

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE POSTGRADO

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL”

TEMA:

EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS CON
RESPECTO A LA CALIDAD DEL SUELO Y AGUA SUBTERRÁNEA EN
UNA ESTACIÓN DE SERVICIO EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL PARA LA
PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL

AUTOR:

DARWIN RAFAEL HERNÁNDEZ GÓMEZ

Guayaquil – Ecuador

2023

RESUMEN

Las estaciones de servicio son instalaciones ubicadas en zonas urbanas y rurales de todo el Ecuador que almacenan y distribuyen diariamente miles de galones de combustible para abastecer al parque automotor, actividad de riesgo que puede afectar negativamente el suelo y agua, habiendo existido ya reportes de contaminaciones generadas por este tipo de instalaciones. Debido a esta situación, el presente estudio busca determinar el nivel de afectación al suelo y agua subterránea que puede generar la operación de una estación de servicio de la ciudad de Guayaquil, a fin de plantear medidas de control preventivo y de remediación ambiental de ser el caso, para ello, en base a resultados de análisis de agua y suelo realizados en el último año a diferentes profundidades realizados a dos estaciones de servicio por un laboratorio acreditado se ha evaluado la calidad de estos componentes respecto a lo que exigen las normas ambientales ecuatorianas, encontrando que existe una afectación que requiere una intervención y la implementación de medidas de prevención las cuales son planteadas como parte del presente trabajo.

Palabras clave: Estaciones de servicio, afectación, suelo y agua, remediación y medidas de prevención

ABSTRACT

Gas stations are facilities that are often located in both urban and rural areas throughout Ecuador. These facilities store and distribute thousands of fuel gallons on a daily basis to supply the vehicle fleet, a risky activity that can negatively affect soil and water, as there have already been reports of contamination generated by this type of facilities. Due to this situation, the present study seeks to determine the level of hazard caused to the soil and groundwater that the operation of a gas station in the city of Guayaquil can generate, in order to propose preventive control and environmental remediation measures, being that required. For the present document, based on results of water and soil analyses that took place in the last year at different depths, carried out at two service stations by an accredited environmental laboratory, the quality of these physical components has been evaluated according to what is required by environmental Ecuadorian standards, evidencing environmental impact that requires an intervention and the implementation of prevention measures which are raised as part of the present work.

Keywords: Service stations, affectation, soil and water, remediation and prevention measures

DEDICATORIA

Este estudio va dedicado a mis padres quienes con sus esfuerzos y dedicación me formaron y me permitieron estudiar y mejorar cada día.

A mi esposa e hijos quienes durante el desarrollo de este estudio me dieron su apoyo y paciencia y a Dios, en quien todos existimos y de quien todos nos sustentamos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos los profesores de esta maestría, quienes nos han compartido sus valiosas experiencias permitiéndonos no solo adquirir nuevos conocimientos y mejorar los que ya teníamos sino también enriquecernos con sus experiencias profesionales y de vida

.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Titulación me corresponde exclusivamente y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. El patrimonio intelectual del mismo corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Darwin Rafael Hernández Gómez

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Firmado electrónicamente por:
GUILLERMO FRANCISCO
TORRES ANDRADE

Francesca Escala Benites, MSC

Francisco Torres Andrade, PhD

PRESIDENTE

TUTOR



Firmado electrónicamente por:
JENNY MARIA VENEGAS
GALLO

Jenny Venegas Gallo, MSc

DOCENTE EVALUADOR

ABREVIATURAS O SIGLAS

En esta página constará el listado completo de los acrónimos utilizadas en todo el texto tanto en inglés y español y su correspondiente significado.

COVs: Compuestos Orgánicos Volátiles

EDS: Estación de servicio

EPA: Agencia de Protección Ambiental

Índice

Capítulo 1.....	1
1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Descripción del Problema	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	3
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	3
1.4. Hipótesis	3
1.5. Alcance	4
Capítulo 2.....	5
2. Las Estaciones de Servicio.....	5
2.1. Comercialización de Combustibles Estaciones de Servicio.....	5
2.2. Características de las Estaciones de Servicio	7
2.3. Área de Almacenamiento: Zona de Tanques de Almacenamiento. .9	
2.3.1. <i>Tanques Superficiales</i>	9
2.3.2. <i>Tanques Subterráneos</i>	9
2.3.3. <i>Sistemas de contención secundaria</i>	14
2.3.4. <i>Sistemas de Desfogue o Venteo del Tanque</i>	20
2.3.5. <i>Sistemas de Llenado</i>	21
2.3.6. <i>Surtidores</i>	24
2.4. Normativa ambiental del Ecuador	26
2.4.1. <i>Calidad del suelo</i>	27
2.4.2. <i>Calidad del Agua</i>	27

2.5.	Áreas Potencialmente Contaminantes en las Estaciones de Servicio.....	47
2.5.1.	Tanques.....	49
2.5.2.	Tuberías.....	50
	Capítulo 3.....	52
3.	Metodología	52
3.1.	Evaluaciones Ambientales en Estaciones de Servicio.....	53
3.2.	Contenido y Metodología de Evaluaciones Evaluadas.	53
3.2.1.	<i>Descripción y Características del Sitio:</i>	53
3.2.2.	<i>Actividades Realizadas y Metodología de Trabajo de Campo</i>	53
3.2.3.	<i>Muestras para Análisis de Agua y Suelo Subterráneo</i>	54
	Capítulo 4.....	57
4.	Resultados.....	57
4.1.	Caso 1.	57
4.1.1.	<i>Información Resumen del Sitio</i>	57
4.1.2.	<i>Resultados de Mediciones de Compuestos Orgánicos Volátiles</i> ...	59
4.1.3.	<i>Resultados del Monitoreo de Suelos</i>	61
4.1.4.	<i>Aguas Subterráneas en la EDS</i>	62
4.2.	Caso 2.	64
4.2.1.	<i>Información del Sitio</i>	64
4.2.2.	<i>Resultados de la Medición de Compuestos Orgánicos Volátiles</i> ...	66
4.2.3.	<i>Resultados del Monitoreo de Suelos</i>	69
4.2.4.	<i>Aguas Subterráneas en la EDS</i>	70
4.3.	Modelo Conceptual de Sitio (MCS).....	72
4.3.1.	<i>MCS Caso 1</i>	72

4.3.2. MCS Caso 2.....	73
4.4. Medidas de Prevención	75
4.4.1. Aspectos Constructivos	75
4.4.1.1. Tanques.....	75
4.4.1.2. Tuberías.....	77
4.4.1.3. Sistemas de Detección de Fugas	78
4.4.1.4. Sistemas de Detección de Fugas en Tanques de Combustibles...79	
4.4.1.5. Sistemas de Detección de Fugas en Tuberías	82
4.4.1.6. Protección a la Corrosión.....	83
4.4.1.7. Contenedores, Surtidores y Bocas de Descarga	84
4.4.1.8. Otros Dispositivos para Evitar Derrames o Fugas	85
4.4.1.8.1. Válvulas de sobrellenado y de impacto	85
4.4.1.8.2. Pavimentación al interior de la estación de servicio	86
4.5. Aspectos Operativos.....	88
4.5.1. Capacitación del Personal	88
4.5.2. Descarga de Combustible.....	88
4.5.3. Manipulación y Gestión de Residuos.....	89
4.5.4. Plan de Actuación ante Pequeños Vertidos o Fugas.....	90
4.5.5. Inspecciones Periódicas	90
4.6. Medidas de Mitigación	92
4.6.1. Técnicas de Remediación.....	92
4.6.1.1. Diseño aplicable para la estación de servicio	104
Capítulo 5	113
5. Conclusiones y Recomendaciones	113
Referencias Bibliográficas	115

Apéndices y anexos121

Índice de Gráficos

Gráfico 2.1.- Consumo de combustibles en estaciones de servicio en el 2021 ..6	6
Gráfico 2.2.- Esquema de una estación de servicio.....8	8
Gráfico 2.3.- Bóvedas para tanques subterráneos..... 17	17
Gráfico 2.4.- Geomembranas en tanques subterráneos 18	18
Gráfico 2.5.- Tubería dentro del Tanque22	22
Gráfico 2.6.- Sistema de llenado remoto.....23	23
Gráfico 2.7.- Sistema de almacenamiento y distribución de combustible en una estación de servicio25	25
Gráfico 2.8.- Disponibilidad de agua en el Ecuador29	29
Gráfico 2.9.- Puntos potenciales de derrames de una estación de servicio.....48	48
Gráfico 4.1.- Ubicación estación de servicio y sitios de perforación del caso 1.59	59
Gráfico 4.2.- Ubicación estación de servicio y sitios de perforación del caso 2.66	66
Gráfico 4.3.- Modelo conceptual caso 1.....72	72
Gráfico 4.4.- Modelo conceptual caso 1.....72	72
Gráfico 4.5.- Graficos modelo conceptual caso 273	73
Gráfico 4.6.- Graficos modelo conceptual caso 274	74
Gráfico 4.7.- Tanques de combustible y sus complementos.....76	76

Gráfico 4.8.- Sistemas de transporte de combustible en estaciones de servicio	78
Gráfico 4.9.- Imagen de sistemas de detección de fugas de estaciones de servicio.....	81
Gráfico 4.10.- Imagen de sistemas de detección de fugas de estaciones de servicio.....	82
Gráfico 4.11.- Diseño tipo de un piezómetro.....	105
Gráfico 4.12.- Esquema de ubicación de los pozos de remediación del caso 1.	107
Gráfico 4.13.- Esquema de ubicación de los pozos de remediación del caso 2.	107
Gráfico 4.14.- Representación de esquema de remediación propuesto	108

Índice de Tablas

Tabla 2.3.- Normas ecuatorianas y su relación con el agua subterránea..	31
Tabla 2.4.- Pérdidas de combustible en tanques de combustible ⁴	49
Tabla 4 1.- Resumen de estación de servicio caso 1.....	57
Tabla 4 2.- Ubicación de los puntos de perforación.....	58
Tabla 4 3.- Resultados de mediciones de COV's en las muestras de suelo extraídas en los pozos de exploración.	60
Tabla 4 4.- Resultados de las mediciones de COV's a boca de pozo.	60
Tabla 4.5.- Resultados de TPH de suelos	62
Tabla 4.6.- Resultados de TPH de agua	63
Tabla 4.7.- Ubicación de pozos de perforación	65
Tabla 4.8.- Resultados de las mediciones de COV's.....	67
Tabla 4.9.- Resultados de TPH de suelos	69
Tabla 4.10.- Resultados de TPH de agua en los pozos perforados y un pozo de monitoreo existente.....	70
Tabla 4.11.- Cuadro comparativo tecnologías de remediación para estaciones de servicio.	95
<i>Tabla 4 12.- Resumen de costos de técnica de remediación seleccionada.....</i>	111

Índice de Fotos

Foto 4.1.- Válvula de impacto bajo surtidor de una estación de servicio	86
Foto 4.2.- Áreas de estaciones de servicio adoquinadas con contaminación.	87
Foto 4.3.- Áreas de estaciones de servicio adoquinadas con contaminación.	87

Capítulo 1

1. Introducción

1.1. Antecedentes

Las estaciones de servicio y toda instalación donde se almacena y transporta hidrocarburos constituyen una de las fuentes de contaminación del suelo y agua subterránea a nivel mundial de difícil detección, ya que en gran parte de los casos la infraestructura existente en éstas está bajo el suelo y en algunos casos en contacto directo con el agua subterránea.

El Ecuador no escapa de la realidad mundial, en el país existen alrededor de 1158 (2021) estaciones de servicio distribuidas en todo el territorio nacional en áreas urbanas y rurales, las cuales están funcionando desde hace varios años sin una renovación tecnológica adecuada ni una normativa de control específica que asegure su funcionamiento y la hermeticidad de los tanques y tuberías que la conforman.

En las instalaciones antes indicadas en el 2021 se almacenó y vendió a nivel nacional 2339,82 millones de galones de combustibles Diesel, Extra, EcoPaís y Súper a través de 17 empresas comercializadoras de combustibles. De ese total, el 14 % correspondió al cantón Guayaquil.

En las estaciones de servicio se distribuye (vende) a los vehículos automotores gasolinas diesel, súper y extra o eco país, las 24 horas del día los 365 días del año contando para ello con por lo menos 3 tanques de almacenamiento y tuberías de distribución subterráneos¹. Producto la edad de sus instalaciones y las características de su operación, en el país ha existido eventos de

contaminación que han afectado a las comunidades cercanas, así como al suelo y agua subterránea, eventos que han sido de dominio público y que han acontecido en ciudades como Pedernales (2006), Esmeraldas (2016) y Quito (2019) ^{5,6,7}. A pesar de que en los eventos antes mencionados ha intervenido en algunos casos la autoridad ambiental, se desconoce los efectos a corto y mediano plazo que estas contaminaciones han generado sobre el entorno y como estos afectan el agua, el suelo y a las comunidades de su área de influencia, no existiendo tampoco en las regulaciones ambientales medidas definidas que en principio prevengan y de ser el caso mitiguen esas contaminaciones.

1.2. Descripción del Problema

Las estaciones de servicio almacenan y distribuyen diariamente miles de galones de combustible para abastecer al parque automotor del Ecuador, actividad que debido a los años de sus instalaciones a los riesgos intrínsecos de su operación ha afectado en algunos casos, negativamente al suelo y agua subterránea y a las comunidades cercanas, no conociéndose, en los casos que ha ocurrido, el nivel de afectaciones generadas ni las medidas preventivas ni de mitigación necesarias para enfrentar las mismas.

La situación anterior hace necesario analizar los riesgos ambientales que genera la operación de estaciones de servicio para determinar alternativas de control y remediación ambiental de ser el caso.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar el nivel de afectación al suelo y agua subterránea que puede generar la operación de una estación de servicio de la ciudad de Guayaquil, a fin de plantear medidas de control preventivo y de remediación ambiental.

1.3.2. Objetivos Específicos

2. Establecer los niveles de contaminación por hidrocarburos presentes, en base a caracterizaciones existentes de suelo y agua subterránea en una estación de servicio.
3. Identificar probables causas de la contaminación y establecer medidas de remediación a fin de solucionar los impactos ambientales que pueden ser determinados en instalaciones de almacenamiento y despacho de combustibles.
4. Proponer medidas de control y seguimiento de eventos de contaminación por hidrocarburos a fin de prevenir impactos ambientales por la operación de una estación de servicio.

