tomas de presión sonora. En cada punto se anotará: 1. la hora de la toma, 2. la presión sonora captada y 3. La duración del video captado para ese punto.	2 veces, durante la etapa de construcción
Probabilidad de la ocurrencia de incidentes de emergencia, derivados de la construcción del proyecto, como percances en donde pudiesen necesitarse primeros auxilios, incendios, e incluso contingencias por factores naturales.	Respuesta adecuada y oportuna por parte de los colaboradores ante la ocurrencia de emergencias en general.	Capacitación a todos los colaboradores, para accionar una respuesta adecuada y oportuna ante la ocurrencia de emergencias en general.	Listado de asistentes a la capacitación. Memoria fotográfica que evidencie el desarrollo de la capacitación (al inicio, intermedio y final). Presentación y material utilizado para desarrollar la capacitación.	Una vez al año
		Rutinas programadas de mantenimiento y recarga para extintores.	Facturas/ ordenes de trabajo/ recibos - de las rutinas de mantenimiento y	

Continuación de la tabla XXI.

Impacto Ambiental	Medida de Mitigación	Medida de acción	Indicador de monitoreo	de recarga de extintores.	Frecuencia de monitoreo
	Prevenir y reducir riesgos a la integridad física de los colaboradores debido a las actividades de construcción.	Contar con un Plan de Salud y Seguridad Ocupacional, según las especificaciones establecidas en el Acuerdo Gubernativo 229-2014 y reforma 33-2016	Copia del Plan de SSO		Única vez, previo al inicio de las actividades de construcción
		Proveer al personal de habilitación su respectivo EPP y mantener un stock del mismo para asegurar su disponibilidad	Facturas / recibos / órdenes de compra – para la adquisición del EPP. Memoria fotográfica que evidencie la capacitación para el adecuado uso del EPP y la entrega del mismo al personal.		Dependerá de los resultados de las rutinas de inspección de funcionalidad sobre el EPP.
Emisión de partículas suspendidas durante los trabajos para la construcción del proyecto.	Asegurar que el material particulado no se extienda fuera del perímetro del proyecto.	Esparcimiento de agua atomizada durante los trabajos de construcción más propensos a generar material particulado.	Facturas / órdenes de trabajo / recibos – de la compra del agua para ser esparcida.		Mensual
Probabilidad de hurto y/o riesgo de contaminación ambiental derivado de un inadecuado almacenamiento de los materiales, maquinaria y equipo empleados durante la etapa de construcción.	Contar con cercos y/o bodegas temporales para el almacenamiento de materiales, maquinaria y equipo empleados durante la etapa de construcción.	Implementar cercos y/o bodegas temporales para el almacenamiento de materiales, maquinaria y equipo empleados durante la etapa de construcción.	Memoria fotográfica donde se visualicen las instalaciones temporales donde se almacenan los materiales, maquinaria y equipo empleados durante la etapa de construcción.		Única vez
Generación de residuos sólidos especiales, ruido, emisión de gases de combustión y	Asegurar el adecuado funcionamiento de la maquinaria pesada para construcción.	Poseer la copia de la última rutina programada y/o bitácora de mantenimiento efectuada a la maquinaria.	Copia de la última rutina programada y/o bitácora de mantenimiento		Única vez, previo al inicio de las actividades

Continuación de la tabla XXI.

Impacto Ambiental	Medida de Mitigación	de	Medida de acción	Indicador de monitoreo	Frecuencia de monitoreo
vibraciones por el uso de maquinaria.				efectuada a la maquinaria	de construcción
Generación de empleos directos e indirectos	Potenciar la contratación de mano de obra de proveedores.	la	Permanencia de los colaboradores propios del proyecto.	Registro de la planilla del personal contratado.	Mensual
Generación de empleos directos e indirectos	Potenciar la contratación de mano de obra de servicios y proveedores.	la	Permanencia de los proveedores que brindan los distintos servicios y materia prima durante la construcción.	Registro de los contratos de los proveedores .	Mensual
				Registro del original o copia de las facturas / ordenes de trabajo / recibos – de los servicios brindados por los proveedores y materia prima adquirida por el proyecto.	Mensual
Riesgo de incidencia negativa sobre la flora y fauna nativa del lugar.	Formular e Implementar un programa de monitoreo del sistema biótico acorde a las especies indicadoras reportadas en el estudio ecológico	e	Elaborar estudios ecológicos en todas las áreas del proyecto	Copia de los planes de protección y restauración de la flora y fauna en caso de ocurrencia de derrames de combustibles.	Única vez, dependiendo de la existencia de hábitats de flora y fauna específicos en el área donde se desarrollará el proyecto.
				Memoria fotográfica del rescate de individuos vegetales y animales de importancia ecológica y/o en peligro de extinción	

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla XXII. **Plan de monitoreo y seguimiento ambiental durante la etapa de operación**

Impacto Ambiental	Medida de Mitigación	de	Medida de acción	Indicador monitoreo	de	Frecuencia de monitoreo
Riesgo de incidentes por la descarga y almacenamiento de combustible.	Aplicación de protocolos adecuados para la descarga de autotanques y para la respuesta efectiva en caso de derrames accidentales.	de	Capacitación para los colaboradores que realicen las descargas de combustible.	Listado de asistentes que a la capacitación.	de	Una vez al año
				Memoria fotográfica que ilustre el desarrollo de la capacitación (al inicio, intermedio y final). Presentación y material utilizado para desarrollar la capacitación.		
Riesgo de incidentes por la descarga y almacenamiento de combustible.			Equipamiento de los colaboradores que realicen las descargas de combustible con su respectivo equipo de protección personal.	Facturas / recibos – de la compra del EPP, casco, botas industriales, gafas de seguridad, guantes, chaleco con banda reflectiva.		
	Funcionamiento adecuado de los tanques de almacenamiento de combustible y de sus componentes.		Rutinas programadas de mantenimiento para tanques de almacenamiento de combustible, válvulas de venteo y demás componentes de tanques.	Facturas / ordenes de trabajo / recibos - de las rutinas de mantenimiento.		
			Elaboración de pruebas para la detección de fugas en tanques y tuberías de conducción de producto.	Certificado de funcionalidad y copia del informe del ensayo efectuado elaborado por una empresa certificada ante la dirección de hidrocarburos del MEM.		Cada dos años y medio. Cuando se realice una ampliación de la cantidad de tanques.
			Llevar un sistema manual de control de inventario de combustibles.	Registros de la toma física de inventario en los tanques de almacenamiento de combustible, conciliación con el volumen de combustible vendido.		Diariamente
Riesgo de incidentes por el despacho de combustible a automotores.	Funcionamiento adecuado de las bombas dispensadoras de		Rutinas programadas de mantenimiento y calibración para bombas dispensadoras de	Facturas / ordenes de trabajo / recibos - de las rutinas de mantenimiento de bombas dispensadoras.		Una vez al año

Continuación de la tabla XXII.

Impacto Ambiental	Medida de Mitigación	de	Medida de acción	Indicador de monitoreo	Frecuencia de monitoreo
	combustible y de sus dispositivos.		combustible y sus dispositivos.	Facturas / ordenes de trabajo / recibos - de las rutinas de calibración de bombas dispensadoras	
	Contar con extintores en óptimo estado para su uso efectivo en casos de emergencia.		Rutinas programadas de mantenimiento / recarga para extintores.	Facturas / ordenes de trabajo / recibos - de las rutinas de recarga para extintores.	Cada 3 meses
	Respuesta adecuada y oportuna ante la ocurrencia de incendios y emergencias en general.	y	Capacitación para todos los colaboradores del proyecto sobre la respuesta adecuada y oportuna ante la ocurrencia de incendios y emergencias en general.	Listado de asistentes a la capacitación. Memoria fotográfica que ilustre el desarrollo de la capacitación (al inicio, intermedio y final). Presentación y material utilizado para desarrollar la capacitación	Una vez al año
	Aplicación de protocolos adecuados para el despacho de combustible a automotores	de	Capacitación para los colaboradores que realicen el despacho de combustible	Memoria fotográfica que ilustre la colocación del material de referencia para emergencias, en un lugar visible para los empleados del proyecto.	
			Equipamiento de los colaboradores que realicen el despacho de combustible con su respectivo equipo de protección personal.	Facturas / recibos – de la compra del EPP, zapatos de seguridad y chaqueta impermeable con banda anti reflectiva.	Dependerá de los resultados de inspección de funcionalidad sobre el EPP.
	Contar con elementos visibles de señalización de seguridad, instaladas y distribuidas estratégicamente en las instalaciones de la estación de servicio de combustible		Instalación de cada tipo de señalización en las locaciones que apliquen, de manera que sean visibles para colaboradores y público en general.	Memoria fotográfica de 1 día al azar; en el que se ilustren los elementos de señalización, localizados estratégicamente dentro de las instalaciones del proyecto. Inspección visual del estado físico, integridad y visibilidad de cada uno de los elementos de señalización.	Anual
Generación de residuos sólidos peligrosos por el desarrollo de servicios menores, lavado de vehículos, y	Disposición final adecuada de los residuos sólidos peligrosos generados por los servicios menores, lavado de vehículos, y derrames.		Disposición final de contenedores vacíos de lubricantes y jabón de vehículos, telas contaminadas con lubricantes o jabón de vehículos, filtros usados, aceites usados y arena	Facturas / ordenes de trabajo / recibos – de extracción / recolección de los residuos peligrosos generados.	Dependerá del volumen de residuos generados, deberá establecerse la periodicidad de

Continuación de la tabla XXII.

Impacto Ambiental	Medida Mitigación	de	Medida de acción	Indicador de monitoreo	Frecuencia de monitoreo
derrames accidentales de combustibles.	accidentales de combustibles	de	contaminada con un proveedor / contratista especializado en su procesamiento.		recolección con el proveedor / contratista.
Generación de residuos sólidos comunes por actividades varias de la estación de servicio y por la venta / consumo de artículos en tienda de conveniencia	Disposición final de residuos sólidos comunes previamente clasificados en el servicio de recolección de basura común.	de	Clasificación de residuos sólidos comunes según su tipo y disposición en bolsas de color asignado.	Memoria fotográfica mensual de 1 día al azar que ilustre las bolsas de colores apiladas y ordenadas para ser dispuestas en el servicio de recolección de basura.	Anual
				Facturas / ordenes de trabajo / recibos - de recolección de basura común.	Mensual
Generación de aguas residuales ordinarias por el uso de servicios sanitarios, sus lavamanos y por uso de lavadero en cocina de tienda de conveniencia.	Desfogue final de aguas residuales que cumplen con los parámetros específicos para el tipo de ente generador según Acuerdo Gubernativo 236-2006 y reforma 129-2015.	de	Funcionamiento de sistema de tratamiento de aguas residuales.	Resultados de la caracterización de aguas residuales.	Cada 6 meses
				Resultados de estudio técnico.	Cada 5 años
Generación de aguas residuales especiales por el lavado de vehículos y por la contención de derrames menores en el área de despacho			Rutinas programadas de mantenimiento para el sistema de tratamiento de aguas residuales.	Facturas / ordenes de trabajo / recibos - de las rutinas de mantenimiento.	Una vez al año
Esorrentía pluvial captada en los techos de las estructuras del proyecto	Desfogue final de esorrentía pluvial dirigida hacia un sistema colector final.	de	Mantenimiento programado de canaletas y sistemas pluviales de conducción para desfogar adecuadamente el agua de lluvia.	Memoria fotográfica que ilustre el desarrollo de la rutina de mantenimiento. (al inicio, intermedio y final)	Anual
				Memoria videográfica (videos de una duración de 1 minuto) que ilustre el desarrollo de la rutina de mantenimiento. (al inicio, intermedio y final)	
Probabilidad de generación y proliferación de plagas.	Rutinas fumigación de adecuación de dispositivos prevenir la	de y/o para	Colocar dispositivos estratégicamente en los alrededores del proyecto y/o realizar rutinas programadas de	Facturas / ordenes de trabajo / recibos - de las rutinas de mantenimiento de dispositivos y/o rutinas de fumigación de áreas.	Cada 4 meses

Continuación de la tabla XXII.

Impacto Ambiental	Medida de Mitigación	de	Medida de acción	Indicador de monitoreo	Frecuencia de monitoreo
	generación y proliferación de plagas.	y de	fumigación puntual de áreas.	Hoja de seguridad / ficha técnica de agentes químicos y/o sustancias utilizadas en dispositivos y/o rutinas de fumigación.	
Vapores, vibraciones y presión sonora, generados por la operación del proyecto.	Funcionamiento adecuado de las válvulas de venteo de los tanques de almacenamiento de combustible.		Rutinas programadas de mantenimiento para las válvulas de venteo de los tanques de almacenamiento de combustible.	Facturas / ordenes de trabajo / recibos – de las rutinas de mantenimiento para las válvulas de venteo.	Una vez al año
Vapores, vibraciones y presión sonora, generados por la operación del proyecto.	Funcionamiento adecuado de las pistolas dispensadoras de combustible.		Rutinas programadas de mantenimiento y calibración para las pistolas dispensadoras de combustible.	Facturas / ordenes de trabajo / recibos – de las rutinas de mantenimiento y calibración para las pistolas dispensadoras de combustible.	Una vez al año
Vapores, vibraciones y presión sonora, generados por la operación del proyecto.	Reducción de las vibraciones originadas por el tránsito vehicular dentro del área del proyecto.		Instalación estratégica y visible de elementos de señalización en las áreas de circulación vehicular, que indiquen que la velocidad máxima de circulación dentro del complejo del proyecto.	Memoria fotográfica de 1 día al azar; en el que se ilustren los elementos de señalización en las áreas de circulación vehicular.	
Vapores, vibraciones y presión sonora, generados por la operación del proyecto.	Establecer que no se sobrepasa el límite máximo permisible de presión sonora de 85 dB, derivado de las actividades desarrolladas dentro del complejo del proyecto, según el Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional (Acuerdo Gubernativo 229-2014 y Acuerdo Gubernativo 33-2016).		Realizar mediciones de presión sonora en puntos estratégicos del área del proyecto, las mediciones se realizarán diferentes horarios durante el mismo día seleccionado para las tomas.	Memoria videográfica en cada uno de los puntos estratégicos que inscriben el polígono del complejo donde se encuentra el proyecto, en donde se realizarán las tomas de presión sonora. La persona que capta los videos los realizará rotando sobre su mismo eje, para lograr una captura de 360° del punto donde se realiza la toma de presión sonora.	Cada 6 meses
Vapores, vibraciones y presión sonora, generados por la operación del proyecto.	Aseguramiento del adecuado funcionamiento de la planta eléctrica de emergencia.		Revisión específica de dispositivos de la planta eléctrica de emergencia que generan emisiones, vibraciones y sonidos.	Facturas / ordenes de trabajo / recibos – de las rutinas de mantenimiento para la planta eléctrica de emergencia.	Cada mes

Continuación de la tabla XXII.

Impacto Ambiental	Medida Mitigación	de	Medida de acción	Indicador de monitoreo	Frecuencia de monitoreo
Emisión de gases remanentes por el uso de refrigerantes en equipo de refrigeración y aire acondicionado en tienda de conveniencia.	Utilización de refrigerantes autorizados en el protocolo de Montreal y/o Kioto	de	En equipo de refrigeración, uso de refrigerantes 404 y/o 134, ecológicos / En aire acondicionado, uso de refrigerantes 410, ecológico.	Facturas / ordenes de trabajo / recibos – de las rutinas de mantenimiento de equipo de refrigeración.	Una vez al año
				Facturas / ordenes de trabajo / recibos – de las rutinas de mantenimiento de equipo de aire acondicionado.	Dos veces al año
				Hoja de seguridad / ficha técnica de refrigerantes utilizados.	

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

8.1. Análisis

En este capítulo se resumen los planes de seguimiento y monitoreo ambiental requerido por las estaciones de servicio para la mitigación de los impactos ambientales ocasionados de acuerdo con las disposiciones mínimas exigidas por las leyes guatemaltecas.

Los planes de seguimiento y monitoreo ambiental resumen las medidas planteadas en los planes de manejo, además establece los medios de mitigación para otros impactos ambientales ocasionados, las acciones que deberán desarrollar los colaboradores y los medios de verificación descritos.

Los medios de verificación contemplan una serie de comprobantes que permitirán al proponente demostrar el cumplimiento de las medidas de mitigación.

9. MONITOREO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL

A continuación, se resumen los requerimientos exigidos por ley para las estaciones de servicio de combustible en el Reino Unido y México para obtener la regularización ambiental ante la autoridad correspondiente.

9.1. Gestión ambiental de las estaciones de servicio de combustible en el Reino Unido

En el Reino Unido, las leyes que establecen los estándares mínimos para el manejo ambiental adecuado en una estación de servicio de combustible son las siguientes:

- Directiva 80/68/CEE, Relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas.
- Directiva 2009/126/CE, Relativa a la recuperación de vapores de gasolina de la fase II durante el repostaje de los vehículos de motor en las estaciones de servicio.
- Ley de protección Ambiental de 1990.
- Regulación de los residuos sólidos peligrosos de 2005.
- Regulación de Aguas Subterráneas del Reino Unido de 1998.
- Regulación de sustancias peligrosas (Tiendas de petróleo minoristas y propias) de 1979 y sus enmiendas.
- Ley de salud y seguridad en el trabajo de 1974.
- Regulación de sustancias agotadoras de la capa de ozono y gases fluorados de efecto invernadero de 2019.

Durante la etapa de operación de una estación de servicio de combustible se requerirá de una autorización para emisiones controladas de gases para actividades Clase B emitida por autoridad local, así mismo las autorizaciones para la descarga de efluentes y extracción de residuos otorgados por la agencia ambiental.

La disposición de aguas residuales industriales o comerciales, debe efectuarse a través de una empresa de servicios de drenaje autorizada, la contratación de este servicio debe ser notificada a la agencia ambiental mediante el formulario respectivo. Así mismo, los residuos catalogados como especiales deben ser dispuestos a través de un proveedor/contratista previa notificación a la agencia ambiental por medio del formulario correspondiente. La normativa del reino unido contempla una metodología propia para efectos de inspección, la cual emplea una evaluación de riesgos de acuerdo con las características propias del proyecto.

El representante legal o propietario deberá tener un registro o bitácora donde se almacenen las constancias de las inspecciones y evaluaciones de los equipos, los servicios ambientales empleados y demás constancias que certifiquen el cumplimiento de las medidas de mitigación.

Tabla XXIII. **Plan de monitoreo y seguimiento ambiental durante la etapa de operación según normativa del Reino Unido**

Impacto ambiental	Medida de Mitigación	Indicador de monitoreo	Frecuencia de monitoreo
Riesgo de incidentes por la descarga, almacenamiento y expendio de combustibles.	Funcionamiento adecuado de los dispensadores y sus componentes, incluyendo los sistemas de detección de fuga en los dispensadores.	Inspección periódica de la integridad de los dispensadores y sus componentes.	Cada seis meses
		Calibración periódica del medidor de cada dispensador.	Al menos una vez cada tres años.
	Funcionamiento adecuado de la tubería de conducción y tanques de almacenamiento	Certificación de tanques y tubería mediante alguno de los métodos establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.	
		Monitoreo constante de producto mediante un sistema de inventario y/o sistema electrónico para detección de fuga.	Diario
	Aplicación de protocolos adecuados y mecanismos para la descarga de tanques de almacenamiento, respuesta efectiva en caso de emergencias.	Los colaboradores deben recibir entrenamiento apropiado en el procedimiento a seguir, la operación y uso de equipos, la naturaleza de los peligros que puedan surgir y la acción a desarrollar en caso de ocurrencia de una emergencia.	
		Proveer equipo de protección personal adecuado.	
	Aplicación de protocolos adecuados y mecanismos para el despacho de combustible, respuesta efectiva en caso de emergencias.	Entrenamiento adecuado de los colaboradores para el desarrollo adecuado del procedimiento de despacho y atención de emergencias derivadas de los derrames o fugas de combustibles.	
		Proveer equipo de protección personal adecuado.	Anual
	Revisión periódica del plan de atención de emergencias por derrame o fugas de combustibles.		
	Elaborar un registro sobre las heridas, muertes y acontecimientos peligrosos ocurridos en los lugares de trabajo.	Deberá notificarse al funcionario de salud y seguridad sobre cualquier accidente, herida y muerte de un empleado derivada de un accidente ocurrido en el lugar de trabajo.	
	Colocación de signos de advertencia y peligro en todas las áreas donde sean requeridas, visibles al público en general.	Verificación de cumplimiento mediante inspección visual	
Generación de aguas residuales especiales por el lavado de vehículos y por la contención de derrames menores en el	Implementación y mantenimiento de un canal periférico con rejilla.	El mantenimiento se desarrollará en conformidad con las instrucciones del fabricante.	

Continuación de la tabla XXIII.

Impacto ambiental	Medida de Mitigación	Indicador de monitoreo	Frecuencia de monitoreo
área de despacho.	Implementación y mantenimiento de sistemas separadores agua/ aceite.	Las unidades separadoras agua/aceite deben inspeccionarse visualmente. En caso de poseer un sistema de control electrónico, es posible instalar un sensor que permitirá el monitoreo continuo.	Cada 6 a 12 meses
	Algunas zonas consideradas sensibles, requerirán la instalación de una laguna de tratamiento.	Limpieza del artefacto mediante un proveedor / contratista autorizado por la autoridad ambiental, previa notificación a la agencia ambiental.	
		Extracción de residuos especiales recolectados durante la limpieza del separador agua/ aceite, es requerida la notificación previa a la agencia ambiental para el transporte y disposición de residuos especiales por parte del proveedor/ contratista.	3 días previo a la extracción
	Evaluación de la calidad del efluente en zonas sensibles o por seguimiento después de la ocurrencia de un derrame y/o fuga	Elaboración de pruebas de efluentes, las cuales deben evaluar los siguientes parámetros: Hidrocarburos totales, benceno, tolueno, etilbenceno y xileno.	Anual o mensual
	Desfogue de efluente previamente tratado hacia el alcantarillado público.	El desfogue del efluente generado por una actividad industrial o comercial al alcantarillado público debe ser avalada por una empresa para proveer servicios de drenaje autorizada por la Ley de la industria del agua de 1991.	
Generación de aguas pluviales en distintas áreas del proyecto.	La captación de aguas pluviales en la zona de despacho se realiza mediante canales de recolección de agua pluvial ubicadas en la entrada y salida de la estación de servicio de combustible, estas deberán poseer un sistema de tubería de conducción separativa para desfogarse adecuadamente.	El desfogue final de aguas pluviales puede realizarse hacia las aguas controladas o mediante un pozo ciego, previa autorización de la agencia ambiental.	
	Captación y desfogue final adecuado de las aguas pluviales captadas en el techo de las estructuras del proyecto.	Reuso de las aguas pluviales para actividades de limpieza y/o desfogue mediante pozo ciego previa autorización de la agencia ambiental.	
Vapores, vibraciones y presión sonora, generados por la operación del proyecto.	Instalación, inspección y mantenimiento del sistema Fase 1, el cual consiste en la recuperación de vapores presentes en el tanque de almacenamiento subterráneo hacia el compartimento del camión cisterna durante la operación de llenado de tanque.	Debe contar con la autorización vigente para la recuperación de vapor emitida por la autoridad local.	Anual
		Registros del mantenimiento del sistema Fase 1.	
		Disponibilidad del manual de instrucción del sistema de Fase 1b.	
	Instalación, inspección y mantenimiento del sistema Fase 2, mediante el cual el vapor liberado durante el llenado del tanque de un vehículo es llevado hacia el tanque	Se instalará únicamente cuando en la región donde opere la estación, sea un requisito por autoridades locales como un medio para mejorar la calidad del aire local.	

Continuación de la tabla XXIII.

Impacto ambiental	Medida de Mitigación	Indicador de monitoreo	Frecuencia de monitoreo
	subterráneo, venteado o incinerado; mediante un sistema de bombeo o por presión.	Aprobación de seguridad y desempeño como componentes o sistema, por una autoridad competente o por algún miembro de la Unión Europea que haya decretado legislación nacional sobre la Fase 2. Evaluación periódica de la integridad del sistema Fase 2 según las especificaciones del fabricante.	Previo a su puesta en operación. Cada 3 años
Generación de residuos sólidos comunes por actividades varias de la estación de servicio y por la venta / consumo de artículos en tienda de conveniencia.	Los residuos comunes generados en el proyecto deberán almacenarse de forma clasificada (reciclables y no reciclables) temporalmente en contenedores ubicados dentro de las instalaciones del proyecto, y extraerse mediante un transportista registrado en la agencia ambiental hacia un centro de reciclaje y/o vertedero municipal.	Registros de la extracción de los residuos, consistente en: Copia de licencia del transportista, otorgada por la agencia ambiental. Copia de la nota de transferencia de residuos	
Generación de residuos sólidos peligrosos por el desarrollo de servicios menores, lavado de vehículos y derrames accidentales de combustibles.	Los residuos peligrosos generados por el proyecto deben almacenarse bajo condiciones que eviten su esparcimiento al ambiente, de forma separativa según los tipos de residuo. Estos residuos deberán extraerse mediante una empresa transportista debidamente registrada	Registros de la extracción de los residuos, consistente en: Copia de la autorización de los transportistas y de las empresas consignatarias (reciben, tratan y disponen de los residuos peligrosos) otorgada por la agencia ambiental. Copia de la nota de consignación de residuos peligrosos.	
Emisión de gases remanentes por el uso de refrigerantes en equipo de refrigeración y aire acondicionado en tienda de conveniencia.	Rutinas de mantenimiento preventivo en los equipos de aire acondicionado y equipos de refrigeración mediante personal autorizado bajo las regulaciones de Gas F.	Registros de los equipos, los datos a incluir son: Cantidad y tipo de gases adicionado, recuperado, reciclado o desechado. Identificación de la compañía o del técnico autorizado, que ejecutó el mantenimiento. Datos y resultados del mantenimiento. Registro del transportista contratado para disponer de los gases desechados Registro de los gases recuperados y/o reciclados, deberá indicar la cantidad de gases y número de certificado de las instalaciones de reciclaje de gases	Anual

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

9.2. Gestión ambiental de las estaciones de servicio de combustible en México

La ley exige que toda estación de servicio nueva y en operación posea una Licencia Ambiental Única (LAU), el LAU es un instrumento que integra en un solo proceso, el cumplimiento de las obligaciones ambientales que los responsables de las estaciones de servicio de combustible deben cumplir ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en materia de:

- Impacto ambiental, a través de la Manifestación de Impacto Ambiental Particular sin riesgo (MIA – P).
- Emisiones a la atmósfera.
- Generación y tratamiento de los residuos peligrosos.
- Descarga de aguas residuales y tratamiento previo a su descarga hacia alcantarillado público o cuerpos receptores considerados como aguas nacionales.
- Plan o programa de contingencias ambientales ante fugas o derrames de materiales y/o residuos peligrosos, así también, para el control de incendios y prevención de explosiones.