1.4. Hipótesis

Las estaciones de servicio, como resultado de su operación, generan contaminación que afecta negativamente a la calidad del agua y suelo subsuperficial de sus alrededores, no existiendo para su prevención medidas de control definidas en el Ecuador.

En base a lo anterior, la presente investigación trata de identificar, en base a estudios realizados, los niveles de contaminación generados para en base a ellos establecer medidas de prevención, mitigación y control que deberían implementar las estaciones de servicio.

1.5. Alcance

El presente proyecto tiene como alcance identificar y definir el nivel de contaminación del agua y suelo subterráneo en dos estaciones de servicio de la ciudad de Guayaquil en el último año para establecer medidas de prevención y mitigación de los impactos generados.

Capítulo 2

2. Las Estaciones de Servicio

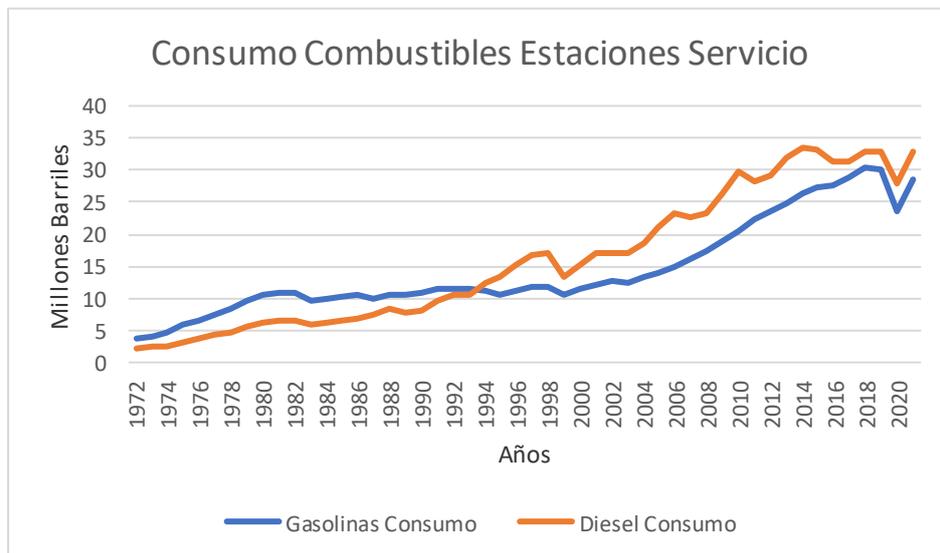
En el Ecuador las estaciones de servicio se han venido incrementando continuamente¹ (Tabla Anexo 1) lo cual ha generado que a finales del 2021 se registraron 1.158 estaciones de servicio en el territorio ecuatoriano distribuidas en empresas comercializadoras de combustible nacionales e internacionales de las cuales la de mayor participación en el mercado es Petróleos y Servicios P&S con el 22 % (258 EDS) seguida de Petroecuador con el 20 % (225 EDS), Primax con 224 instalaciones, el 19% del mercado, como 4ta. en orden de importancia esta Terpel 112 EDS (10%), después de ellas están MASGAS S.A., Petrolríos, PDV Ecuador S.A., Petroworld S.A. y otras comercializadoras⁽¹⁾

2.1. Comercialización de Combustibles Estaciones de Servicio.

A finales de 2021, a nivel nacional las estaciones de servicio, entre combustibles refinados en el país (5,9 millones) e importados (17,9 millones), almacenaron y suministraron 23,8 millones de barriles de combustible (1176 millones de galones) de los combustibles Extra, Ecopaís y Súper al parque automotor a nivel nacional (Anexo 2).

La producción nacional de gasolinas en el 2021 disminuyó en 29,7% respecto al 2020, mientras que las importaciones aumentaron en un 15,5% para el mismo periodo. Del total consumido en el país 2,49 millones correspondió a gasolina Súper, 12,4 a Extra y 13,48 a Ecopaís ⁽²⁾.

En cambio, el diesel 2 y diésel premium incrementaron sus cifras respecto al año anterior, en el 2021, la producción fue de 9,2 MMb, importándose 23,8 MMb, lo cual representa un total de 33 MMb de combustible diésel los que se consumieron en el Ecuador ⁽¹⁾. De ese valor, al igual que el anterior, en estaciones de servicio se comercializaron 7,58 MMb de diesel 2 y 24,33 MMb de diesel premium, el resto fue distribuido al sector eléctrico, marino, entre otros ⁽²⁾



Fuente: Generación propia, 2022.

Gráfico 2.1.- Consumo de combustibles en estaciones de servicio en el 2021

Considerando los diferentes tipos de combustibles comercializados en el país, durante el 2021 hacia y en estaciones de servicio se transportó, almacenó y distribuyó un total de 55,71 millones de barriles de hidrocarburos es decir 2339,82 millones de galones.

2.2. Características de las Estaciones de Servicio

Las Estaciones de Servicio en el país son instalaciones ubicadas en zonas rurales y urbanas en las que se descargan, almacenan y distribuyen gran cantidad de combustibles diesel, Extra o Ecopaís y Súper, incorporándose a finales del 2022 un nuevo combustible denominado Ecoplus.

Estas instalaciones necesitan de procedimientos y controles de seguridad y de manejo ambiental, los cuales varían dependiendo de las políticas, diseño y estándares de la comercializadora o persona natural que la construye y la ópera y del marco legal existente en las leyes y normas ecuatorianas, pero ¿qué es una estación de servicio?

De acuerdo a la norma INEN 2251, la cual define los requisitos para el manejo, almacenamiento, transporte y expendio en los centros de distribución de combustibles líquidos, una estación de servicio es un centro de distribución al detal de combustibles líquidos para motores de combustión interna o de dos tiempos, destinados a satisfacer el consumo del sector automotor, industrial y/o público, que cuenta con los servicios básicos de atención al consumidor.³

Según esta misma norma, las instalaciones mínimas con las que deben contar son:

- a) Área de almacenamiento: zona de tanques de almacenamiento.

- b) Área de abastecimiento o despacho de combustibles.
- c) Área administrativa o de oficinas.
- d) Accesos, entradas y salidas.
- e) Cuarto de máquinas.
- f) Servicios Sanitarios separados por sexos.
- g) Servicios de agua y aire para automotores.
- h) Trampa separadora de grasas y aceites.
- i) Islote de separación entre accesos de entrada y salida.
- j) Áreas verdes.

A continuación, se describen las principales áreas de una estación de servicio que tienen una relación con la contaminación de agua y suelo.



Fuente: Grupo ARTEC – Arquitectura y Tecnología: <https://www.grupo-artec.com/index-3.html>

Gráfico 2 2.- Esquema de una estación de servicio.

2.3. Área de Almacenamiento: Zona de Tanques de Almacenamiento.

El almacenamiento del combustible en una estación de servicio se realiza en tanques de combustible contruidos y diseñados para ese fin, siendo estos de varios tipos los cuales a continuación se describen.

2.3.1. Tanques Superficiales

Es un Sistema de tanques y tuberías utilizados para contener un volumen de combustible a presión atmosférica, los cuales tienen más del 90% de su volumen por encima de la superficie del terreno. La construcción de tanques superficiales debe ir unida tanto a la construcción de estructuras de protección, como son los muros de retención, diques o bóveda, como a la instalación apropiada de las tuberías de desfogue o venteo.

2.3.2. Tanques Subterráneos

Este es un Sistema de tanque y tuberías utilizado para contener un volumen de combustible líquido a presión atmosférica, el cual tiene por lo menos un 10% de su volumen por debajo de la superficie del terreno. De acuerdo a su diseño pueden clasificarse en:

- a. Tanques de pared sencilla:** Independiente al material utilizado en su construcción este tipo de tanque requiere de la instalación de una contención secundaria.
- b. Tanques de acero recubiertos:** Son tanques de acero que cuentan con un recubrimiento (baño) exterior en pintura asfáltica altamente dieléctrico, aplicada directamente sobre el tanque, sin espacio intersticial. Entre sus ventajas se encuentran:

- El acero es compatible con los combustibles que se almacenan en las estaciones de servicio.
- Tiene una alta resistencia estructural inicial.
- El proceso de instalación de estos tanques no requiere de cuidados extremos, lo cual reduce costos.
- Este tipo de tanques se fabrica a nivel mundial, por lo cual se cuenta con una gran oferta a un precio bastante moderado.

Presenta las siguientes desventajas:

- Altos niveles de corrosión tanto interna como externa, lo cual hace indispensable la instalación de sistemas de protección catódica.
- La corrosión puede producir averías en el tanque que acarrearán fugas de combustible que no pueden detectarse inmediatamente.
- Acumulación de borra producida por corrosión interna que hace necesaria la limpieza periódica del tanque.
- No presentan espacio anular, por lo cual requieren una contención secundaria.

Es importante anotar que los sistemas de recubrimiento no son 100% seguros contra corrosión y que cualquier imperfecto que éste presente puede significar un foco para que se intensifique el desarrollo de la corrosión.

c. Tanques en material no corrosivo de pared sencilla: Estos tanques son por lo general contruidos en fibra de vidrio reforzado con plástico. Dentro de sus ventajas se tienen:

- No presenta corrosión interna ni externa, por lo cual no requiere la instalación de sistemas catódicos de protección.
- En caso de avería pueden ser reparados en el sitio de obra durante el proceso de instalación, sin necesidad de retirarlo de la excavación.
- Los tanques de materiales no corrosivos tienen bajos costos de mantenimiento.

Tienen las siguientes desventajas:

- El proceso de instalación del tanque es dispendioso.
- Cuando el combustible a almacenar no es compatible con el material del tanque, es necesario instalar un recubrimiento interior que eleva los costos.
- Requiere de la instalación de una contención secundaria.

d. Tanques compuestos (Mixtos): Son tanques de acero que tienen un revestimiento exterior de fibra de vidrio sin espacio intersticial. Entre sus ventajas se encuentran:

- Compatibilidad de su material de construcción con los combustibles almacenados en las estaciones de servicio.
- No está sujeto a corrosión externa, por lo cual no necesita sistemas de protección catódica.

Dentro de sus desventajas se tienen:

- No presenta espacio intersticial que permita realizar un monitoreo de fugas
- Requiere de la instalación de una contención secundaria.
- Presenta corrosión interna.
- Si el recubrimiento no es bien aplicado puede presentar corrosión externa.

e. Tanques de doble pared: Son tanques que se encuentran completamente aislados del medio ambiente por medio de una pared exterior que los cubre totalmente. A la pared exterior se le conoce como tanque secundario o tanque externo; el espacio entre las paredes del tanque se conoce como intersticio o espacio anular.

De acuerdo al material de construcción los tanques de doble pared pueden clasificarse en:

f. Tanques Enchaquetados: Consiste de un enchaquetamiento de polietileno de alta densidad o de fibra de vidrio que reviste al tanque de acero. Este tipo de tanque cuenta con una zona intersticial entre el enchaquetado y el tanque, que actúa como doble pared. Sus ventajas son:

- El enchaquetamiento brinda protección directa contra corrosión externa y no requiere de sistemas de protección catódica adicionales.
- Pueden ser más económicos que otros tanques de doble pared.

- Tienen doble contención por lo cual se puede realizar un monitoreo intersticial para detectar fugas.
- Si el enchaquetamiento se avería durante el transporte puede ser fácilmente reparado en el sitio de instalación.
- Tiene bajos costos de mantenimiento.
- Su resistencia estructural es un poco más alta comparada con la de tanques de fibra de vidrio.

Su principal desventaja es que no tiene protección contra corrosión interna.

g. Tanques de materiales no corrosivos: En este caso tanto el tanque exterior como el interior son de fibra de vidrio reforzada con plástico. Tienen las siguientes ventajas:

- No presenta corrosión interna ni externa, por lo cual no requiere la instalación de sistemas de protección catódica.
- Los tanques de materiales no corrosivos tienen bajos costos de mantenimiento.

Tiene las siguientes desventajas:

- El proceso de instalación del tanque es dispendioso.
- Cuando el combustible a almacenar no es compatible con el material del tanque, es necesario instalar un recubrimiento interior que eleva los costos, comparados con el costo del tanque de acero.

- Son más frágiles que los tanques enchaquetados sufriendo más averías durante el transporte.

2.3.3. Sistemas de contención secundaria

Los sistemas de contención secundaria son estructuras que se construyen alrededor de los tanques (superficiales y subterráneos) para detener y contener el combustible en caso de posibles fugas y derrames, evitando que estos lleguen al subsuelo o a zonas aledañas donde pueden ocasionar altos riesgos de contaminación, incendio y/o explosión.

2.3.3.1. Para tanques superficiales

a. Diques o muros de contención: Es un sistema de paredes que se construye alrededor de los tanques para contener los combustibles en caso de presentarse alguna fuga. Su tamaño depende del número y la capacidad de los tanques que estén dentro del área de protección. En general, se diseñan para contener como mínimo, el combustible que pueda derramarse del tanque más grande, completamente lleno, que esté dentro del dique (volumen a contener); además debe contener un volumen adicional que sirve como margen de seguridad y como volumen para contener aguas lluvias presentes en el momento del derrame.

Si dentro del dique sólo existe un tanque, el volumen adicional puede determinarse como el 10% del volumen a contener; si por el contrario, dentro de éste existe más de un tanque, el volumen adicional es igual al 10% de la capacidad de todos los tanques dentro del dique.

La forma del dique depende de las características de la estación de servicio. El área del dique debe calcularse con base en el volumen de contención,

descontando el volumen a la altura del dique de los tanques de menor capacidad que estén dentro del área de protección, ya que este volumen no está disponible para recibir los combustibles productos de derrames. La altura mínima del muro de contención debe ser de 0.60 m.

Entre las ventajas de usar este tipo de doble contención se encuentra:

- Permiten una inspección visual del tanque y sus accesorios
- Brinda protección tanto al tanque como a las líneas de conducción superficiales que se encuentren dentro de él.
- Se pueden instalar varios tanques dentro de la misma estructura de protección.