El seguimiento de las disposiciones establecidas en el LAU se realiza de forma anual mediante la presentación a través de la entrega por medio electrónico de la Cédula de Operación Anual (COA) ante la SEMARNAT, la COA constituye un reporte de las emisiones y transferencia de contaminantes hacia la atmósfera, suelo y agua, ocasionados por la operación de una estación de servicio de combustible.

La supervisión y verificación de las disposiciones en materia de seguridad ocupacional y contaminación ambiental aplicables a las estaciones de las estaciones de servicio de combustible, son efectuadas por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente del Sector de Hidrocarburos (ASEA), órgano desconcentrado y autónomo de la SEMARNAT.

La normativa mexicana aplicable a la operación de las estaciones de servicio de combustible es la siguiente:

- NOM-001-SEMARNAT-1996, norma oficial mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- NOM-002-SEMARNAT-1996, norma oficial mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
- NOM-052-SEMARNAT-2005, norma oficial mexicana que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- Ley general para la prevención y gestión integral los residuos.
- Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera y su reglamento.
- NOM-004-ASEA-2017, Norma Oficial Mexicana Sistemas de recuperación de vapores de gasolinas para el control de emisiones en estaciones de servicio para expendio al público de gasolinas-Métodos de prueba para determinar la eficiencia, mantenimiento y los parámetros para la operación.
- NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.

- NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- NOM-005-STPS-1998, norma oficial mexicana relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NOM-161-SEMARNAT-2011, Norma oficial mexicana que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

Tabla XXIV. **Plan de monitoreo y seguimiento ambiental durante la etapa de operación según normativa de México**

Impacto Ambiental	Medida de Mitigación	Indicador de monitoreo	Frecuencia de monitoreo
Riesgo de incidentes por la descarga, almacenamiento y expendio de combustibles.	Funcionamiento adecuado de los tanques de almacenamiento, dispensadores, tubería de distribución, instalaciones eléctricas, sistemas de paro de emergencia, sistemas para el control de inventarios y equipo electrónico de detección de fugas.	Desarrollo de programa de mantenimiento para conservar los equipos en condiciones óptimas de operación conforme a las indicaciones de los fabricantes.	Deberá desarrollarse anualmente, la frecuencia de inspección y mantenimiento dependerá del equipo
		Los trabajos de mantenimiento deberán ser efectuados por los colaboradores o mediante terceros empleando todas las medidas de seguridad y protección correspondientes.	
		Elaboración de pruebas de hermeticidad en tanques y tuberías a través de terceros especialistas.	Anual
		Verificación del funcionamiento del sistema de control de inventarios a través de un reporte impreso del inventario de combustibles.	Mensual
	Aplicación de protocolos de operación según el manual de operación propio de la estación de servicio de combustible, los procedimientos a incluir son:	Elaboración y registro en la "Bitácora Foliada", sobre las operaciones diarias efectuadas y los trabajos de mantenimiento efectuados dentro de la estación de servicio de combustibles.	Diario

Continuación de la tabla XXIV.

Impacto Ambiental	Medida de Mitigación	Indicador de monitoreo	Frecuencia de monitoreo
	Recepción y descarga de combustibles, Despacho de combustibles, Preparación y respuesta ante emergencias, Investigación de accidentes e incidentes.	Elaborar y actualizar los manuales de procedimientos para el manejo y transporte seguro de sustancias peligrosas.	Anual
		Elaborar manual de primeros auxilios y establecer los medicamentos y materiales de actuación requeridos.	
		Capacitar a los colaboradores en materia de: manejo, transporte y almacenamiento de combustibles y residuos peligrosos; señalización de seguridad, uso de equipo de protección personal, aplicación de primeros auxilios, atención a emergencias por incendio, fugas o derrames.	Anual
		Proveer equipo de EPP necesario para evitar la ignición dentro de las instalaciones.	
	Colocación de señales de seguridad informativa, preventiva y restrictiva en las áreas donde sean requeridas, de forma que sean legibles.	Proporcionar mantenimiento a los extintores.	Anual
		Mantenimiento de la señalización de seguridad.	Anual
		Inspección visual de la señalización de seguridad.	
	Monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas.	Inspección de lecturas de vapores de hidrocarburos mediante pozos de monitoreo ubicados en el perímetro del proyecto o pozos de observación ubicados en la fosa de los tanques de almacenamiento.	Diario
Generación de aguas residuales ordinarias y especiales en el proyecto.	Desfogue final de aguas residuales hacia alcantarillado público o cuerpo receptor que cumpla con los límites máximos permisibles de contaminantes de las descargas según el tipo de desfogue empleado.	Realizar los análisis técnicos requeridos para determinar el nivel de contaminantes presentes en las aguas residuales.	Dependerá del tipo de desfogue empleado.
		Mantenimiento de la fosa séptica o tanque de recepción para desalojo de aguas provenientes de los servicios sanitarios.	Semestral
		Inspección visual del funcionamiento de la trampa de gasolinas y diésel.	Diaria
		Mantenimiento de las rejillas y la trampa de gasolinas y diésel.	Semestral
Generación de aguas pluviales en distintas áreas del proyecto.	Captación de aguas pluviales en los techos de las infraestructuras que componen la estación de servicio de combustibles, descargadas hacia desfogue.	Obtener el permiso de descarga expedido por la Comisión Nacional de Aguas, únicamente cuando se desfoguen hacia cuerpos de agua considerados como "bienes nacionales"	Única vez
		Se deberá comprobar que las canaletas y bajadas del agua pluvial no se encuentren obstruidas o dañadas previo al inicio de la época de lluvia.	Anual

Continuación de la tabla XXIV.

Impacto Ambiental	Medida de Mitigación	Indicador de monitoreo	Frecuencia de monitoreo
Generación de residuos sólidos peligrosos por el desarrollo de servicios menores, lavado de vehículos y derrames accidentales de combustibles	Los residuos sólidos peligrosos deberán disponerse a través de empresas o gestores autorizados por SEMARNAT o transferirse a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, según se especifique en el plan de manejo de residuos sólidos peligrosos.	Formulación y ejecución de planes de manejo de residuos peligrosos elaborados por un profesional en la materia.	Anual
		Registrarse como generador de residuos peligrosos ante autoridad competente	Única vez
		Mantenimiento de la infraestructura para el almacenamiento temporal de residuos sólidos peligrosos.	Diario
Generación de residuos sólidos comunes por actividades varias de la estación de servicio y por la venta / consumo de artículos en tienda de conveniencia.	Los residuos sólidos comunes reciclables deberán clasificarse en la fuente de generación según el tipo de residuo, los residuos que no sean reciclables deberán disponerse en el relleno sanitario autorizado.	Formulación y ejecución de un plan de manejo de residuos de manejo especial, cuando la estación de servicios de combustible sea catalogada como gran generador.	Única vez
		Deberá registrarse como gran generador ante la autoridad municipal.	
		Mantenimiento de la infraestructura para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos ordinarios.	Diario
Vapores, vibraciones y presión sonora, generados por la operación del proyecto.	Instalación y mantenimiento de sistemas de recuperación de vapores Fase 1b y 2. Reducción de las vibraciones originadas por el tránsito vehicular dentro del área del proyecto.	Mantenimiento de los equipos que conforman los sistemas de recuperación de vapores, este se desarrollará según las especificaciones del fabricante.	Cada 3 meses
		Evaluación del funcionamiento de los sistemas de recuperación de vapores según las pruebas de conformidad.	Anual
		Instalación estratégica y visible de elementos de señalización en las áreas de circulación vehicular, que indiquen que la velocidad máxima de circulación dentro del proyecto es de 10 km/h.	

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

9.3. Análisis

En este capítulo se resumen las disposiciones legales requeridas por las estaciones de servicio en el Reino Unido y México para establecer los sistemas de gestión ambiental requeridos, de acuerdo con los planes de monitoreo planteados se observa que las leyes ambientales de ambos países son más exigentes que las leyes guatemaltecas.

Entre las mejoras detectadas destacan:

- La obligatoriedad de la elaboración de planes de manejo de residuos sólidos peligrosos.
- Implementación de sistemas fase I y II para el control de emisiones atmosféricas.
- Diseño e implementación de sistemas de monitoreo continuo de aguas subterráneas.
- Requerimiento de solicitar una autorización a la empresa encargada del alcantarillado, previo a iniciar sus actividades de operación.
- Aviso a la autoridad ambiental competente previo a la extracción de los residuos sólidos peligrosos.
- La existencia de normativa específica de seguridad laboral.
- La obligatoriedad de presentar un formulario anual específico del manejo de residuos sólidos, líquidos y atmosféricos de las estaciones de servicio.

10. FORMULARIO DE REGISTRO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Derivado del análisis de la normativa internacional aplicable, se determinó que el MARN requiere una herramienta (formulario) que facilite al proponente la presentación de los medios de cumplimiento para las medidas de mitigación establecidas en la presente guía ambiental de forma periódica, a través de los medios que el MARN considere convenientes. Además, facilitará al MARN la obtención de información actualizada para la elaboración de estadísticas nacionales en cuanto a la gestión ambiental de las estaciones de servicio de combustible.

El formulario de registro y seguimiento ambiental propuesto se desarrolló con base a normativa internacional, debido a que la legislación nacional es insuficiente para mitigar eficientemente los impactos ambientales ocasionados durante la etapa de operación de una estación de servicio de combustible. El formulario propuesto deberá ser de carácter obligatorio luego de otorgar un plazo prudencial a las estaciones de servicio de combustibles existentes para la implementación de las mejoras correspondientes.

Así mismo, el MARN deberá generar un sistema de registro para los generadores de residuos, autorización de las descargas de efluentes, manejo de sitios contaminados por hidrocarburos y establecer los mecanismos más adecuados para su gestión ambiental adecuada.

Tabla XXV. **Formulario de registro y seguimiento ambiental**

FORMULARIO DE REGISTRO Y SEGUIMIENTO PARA ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE					
1. Información general					
Información de la estación de servicio de combustible					
Número de Licencia Ambiental ¹ : _____					
Nombre comercial ² : _____					
Dirección ² : _____ Indicar municipio y departamento					
Información para recibir notificaciones					
Dirección (si esta fuese diferente a la dirección de la estación de servicio): _____ Indicar municipio y departamento					
Nombre del representante legal ² : _____					
Teléfono: _____					
Correo electrónico: _____					
Coordenadas geográficas (en grados, minutos y segundos)					
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">Latitud</td> <td style="width: 100px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">Longitud</td> <td></td> </tr> </table>	Latitud		Longitud		
Latitud					
Longitud					
<small>1.Según el formulario de registro 2.Según la patente de comercio</small>					
2. Construcción					
<p>Previo al desarrollo de las actividades de construcción en la estación de servicio será requerido el registro de su construcción ante el MARN, este procedimiento podrá desarrollarse de forma independiente a la presentación del resto de información solicitada en este formulario. Sin embargo, el representante legal de la estación de servicio no está exento de obtener todas las autorizaciones ambientales requeridas previas al inicio de la operación de la estación de servicio, establecidas en este formulario.</p> <p>Tanto el representante legal como la empresa constructora serán responsables ante el MARN por el cumplimiento de los siguientes ítems, podrán delegar su responsabilidad en el Ingeniero/ Arquitecto residente de la obra. Los datos del profesional residente de la obra deben escribirse en el siguiente apartado:</p> <p>Nombre(s) y Apellidos: _____</p> <p>Profesión: _____</p> <p>Número de colegiado: _____ (Adjuntar constancia de colegiado activo vigente)</p> <p>Características generales</p> <p>Clasificación actual del uso del suelo donde se construirá el proyecto, según las siguientes categorías:</p>					

Continuación de la tabla XXV.

<input type="checkbox"/>	Rural
<input type="checkbox"/>	Urbana
<input type="checkbox"/>	Industrial
<input type="checkbox"/>	Comercial

Superficie del predio: _____ m²
 Superficie total por construir: _____ m²
 Superficie libre: _____ m²

Tipo de obra a realizar:

<input type="checkbox"/>	Obra nueva
<input type="checkbox"/>	Ampliación
<input type="checkbox"/>	Modificación

Incluye demolición: Si No

Duración estimada y generación de empleo

- Adjuntar cronograma de trabajo, desglosando cada rubro desde la planificación hasta el inicio de operaciones de la estación de servicio.
- Según su cronograma de trabajo, indique la fecha aproximada para inicio de las operaciones: _____

- Especificar el número de colaboradores promedio, por día y por turno laborado (Considerar un turno por cada horario diferente. No deje espacios vacíos. Si no hay información, anote NA / no aplica).

Turno		Número de trabajadores promedio					
No.	Horario	L	M	M	J	V	S

- Adjuntar copia de la autorización del plan de seguridad ocupacional emitida por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

Consumo aproximado de materia prima y manejo de residuos sólidos

- Proporcionar un aproximado de la materia prima a emplear, identificando cada proveedor y especificando el tipo de residuo generado.
- Presentación de los formularios relativos al manejo de residuos de construcción y demolición: F-PM-RCD-01, F-PM-RCD-02 y F-PM-RCD-03 elaborados por la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) firmados y sellados por profesional residente de obra.

Continuación de la tabla XXV.

- Carta de compromiso para la extracción de los residuos sólidos comunes entre la empresa autorizada y la empresa constructora. (Adjuntar licencia ambiental de la empresa encargada de la extracción de los residuos sólidos comunes).

Uso de maquinaria y equipo

- Especificar el tipo de maquinaria y equipo a emplear durante la construcción, tipo de energía consumida, indicar la última fecha de mantenimiento efectuado, adjuntar el registro de dicho mantenimiento.

Maquinaria/ Equipo	Tipo de energía ³	Consumo mensual	Fecha de último mantenimie nto	Registro del último mantenimie nto

- Si la estación de servicio se ubica en una zona urbana, industrial o comercial, estimar el nivel de ruido generado por el uso de maquinaria según el anexo F de la norma BS 5228-1:2009 para fuentes fijas y móviles hacia la fachada más cercana pudiendo ser este algún edificio o urbanización, debiendo identificarlo a través de coordenadas geográficas WGS84. Adjuntar memoria de cálculos y croquis con distancias aproximadas en metros.

Abastecimiento de agua y manejo de aguas residuales

- Indicar tipo de fuente de abastecimiento de agua, consumo aproximado al mes y forma de almacenamiento.

Fuente	Consumo al mes (m ³)	Forma de almacenamiento
Municipal		
Privado		
Pozo manual		
Pozo mecánico		
Superficial		
Otro (Especificar)		

- Establecer la cantidad de servicios sanitarios portátiles a instalar según el número de colaboradores, adjuntar registros de alquiler de servicios sanitarios portátiles y licencia ambiental de la empresa encargada de la disposición de los residuos.

3. **Tipo de energía:** Indicar si la energía proviene de una toma de energía eléctrica (EE) o se genera internamente en el establecimiento mediante la quema de combustibles fósiles (CF) o mediante otra modalidad de generación (OM); en este caso, especificar cuál.

Continuación de la tabla XXV.

3. Operación y funcionamiento

- Marcar las operaciones efectuadas / a efectuar en la estación de servicio:
 - Expendio de combustible en modalidad autoservicio
 - Expendio de combustible en modalidad servicio completo
 - Tienda de conveniencia
 - Lavado de vehículos
 - Servicios menores (cambio de aceite y filtro)

- Establecer la cantidad y capacidad de tanques de almacenamiento autorizados según la licencia de operación de la estación de servicio otorgada por el MEM, adjuntar copia de licencia vigente. (Presentar únicamente si ya se encuentra en operación)

- Adjuntar los siguientes planos:
 - Localización de la estación de servicio, colindancias y demás unidades de construcción, circunscritas en un radio de 500m.
 - Las vías de acceso al establecimiento, el sentido de flujo interno de vehículos y el o los estacionamientos con que se cuenta.
 - Las redes de:
 - Electricidad.
 - Agua potable.
 - Alcantarillado, incluyendo plantas de tratamiento de aguas residuales.
 - La ubicación de los siguientes ítems en un plano de distribución:
 - La maquinaria y equipo, utilizada en cada operación.
 - Las instalaciones para el almacenamiento temporal de residuos comunes y peligrosos.
 - Las áreas de carga y descarga de combustibles, identificando su conducción y distribución en las islas de despacho.
 - Áreas de almacenamiento de materia prima, únicamente cuando se realizan servicios menores y/o lavado de vehículos.
 - Las oficinas y demás áreas de servicios (comedores, baños, entre otros.).
 - Señalización de seguridad y equipo contra incendio.

4. Insumos

Llenar las siguientes tablas según las cantidades estimadas de consumo según diseño de instalaciones y/o cantidad que especifiquen los comprobantes de consumo.

Continuación de la tabla XXV.

Cantidad de combustibles descargados en la estación de servicio en el último año

Tipo	Volumen en m ³
Diesel	
Super	
Regular	
Otro (Especificar)	

Abastecimiento y consumo de agua

Fuente	Consumo de m ³ al mes	Forma de almacenamiento
Municipal		
Privado		
Pozo manual		
Pozo mecánico		
Superficial		
Otro (Especificar)		

Consumo de energía eléctrica

Forma de suministro	Consumo kWh al mes	Proveedor
Público		
Privado		
Propio (Planta eléctrica de emergencia)		

5. Emisiones a la atmósfera

Medición de emisiones fugitivas hacia la atmósfera:

Se deberán realizar las mediciones de las concentraciones emitidas de los gases enlistados al realizar la operación de llenado de tanques, de tal forma que se obtenga un promedio anual. Además, compárese con las concentraciones máximas permisibles según la norma especificada.

- CO de acuerdo con la norma NOM-021-SSA1-1993.
- Benceno de acuerdo con cualquiera de las metodologías descritas en el apartado Control ambiental de la exposición de la norma NTP 486.
- NO₂ de acuerdo con la norma NOM-022-SSA1-2010.

Indicar cuales de los sistemas de recuperación de vapores se encuentran instalados actualmente en la estación de servicio de combustible:

Fase I Fase II

En caso de contar con un sistema de recuperación Fase II, indicar si se posee un sistema automático de monitoreo instalado para detectar fallas propias en el

Continuación de la tabla XXV.

funcionamiento del sistema de recuperación de vapores incluyendo el sistema automático de monitoreo, el cual pueda indicar fallas al operador y de ser necesario detener el suministro de combustible en caso de que la falla no se haya corregido al término de una semana:

Sí No

Adjuntar los siguientes documentos para establecer el cumplimiento de las disposiciones para la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera, los cuales deberán estar avalados por especialistas en la materia:

- El programa de mantenimiento anual para los sistemas de recuperación de vapores (Según la norma NOM-004-ASEA-2017).
- El programa anual de ejecución de pruebas de conformidad (Según la norma NOM-004-ASEA-2017).
- Los certificados de conformidad para uso según las regulaciones internacionales aplicables, que confirme que su eficiencia de captura de hidrocarburos es mayor del 85% (es decir, que al menos el 85% de los vapores desplazados son recuperados de acuerdo con la prueba de conformidad aplicable), expresado como la proporción del volumen de vapores de hidrocarburos desplazados al volumen de gasolina descargada.

Este apartado deberá llenarse únicamente cuando la Estación de servicio de combustible posea una Tienda de Conveniencia donde se utilicen equipos de refrigeración y aire acondicionado:

Tipo de Equipo	Cantidad	Tipo de gas refrigerante que emplea el equipo ⁴
A/C		
Refrigerador		

4. Los gases deberán estar autorizados por el protocolo de Montreal y/o Kioto

Si los equipos son propiedad de terceros adjuntar contrato de comodato, si son propios adjuntar la siguiente documentación:

- Programa anual de inspección y mantenimiento.
- Licencia de empresa frigorista avalada por el MARN que efectuará el mantenimiento.
- Certificación de funcionalidad de los equipos, avalada por empresa frigorista.

6. Emisiones al agua

Autorización de descarga de los efluentes:

Previo al inicio de la operación de la estación de servicio, el proponente deberá solicitar al MARN la autorización respectiva para la descarga de aguas residuales, para ello requerirá presentar la siguiente documentación:

- Estudio técnico (Según acuerdo gubernativo No. 236-2006)
-

Continuación de la tabla XXV.

- Diseño de planta de tratamiento, su respectivo manual operación y mantenimiento avalados por un profesional en la materia.

Si ya cuenta con número de autorización, escríbala a continuación: _____
(Adjuntar copia)

Descripción y caracterización de los efluentes:

Descarga de aguas residuales					
Tipo de descarga	Cantidad al mes en m ³	Punto de descarga ⁵	Frecuencia de descarga ⁶	Medios de tratamiento ⁷	Dispositivos de tratamiento
Ordinarias					
Especiales					
Pluviales					

5. **Punto de descarga:** río (R), lago (LO), laguna (LA), pantano (PO), presa (PA), arroyo (A), mar (M), laguna costera (LC), estuario (EU), estero (EO), suelo (S), alcantarillado municipal (AM).

6. **Frecuencia de la descarga:** Indicar si es continua (C), intermitente (I) o fortuita (F).

7. **Medios de tratamiento:** No aplica (NA), tratamiento primario (P), secundario (S) o terciario (T).

En cumplimiento del acuerdo gubernativo No. 236-2006, adjuntar los siguientes documentos:

- Las últimas dos caracterizaciones semestrales efectuadas, deberá incluir análisis comparativo con parámetros de descarga de la etapa vigente. Avalado por profesional en la materia.
- Programa de mantenimiento anual de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), especificando la cantidad de residuos generados.
- Adjuntar registros y licencia ambiental de la empresa encargada de la extracción y disposición final adecuada de lodos y aceites extraídos durante las rutinas de mantenimiento a la PTAR.

7. Emisiones al suelo

Plan de manejo de residuos comunes y peligrosos:

Previo al inicio de su operación, la estación de servicio deberá poseer una autorización como Generador de residuos. Para ello deberá presentar un plan de manejo de residuos sólidos comunes y peligrosos generados durante la etapa de operación, mismo que deberá ser elaborado por un profesional en la materia.

El plan de manejo deberá contener:

- Caracterización de los residuos.
- Descripción de la infraestructura de almacenamiento temporal de residuos sólidos ordinarios y peligrosos
- Manejo y recolección interna
- Descripción de los recipientes de almacenamiento en las áreas de generación de residuos sólidos ordinarios y peligrosos.
- Medios para su disposición final, adjuntando copia de las licencias ambientales de las empresas encargadas de su extracción y disposición final.

Continuación de la tabla XXV.

- Identificación del vertedero municipal que recibirá los residuos ordinarios no reciclables.
- Descripción de los procedimientos y materia prima, a utilizarse para el tratamiento y/o disposición de los residuos sólidos peligrosos.
- Equipo de Protección Personal necesario para el manejo de los residuos sólidos peligrosos.
- Programa de capacitación anual para el manejo adecuado de los residuos sólidos comunes y peligrosos.

Si ya cuenta con un número de autorización, escríbala a continuación: _____
(Adjuntar copia)

Residuos sólidos comunes

Derivado de la política nacional para la gestión integral de los residuos sólidos comunes con la finalidad de promover su reutilización, reciclaje y disminuir la cantidad que es destinada a los vertederos municipales, deberá completar la siguiente tabla con base a la información obtenida en el plan de manejo.

Tipo de residuo	Generación anual en kg	Disposición final ⁸
Papel		
Plástico		
Vidrio		
Orgánicos		
Multicapas		
Sanitarios		

8. Forma de residuo: Vertedero (V), Reciclaje (RC), Reuso (RU)

Residuos sólidos peligrosos

Tipo de residuo	Generación anual en kg	Tratamiento y disposición final ⁹	No. de Licencia Ambiental de la empresa responsable	Denominación comercial de la empresa responsable
Contenedores vacíos de lubricantes				
Contenedores vacíos de jabón de vehículos				
Lubricantes usados				

Continuación de la tabla XXV.

Arena contaminada con aceites e hidrocarburos				
Telas y paños contaminados con aceites e hidrocarburos				
Telas y paños contaminados con jabón de vehículos				
Filtros contaminados con aceites				

9. **Forma de residuo:** Deberá especificarse el método empleado por la empresa responsable

8. GESTION DEL RIESGO

Generación de empleo, capacitación y manejo de contingencias

- Especificar el número de colaboradores promedio, por día y por turno laborado (Considerar un turno por cada horario diferente. No deje espacios vacíos. Si no hay información, anote NA / no aplica).

Turno		Número de trabajadores promedio						
No.	Horario	L	M	M	J	V	S	D

- Adjuntar certificación de capacitación a los colaboradores en la siguiente materia, avalada por empresa autorizada:
 - Manejo adecuado de residuos sólidos peligrosos y comunes
 - Aplicación de primeros auxilios
 - Gestión de contingencias y uso de EPP
 - Seguimiento de protocolos de expendio y almacenamiento seguro de combustibles.
- Adjuntar el plan de gestión de contingencias de la estación de servicio que contenga la descripción de las acciones, equipos, sistemas y colaboradores que se destinarán en el caso que se presenten fugas y derrames de combustibles que pudiesen generar emisiones a la atmósfera, el suelo y subsuelo, o puedan introducirse al alcantarillado. Así también, para controlar incendios y prevenir explosiones que se puedan presentar en el establecimiento.

Continuación de la tabla XXV.

- Si durante el desarrollo de las actividades de operación y/o de mantenimiento, sucediese algún evento no programado (tales como accidentes, contingencias, fugas o derrames) deberá reportar su ocurrencia en la siguiente tabla:

Causa del evento ¹⁰	Punto de origen del evento ¹¹	Fecha en la que ocurrió el evento	Duración (h)	Componente ambiental afectado ¹²	Medio de contaminación ¹³	Número de heridos ¹⁴

10. **Causa del evento:** descuido del operador (DE), sustitución de maquinarias, equipos, válvulas o accesorios (SM), falla de construcción de equipo o instalación (CO), falla de diseño de equipo o instalación (DI), falla en el suministro de energía eléctrica (SEE), falta de mantenimiento (M), falta de la capacitación del personal (CA., huracán (H), inundación, desbordamiento de ríos, lagos o presas (ID), robo de materiales, combustibles, accesorios o equipos (RO), otra causa de índole humana (OH), otra causa de índole natural (ON)

11. Identificar el plano de maquinaria y equipo adjunto.

12. Indicar si el componente afectado fue a la atmosfera (AT), agua (AG), suelo (SU), subsuelo (SUB),

13. Especificar el medio de contaminación: emisión (EM), transferencia (TRA), generación de residuos peligrosos (GEN)

14. Indicar el número de personas con heridas físicas derivadas de la ocurrencia del evento.

Mantenimiento de maquinaria y equipo

- Adjuntar el plan de mantenimiento anual de la siguiente maquinaria y equipo avalado por empresa especializada, según los requerimientos de la norma NOM-EM-ASEA-2015:
 - Tanques de almacenamiento subterráneos.
 - Sistemas de paro de emergencia.
 - Dispositivos y sistemas de alivio de presión y venteo.
 - Protecciones de la instalación: controles, enlaces de protección, sensores y alarmas.
 - Sistemas de bombeo y tuberías.
 - Instalación eléctrica y planta eléctrica de emergencia.