Su principal desventaja es que su instalación requiere de áreas superficiales grandes, lo cual aumenta las dimensiones de los lotes en los que se construyen las estaciones de servicio.

b. Bóvedas: Son estructuras de concreto reforzado impermeable que rodean completamente el tanque. El concreto que se utiliza en este tipo de contención debe incorporar aditivos especiales que garanticen la impermeabilidad de la losa y la resistencia a los combustibles que se almacenan. Las bóvedas deben ser diseñadas para resistir fuerzas sísmicas, de viento y de flotación, y deben construirse con losas de mínimo 0.15 m de espesor.

Los techos de las bóvedas deben construirse con materiales de menor resistencia que sus paredes, para que en caso de explosiones los elementos que se desprendan en ella se dirijan hacia arriba (en la vertical), sin embargo,

el material de construcción debe resistir las cargas a las cuales se someterán durante su vida útil y deben ser de materiales no combustibles. La bóveda debe contar con salidas para las tuberías de desfogue.

Cada bóveda debe contar con accesos ubicados en su parte superior, los cuales deben tener sellamientos que impidan que agua, basuras u otros residuos penetren a la bóveda; además deben contar con sistemas de cierre para impedir el paso de personal no autorizado. La entrada de acceso debe señalizarse y documentarse con los procedimientos de seguridad industrial a seguir para entrar al espacio confinado de la bóveda.

La bóveda sólo puede contener un tanque, sin embargo, bóvedas adyacentes pueden compartir una pared.

Entre las ventajas de usar este tipo de contención secundaria se encuentran:

- Sirve para contener fugas provenientes tanto del tanque como de las líneas de conducción y otros equipos que estén dentro del área protegida.
- Facilita la inspección de los tanques ya que brinda un acceso directo a ellos.

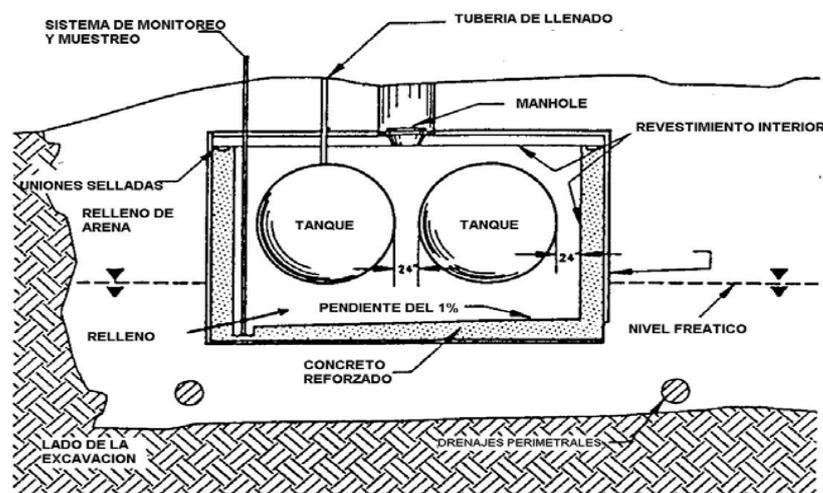
Desventajas

- Requiere un diseño especial para el concreto a utilizar.
- Puede presentar agrietamientos
- Requiere de un tiempo mayor de instalación.

- Requiere de la ejecución de pruebas estructurales del concreto instalado.
- Tiene altos costos de instalación.

2.3.3.2. Para tanques subterráneos

a. **Bóvedas:** Este sistema de contención secundaria sigue los mismos patrones de diseño descritos para bóvedas de tanques superficiales. Las losas de concreto, de bóvedas construidas bajo la superficie, recubren la excavación del tanque y están diseñadas para soportar las presiones de suelo e hidrostáticas a las cuales estarán sometidas durante su vida útil. Las bóvedas subterráneas presentan las mismas ventajas y desventajas de las bóvedas superficiales. Adicionalmente, en tanques subterráneos, las bóvedas sirven como estructura de estabilización para las paredes de la excavación.

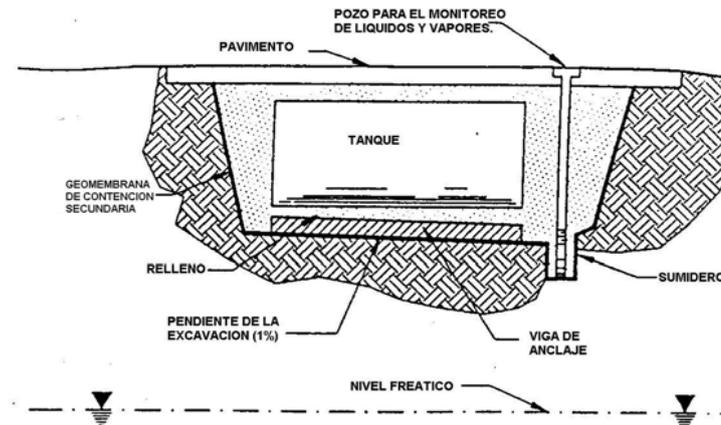


Fuente: Guía de manejo ambiental para estaciones de servicio de combustible

https://www1.upme.gov.co/siame/Guiasambientales/Estaciones_servicio_combustible.pdf

Gráfico 2.3.- Bóvedas para tanques subterráneos.

b. **Geomembranas:** Son membranas que recubren las paredes de las excavaciones. Las geomembranas utilizadas en este sistema de contención secundaria no deben permitir el flujo de combustibles través de ellas con velocidades mayores a 10^{-6} cm/s, así mismo deben ser compatibles con los combustibles que se van a almacenar.



Fuente: Guía de manejo ambiental para estaciones de servicio de combustible

https://www1.upme.gov.co/siame/Guiasambientales/Estaciones_servicio_combustible.pdf

Gráfico 2.4.- Geomembranas en tanques subterráneos

Entre las ventajas de usar este tipo de contención se encuentran:

- Contiene fugas de combustibles provenientes tanto de los tanques como de las líneas de conducción y equipos asociados que están dentro del área protegida.
- Estabiliza las paredes de la excavación.
- Previene la migración de rellenos.

Dentro de sus desventajas se encuentran:

- Requiere de personal especializado para su instalación.

- La membrana puede presentar daños durante la instalación, causados
- por abrasión o punzonamiento, los cuales no son fáciles de detectar ni de reparar.
- En algunos casos se requiere de la instalación de un geotextil resistente a la abrasión para proteger la geomembrana de doble contención.
- Facilita la acumulación de agua que acelera la corrosión de tanques y tuberías.
- No se recomienda su instalación en zonas de nivel freático alto.

c. Tanques de Doble Pared: En este caso la doble contención la brinda el tanque secundario o externo. Este sistema puede utilizarse tanto en tanques superficiales como en tanques subterráneos. Las ventajas de usar este sistema son:

- Presenta intersticio que facilita la rápida detección de fugas de pequeña magnitud.
- Viene equipado con tuberías de monitoreo intersticial.
- El sistema de monitoreo puede equiparse con diferentes mecanismos para detectar fugas los cuales pueden monitorear: vapores de combustibles, combustible almacenado, agua o cambios en la presión del intersticio que pueden indicar fugas tanto en el tanque interior como en el exterior.
- La barrera rodea completamente el tanque interior.

2.3.4. Sistemas de Desfogue o Venteo del Tanque

El tanque de combustible debe estar provisto de sistemas de desfogue de vapores, vapores que son disipados a la atmosfera principalmente durante la descarga de los combustibles a los sistemas de almacenamiento. Estos sistemas de venteo son por lo general, líneas de tuberías cuyo diámetro no debería ser menor a la mitad del diámetro de la tubería de llenado o a 0.03 m (1 1/4 pulgadas).

Tuberías de desfogue adicionales para tanques superficiales:

Los tanques superficiales deben tener un sistema de desfogue que no permita que exista vacío o presiones que puedan deformar el tanque. El sistema de desfogue debe garantizar que el tanque nunca se encuentre a presiones mayores a 17.2 KPA (2.5 lb/pulg²). La tubería de desfogue de los tanques superficiales que se encuentran en bóvedas debe extenderse fuera de ellas y elevarse a por lo menos 3.6 m sobre la superficie.

Los tanques superficiales requieren de sistemas de desfogue de emergencia. Estos sistemas se instalan para garantizar un medio de evacuación de vapores cuando se producen aumentos excesivos en la presión del tanque ocasionadas por fuego o explosiones. El desfogue de emergencia puede ser una tapa de registro de cierre automático o puede ser una tapa dotada de pernos largos que se levanta por la acción de la presión interna o la acción de válvulas de alivio. Cada sistema de desfogue de emergencia debe tener impresa la presión de iniciación, es decir, la presión a la cual la válvula queda abierta completamente y la capacidad de flujo a la presión posterior.

2.3.5. Sistemas de Llenado

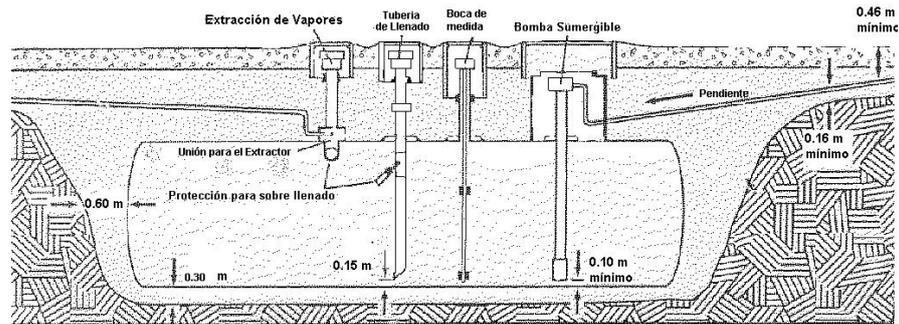
El sistema de llenado consta de la boca de llenado, la tubería dentro del tanque y en algunos casos de una tubería de llenado.

a. Boca de Llenado: Es la parte superior de la tubería por la cual se realiza el suministro de combustible al tanque. Estas bocas de llenado deben estar a por lo menos 1.50 metros (NFPA-30) de cualquier puerta o ventana de la estación, deben cerrar herméticamente y contar con un sistema de contención para derrames.

Las tapas de estas bocas de llenado de los tanques de almacenamiento siempre tienen el mismo color del tanque al cual pertenece el combustible a ser descargado, siendo esta:

- Gasolina Súper: Pintura Blanca
- Gasolina extra o ecopaís: Pintura azul oscura
- Diesel: Pintura amarilla

b. Tubería dentro del Tanque: Corresponde a la tubería de llenado y a la tubería de medida del tanque. Debe existir entre 0.10 m y 0.15 m de separación entre el extremo inferior del tubo de llenado y la pared inferior del tanque. La longitud de este tubo de llenado debe revisarse para cada tanque de la estación al igual que la longitud de los tubos de medida y de la tubería de la bomba sumergible, cuyo extremo inferior debe quedar como mínimo a 0.10 m del fondo del tanque.



Fuente: Guía de manejo ambiental para estaciones de servicio de combustible.

https://www1.upme.gov.co/siame/Guiasambientales/Estaciones_servicio_combustible.pdf

Gráfico 2 5.- Tubería dentro del Tanque

c. **Tubería de llenado:** Corresponde a la tubería que se utiliza para conectar la boca de llenado del tanque con la estructura de llenado remoto, a la cual se conecta la manguera de suministro del carrotanque. Esta tubería debe estar enterrada y debe seguir las disposiciones para instalación de líneas de conducción que se presentan en EST-5-2-4.

El llenado puede ser:

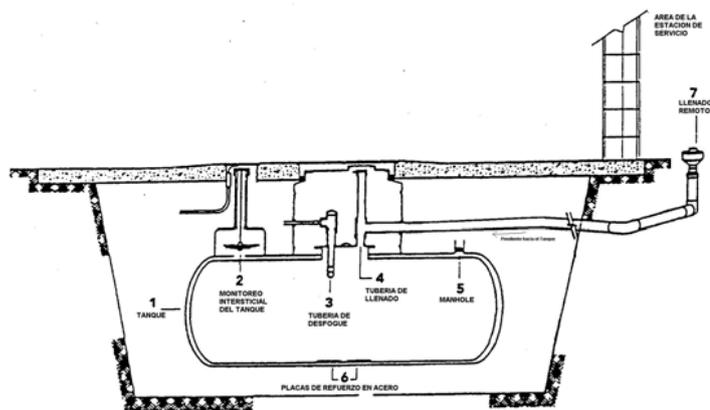
a. **Llenado directo:** En este sistema la manguera del carrotanque se conecta directamente a la boca de llenado del tanque. El llenado puede hacerse:

- Por gravedad: En tanques superficiales el llenado por gravedad se realiza únicamente cuando existe un tanque de mayor capacidad que brinde una cabeza para conducir el combustible hacia el tanque.
- Por presión: Este sistema se utiliza en tanques superficiales. Para las operaciones de llenado, se requiere de una bomba que puede estar

montada en el carrotanque o que puede ser parte integral del sistema de llenado del tanque superficial.

b. Llenado Remoto: El llenado remoto, más común, se utiliza especialmente en estaciones de áreas pequeñas. El sistema consiste en extender los puntos de llenado de los tanques de la estación a un mismo lugar, en donde se ubica la estructura para el llenado de combustibles. En este sistema el combustible es transferido desde el carrotanque al tanque a través de una tubería de conducción que une la boca de llenado del tanque con el punto de suministro.

El lugar en donde se localiza el llenado remoto debe estar libre de tráfico y cumplir con las disposiciones generales para la boca de llenado. Cada punto de llenado debe contar con sistemas para la prevención de derrames (contenedores). La tubería que une el sistema de llenado remoto con los tanques debería tener una pendiente dirigida hacia el tanque para evitar acumulaciones de combustibles en las tuberías.



Fuente: Guía de manejo ambiental para estaciones de servicio de combustible

https://www1.upme.gov.co/siame/Guiasambientales/Estaciones_servicio_combustible.pdf

Gráfico 2.6.- Sistema de llenado remoto

2.3.6. Surtidores

Los tanques de almacenamiento deben contar con surtidores y/o dispensadores desde donde se entrega el combustible almacenado a los clientes finales (vehículos a motor). Estos surtidores deben estar provistos de filtros, cuyo medio filtrante sea de acero inoxidable o de otro material que garantice la retención de partículas de hasta 7 mm de diámetro.