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que los principales impactos ambientales negativos ocasionados corresponden a la contaminación del suelo (por una inadecuada gestión de los residuos), contaminación del agua (puesto que en su mayoría carecen de dispositivos de tratamientos de las aguas residuales) y gestión del riesgo derivado del manejo de sustancias peligrosas (debido a la manipulación de combustibles).
2. De acuerdo con las visitas técnicas desarrolladas a las distintas estaciones de servicio, se constató el 96% de las estaciones encuestadas afirmó utilizar el servicio de extracción provisto por la municipalidad correspondiente, sin embargo, no se realiza ningún tipo de separación en la fuente. En cuanto a la disposición final de la arena contaminada y lubricante, el 94 % y 99 % de las estaciones encuestadas afirmó disponerlo a través de un gestor autorizado, respectivamente.
3. El manejo de las aguas residuales producidas es ineficiente, ya que un 19 % de las estaciones encuestadas tiene instalada una fosa séptica para el tratamiento de aguas ordinarias, mientras un 89 % poseen rejillas y fosas API para la remoción de hidrocarburos. No obstante, el 100 % de las estaciones confirmó que no se ha realizado mantenimiento alguno estos dispositivos y además desconocen la calidad de los efluentes generados. Cabe agregar que en muchos casos se reduce la eficiencia de las fosas API puesto que se incrementa el caudal del efluente generado debido a las actividades de lavado.

4. En el apartado de gestión del riesgo y contingencias, 99 % de las estaciones cumple con disponer dentro de sus instalaciones los equipos requeridos de acuerdo con la normativa del MEM, sin embargo, desconocen la última fecha de recarga de los extintores y de la reposición de la arena en los contenedores.
5. El 92 % estaciones de servicio visitadas proveen EPP a sus despachadores, mientras el 100 % de los conductores de los camiones cisterna utilizan el EPP durante la operación de llenado de tanques. En cuanto al apartado de capacitaciones anuales en materia de gestión de emergencias, el 99 % de las estaciones afirmó proveerlas. El 99 % de las estaciones proveen mantenimiento de forma anual a todos los equipos utilizados para el almacenamiento y expendio de combustibles.
6. De acuerdo con la investigación sobre la normativa de México y Reino Unido existe la posibilidad de mejora en cuanto a la implementación de tecnologías para la mitigación de impactos ambientales, como de los formatos de registro y seguimiento empleados por el MARN.

RECOMENDACIONES

1. Implementar un directorio virtual donde los proponentes puedan encontrar con facilidad a los proveedores de servicios ambientales autorizados.
2. Elaborar estudios de mercado para la introducción de tecnologías para el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, líquidos y gaseosos generados por las estaciones de servicio de combustible, debido a que al momento no existe diversidad en los métodos utilizados por los proveedores especializados del país, y que actualmente es empleada en otros países tales como México y Reino Unido.
3. Desarrollar una plataforma virtual para el registro y seguimiento ambiental de las actividades desarrolladas en las estaciones de servicio de combustible según el formulario propuesto en la presente tesis.
4. Extender la modalidad de elaboración y autorización de guías ambientales a todo proyecto o actividad económica que se desarrolle en el país, con la finalidad de agilizar el trámite de obtención de la licencia aprobatoria y que el MARN pueda llevar un mejor control de los registros de los proyectos o actividades.

REFERENCIAS

1. Acuerdo Gubernativo 137-2016. *Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental*. Diario de Centro América. Guatemala. 11 de julio de 2016.
2. Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (2012). *Guía ambiental para el subsector de Caña de Azúcar*. Colombia: Autor.
3. Arcadis Geotecnia. (2008). *Plan de Manejo Ambiental. Estudio de emisiones atmosféricas etapa de construcción proyecto “Puerto de embarque de mineral de hierro – Fase I”*. Chile: Autor. Recuperado de http://www.plataformacaldera.cl/biblioteca/589/articles-67400_documento.pdf
4. Comisión Nacional del Agua. (2016). *Lineamientos técnicos: sistema de tratamiento de aguas residuales a nivel vivienda en zona rural*. México: CONAGUA.
5. Constitución Política de la República de Guatemala. (1985).
6. Decreto 109-97. *Ley de Comercialización de Hidrocarburos*. Diario de Centro América. 21 de julio de 1999.
7. Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales. (2015). *Guía de instrumentos ambientales*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

8. Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. (2017). *Ecosistema*. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia2/unidad2/estructuraEcosistema/introduccion>
9. Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. (2017). *Factores abióticos*. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia2/unidad2/estructuraEcosistema/factoresAbioticos>
10. Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. (2017). *Factores bióticos*. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia2/unidad2/estructuraEcosistema/factoresBioticos>
11. Escobar, W. (2014). *Normas técnicas, de seguridad y medio ambiente para estaciones de servicio de combustibles* (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
12. Gallopín, G. (mayo, 2003). Sostenibilidad y desarrollo sostenible: Un enfoque sistémico. *Serie Medio Ambiente y Desarrollo* (64). Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/5763-sostenibilidad-desarrollo-sostenible-un-enfoque-sistemico>
13. Gestión en Recursos Naturales. (2018). *Plan de seguimiento y monitoreo ambiental*. Recuperado de <https://www.grn.cl/plan-de-seguimiento-y-monitoreo-ambiental.html>

14. González, A. (2018). *Plan de Contingencia*. Emprende Pyme. Recuperado de <https://www.emprendepyme.net/plan-de-contingencia.html>
15. Grupo MT. (s.f.) *¿Cómo funciona exactamente un tanque séptico?* Recuperado de <http://www.muchoTanque.com>
16. Institute of Petroleum. (2002). *Guidelines for soil, groundwater and Surface water protection and vapor emission control at petrol filling stations*. London: The Institute of Petroleum. Recuperado de <https://www.technokontrol.com/pdf/institute-petroleum-guidelines.pdf>
17. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2007). *Tecnologías de Remediación*. Recuperado de [http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/372/tecnolog.html#:~:text=Desorci%C3%B3n%20%D9%9C\(DT\),por%20consiguiente%20separar%20del%20suelo](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/372/tecnolog.html#:~:text=Desorci%C3%B3n%20%D9%9C(DT),por%20consiguiente%20separar%20del%20suelo)
18. Latargere, J. y Sawyer, R. (s.f.) *Pozo de absorción*. Recuperado de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-saneamiento/uso-yo-disposicion-final/pozo-de-absorci%C3%B3n>
19. Ministerio del Ambiente. (s.f.). *Guía metodológica para el desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos*. Perú: Autor.

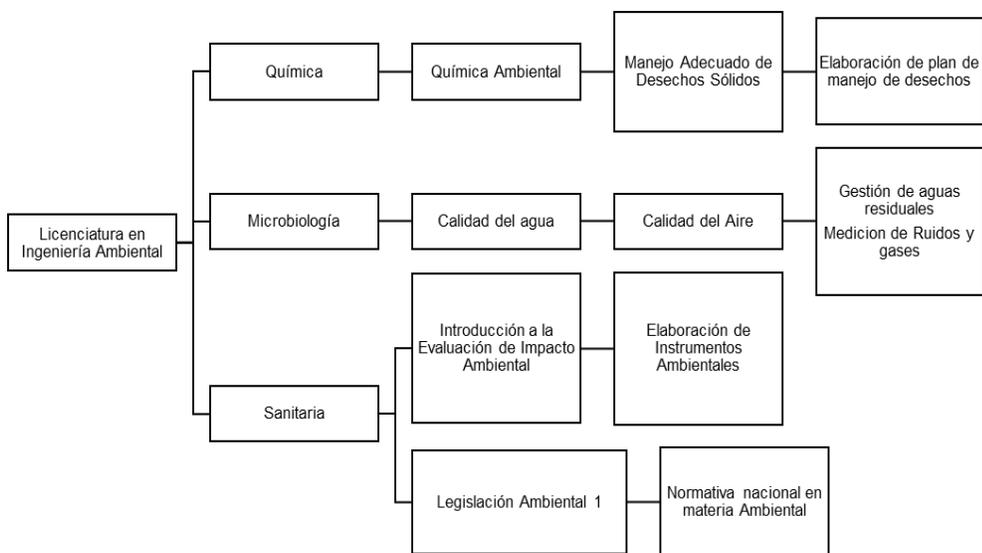
20. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). *Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados*. Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
21. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *Guías ambientales para estaciones de servicio*. Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
22. Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-001-ASEA-2015. *Diseño, construcción, mantenimiento y operación de estaciones de servicio de fin específico y de estaciones asociadas a la actividad de Expendio en su modalidad de Estación de Servicio para Autoconsumo, para diésel y gasolina*. Diario Oficial de la Federación. 3 de diciembre de 2015.
23. Organización de Estado Americanos. (2011). *Biocombustibles Guatemala*. Recuperado de <http://www.oas.org/en/sedi/dsd/energy/doc/biocombustiblesguatemala.pdf>
24. Peña, E. (2009). *Guía de infraestructura: Instrumento de gestión ambiental*. San José, Costa Rica: UICN. Recuperado de <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2009-088.pdf>
25. Pinto, S. (2007). *Valoración de Impactos Ambientales*. Recuperado de http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48150/componente48148.pdf

26. Raffino, M. (2019). *Factores Abióticos*. Recuperado de <http://concepto.de/factores-abioticos/>
27. Rosales, E. (2005). Tanques sépticos: Conceptos teóricos, base y aplicaciones. *Tecnología en Marcha*, 18 (2). 26 – 33.
28. Samayoa, J. (2007). *Normativa para la instalación y operación de estaciones de servicio de combustible* (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
29. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2019). *Impacto Ambiental y Tipos*. México: Autor. Recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/impacto-ambiental-y-tipos-de-impacto-ambiental>
30. Soldicom. (2020). *Guía para la elaboración e implementación del plan de contingencia para estaciones de servicio de combustible*. Recuperado de <https://fondosoldicom.org/wp-content/uploads/2020/08/GU%C3%8DA-DE CONTINGENCIAS cd.pdf>
31. Teckhnoport. (s.f.). *Trampa de grasa: principio de funcionamiento, alcance y autoinstalación. Trampa de grasa para alcantarillado desde el comedor Trampa de grasa para alcantarillado industrial*. Recuperado de <https://tekhnoport.ru/es/kolodec-zhiroulovitel-princip-deistviya-oblast-primeneniya-i-samostoyatel'naya-ustanovka-zhiroulovite/>
32. Yañez, Gildardo. (2006). *Buenas Prácticas en Sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado*. Naucalpan: Secretaría del Medio Ambiente y

Recursos Naturales. Recuperado de <http://apps2.semarnat.gob.mx:8080/sissao/archivos/ManualBuenasPracticas2.pdf>

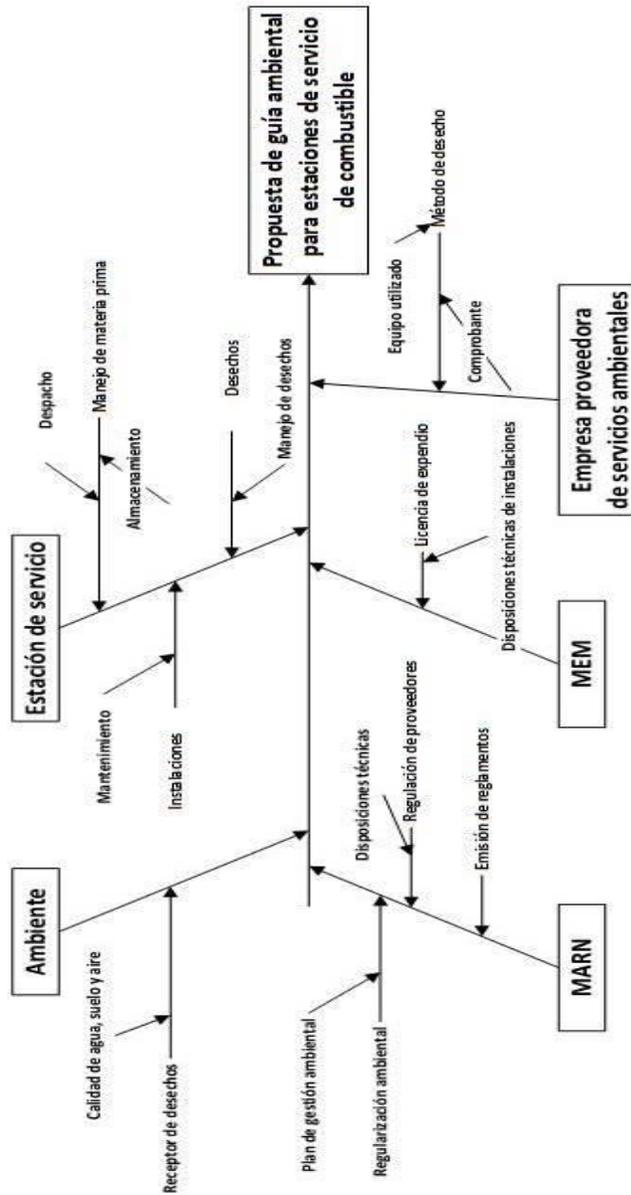
APÉNDICE

Apéndice 1. **Tabla de requisitos académicos**



Fuente: elaboración propia, realizado con Visio.

Apéndice 2. Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa)



Fuente: elaboración propia, realizado con Visio.

Apéndice 3. **Vista general Estación El Rancho, municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (San Agustín Acasaguastlán, El Progreso. 2017).
Colección particular. Guatemala.

Apéndice 4. **Área de despacho Estación El Rancho, municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (San Agustín Acasaguastlán, El Progreso. 2017).
Colección particular. Guatemala.

Apéndice 5. Área de lavado de vehículos Estación El Rancho, municipio de San Agustín Acasaguastlán departamento de El Progreso



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (San Agustín Acasaguastlán, El Progreso. 2017).
Colección particular. Guatemala.

Apéndice 6. Vista general Estación de Servicio Santo Domingo, municipio de San Pedro Carchá, departamento de Alta Verapaz



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (San Pedro Carchá, Alta Verapaz. 2017). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 7. **Área de servicios menores Estación de Servicio Santo Domingo, municipio de San Pedro Carchá, departamento de Alta Verapaz**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (San Pedro Carchá, Alta Verapaz. 2017). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 8. **Válvulas de venteo y área de tanques de almacenamiento Estación de Servicio Santo Domingo, municipio de San Pedro Carchá, departamento de Alta Verapaz**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (San Pedro Carchá, Alta Verapaz. 2017). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 9. **Área de despacho Estación de Servicio Santo Domingo,
municipio de San Pedro Carchá, departamento de Alta
Verapaz**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (San Pedro Carchá, Alta Verapaz. 2017). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 10. **Proceso de llenado de tanques de almacenamiento
Estación de Servicio Santo Domingo, municipio de San
Pedro Carchá, departamento de Alta Verapaz**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (San Pedro Carchá, Alta Verapaz. 2017). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 11. **Área de despacho Estación de Servicio Miraflores,
municipio de Guatemala, departamento de Guatemala**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Guatemala, Guatemala. 2017). Colección particular.
Guatemala.

Apéndice 12. **Área de tanques de almacenamiento Estación de Servicio
Miraflores, municipio de Guatemala, departamento de
Guatemala**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Guatemala, Guatemala. 2017). Colección particular.
Guatemala.

Apéndice 13. **Bodega general de basura Estación de Servicio Miraflores, municipio de Guatemala, departamento de Guatemala**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Guatemala, Guatemala. 2017). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 14. **Válvulas de venteo Estación de Servicio Miraflores, municipio de Guatemala, departamento de Guatemala**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Guatemala, Guatemala. 2017). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 15. **Área de despacho Estación Fraigas Tres, municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Fraijanes, Guatemala. 2017). Colección particular.
Guatemala.

Apéndice 16. **Área de tanques de almacenamiento Estación Fraigas Tres, municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Fraijanes, Guatemala. 2017). Colección particular.
Guatemala.

Apéndice 17. Toma de aire Estación Fraigas Tres, municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Fraijanes, Guatemala. 2017). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 18. Válvulas de venteo Estación Fraigas Tres, municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Fraijanes, Guatemala. 2017). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 19. **Área de despacho Estación Guadalupe III, municipio de Guatemala, departamento de Guatemala**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Guatemala, Guatemala. 2017). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 20. **Arenero Estación Guadalupe III, municipio de Guatemala, departamento de Guatemala**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Guatemala, Guatemala. 2017). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 21. **Válvulas de venteo Estación Guadalupe III, municipio de Guatemala, departamento de Guatemala**



Fuente: [Fotografía de Ana Hernández]. (Guatemala, Guatemala. 2017). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 22. **Encuesta efectuada a las estaciones de servicio de combustible**

INFORMACION DE CADA PUNTO – LLENAR FICHA DE INSPECCION

1. Nombre de la estación: _____

2. Datos del encargado al momento de la entrevista

- a. Nombre: _____
- b. Teléfono: _____
- c. Correo electrónico: _____

3. Especificar Coordenadas UTM o Geográfica

Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator) DATUM WGS84	Coordenadas Geográficas Datum WGS84

4. Nombre(s) del (os) archivo(s) de la(s) fotografía(s) del proyecto: _____

5. Actividades colindantes el proyecto:

DIRECCION	DESCRIPCION
NORTE	
SUR	
ESTE	
OESTE	

6. Actividades desarrolladas en el proyecto:

- a. Almacenamiento
 - I. Cantidad total de tanques: _____
 - II. Capacidad de almacenamiento: _____

Combustible	Capacidad en galones	Cantidad de tanques
Super		
Regular		
Diesel		

Proveer copia de la licencia de distribuidor otorgada por el MEM**

- I. Planta eléctrica: Si () No ()

- b. Despacho
 - I. Cantidad de islas: _____

Continuación del apéndice 22.

II. Cantidad _____ de
mangueras _____

c. Otros

I. Compresor de aire:
SI () No ()

II. Carwash
Propio () Arrendado () No tiene ()

III. Tienda de conveniencia
Propio () Arrendado () No tiene ()

IV. Venta de lubricantes
Propio () Arrendado () No tiene ()

V. Lubricentro
Propio () Arrendado () No tiene ()

7. Datos laborales

a. Horario de atención al público: _____
b. Jornada de trabajo: Diurna () Nocturna () Mixta ()
c. Número de empleados por jornada: _____
d. Total de empleados: _____

8. Del consumo de agua

a. Fuente de agua potable:
I. Pípa de agua () Cantidad por semana _____
II. Servicio municipal ()
III. Servicio privado ()

b. Metros cúbicos de agua consumida al mes: _____

c. Posee sistema para el almacenamiento de agua: SI () No ()

d. Capacidad de almacenamiento de la sistema: _____

9. De las aguas residuales

a. Indique a dónde están conectadas las aguas ordinarias (lugar de descarga):
Pozo de absorción () Colector municipal () Privado () Río ()

b. Posee rejillas en el área de almacenamiento de combustible y despacho: SI ()
No ()

Observaciones _____

c. Posee caja API para el tratamiento de aguas residuales de tipo Industrial: SI ()
No ()

d. Posee planta de tratamiento de aguas residuales: SI () No ()

e. En caso de que la pregunta anterior sea sí, indique las unidades de tratamiento que posee actualmente: _____

f. Además, establezca la última fecha del mantenimiento y provea copia de la empresa encargada del mismo.

10. De los desechos sólidos

a. Establezca el volumen de desechos o desperdicios que genera la actividad desarrollada: _____

b. Especifique el tipo de desechos generados:
I. Ordinarios ()
II. Peligrosos (), de qué tipo:
1. Contenedores vacíos de lubricantes ()
2. Telas manchadas con lubricantes ()
3. Arena utilizada para recoger algún derrame de combustible ()
4. Aceite usado ()
5. Repuestos usados ()

c. Los residuos sólidos peligrosos son almacenados en recipientes metálicos:
SI () No ()

d. Los empleados han recibido una capacitación sobre el manejo de desechos sólidos peligrosos:
SI () No ()

e. Cuál es la forma de extracción de los desechos sólidos comunes:
I. Municipal ()
II. Privado ()

f. Establezca el periodo de extracción de los desechos sólidos comunes:
I. 2 veces a la semana ()
II. 3 veces a la semana ()

g. Indique la forma de disposición final de los desechos peligrosos: _____

11. Del consumo de energía eléctrica

a. Consumo de energía por unidad de tiempo (KWh): _____

b. Forma de suministro de energía
I. Sistema público ()
II. Sistema privado ()

c. Cantidad de contadores _____

12. De los riesgos ocupacionales

a. Equipo de protección personal utilizado por el personal que despacha el combustible:
I. Botas punta de acero ()
II. Camisa/ chaleco con banda antirreflexiva ()

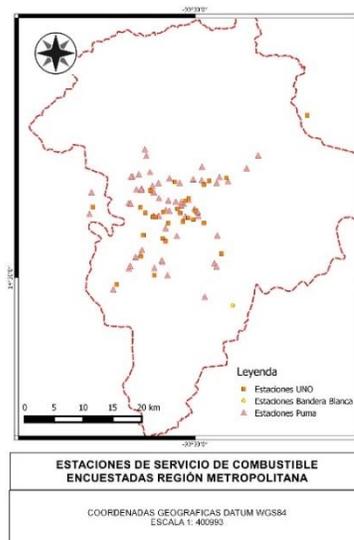
Continuación del apéndice 22.

- b. El suelo del área de despacho se encuentra impermeabilizado mediante una capa de concreto:
SI () No ()
- c. El piloto del camión cisterna y el responsable de la estación siguen los protocolos de seguridad diseñados por el distribuidor de combustible durante esta actividad:
SI () No ()
Observaciones: _____
- d. Existe señalización de seguridad en las islas dispensadoras y en los tanques de almacenamiento:
SI () No ()
Observaciones: _____
- e. Existe al menos un contenedor de arena en cada isla dispensadora:
SI () No ()
- f. Cada isla de despacho posee un extintor tipo ABC
SI () No ()
El proyecto cuenta con mas extintores distribuidos en otras áreas, especifique: _____
- g. El personal ha sido capacitado en materia de seguridad ocupacional y atención de emergencias derivadas de la manipulación de combustibles, al menos una vez durante el año en curso.
SI () No ()
- h. Los tanques de almacenamiento cuenta con certificación de hermeticidad por empresa avalada por el MEM: SI () No ()
En caso afirmativo provea la copia correspondiente.
- i. El proyecto cuenta con el botón de paro debidamente señalizado y en un área fácil accesibilidad: SI () No ()

NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE DE LA TIENDA: _____ HORA DE FINALIZACIÓN DE LA INSPECCIÓN: _____

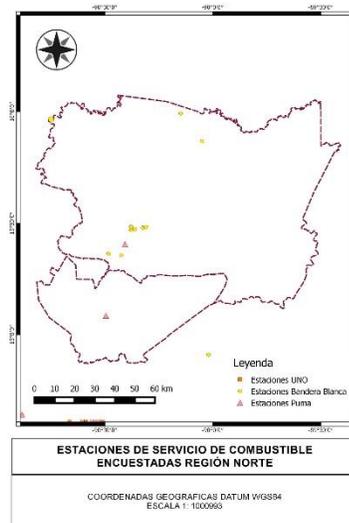
Fuente: elaboración propia con datos obtenidos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2017). Formulario instrumentos ambientales categoría B2.

Apéndice 23. Mapa estaciones encuestadas Región Metropolitana



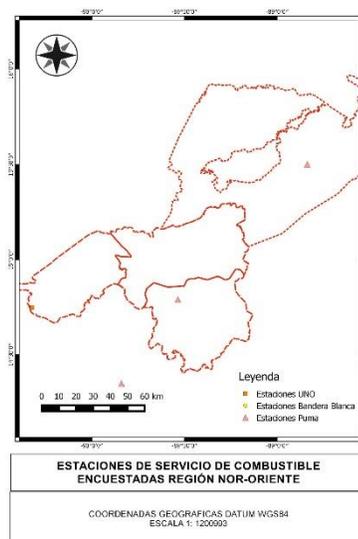
Fuente: elaboración propia, realizado con QGIS.

Apéndice 24. Mapa estaciones encuestadas Región Norte



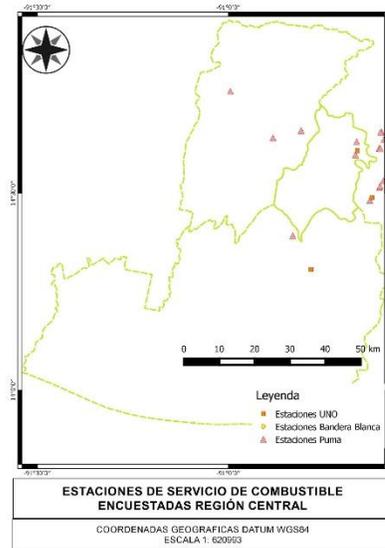
Fuente: elaboración propia, realizado con QGIS.

Apéndice 25. Mapa estaciones encuestadas Región Nor-Oriente



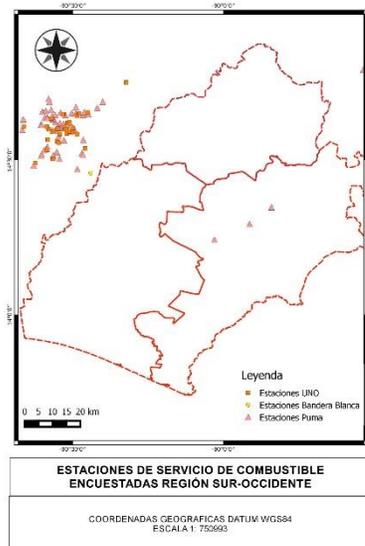
Fuente: elaboración propia, realizado con QGIS.

Apéndice 26. Mapa estaciones encuestadas Región Central



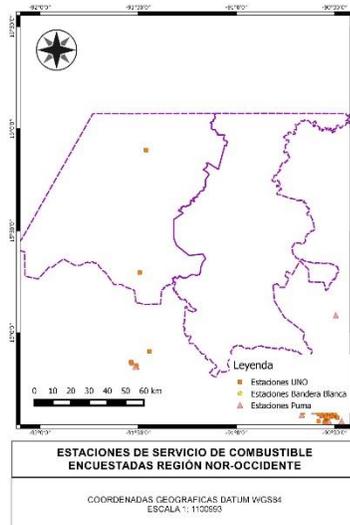
Fuente: elaboración propia, realizado con QGIS.