2.4. Normativa ambiental del Ecuador

En el Ecuador existen dos normas ambientales relacionadas a las actividades relacionadas en estaciones de servicio:

- El Reglamento Ambiental de Operaciones Hidrocarburíferas (RAOH), regulación sectorial específica para todo lo relacionado a los hidrocarburos, expedida en el Registro Oficial No 265 del 13 de febrero 2001, modificada mediante el Acuerdo Ministerial 100 publicado en el Registro Oficial 174 el 01 de abril del 2020. Esta normativa contenía criterios para la remediación para suelo contaminado, pero no para aguas subterráneas en la versión del 2001, criterios que fueron eliminados en el 2020.

Actualmente la normativa vigente, si bien tiene como objetivo regular en materia ambiental las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, en sus diferentes fases y demás actividades técnicas y operacionales, esta no contempla límites permisibles ni parámetros relacionados a la contaminación de agua o suelo.

- El acuerdo 097A vigente desde el año 2015 mediante regulación emitida por el Ministerio del Ambiente del Ecuador en la edición especial del registro oficial 387 del 4 de noviembre del 2015, la cual contiene, entre otras, y de calidad ambiental del recurso suelo y los criterios de remediación para suelos contaminados.

A continuación, se presentan los artículos del acuerdo 097A relacionados a la calidad del suelo de interés para el presente estudio

2.4.1. Calidad del suelo

La calidad del suelo en el Ecuador esta normada en el Acuerdo Ministerial 097A, emitido en la Edición Especial Año II N-387, 4 de noviembre del 2015 específicamente en su Anexo 2, Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación Para Suelos Contaminados.

En esta normativa se establecen los criterios y parámetros que se deben analizar para considerar o no a un suelo como contaminado y los criterios para su remediación ambiental. Para el caso específico del presente estudio se utilizarán los valores y criterios establecidos en la Tabla 2: Criterios de remediación (valores máximos permisibles): Uso de suelo comercial.

2.4.2. Calidad del Agua

En el mundo, el agua es un recurso esencial para la vida en todas sus formas. El acceso a la misma en cantidad y calidad adecuada es una condición necesaria para la calidad de vida de las personas, la salud, la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas, la producción de alimentos y la salida de la pobreza.

De igual forma, históricamente, en el Ecuador se ha utilizado el agua subterránea como fuente de abastecimiento y desarrollo, siendo una de las primeras ciudades donde se ha registrado el uso del agua subterránea Quito, seguida de otras ciudades de la sierra y costa ecuatoriana.

A pesar de ser un recurso que se ha venido aprovechando y con una explotación en incremento, en Ecuador el agua subterránea no cuenta

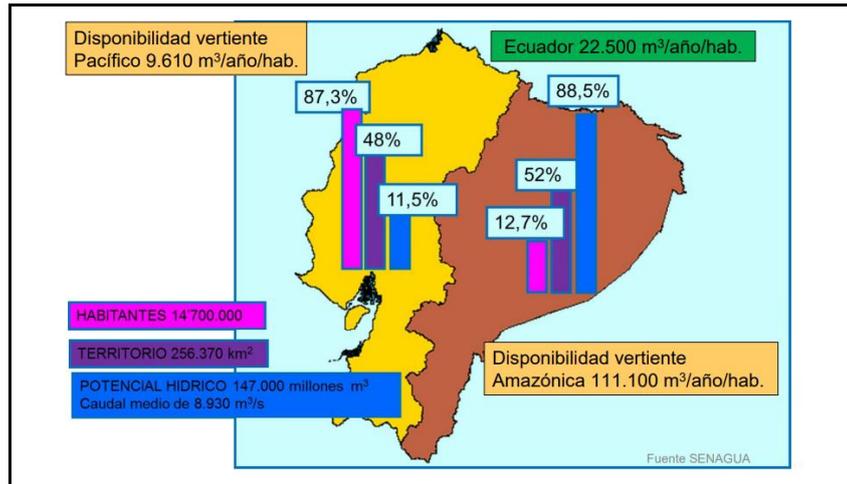
actualmente con un marco normativo que reglamente su uso, manejo y conservación, y menos aún con una regulación ambiental que determine los parámetros a cumplir en casos de afectaciones antropogénicas a este recurso, situación que disminuye las posibilidades de recuperar la totalidad o parte de su condición original. Esto a pesar de que, en el país se han registrado eventos públicos de contaminación generados por actividades antrópicas, dentro de las cuales se encuentran las estaciones de servicio, que han afectado directamente el suelo y al agua subterránea, situaciones que en el corto o mediano plazo perjudicará la disponibilidad de agua subterránea para uso y consumo humano.

La explotación indiscriminada y la contaminación de los acuíferos ponen en evidencia la necesidad de profundizar el conocimiento integral de las aguas subterráneas en el Ecuador y de articular mejor con la comunidad de investigadores, con el propósito de generar información de calidad.

2.4.2.1. El Agua Subterránea en el Ecuador

La República del Ecuador está ubicada al noroccidente de Sudamérica. Tiene una extensión de 256.370 Km² incluida su región insular. La Cordillera de los Andes divide al país en tres regiones naturales, claramente diferenciadas: Costa, Sierra y Amazonia; además cuenta en su patrimonio con las Islas Galápagos (CNRH 2002).

La estimación de la cantidad y de la calidad de los recursos hídricos disponibles es un requisito para su aprovechamiento, tarea que en el caso de Ecuador se le ha asignado al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).



Fuente: La Hidrología del Ecuador, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, octubre 2011.

Gráfico 2.8.- Disponibilidad de agua en el Ecuador

Históricamente, en el Ecuador y en el mundo la sociedad ha utilizado el agua subterránea como fuente de abastecimiento y desarrollo. Los asentamientos humanos estuvieron concentrados en donde este recurso era de fácil acceso y las vertientes o “pogyos” eran las fuentes más utilizadas. Se conoce que los Quitus y los Incas hicieron grandes obras de ingeniería con el fin de captar este recurso; los pozos excavados fueron la fuente más apropiada para satisfacer las necesidades de grupos familiares; en general, éstos no sobrepasaban las decenas de metros de profundidad.

A más de Quito en diferentes ciudades del Ecuador como: Tulcán, Ibarra, Ambato, Riobamba, Guaranda, Latacunga, Arenillas, Machala, Huaquillas, Milagro, entre otras se han realizado captaciones de vertientes y perforación de pozos para satisfacer las demandas de agua potable de la población.

La Costa se presenta como una región con características sui géneris donde se han perforado la mayor cantidad de pozos a nivel nacional, pozos que alcanzan profundidades que superan los 100 metros; con caudales que varían entre 12 y más de 100 litros/segundo (l/s); mismos que satisfacen los requerimientos agrícolas y de abastecimiento. La zona ubicada en la franja costanera externa se caracteriza por tener acuíferos aislados, pobres y de poca extensión, como los acuíferos de las provincias de Manabí y Santa Elena.

En los años 2004 y 2005, considerados años secos, se perforó centenares de pozos de captación de agua subterránea en la costa ecuatoriana, en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos, proyecto que estuvo a cargo del MAGAP.

Los gobiernos locales y seccionales, empresas privadas y ONGs, con el fin de cumplir con las demandas de agua de la población, han implementado obras para la captación de aguas subterráneas.

2.4.2.2. La contaminación del Agua Subterránea

El deterioro de calidad del agua subterránea puede ser provocado, directa o indirectamente por las actividades humanas, por procesos naturales o lo que es más frecuente, por la acción combinada de ambos factores. En general las causas fundamentales de contaminación de la misma pueden agruparse convencionalmente en cuatro grupos, en relación con el tipo de actividad humana que las produce: 1. Residuos Urbanos, 2. Aguas Residuales, 3. Actividades Agrícolas, 4. Ganadería y 5. Actividades Industriales y Mineras, dentro de estas últimas se encuentran las estaciones de servicio.

En el Ecuador se han registrado varios eventos públicos de contaminación que han afectado directamente al agua subterránea y/o al suelo profundo, suelo profundo que en el corto o mediano plazo afectará a este recurso, sin embargo, de esto actualmente no se cuenta con una regulación ambiental que determine los parámetros a cumplir en casos de afectaciones antropogénicas a este recurso, situación que disminuye las posibilidades de recuperar la totalidad o parte de su condición original.

A continuación, en la tabla 3.2 se mencionan las principales normas ambientales ecuatorianas, y su relación con la calidad del Agua Subterránea.

Tabla 2.1.- Normas ecuatorianas y su relación con el agua subterránea

Instrumento/Legislación	Fecha Publicación	Descripción del capítulo o Sección
<p>Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)</p>	<p>Decreto Ejecutivo 3516 Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-mar.- 2003</p>	<p>La regulación del 2003 tenía varias normas técnicas ambientales para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental entre las cuales se encuentran la norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes y la Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para</p>

Instrumento/Legislación	Fecha Publicación	Descripción del capítulo o Sección
	<p>Última modificación: 23-nov.- 2018</p>	<p>Suelos Contaminados, ambas de interés para el presente estudio.</p> <p>Las regulaciones anteriormente mencionadas han sufrido varias modificaciones, de ellos el más importante para el objeto del presente ensayo es el ocurrido en las normas técnicas de calidad ambiental y de descarga efluentes donde en la normativa del 2002, donde en su numeral 4.1.3, especificándose en la Tabla 5 de este cuerpo normativo Criterios referenciales (límites máximos) de calidad para aguas subterráneas, considerando un suelo con contenido de arcilla entre (0-25,0) % y de materia orgánica entre (0 - 10,0)%. Criterios de</p>

Instrumento/Legislación	Fecha Publicación	Descripción del capítulo o Sección
		<p>calidad que fue eliminados en el acuerdo 097A vigente desde el año 2015 mediante regulación emitida por el Ministerio del Ambiente del Ecuador en la edición especial del registro oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.</p> <p>Luego de la norma del 2003, las posteriores reformas no consideraron criterios técnicos de calidad para el agua subterránea, existiendo actualmente solo parámetros de calidad de agua para consumo humano y doméstico, en el cual se podría incluir al agua subterránea siempre y cuando esta reciba un tratamiento previo para su posterior uso para consumo humano y doméstico.</p>

Instrumento/Legislación	Fecha Publicación	Descripción del capítulo o Sección
Anexos del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)	Acuerdo Ministerial 097A Edición Especial Registro Oficial Nº 387 04 de Nov de 2015	Reemplazo a los anexos del TULSMA del 2003, esta contiene entre otros a la Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua Respecto al agua subterránea, la establece la prohibición de su utilización para dilución de contaminantes, definiendo dentro del criterio del agua para consumo humano y domestico (5.1.1.1) al agua para consumo humano y uso doméstico aquella que es obtenida de cuerpos de agua, superficiales o subterráneas, y que luego de ser tratada será empleada por individuos o comunidades.
Ley de Minería	R.O. 517 del 29 de enero de 2009.	Norma el ejercicio de los derechos soberanos del Estado Ecuatoriano, para administrar,

Instrumento/Legislación	Fecha Publicación	Descripción del capítulo o Sección
		<p>regular, controlar y gestionar el sector estratégico minero, de conformidad con los principios de sostenibilidad, precaución, prevención y eficiencia.</p> <p>Esta Ley regula las relaciones del Estado con las empresas mixtas mineras; con las personas naturales o jurídicas nacionales o extranjeras, públicas, mixtas, privadas y las de éstas entre sí, respecto de la obtención, conservación y extinción de derechos mineros y de la ejecución de actividades mineras.</p> <p>Respecto al agua subterránea faculta a los titulares mineros a aprovechar el agua subterránea (Art. 96).</p>
Reglamento Ambiental	Registro	Este reglamento contiene las

Instrumento/Legislación	Fecha Publicación	Descripción del capítulo o Sección
para las actividades mineras.	<p>Oficial Suplemento 213 de 27- mar.-2014</p> <p>Ultima modificación: 23-nov.- 2018</p>	<p>normas y guías técnicas ambientales que regulan en todo el territorio nacional la gestión ambiental en las actividades mineras en sus fases de exploración inicial o avanzada, explotación, beneficio, procesamiento, fundición, refinación, y cierre de minas; así como también en las actividades de cierres parciales y totales de labores mineras.</p> <p>Este reglamento tiene por objeto promover el desarrollo sustentable de la minería en el Ecuador, a través del establecimiento de normas, procedimientos, procesos y subprocesos, para prevenir, controlar, mitigar, rehabilitar, remediar y compensar los</p>

Instrumento/Legislación	Fecha Publicación	Descripción del capítulo o Sección
		<p>efectos que las actividades mineras puedan tener sobre el medio ambiente y la sociedad, en todo el territorio nacional.</p> <p>En lo relacionado al agua subterránea contempla:</p> <p>El Diagnóstico y caracterización de la contaminación en base de análisis fisicoquímicos de metales pesados y biológicos del suelo, aguas superficiales y subterráneas (Art. 50) y ciertos criterios para su explotación (At. 105, 82, Art. 90, 116 y 125.) y manejo sin precisar medidas para el control de la contaminación ni límites para asegurar su calidad.</p>
		<p>Este Código tiene por objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente</p>

Instrumento/Legislación	Fecha Publicación	Descripción del capítulo o Sección
Código Orgánico del Ambiente	Registro Oficial Suplemento No. 983 de 12-abr.-2017	<p>sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o sumak kawsay. Las disposiciones de este Código regularán los derechos, deberes y garantías ambientales contenidos en la Constitución, así como los instrumentos que fortalecen su ejercicio, los que deberán asegurar la sostenibilidad, conservación, protección y restauración del ambiente, sin perjuicio de lo que establezcan otras leyes sobre la materia que garanticen los mismos fines.</p> <p>Menciona en el Capítulo II, Del Sistema de Áreas Protegidas lo siguiente:</p>

Instrumento/Legislación	Fecha Publicación	Descripción del capítulo o Sección
		<p>Art. 38.- Objetivos. Las áreas naturales incorporadas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas,</p> <p>cumplirán con los siguientes objetivos:</p> <p>5. Mantener la dinámica hidrológica de las cuencas hidrográficas y proteger los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas;</p>
<p>Reglamento al Código Orgánico del Ambiente</p>	<p>Registro Oficial Suplemento No. 507 de 12-jun.-2019</p>	<p>Este reglamento desarrolla y estructura la normativa necesaria para dotar de aplicabilidad a lo dispuesto en el Código Orgánico del Ambiente.</p> <p>Constituye normativa de obligatorio cumplimiento para todas las entidades, organismos y dependencias que</p>

Instrumento/Legislación	Fecha Publicación	Descripción del capítulo o Sección
		<p>comprenden el sector público central y autónomo descentralizado, personas naturales y jurídicas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, que se encuentren permanente o temporalmente en el territorio nacional.</p> <p>En relación al agua subterránea establece disposiciones generales de no contaminarla como parte del Capítulo II, Gestión Integral de Residuos y Derechos Peligrosos y/o Especiales sin especificar criterios de calidad</p>
Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua	R. O. Suplemento No. 305. Agosto 06,	Mediante esta Ley se garantiza el derecho humano al agua, así como se regula y controla la autorización, gestión,

Instrumento/Legislación	Fecha Publicación	Descripción del capítulo o Sección
	2014.	preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos.
El Reglamento Ambiental de Operaciones Hidrocarburíferas (RAOH)	Acuerdo Ministerial 100 mediante el Registro Oficial 174, el 01 de abril del 2020	Esta normativa contiene criterios de remediación para suelo contaminado, pero no para aguas subterráneas, especificando sin embargo su art. 59 la necesidad de realizar monitoreo ambiental interno de las aguas subterráneas.

Fuente: <https://www.gob.ec/regulaciones/>

2.4.2.3. La Contaminación del Agua Subterránea Criterios Calidad Agua Subterránea otros Países.

Colombia

En Colombia existen alrededor de 21 normas que establecen las directrices para la explotación y el aprovechamiento del Agua Subterránea¹¹, mismas que incluyen la instalación de medidores y tasas por su captación y uso, pero al igual que en Ecuador no hay una norma ambiental con límites de calidad a cumplir.

Sin embargo de lo anterior, dentro de las acciones desarrolladas para el aseguramiento de la calidad del agua subterránea, cuentan con varias guías elaboradas por la autoridad ambiental, que deben ser implementadas tales como la Guía para la protección del agua subterránea y la Guía de Manejo Ambiental de Estaciones de Servicio de Combustible¹², guía última que contempla como medida de remediación la evaluación de un programa de análisis de riesgo, el mismo incluye un capítulo para el desarrollo de la evaluación de riesgos ($\text{Riesgo} = \text{Exposición} \times \text{Toxicidad}$) y remediación de sitios afectados por hidrocarburos, misma que incluye al agua subterránea, tomando como límites de referencia a cumplir niveles de concentración de diferentes compuestos químicos permitidos en suelo y agua establecidos en la legislación canadiense y más específicamente del "Interim Canadian Environmental Quality Criteria for contaminated Sites".

Perú

En Perú, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) vela por la protección del agua, la que incluye la conservación y protección de sus fuentes, de los ecosistemas y de los bienes naturales asociados a ésta. Dentro de la normativa peruana, están La Ley de Recursos Hídricos y su reglamento, los cuales tienen por objeto regular el uso y gestión de los recursos hídricos que comprenden al agua continental: superficial y subterránea, y los bienes asociados a esta (Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338; Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338).

También cuentan con Estándares Nacionales de Calidad Ambiental, dentro de los cuales están los de la Calidad Ambiental para Agua emitido mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, misma que tiene criterios a cumplir para agua de uso poblacional y recreacional, para actividades marino-costeras, de riesgo y bebidas animales y de conservación del ambiente acuático, no existen límites establecidos para contaminación del agua subterránea.

Como herramienta de gestión, al igual que Colombia han emitido varias Guía dentro de las cuales están el Manual de Buenas Prácticas en la Investigación de Sitios Contaminados y, Muestreo de Aguas Subterráneas¹³ y una guía para la evaluación de riesgos ambientales¹⁴

México

Al igual que Colombia tiene una amplia regulación para el aprovechamiento y uso del agua subterránea, contando a más de ello con la Norma Oficial

Mexicana NOM-006-CNA-1997¹⁵ que regula la construcción de Fosas sépticas prefabricadas, debido a considerar estos como una importante fuente de contaminación de agua subterránea y la Norma Oficina NOM-048-SSA1-1993¹⁵, que establece el Método Normalizado para la Evaluación de Riesgos a la Salud como Consecuencia de Agentes Ambientales y una Guía Técnica para Orientar la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgo Ambiental de Sitios Contaminados, emitidos por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales

Norma y guía antes mencionadas que establecen que los estudios de riesgo ambiental deben desarrollarse en el país como objetivo definir si la contaminación existente en un sitio representa un riesgo tanto para el medio ambiente como para la salud humana, así como los niveles de remediación específicos del sitio en función del riesgo aceptable y también que si el Índice de Peligro determinado producto del mismo es < 1 deben implementarse medidas de remediación (limpieza).

De todos los países considerados, este es el que tiene más definidas las acciones a cumplir para casos de contaminación de aguas subterráneas.

2.4.2.4. Análisis Criterios Calidad de Agua Subterránea.

En el Ecuador, el agua subterránea es un recurso que está siendo explotado desde antes de la colonia por los indígenas que habitaban la actual ciudad de Quito ciudad que, a partir del año 1942, se ha visto obligada a perforar pozos para suministrar agua a sus habitantes. A más de Quito diferentes ciudades del Ecuador están realizando captaciones de vertientes y

perforación de pozos para satisfacer las demandas de agua potable de la población.

A pesar de que el agua subterránea es un recurso aprovechado y que han ocurrido eventos antropogénicos de carácter público que la han contaminado, no se encontró dentro de las fuentes investigadas una normativa que regule su adecuado aprovechamiento, manejo ni consumo como existe en los países citados en este numeral. Tampoco una reglamentación que defina los parámetros de calidad a mantener ni los lineamientos bajo los cuales el agua subterránea deba ser recuperada en caso de una contaminación, situación que puede afectar en el corto o mediano plazo la disponibilidad de este recurso.

De lo revisado en países vecinos (Colombia, Perú y México), al igual que en Ecuador, no existen límites a cumplir para la calidad del agua subterránea, sin embargo, las autoridades de esos países han desarrollado guías obligatorias para evaluar su calidad en base a análisis de riesgo, guías que definen los criterios y el alcance de una remediación (Colombia y México), considerando adecuado que documentos similares se desarrollen en el Ecuador.

Como se ha mencionado anteriormente, la norma ecuatoriana no cuenta con criterios de evaluación de la calidad de agua subterránea como tal, define la calidad de estas en función de su utilidad para el consumo humano, dentro del numeral 2.21 definiciones del anexo 1 del acuerdo ministerial 097A, a continuación, el mismo textualmente:

“2.21 Contaminación del agua subterránea: cualquier alteración de las características físicas, químicas o biológicas de las aguas subterráneas, que pueda ocasionar el deterioro de la calidad para fines de consumo humano, agropecuario, industrial, comercial, recreativo, y/o defensa de la vida acuática, o al ambiente en general.”

En esta misma norma, en el numeral 5.1.1 Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico, 5.1.1.1 indica: Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que es obtenida de cuerpos de agua, superficiales o subterráneas, y que luego de ser tratada será empleada por individuos o comunidades en actividades como: a. Bebida y preparación de alimentos para consumo humano, b. Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.

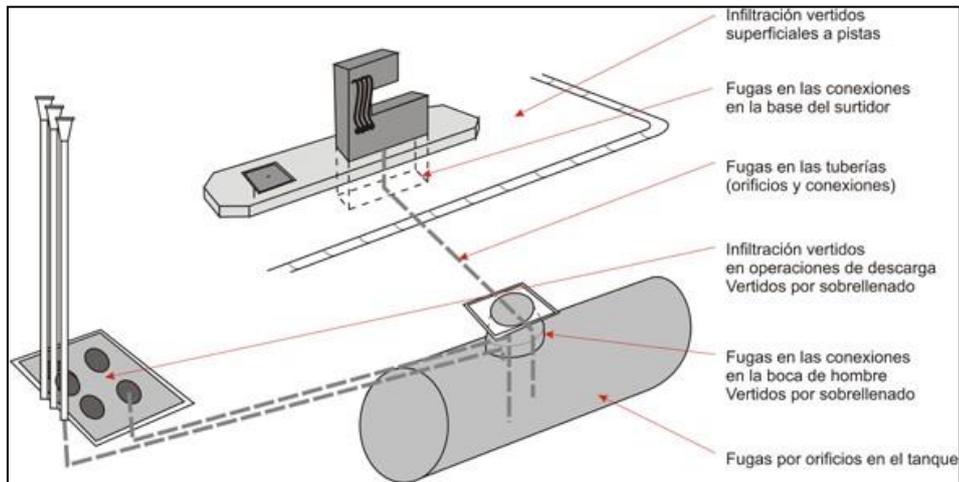
Por lo anterior, debido a que la normativa ecuatoriana no cuenta con una tabla específica para la calidad de agua subterránea, pero si considera la misma (agua subterránea) como parte del agua para consumo humano, como marco referencial para determinar el nivel de contaminación en las estaciones de servicio de este componente ambiental, se utilizó la tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domestico del Anexo 1 del Anexo 097A: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua de Calidad de Fuentes para Agua para Consumo Humano y Doméstico la cual establece como límite máximo permisible 0,2 mg/lit para TPH, debido a la probabilidad del uso futuro del agua subterránea como fuente de agua para consumo humano como suceden en ciudades del Ecuador como Quito. .

2.5. Áreas Potencialmente Contaminantes en las Estaciones de Servicio

La venta al por menor de hidrocarburos para automotores se desarrollan en instalaciones ampliamente distribuidas en el territorio nacional, éstas están clasificadas como actividades potencialmente contaminantes del suelo por la normativa ambiental ecuatoriana debido a los productos que manipulan, los hidrocarburos, los cuales poseen características de toxicidad, persistencia y bioacumulación.

La afección del suelo en este tipo de instalaciones proviene tanto de episodios accidentales relacionadas a fugas o derrames como a pequeños vertidos que se producen a lo largo del tiempo y que, muy a menudo, no se detectan hasta que la contaminación ha migrado para afectar a terceros (contaminación del agua, olores en casas vecinas, etc.).

Las estaciones de servicio que se construyen actualmente son mucho más exigentes técnica y ambientalmente hablando (tanques doble pared, pozos de monitoreo, tuberías de doble contención, sistemas automatizados de control de niveles de tanques y detección de fugas, etc.). No obstante, la mayoría de las instalaciones existentes son antiguas y generalmente no cuentan tecnologías adecuadas para la prevención de la contaminación. Los puntos potenciales en una estación de servicio donde se pueden producir fugas y derrames de combustible y que pueden acabar provocando problemas de contaminación del subsuelo son diversos.



Fuente: Guía de prevención de la contaminación del suelo para las actividades potencialmente contaminantes del suelo bajo el epígrafe CCAE 50500: venta al detalle de carburantes para la automoción

Gráfico 2.9.- Puntos potenciales de derrames de una estación de servicio

Aunque la probabilidad y la magnitud de estas fugas y derrames potenciales son muy diferentes para los puntos identificados⁴, las medidas preventivas que se deben adoptar, tanto en el diseño como en la operación, mantenimiento y control, deben ser iguales en importancia ya que la pérdida de un producto valioso, el combustible, fugas continuas así sean de pequeña magnitud pueden provocar problemas ambientales costosos.

Como ejemplo en la tabla siguiente se cuantifican las pérdidas de combustible desde un tanque, según la EPA Americana y en diferentes circunstancias.

Tabla 2.2.- Perdidas de combustible en tanques de combustible⁴

Tipo fuga	Volumen de hidrocarburo (litros)			
	1 h	1 día	1 mes	1 año
1-2 gotas /s	0,19	4,6	136	1.664
Orificio de 1,6 mm	11,4	274	80.182	100.000
Orificio de 3.2 mm	38,5	926	27.818	337.990
Orificio de 6,4 mm	147	3.528	105.818	1.287.720

Fuente: Guía de prevención de la contaminación del suelo para las actividades potencialmente contaminantes del suelo bajo el epígrafe CCAE 50500: venta al detalle de carburantes para la automoción.

2.5.1. Tanques

Una de las principales causas de fugas de combustible en actividades almacenamiento de combustibles y dentro de ellas, las estaciones de servicio, es la presencia de orificios o perforaciones en los tanques debido a la corrosión de la pared simple de acero. Aunque para evitar estos problemas se instala una protección contra la corrosión y se realizan pruebas periódicas de estanqueidad, los eventos reportados demuestran que estas medidas no son suficientes.

Debido a que actualmente, la normativa exige tanques con doble contención para estaciones de servicio, hoy en día los tanques que se instalan son de doble pared, existiendo diversas opciones para las dos paredes (las dos metálicas o de material plástico, combinando los dos materiales para cada pared, poliéster reforzado con fibra de vidrio, etc.). Incluso estos se ubican en un cubeto, en emplazamientos con aguas subterráneas muy superficiales o en zonas inundables.

No obstante, cabe tener presente que existe todavía una gran cantidad de tanques de pared simple de acero instalados, los cuales son susceptibles a la corrosión y a la generación de fugas. En esta situación, lo ideal sería revestir el tanque para que adopte las características de un tanque de material plástico, pero la mejor opción es sustituirlo por otro nuevo, de doble pared, o transformarlo en un tanque de pared doble lo cual generalmente no se hace por los costos implícitos.

La doble pared o el cubeto de contención son de por sí buenas medidas de prevención de la contaminación del medio por su capacidad de contener una fuga dentro de la instalación, esto debido a que para que haya afectación al medio debe existir fuga en dos paredes.

2.5.2. Tuberías

Otra causa importante de fugas de combustible en las estaciones de servicio es la presencia de orificios en las conducciones de acero o fallos en sus conexiones.

Actualmente existe disponible todas las conducciones que se instalan son de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) y, en cualquier reforma que se

realiza, generalmente se substituyen las antiguas de acero, pero todavía en el país existen instalaciones con tuberías de este último material mencionado.

Se recomienda la instalación de tuberías de doble pared, por su capacidad de contención y control, pero la práctica habitual hoy en día es, en el mejor de los casos, instalarlas solamente para las líneas de suministro de producto, mientras que las de descarga se instalan casi siempre de pared simple.