Apéndice 27. Mapa estaciones encuestadas Región Sur-Occidente



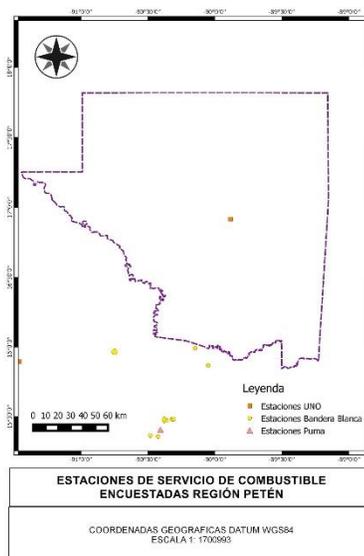
Fuente: elaboración propia, realizado con QGIS.

Apéndice 28. Mapa estaciones encuestadas Región Nor-Occidente



Fuente: elaboración propia, realizado con QGIS.

Apéndice 29. Mapa estaciones encuestadas Región Petén

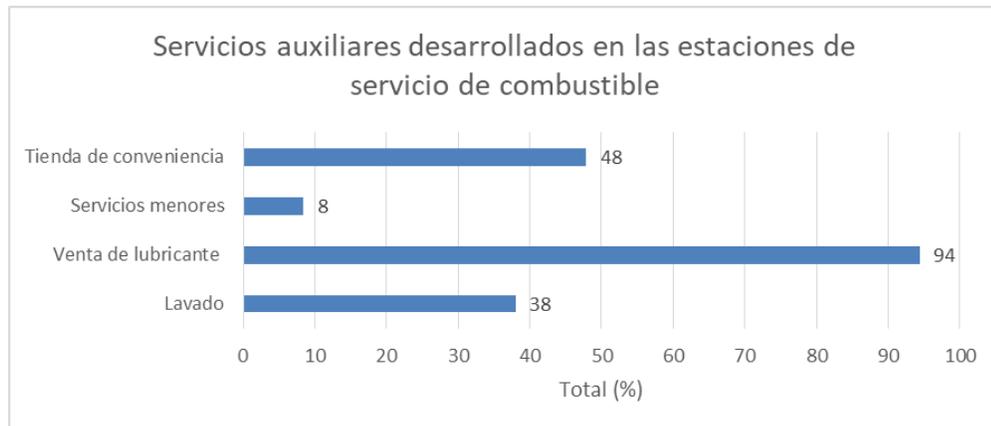


Fuente: elaboración propia, realizado con QGIS.

Apéndice 30. **Tabulación de datos de las estaciones de servicio de combustible encuestadas**

- Actividades auxiliares desarrolladas en las estaciones de servicio de combustible

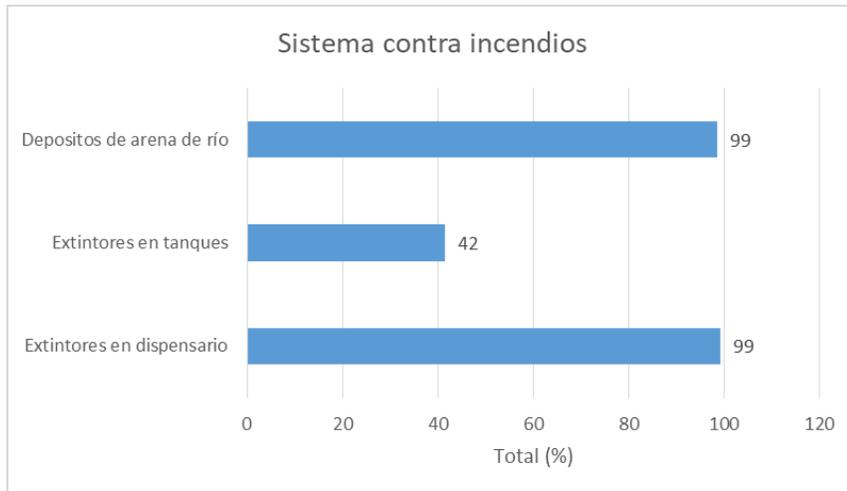
Servicios auxiliares	Cantidad
Lavado de vehículos	54
Venta de lubricante	134
Servicios menores	12
Tienda de conveniencia	68



- Cumplimiento de los requerimientos para combate de incendios en estaciones de servicio de combustible.

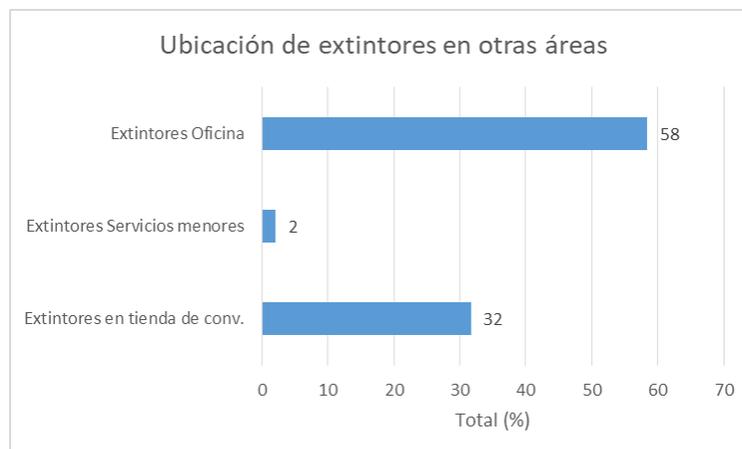
Del sistema contra incendio	Si	No
Extintores en dispensario	141	1
Extintores en tanques	59	83
Depósitos de arena de río	140	2

Continuación del apéndice 30.



- Colocación de extintores en otras áreas dentro de las estaciones de servicio de combustibles

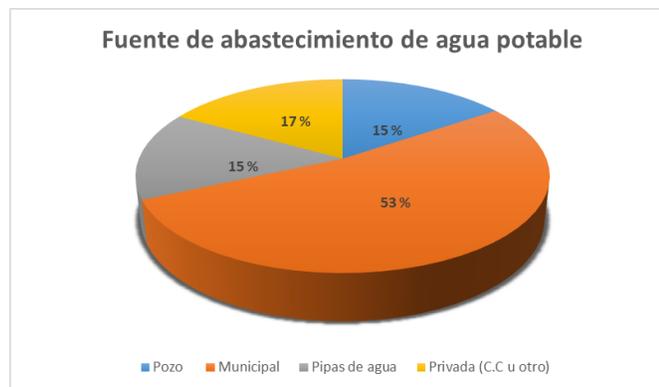
Extintores en otras áreas	Si	No
Tienda de conveniencia	45	23
Servicios menores	3	139
Oficina	83	59



Continuación del apéndice 30.

- Fuente de abastecimiento de agua potable de las estaciones de servicio de combustible entrevistadas.

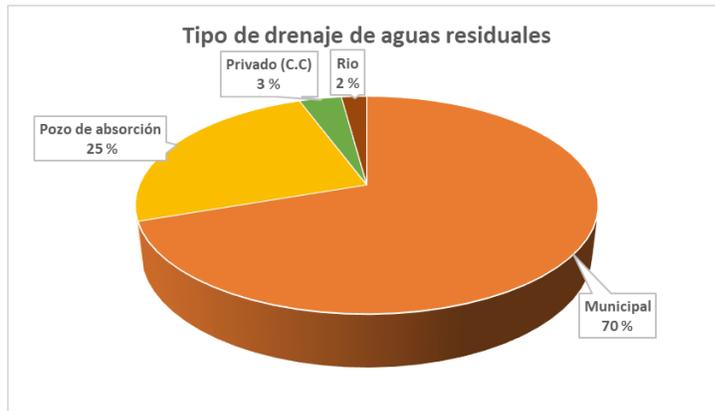
Fuente de abastecimiento de agua	Cantidad
Pozo	22
Municipal	75
Pipas de agua	21
Privada (C.C u otro)	24



- Tipo de desfogue de aguas residuales en las estaciones de servicio de combustible.

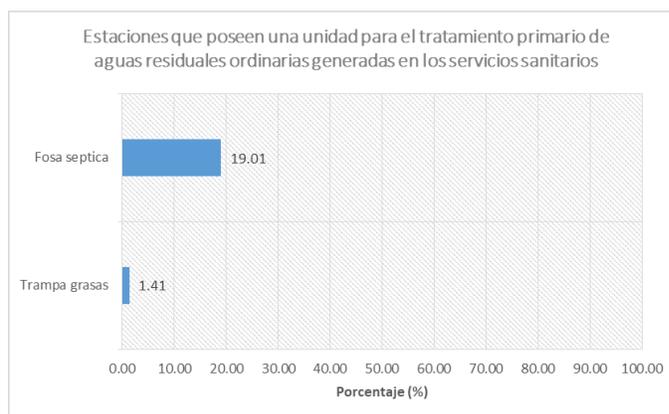
Tipo de drenaje	Cantidad
Municipal	99
Pozo de absorción	35
Privado (C.C)	5
Rio	3

Continuación del apéndice 30.



- Sistemas de tratamiento de las aguas residuales generadas en las estaciones de servicio de combustible.

Tratamiento primario de aguas ordinarias	En servicios sanitarios	
	Si	No
Caja trampa grasas	2	140
Fosa séptica	27	115

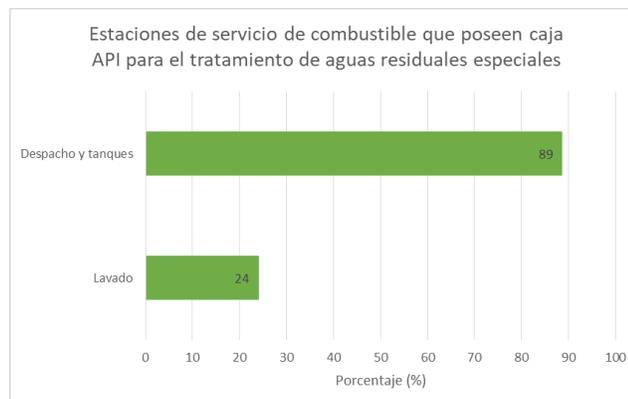


Continuación del apéndice 30.

Tratamiento primario de aguas ordinarias	En tienda conveniencia		
	Si	No	No se preparan alimentos
Caja trampa grasas	5	46	17
Fosa séptica	N.A.	N.A.	0



Tratamiento de aguas residuales especiales	Lavado de vehículos		Despacho y tanques	
	Si	No	Si	No
API	13	42	126	16
Rejillas	N.A.	N.A.	130	11

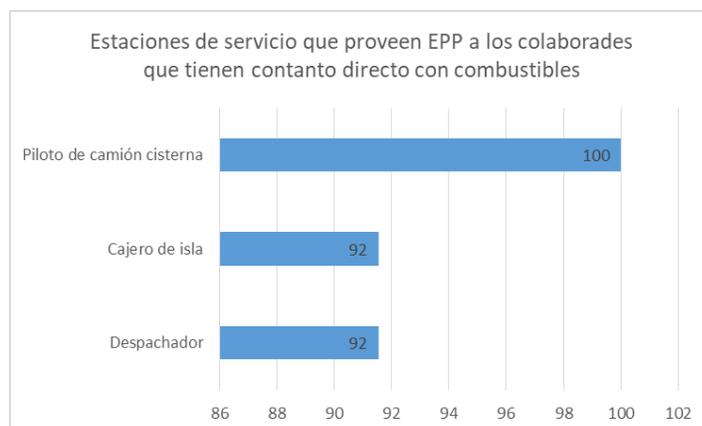


Continuación del apéndice 30.



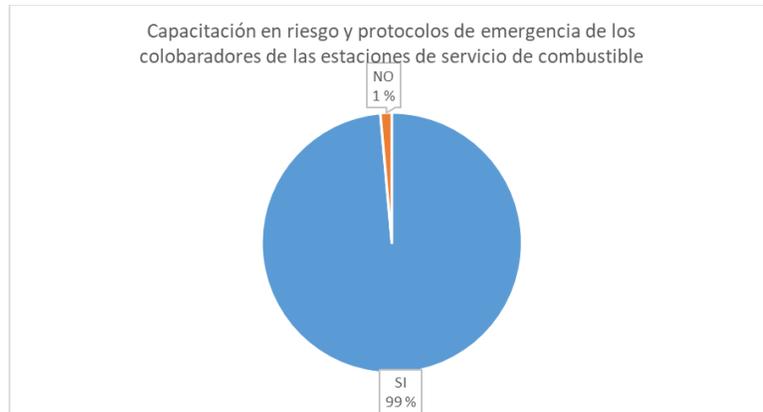
- Medidas de seguridad y salud ocupacional en las estaciones de servicio de combustible.

Equipo de protección personal	Si	No
Despachador	130	12
Cajero de isla	130	12
Piloto de camión cisterna	142	0



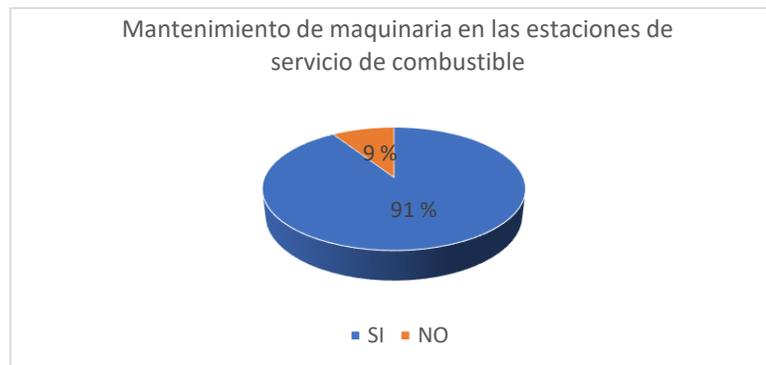
Continuación del apéndice 30.