El uso de tuberías de doble pared es especialmente importante en las conducciones de suministro que siempre están llenas de producto y que pueden estar a presión si la alimentación del combustible es mediante bomba sumergible, con la importancia que esto supone en caso de fuga. En el caso de las de descarga, la doble pared no es tan relevante, aunque es recomendable, porque las conducciones solamente contienen producto en las operaciones puntuales de llenado de tanques, por gravedad.

La doble pared de la tubería es una buena medida de prevención de la contaminación por su poder de contención dentro de la instalación: si se produce una fuga en la pared interior, el hidrocarburo retorna hasta el tanque o la arqueta de la boca de hombre (las conducciones tienen una pendiente establecida para que así suceda) y porque para que haya afección al medio debe existir fuga en dos paredes.

Capítulo 3

3. Metodología

Para el desarrollo del presente estudio, se evaluarán los resultados de análisis de hidrocarburos totales de petróleo realizados al suelo y agua subterránea a diferentes profundidades de dos estaciones de servicio de Guayaquil. Análisis que fueron realizados mediante la técnica aprobada por la Agencia de Protección Ambiental (EPA No. 8015 D) y las autoridades nacionales por laboratorios acreditados por el organismo de acreditación ecuatoriana.

Identificada la contaminación, se establecerá de acuerdo a las características del sitio y el nivel de afectación, las medidas de control y remediación ambiental necesarias establecidas en base a las técnicas ingenieriles y normativas existentes a nivel nacional e internacional.

A continuación, como parte del presente capítulo, se describirán las actividades desarrolladas, por un consultor ambiental acreditado ante el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador, como parte de la toma de las muestras de agua y suelo.

3.1. Evaluaciones Ambientales en Estaciones de Servicio

Para el desarrollo del estudio se ha recolado información secundaria proveniente de evaluaciones ambientales con análisis de suelo y agua subterránea realizados en los últimos dos años a varias estaciones de servicio de la ciudad de Guayaquil.

Todos los datos anteriores fueron procesados y contrastados para luego ser validados, comparados y analizados a fin de definir el estado ambiental del sitio y las mejores técnicas de prevención, control y remediación aplicables.

3.2. Contenido y Metodología de Evaluaciones Evaluadas.

3.2.1. Descripción y Características del Sitio:

En esta parte de la evaluación se describe la ubicación y características principales de cada estación de servicio (número de dispensadores, tanques, etc.) con el fin de tratar de identificar áreas con riesgo de contaminación producto de la operación.

3.2.2. Actividades Realizadas y Metodología de Trabajo de Campo

Una vez identificadas las instalaciones de la estación de servicio, en sitio se establecieron los sitios de interés (áreas potencialmente contaminadas), donde se realizaron perforaciones con personal acreditado y un representante de la instalación a fin de verificar una adecuada distribución que permita definir plumas de contaminación o eventos pasados relacionados con la operación o construcción de la estación de servicio.

El trabajo de campo se llevó a cabo con el objetivo de tomar muestras de agua y suelo que luego fueron analizadas en laboratorio acreditado a fin de lograr identificar impactos significativos sobre el suelo y el agua subterránea.

Todas las perforaciones fueron planificadas hasta los 5 m de profundidad o hasta alcanzar el nivel freático, usando para ello una máquina marca Acker, empleando el mecanismo de rotación y lavado para los estratos duros de roca, utilizando una broca tricónica de diamante con un diámetro de 3 ¼". Una bomba de agua de caudal, activada por un motor Briggs & Stratton a diésel fue utilizada para lubricar las herramientas de perforación y reciclar el lodo de perforación, obteniendo de esta forma, como se indicó anteriormente, muestras de suelo destinada para análisis de laboratorio. Se aplicó el Ensayo de Penetración Estándar (SPT), que consiste en una prueba de penetración dinámica para realizar un reconocimiento geotécnico, idóneo donde los suelos son arenosos o de granos gruesos, en este caso, los sondeos se realizaron para la recolección de muestras de suelo cada metro perforado.

3.2.3. Muestras para Análisis de Agua y Suelo Subterráneo

3.2.3.1. Aguas Subterráneas en las Estaciones de Servicio

Cuando los sondeos realizados alcanzaron agua freática o subterránea, se toman muestras de la misma para analizar el contenido de Hidrocarburos Totales de Petróleo a fin de determinar si en el sitio existe una contaminación en el agua, la cual, al no existir un nivel máximo permitido, se utiliza como un indicador de una afectación ambiental sobre el suelo del sector. Los análisis se realizan con un laboratorio acreditado.

3.2.3.2. Monitoreo de Suelos

Conforme lo indicado anteriormente, como parte de la evaluación ambiental de las estaciones de servicio, se realizaron perforaciones de suelo cada metro, para tomar muestras de suelo midiendo como parte de ello la concentración de los vapores orgánicos volátiles.

Los compuestos orgánicos volátiles (COVs) son sustancias de origen orgánico, es decir, que contienen carbono, y se encuentran en forma gaseosa en el aire. Generalmente, se trata de hidrocarburos que se vuelven volátiles a temperatura ambiente. Son sustancias contaminantes que se producen fruto de la combustión, el procesamiento de pinturas, adhesivos, productos petrolíferos, productos farmacéuticos y refrigerantes. Esto incluye las emisiones de la actividad automovilística e industrial, entre otras.

Entre los COVs se encuentran hidrocarburos, alcoholes, aldehídos y ácidos orgánicos, disolventes, combustibles líquidos, sustancias sintéticas y numerosos compuestos orgánicos que se forman en el curso de los procesos biológicos. Cada categoría tiene propiedades químicas diferentes, lo que da lugar a diversos problemas.

Cuando los disolventes o los combustibles líquidos se evaporan, los COVs se liberan, lo mismo ocurre cuando los combustibles de las estaciones de servicio se derraman en el suelo subterráneo, estos se liberan, pero quedan retenidos en el suelo, situación que es aprovechada para identificar áreas contaminadas. Debe anotarse, sin embargo, que no hay criterio legal del límite máximo permisible de la normativa ambiental ecuatoriana para mediciones de COVs usando el método EPA 21, mediante un PID (Photo

Ionization Detector), sin embargo, de estudios realizados en diferentes sitios se puede definir que valores menores a 50 ppm, se consideraría como concentración natural, por todas las muestras de suelo recolectadas que superan ese valor son almacenadas para el análisis del Hidrocarburo Total de Petróleo en las mismas.

Las mediciones de COVs fueron efectuadas con medidores calibrados, los análisis de suelo en cambio son efectuadas por laboratorios acreditados en el Ecuador. Los resultados analíticos de las muestras de suelos colectadas se comparan con los límites establecidos en el Acuerdo Ministerial 097 Edición Especial Año II N-387, 4 de noviembre del 2015. Tabla 2: Criterios de remediación (valores máximos permisibles): Uso de suelo comercial.

3.2.3.3. Modelo Conceptual de Sitio.

El modelo conceptual inicial es una evaluación cualitativa de los distintos componentes que configuran la cadena de riesgo, a partir de la información obtenido del estudio histórico, el análisis del medio físico y la vista de campo, fuente o foco de contaminación, rutas de transporte y migración, vías de exposición y receptores potenciales (población humana y/o ecosistemas)

Identificados los sitios dentro de la estación de servicio contaminadas y el nivel de contaminación presente, se desarrolló como parte de la evaluación un Modelo Conceptual de Sitio (MCS), el cual es en resumen un esquema del emplazamiento y su entorno que incluye de forma cualitativa los posibles focos de contaminación y su naturaleza, así como las potenciales rutas de exposición y/o dispersión para cada uno de los receptores identificados.

Capítulo 4

4. Resultados

En la sección del estudio se presentarán los datos recopilados con relación a la contaminación generada por las estaciones de servicio en la ciudad de Guayaquil, las cuales son un ejemplo de lo que ocurre en el resto del país.

4.1. Caso 1.

4.1.1. Información Resumen del Sitio

Tabla 4 1.- Resumen de estación de servicio caso 1.

Tipo de sitio	Estación de servicio
Estatus	Operando
Periodo operación	1995 (Reconstruida) – Actualidad
Área	1437 m ²
Numero de tanques	5
Capacidad de Tanques	10.000 galones cada uno
Tipo material tanques	Acero con fibra
Ubicación	Sur de la ciudad

Como parte de la evaluación de la estación de servicio del caso 1, se realizaron 5 perforaciones hasta 5 metros cada uno conforme la metodología detallada en el capítulo 3

Todas las evaluaciones realizadas se realizaron con la finalidad de identificar sitios con contaminación ambiental, para lo cual se tomaron y analizaron muestras de agua y suelo, como componentes que pueden sufrir impactos significativos por el almacenamiento y venta de combustibles en la estación de servicio.

En la Tabla 4.2 se presenta la ubicación de los pozos de exploración.

Tabla 4 2.- Ubicación de los puntos de perforación

Fecha	Pozo	Ubicación
13/01/2021	C1PE1	Entre la marquesina y el área de tanques de almacenamiento.
12/01/2021	C1PE2	Entre la Av. Ingreso Principal y marquesina.
12/01/2021	C1PE3	Junto a área de tanques por ingreso a la EDS.
13/01/2021	C1PE4	Lado lateral derecho del área de tanques de almacenamiento de combustible.
12/01/2021	C1PE5	Lado lateral izquierdo del área de tanques de almacenamiento de combustible.



Fuente Google Maps

Gráfico 4.1.- Ubicación estación de servicio y sitios de perforación del caso 1.

4.1.2. Resultados de Mediciones de Compuestos Orgánicos Volátiles

En las tablas adjuntas se presentan los resultados de las mediciones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) medidos a diferentes profundidades en cada uno de los puntos perforados.

Debe anotarse que no hay criterio legal del límite máximo permisible de la normativa ambiental ecuatoriana para mediciones de COVs usando el método EPA 21, mediante un PID (Photo Ionization Detector), sin embargo, de estudios realizados en diferentes sitios se puede definir que valores menores a 50 ppm, se consideraría como concentración natural. Este valor referencial fue utilizado como criterio para seleccionar la muestra de suelo a ser analizado en cada punto perforado.

Tabla 4 3.- Resultados de mediciones de COV's en las muestras de suelo extraídas en los pozos de exploración.

Mediciones de COV's en las muestras de suelo (ppm)					
Profundidad	C1PE1	C1PE2	C1PE3	C1PE4	C1PE5
1m	0,00	0,00	0,10	0,30	0,00
2m	0,00	1,50	31,10	1,20	0,10
3m	0,00	1,20	121,30	2,60	0,00
4m	-	0,40	-	2,90	-

Fuente: Lab. PSI C. LTDA., febrero 2021.

Tabla 4 4.- Resultados de las mediciones de COV's a boca de pozo.

Mediciones de COV's a boca de pozo (ppm)					
Profundidad	C1P1	C1P2	C1P3	C1P4	C1P5
1m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2m	0,00	0,00	348,10	0,00	8,30
3m	0,00	0,00	602,20	0,00	0,00
4m	-	0,00	-	0,00	-

Fuente: Lab. PSI C. LTDA., febrero 2021.

Se evidencia que la presencia de combustible en el suelo alrededor del punto C1PE3 es concordante con la medición de COVs en el mismo punto.

4.1.3. Resultados del Monitoreo de Suelos

Los resultados analíticos de las muestras de suelos colectados fueron llevados a cabo en laboratorio acreditado, a continuación, se muestran los datos tabulados los cuales evidencian presencia crítica de hidrocarburos en el pozo de exploración PE3 a 2 metros de profundidad, resultados que por superar los límites permisibles en las normas ecuatorianas establecen la necesidad de desarrollar planes de remediación ambiental en la estación de servicio.

En los pozos de exploración PE1, PE2, PE4 y PE5 no existe valores superiores a la norma en las muestras de suelos analizadas, sin embargo, es de destacar que se encontró hidrocarburos en todos los puntos perforados.

Los valores observados de TPH en suelo, pueden deberse a daños en el sistema de tuberías ocurrida en años anteriores o a escurrimientos de combustible por arrastre por lluvias y filtraciones a través de las uniones en la plataforma de la EDS.

Tabla 4.5.- Resultados de TPH de suelos

Descripción	Profundidad (m)	TPH (mg/kg)
C1PE1	1 m	60
C1PE2	2 m	50
C1PE3	2 m	985
C1PE4	2 m	35
C1PE5	2 m	75
Límites máximos permisibles*		620

Fuente: Lab. PSI C.LTDA. Enero (2022).

***Acuerdo Ministerial 097** Edición Especial Año II N-387, 4 de noviembre del 2015. Tabla 2: Criterios de remediación (valores máximos permisibles):
Uso de suelo comercial.

4.1.4. Aguas Subterráneas en la EDS

Los sondeos realizados alcanzaron el nivel freático en los pozos de exploración a 3-4 metros de profundidad, durante las perforaciones se recolectaron 4 muestras de agua de los substratos del suelo las cuales fueron analizadas.

Tabla 4.6.- Resultados de TPH de agua

Descripción	Profundidad (m)	TPH (mg/L)
C1PE1	1 metro	0,6
C1PE2	4 metros	1.2
C1PE3	3 metros	3200
C1PE4	4 metros	0.9
C1PE5	3 metros	0.5
Límite máximo		0,2*

Fuente: Lab. PSI C. LTDA., enero 2022.

***Anexo 1 del Anexo 097A:** Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua de Calidad de Fuentes para Agua para Consumo Humano y Doméstico.

Los valores obtenidos de TPH tras el análisis de las muestras de agua revelan que en el punto PE3 a 3 metros de profundidad, el valor de la muestra de agua es de 3200 mg/l. Adicionalmente se analizó una muestra de agua extraída del pozo de monitoreo PM1, el cual había mostrado un valor de COVs de 176 ppm, ambos superan el máximo permisible.

4.2. Caso 2.

4.2.1. Información del Sitio

Tipo de sitio	Estación de servicio
Estatus	Operando antes del 2012
Periodo operación	No establecido
Numero de tanques	10
Área	22.641 m ²
Capacidad de Tanques	Ecopaís: 2 de 10.000 gal y 1 de 1000 gal. Super: 1 de 10.000 gal. Diesel: 6 de 10.000 gal.
Tipo material tanques	Acero con fibra
Ubicación	Sur de la ciudad

Como parte de la evaluación de la estación de servicio del caso 2, se realizaron 7 perforaciones hasta 5 metros cada uno conforme la metodología detallada en el capítulo 3

Al igual que en caso 1, todas las evaluaciones se llevaron a cabo con el fin de identificar sitios contaminación ambiental, para lo cual se tomaron y analizaron muestras de agua y suelo, como componentes del ambiente que

pueden estar sujetos a impactos significativos por el almacenamiento y venta de combustibles en la estación de servicio.