Capacitación en riesgo y protocolos	Si	No
Cantidad	140	2



- Mantenimiento de maquinaria empleada en las estaciones de servicio de combustible.

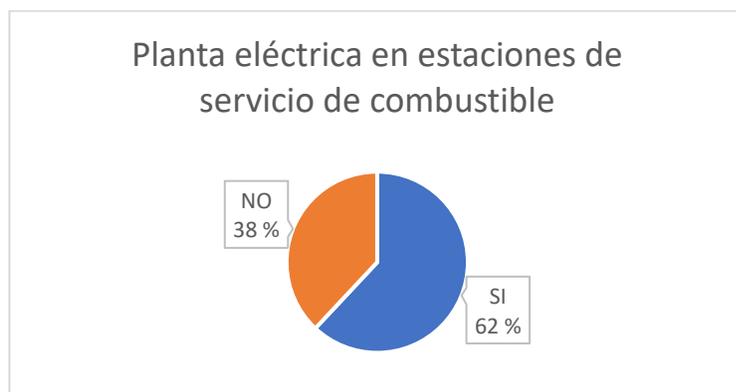
Mantenimiento de maquinaria	Si	No
Total de estaciones	129	13



Continuación del apéndice 30.

- Planta eléctrica en las estaciones de servicio de combustible.

Planta eléctrica	Si	No
Cantidad	88	54

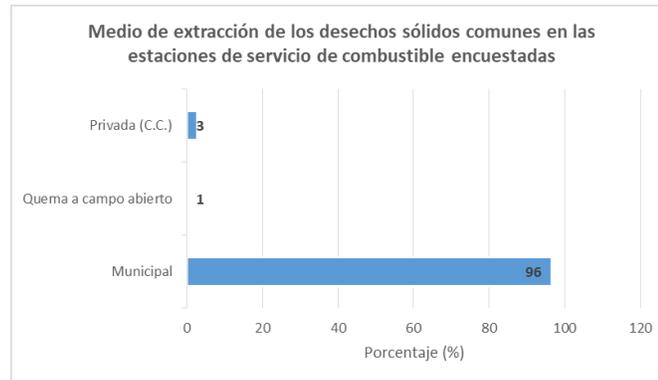


- Manejo de desechos sólidos generados por las estaciones de servicio de combustible.

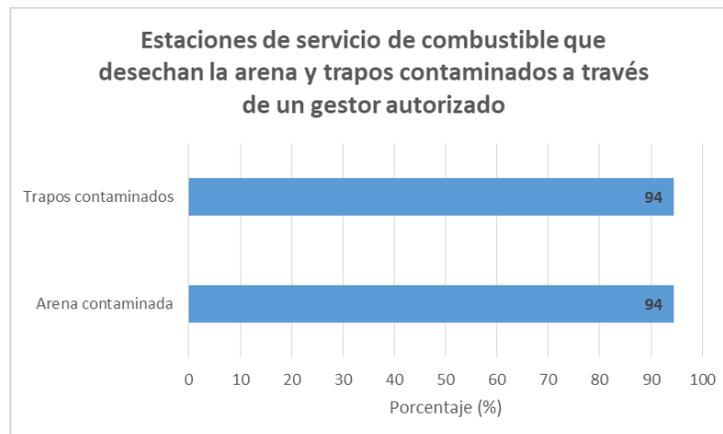
Manejo de desechos comunes	Si	No
Separación	0	142
Reciclaje	0	142

Extracción de desechos comunes	Cantidad
Municipal	137
Quema a campo abierto	1
Privada (C.C.)	4

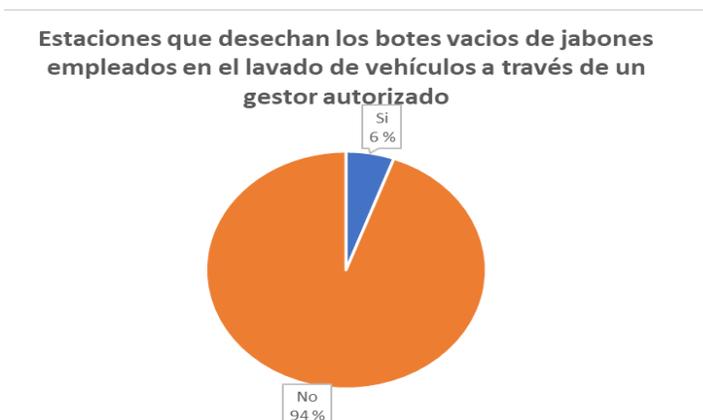
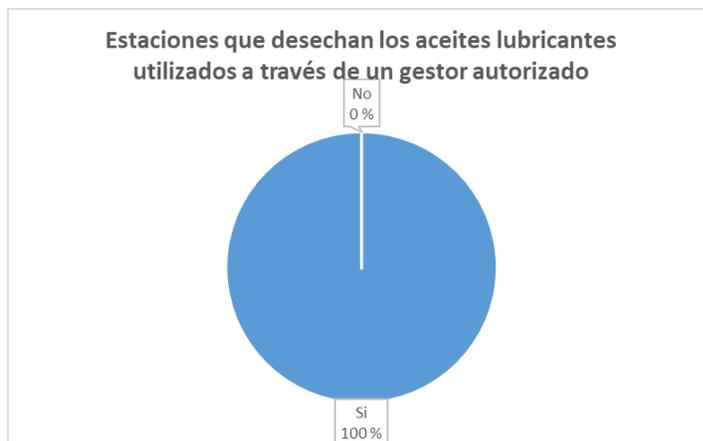
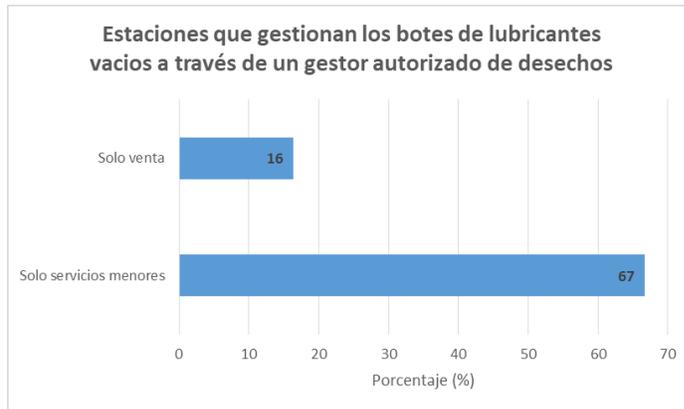
Continuación del apéndice 30.



Manejo de desechos peligrosos a través de gestores autorizados	Si	No
Botes de lubricantes	8	4
Botes de lubricantes	22	112
Arena contaminada	134	8
Trapos contaminados	134	8
Aceite lubricante usado	13	0
Botes de jabones	3	51



Continuación del apéndice 30.

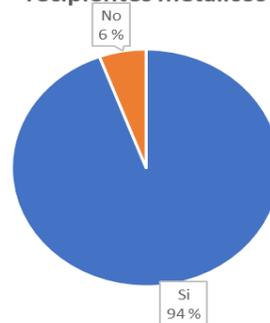


Continuación del apéndice 30.

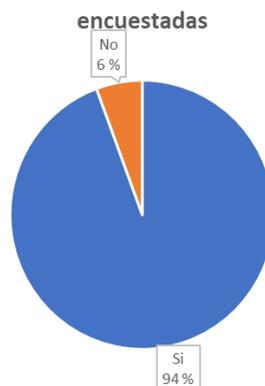
Almacenamiento de arena contaminada en recipientes metálicos	Si	No
Total de estaciones	134	8

Capacitación en manejo de desechos peligrosos (arena)	Si	No
Total de estaciones	134	8

Almacenamiento de arena contaminada en recipientes metálicos

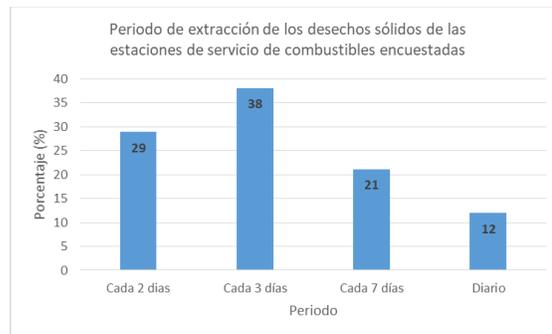


Capacitación sobre el manejo de desechos sólidos provisto a los colaboradores de las estaciones de servicio encuestadas



Continuación del apéndice 30.

Periodo de extracción de desechos sólidos ordinarios	Cantidad
Cada 2 días	41
Cada 3 días	54
Cada 7 días	30
Diario	17



- Impermeabilización de suelo en el área de despacho y tanques de almacenamiento

Suelo impermeabilizado en área de despacho y tanques de almacenamiento	Cantidad
Concreto	141
Adoquín	1



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

ANEXOS

Anexo 1. Formato F-PM-RCD-01 de datos generales e identificación de los residuos

 <p style="font-size: 8px;">MEXICO SUOTERVIAL cmic INDUSTRIALIZACION DE CALIDAD</p>	DATOS GENERALES E IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS	CLAVE DE FORMATO F-PM-RCD-01
N° FOLIO		<input style="width: 90%;" type="text"/>
FECHA		<input style="width: 90%;" type="text"/>
Nombre, Denominación o Razón Social del Solicitante:		
Nombre del Proyecto, Obra o Actividad:		
Nombre del Representante Legal:		
Domicilio para Oír y Recibir Notificaciones:		
Correo Electrónico:		
RESIDUOS OBJETO DEL PLAN DE MANEJO		
Clasificación de Residuos	Cantidad (Ton)	
MATERIAL DE EXCAVACIÓN (Material para Relleno)		
RESIDUOS DE CONCRETO (Concreto: Bases Hidráulicas, Concretos Hidráulicos, Adcretos, Adopastos, Bordillos, Postes de Cemento-Arena, Morteros, Asfalto; Carpetas Asfálticas)		
ELEMENTOS MEZCLADOS PREFABRICADOS Y PÉTREOS (Piedra, Block-Tabique, Tabicones, Mortero, Adoquines, Tabicones, Tubos de Albañal, Mamposterías, Tabiques, Ladrillos)		
OTROS (Yeso, Muro Falso, Madera, Cerámica, Plástico, Metales, Lámina, Vidrios, Papel y Cartón)		
TOTAL (TON)	<input style="width: 90%;" type="text"/>	
PERIODO DE GENERACIÓN (MENSUAL/DÍA)	<input style="width: 90%;" type="text"/>	
PROMEDIO (TON/MENSUAL) O (TON/DÍA)	<input style="width: 90%;" type="text"/>	
Nombre y Firma del Solicitante o Representante Legal:		
<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>		

Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2017). *Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición.*

Anexo 2. Formato F-PM-RCD-02 de acuerdos con proveedores y Recicladores

		ACUERDOS CON PROVEEDORES, RECICLADORES*			CLAVE DE FORMATO F-PM-RCD-02	
N° FOLIO <input type="text"/>						
Nombre o Razón Social del Proveedor	Domicilio	Tipo de Acuerdo**	Principales Acciones de Minimización y Aprovechamiento de los Residuos	Tipos de Residuos	Cantidad (Ton)	
Nombre y Firma del Responsable de la Aplicación del Plan de Manejo:						

*Se pueden registrar los acuerdos generados con receptores de donaciones, coprocesadores que aprovechen materiales reciclables, etc.
**Ejemplo de tipo de acuerdo: Empleo de menor cantidad de empaques y embalajes, retiro por parte del proveedor de empaques y embalajes, recepción del material sobrante por parte del proveedor.

Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2017). *Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición.*

Apéndice 24. Formato F-PM-RCD-03 para control de residuos en obra

		CONTROL DE RESIDUOS (EN OBRA)				CLAVE DE FORMATO F-PM-RCD-03	
N° de FOLIO <input type="text"/>							
Residuo Generado	Tipo de Manejo en Obra		Tipo de Manejo Fuera de Obra				
	Reuso (Ru) (Ton)	Reciclado en Obra (RO) (Ton)	Reciclado Fuera de la Obra (FO) (Ton)	Nombre del Sitio de Reciclaje y No. de Registro o Autorización*	Disposición Final (D) (Ton)	Nombre del Sitio de Disposición y No. de Registro o Autorización*	
TOTAL							

*Emitido por la Autoridad Competente.

Almacenamiento Temporal de los Residuos				
Clasificación de Residuos	Residuo Generado**	Forma de Almacenamiento en Obra	Cantidad (Ton)	Tiempo Promedio (Días)
Material de Excavación				
Residuos de Concreto				
Elementos Mezclados Prefabricados y Pétreos				
Otros				

**Ejemplo: Empleo de residuos provenientes de bases hidráulicas, concreto hidráulico, adoquines, bordillos, postes de cemento-arena, morteros, carpetas estéticas, piedra, blocos, adoques, tabiques, tubos de albañil, mamposterías, tabiques, ladrillos, etc.

Nombre y Firma del Responsable de la Aplicación del Plan de Manejo:

Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2017). *Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición.*