Tabla 4.7.- Ubicación de pozos de perforación

Fecha	Pozo	Ubicación
27/05/2022	C2PE1	Junto a la zona de tanques de almacenamiento
27/05/2022	C2PE2	Junto a la zona de tanques de almacenamiento a 5 m del anterior
27/05/2022	C2PE3	A un lado de la zona de tanques de almacenamiento a 6 m del anterior
27/05/2022	C2PE4	Área posterior de zona de tanques
27/05/2022	C2PE5	Área lateral de la zona de tanques a 5 m de las bocas de llenado
27/05/2022	C2PE6	En la plataforma de descarga
27/05/2022	C2PE7	Entre las islas de despacho

Fuente: TECNOAMBIENTE S.A., mayo 2022.



Fuente Google Maps

Gráfico 4. 2.- Ubicación estación de servicio y sitios de perforación del caso 2.

4.2.2. Resultados de la Medición de Compuestos Orgánicos Volátiles

En las tablas adjuntas se presentan los resultados de las mediciones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) medidos a diferentes profundidades en cada uno de los pozos perforados.

Debe de anotarse que no hay criterio legal del límite máximo permisible de la normativa ambiental ecuatoriana para mediciones de COV's usando el método EPA 21, mediante un medidor instantáneo PID (Photo Ionization Detector), sin embargo, de estudios realizados en diferentes sitios se puede definir que valores menores a 50 ppm, se consideraría como concentración natural. Al igual que en caso 1, este valor referencial sirvió de criterio para seleccionar la muestra de suelo a analizarse.

Según los resultados obtenidos, se evidencia que los pozos 2, 5 y 7 presentan valores superiores a 50 ppm. En el pozo C2E2 se encontraron también valores sobre el marco referencial de TPH en las muestras de suelos, lo que ratifica la existencia de residuos de combustible producto de un derrame en el área. En el pozo C2PE7 la concentración de COVs también coincide con el valor de TPH observado a 2 m de profundidad, observándose una probable dispersión de combustible desde el nivel superficial.

Tabla 4.8.- Resultados de las mediciones de COV's.

PUNTO DE MONITOREO	PROFUNDIDAD	COV'S (ppm)
C2PE1	1m	10,1
	2m	16,9
	3m	20,01
C2PE2	1m	2,0
	2m	115,5
	3m	212,5
C2PE3	1 m	5,1
	2 m	9,0

PUNTO DE MONITOREO	PROFUNDIDAD	COV'S (ppm)
	3 m	4,2
C2PE4	1 m	2,8
	2 m	5,3
	3 m	8,6
C2PE5	1 m	172,1
	2 m	50,60
	3 m	30,70
C2PE6	1 m	32,1
	2 m	36,8
	3 m	29,6
C2PE7	1 m	0,00
	2 m	77,40
	3 m	11,58

Fuente: Lab. PSI C.LTDA., (mayo, 2022)

4.2.3. Resultados del Monitoreo de Suelos

Los resultados analíticos de las muestras de suelos colectados junto con la ubicación y profundidad llevados a cabo en un laboratorio acreditado evidencian la presencia de hidrocarburos que hacen necesario establecer planes de remediación ambiental. Esta situación guarda relación con lo encontrado en los análisis del agua freática.

Tabla 4.9.- Resultados de TPH de suelos

Descripción	Profundidad (m)	TPH (mg/kg)
C2PE1	3 m	400
C2PE2	2,5 m	3790
C2PE3	3 m	<150
CEPE4	3 m	<150
C2PE5	3 m	200
C2PE5	1 m	175
C2PE6	3 m	165
C2PE7	3 m	1345
Límite máximo permisible*		620

Fuente: Lab. PSI C.LTDA., mayo (2022).

***Acuerdo Ministerial 097** Edición Especial Año II N-387, 4 de noviembre del 2015. Tabla 2: Criterios de remediación (valores máximos permisibles):
Uso de suelo comercial.

4.2.4. Aguas Subterráneas en la EDS

Los sondeos realizados alcanzaron el nivel freático, siendo la zona bajo la estación de servicio de material arcilloso a nivel subsuperficial (entre los 0 y 3 metros de profundidad), por lo cual, debido a la baja permeabilidad de este suelo, la presencia de contaminación en el suelo de la estación de servicio producto de derrames, podrían escurrir longitudinal y verticalmente comprometiendo las aguas freáticas del sector, aguas que tienen influencia de mareas desde el río Guayas.

Tabla 4.10.- Resultados de TPH de agua en los pozos perforados y un pozo de monitoreo existente

Descripción	Profundidad (m)	TPH (mg/L)
C2PE1	3 metros	225
C2PE2	2,5 metros	135
C2PE3	3 metros	0,23
C2PE4	3 metros	0,18
C2PE5	3 metros	1,72
C2PE6	3 metros	0,07
C2PE7	3 metros	232

Descripción	Profundidad (m)	TPH (mg/L)
Pozo de monitoreo – Área de descarga	3 metros	2,8
Límite máximo		0,2*

Fuente: Lab. PSI C.LTDA. (mayo, 2022)

***Anexo 1 del Anexo 097A:** Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua de Calidad de Fuentes para Agua para Consumo Humano y Doméstico.

De los resultados obtenidos, se puede evidenciar que existe una afectación generalizada al agua bajo el predio de la estación de servicio, de las cuales las perforaciones PE1, PE2 y PE7 superan los valores máximos establecidos en la normativa ambiental, Tabla 1 del Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 097A.

Los valores obtenidos de TPH luego del análisis de las muestras de agua, pueden ser el resultado de dispersión de derrames anteriores o escurrimiento de trazas de combustibles superficiales por efecto de las lluvias.

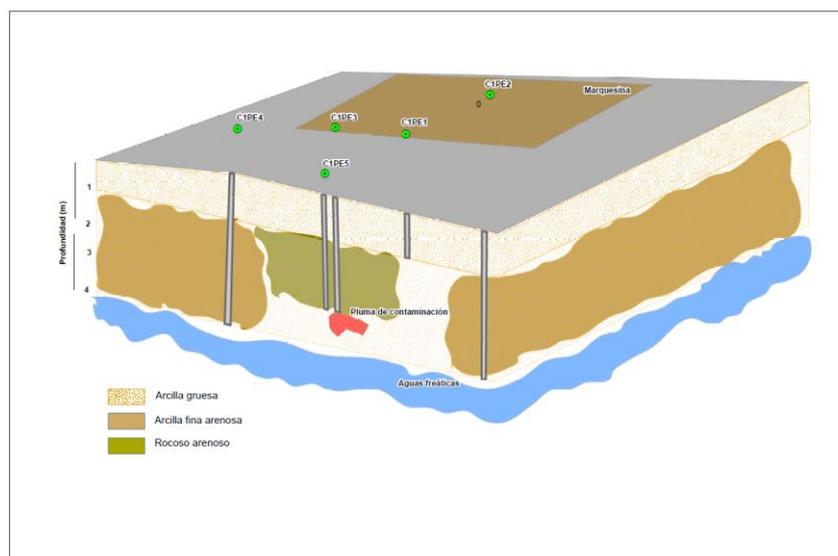
4.3. Modelo Conceptual de Sitio (MCS)

4.3.1. MCS Caso 1



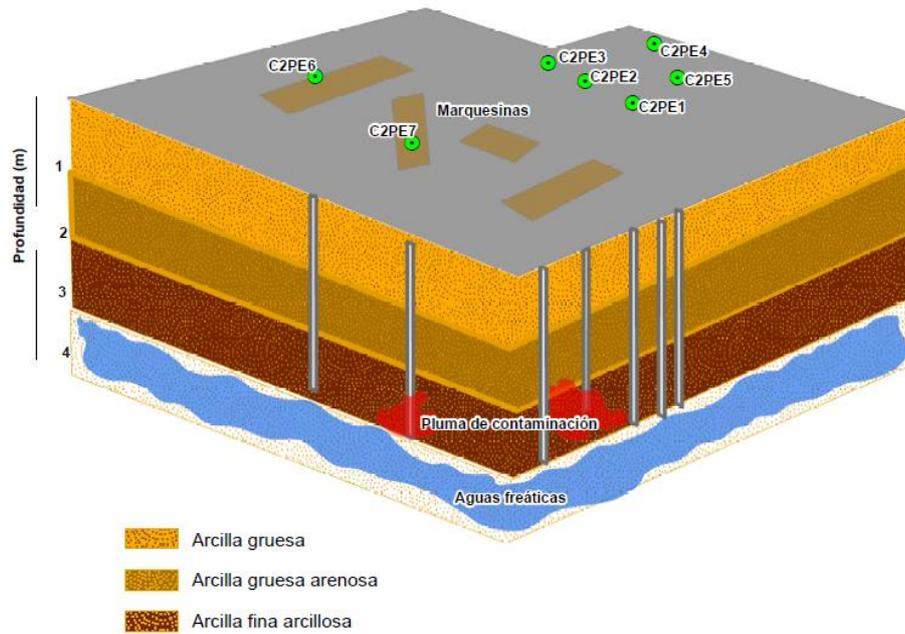
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4.3.- Modelo conceptual caso 1



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4.4.- Modelo conceptual caso 1



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4.6.- Graficos modelo conceptual caso 2

En el caso específico de la estación de servicio estudiada en el caso 2, los resultados del análisis de suelos revelan valores de TPH (Hidrocarburos Totales de Petróleo) en dos zonas distintas: C2PE2 (Junto a la zona de tanques de almacenamiento a 5 m del punto de perforación C2PE1) y C2PE7 (Entre las islas de despacho), ambas a más de 2 metros de profundidad, lo cual es un indicador de un daño en una de las tuberías.

La contaminación anterior, se debió haber esparcido en las zonas cercanas a los puntos del daño por el agua freática del sector.

4.4. Medidas de Prevención

4.4.1. Aspectos Constructivos

4.4.1.1. Tanques

Una de las principales causas de fugas de combustible en actividades de venta al detalle de combustibles en estaciones de servicio ha sido la presencia de orificios o perforaciones en los tanques debido a la corrosión de la pared simple de acero. Aunque para evitar estos problemas se adoptan medidas de protección contra la corrosión y se requiere la realización de pruebas periódicas de estanqueidad, la experiencia ha demostrado que estas medidas, tal como se aplican habitualmente, pueden ser insuficientes.

Hoy en día los tanques que se instalan deberían ser de doble pared, existiendo diferentes opciones de los materiales para las dos paredes, las dos metálicas o de material plástico, combinando los dos materiales para cada pared, poliéster reforzado con fibra de vidrio, etc. El espacio intersticial entre las dos paredes puede contener aire o un líquido especial, puede estar en condiciones de presión o depresión y puede ser controlable electrónica o mecánicamente.

Incluso cuando se ubican en un cubeto, en emplazamientos con aguas subterráneas muy superficiales o en zonas inundables, como ocurre regularmente en Guayaquil, los tanques de nueva instalación son a menudo de doble pared, hecho que redundaría en las condiciones de contención. En el caso de cubeto de contención o el tanque de doble pared deben disponer de

pozas de monitoreo en la parte más baja del cubeto para poder detectar y controlar una fuga potencial.

No obstante, cabe tener presente que existe todavía una gran cantidad de tanques de pared simple de acero en este tipo de instalaciones y que los mismos todavía se instalan en el país, tanques que son susceptibles a la corrosión y a la generación de fugas. En esta situación y con esas condiciones se recomienda revestir el tanque para que adopte las características de un tanque de material plástico, pero la mejor opción, y la que normalmente no se realiza, es sustituirlo por otro nuevo, de doble pared, o transformarlo en un tanque de pared doble.

La doble pared o el cubeto de contención son de por sí buenas medidas de prevención de la contaminación del medio por su capacidad de contención de una fuga dentro de la instalación; para que haya afección del medio debe existir fuga en dos paredes.



Fuente: Grupo ARTEC – Arquitectura y Tecnología: <https://www.grupo-artec.com/index-3.html>

Gráfico 4.7.- Tanques de combustible y sus complementos

4.4.1.2. Tuberías

Otra causa importante de fugas de combustible es la presencia de orificios en las conducciones de acero o fallos en sus conexiones, tal como probablemente ocurrió en los dos casos estudiados y, de la misma forma que en el caso de los tanques, la experiencia ha demostrado que las medidas de prevención aplicadas hasta el momento no han sido suficientes.

Actualmente se recomienda instalar tuberías para la conducción de los hidrocarburos de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) de doble pared, por su capacidad de contención y control, pero en el Ecuador todavía existe y se instalan tuberías de hierro negro o galvanizado. La técnica también recomienda como medio de contención de derrames, instalar cajas contenedoras bajos los dispensadores a los cuales se conectan todas las tuberías de combustibles.

La doble pared de la tubería es una buena medida de prevención de la contaminación por su poder de contención dentro de la instalación, la cual si se produce una fuga en la pared interior, el hidrocarburo retorna hasta el tanque o la caja contenedora de los mismos (las conducciones deben tener una pendiente establecida para que así suceda) y porque para que haya afección al medio debe existir fuga en dos paredes.



Fuente: Grupo ARTEC – Arquitectura y Tecnología: <https://www.grupo-artec.com/index-3.html>

Gráfico 4.8.- Sistemas de transporte de combustible en estaciones de servicio

4.4.1.3. Sistemas de Detección de Fugas

Independientemente de las pruebas de estanquidad establecidas por normativa ecuatoriana se recomienda utilizar un sistema que permita la detección de fugas de combustible lo antes posible (días o, máximo, un mes) y en cualquier parte de la estación de servicio, tanto en tanques como en tuberías, con lo cual se disminuiría el nivel de afectación generada.

Estos sistemas permiten conocer en tiempo real el contenido de combustible almacenado en un tanque, realizar inventarios y emitir alarmas en caso de pérdidas de presión en tanques y tuberías producto de un daño o perforación en los mismos. Un sistema de detección de fugas no evita su generación, pero permite su rápida detección y, si se actúa inmediatamente, limitará sus consecuencias ambientales.

Aparte de las pruebas de estanqueidad, los sistemas de detección de fugas se fundamentan esencialmente en el control de la zona intersticial entre dos paredes o bien en sistemas más o menos automatizados de control de la cantidad de producto, sean pruebas volumétricas dentro del propio tanque (sin movimiento de producto) o bien por balances periódicos entre consumos y stocks. Otros sistemas de detección de fugas se fundamentan en la vigilancia fuera de la instalación, es decir, en el control de la calidad del medio (subsuelo) mediante captadores de vapor o detectores de fase libre – disuelta.

4.4.1.4. Sistemas de Detección de Fugas en Tanques de Combustibles

En los tanques de doble pared existen diferentes sistemas que controlan el espacio intersticial entre las dos paredes. Los que se utilizan de forma más generalizada son un vacuómetro o manómetro (en función de la presión relativa del espacio intersticial) o el control de un líquido interno. Ambos sistemas son inspeccionables en la boca de hombre del tanque y también pueden estar conectados a un sistema automatizado, dotado de alarma, mediante una consola central. Otros métodos que se pueden utilizar son detectores específicos de vapores o de líquido.

En el caso de tanques ubicados en cubeto con pozo de monitoreo, para el control de derrames se pueden aplicar métodos manuales (inspecciones periódicas de los pozos de monitoreo) o bien utilizar también dispositivos automatizados, básicamente sensores de nivel o de vapores en el tubo buzo y que se conectan a una consola central (grafico 4.9 y 4.10).

Otros sistemas de detección de fugas, aplicables también en instalaciones con tanques de pared simple y sin cubeto, se fundamentan en el control volumétrico (manual) en un tanque parado, si movimiento, o en el inventario de producto en toda la instalación (entradas, salidas y volumen almacenado).

El sistema manual tradicional que evalúa los volúmenes almacenados en los tanques mediante medidas con varilla graduada, generalmente para hacer un balance con las entradas y las salidas, es una herramienta de gestión, pero no es un sistema de detección de fugas por su baja sensibilidad a fugas medioambientalmente apreciables. Además, debe tenerse en cuenta que la propia operación con la varilla graduada y sobre todo si ésta no es adecuada (debe ser ligera, con protección de plástico, etc.) puede incluso provocar desperfectos en el fondo del tanque debido al continuo golpeteo de la varilla con el fondo del este.

Los sistemas automatizados ofrecen mejores prestaciones y permiten un control prácticamente en continuo. Consisten esencialmente en un sensor de nivel (y temperatura) instalado en cada tanque y conectado a una consola, donde se analizan los datos en el tiempo. Existen diferentes aplicaciones en el mercado que se fundamentan en alguno de los siguientes métodos:

- Control volumétrico. El sistema calcula automáticamente cualquier cambio en el volumen de producto del tanque que pueda indicar una fuga, generalmente cuando no hay movimiento de hidrocarburo y durante un período de tiempo.

- Balance automático. Se comparan automáticamente los datos de las sondas de nivel los tanques y de los controladores de los surtidores para valorar cualquier desajuste que pueda indicar una fuga, tanto en el tanque como en las tuberías. La reconciliación estadística de stock es una opción que se está aplicando cada vez más.

En cualquier caso, los balances deben realizarse tanque por tanque y nunca deben sumarse los volúmenes de toda la instalación, práctica que puede llevar a errores en las valoraciones. Antes de la instalación de un dispositivo automatizado de detección de fugas se debe asegurar que el sistema está homologado, así como su aplicabilidad en la instalación.



Fuente: Gilbarco Veeder Root Latinoamérica

[:https://www.gilbarco.com/la/sites/gilbarco.com.la/files/pdfs/SP-2014TLS-450Plus-Latam-SMALL.pdf](https://www.gilbarco.com/la/sites/gilbarco.com.la/files/pdfs/SP-2014TLS-450Plus-Latam-SMALL.pdf)

Gráfico 4.9.- Imagen de sistemas de detección de fugas de estaciones de servicio



Fuente: Gilbarco Veeder Root Latinoamérica

[:https://www.gilbarco.com/la/sites/gilbarco.com.la/files/pdfs/SP-2014TLS-450Plus-Latam-SMALL.pdf](https://www.gilbarco.com/la/sites/gilbarco.com.la/files/pdfs/SP-2014TLS-450Plus-Latam-SMALL.pdf)

Gráfico 4.10.- Imagen de sistemas de detección de fugas de estaciones de servicio

4.4.1.5. Sistemas de Detección de Fugas en Tuberías

En el caso de las tuberías en general, el sistema es manual: la doble pared queda abierta en el contenedor del tanque donde se puede observar periódicamente si hay hidrocarburo y, consecuentemente, fuga en la conducción interna.

En el caso de conducciones de pared simple, aparte de las pruebas de estanqueidad periódicas, el sistema de detección de fugas habitual se fundamenta en el balance periódico de producto descrito anteriormente. En este caso, si se detecta una fuga deberá investigarse si el origen de la misma es en el tanque o en la conducción.

4.4.1.6. Protección a la Corrosión

Todos aquellos componentes metálicos de la instalación que están en contacto con el suelo y que habitualmente contienen producto (tanques, tuberías y otros accesorios) deben estar protegidos contra la corrosión, para evitar daños en los mismos. Las medidas de corrosión deben diseñarse caso por caso, por empresas especializadas, en función del tipo de terreno en contacto con los materiales metálicos, incluida la presencia de agua subterránea.

La mejor medida de protección contra la corrosión es de hecho que los propios materiales no sean metálicos, es decir, no corrosibles, como son los materiales plásticos (fibra de vidrio o polietileno). Dado que la práctica habitual es sustituir los elementos metálicos por plásticos (incluidos los tanques, con el revestimiento interior), las medidas de protección contra la corrosión dejarán de ser de aplicación.

En cualquier caso, para los tanques y tuberías metálicas, las medidas contra la corrosión que deberían instalarse son:

- La capa de imprimación interior y exterior (recubrimiento).
- La protección catódica por ánodos de sacrificio, siendo los ánodos de sacrificio piezas metálicas más activas eléctricamente que el acero y que padecen preferencialmente los efectos de la corrosión, los ánodos se entierran junto con los componentes metálicos que se quiere proteger, sea soldados directamente al equipo o bien conectados mediante un conductor apropiado.

- Corrientes impresas, sistema que aplica una corriente directa a los materiales a proteger a través de un rectificador y unos ánodos, de forma que la corriente aplicada al acero supera la corriente que causa la corrosión.

4.4.1.7. Contenedores, Surtidores y Bocas de Descarga

Las fugas que se puedan producir en las diferentes tuberías que entran y salen de un tanque o de un surtidor (sean de producto o, incluso, por la condensación de fugas de vapores) deberían recogerse en el contenedor que se instala a tal efecto para evitar su infiltración en el medio; en el primer caso el contenedor se sitúa sobre el tanque, en la boca de hombre, y en el segundo caso bajo el cuerpo del surtidor.

En el caso de las bocas de descarga, los contenedores que se instalan deben recoger los pequeños goteos o derrames superficiales durante la operación de llenado de los tanques, principalmente en la desconexión de la manguera de la boca de descarga. Todos estos dispositivos están dimensionados para contener temporalmente pequeños derrames solamente.

Actualmente los contenedores instalados son de PEAD, los cuales son mucho más herméticos que los antiguos metálicos o de hormigón. En caso de las bocas de hombre, las bocas de descarga y otros posibles contenedores deberían tener una tapa hermética para evitar la entrada de agua, lo cual puede ocasionar el rebose del combustible del tanque. En todos los casos, se debe asegurar que el acceso a los contenedores sea fácil para su inspección, limpieza y mantenimiento.

Aunque técnicamente es recomendable sustituir los contenedores antiguos (de hormigón, cemento e inclusive de ladrillo) por nuevas de plástico en cualquier remodelación, para asegurar que no se infiltre hidrocarburo al subsuelo, esto no se realiza por los costos y tiempos de paralización de la instalación.

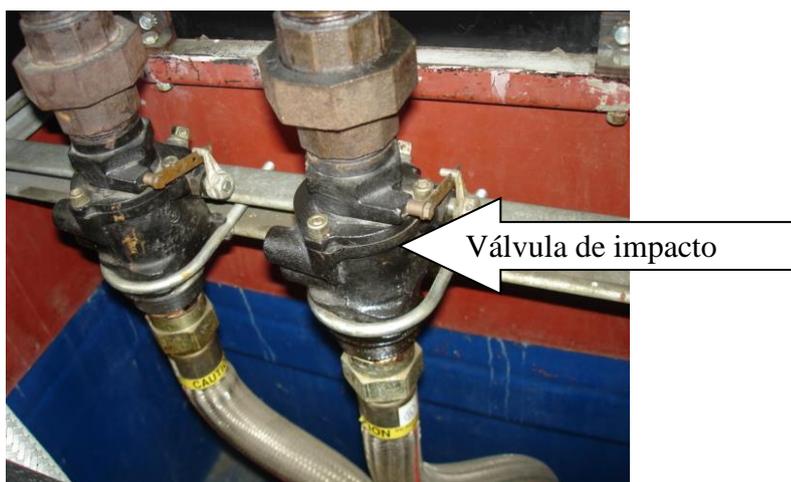
En los contenedores de los tanques y de los surtidores se recomienda la instalación de un sistema automatizado de detección de fugas, aunque no es una práctica habitual en el Ecuador. En cualquier caso, es más importante inspeccionar periódicamente los contenedores y mantenerlas adecuadamente herméticos.

4.4.1.8. Otros Dispositivos para Evitar Derrames o Fugas

4.4.1.8.1. Válvulas de sobrellenado y de impacto

Una de las causas de derrames o fugas al medio ambiente es el sobrellenado del tanque en las operaciones de descarga. Para evitar este problema se debería instalar una válvula limitadora de descarga y, en algunas instalaciones, una primera alarma electrónica de nivel (sistema de detección de fugas).

En el caso de suministro a presión, también se debe existir una válvula de impacto, para impedir la pérdida de combustible, en el caso que un vehículo impactara un surtidor entero, también un controlador de la variación de presión, que pare el despacho en el caso de detectar un diferencial similar al generado por la ruptura de la línea de suministro.



Fuente: Elaboración propia

Foto 4.1.- Válvula de impacto bajo surtidor de una estación de servicio

4.4.1.8.2. Pavimentación al interior de la estación de servicio

La superficie de la zona de venta y de descarga de combustible tienen que ser impermeable, ya que continuos derrames superficiales en el tiempo pueden representar un volumen importante de hidrocarburo que podría infiltrarse y contaminar el entorno.

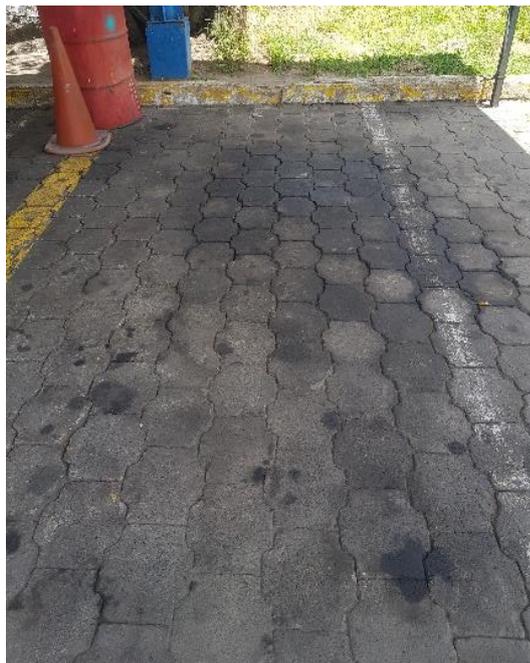
La normativa requiere la pavimentación de toda esta zona con un material que no se altera con los hidrocarburos y sea impermeable, lo cual debe incluir las juntas de las losas.

En mucho de los casos, en el país si bien la zona de despacho es pavimentada, no ocurre lo mismo en la zona de descarga, las cuales todavía se pueden observar adoquinadas, siendo recomendado sustituirla por hormigón, excavando y gestionando como residuo las tierras superficiales afectadas por goteos o derrames a lo largo del tiempo.



Fuente: Elaboración propia

Foto 4.2.- Áreas de estaciones de servicio adoquinadas con contaminación



Fuente: Elaboración propia

Foto 4.3.- Áreas de estaciones de servicio adoquinadas con contaminación

4.5. Aspectos Operativos

4.5.1. Capacitación del Personal

Es fundamental la formación del personal que trabaja en las estaciones de servicio, para asegurar un manejo adecuado y para asegurar que se actúe oportuna y adecuadamente ante cualquier incidencia ambiental o de seguridad del personal y las instalaciones.

Las estaciones de servicio, desafortunadamente se caracteriza por una alta rotación del personal, sin embargo, toda inversión en formación del personal queda ampliamente compensada con un mejor manejo, operación y control de la instalación y, consecuentemente en menores costos.

4.5.2. Descarga de Combustible

A pesar de las medidas de prevención existentes (pavimentación, válvula de sobrellenado, alarmas, etc.), durante la descarga de combustible del combustible frecuentemente se producen accidentes y derrames, la mayoría por error humano, y que pueden provocar:

- El sobrellenado del tanque y posterior derrame de grandes volúmenes de producto a través de las conexiones sobre el tanque o en las tuberías de venteo.
- El derrame superficial de producto en la propia zona de descarga.

Por lo anterior, el procedimiento de descarga tiene que estar acorde a las normas de seguridad y ambientales, ser escrito y ser adecuadamente difundido. En esta operación el administrador o encargado de la estación de servicio debería asegurarse de que:

- El personal encargado de la operación tenga conocimiento sobre el procedimiento de descarga, de las normas de seguridad y de atención a emergencias.
- La capacidad de almacenamiento del tanque sea superior que el volumen de producto a descargar. Para lo cual debería medir físicamente el nivel de combustible en el tanque antes de iniciar.
- Toda la operación de descarga se debería controlar de forma continua para evitar sobre llenados y derrames, este control debería ser realizado por el conductor del tanquero y el responsable de la instalación, esto para evitar problemas como la desconexión accidental de la manguera del camión durante la operación o ignorar las respuestas o alarmas del dispositivo de sobrellenado.

4.5.3. Manipulación y Gestión de Residuos

Los residuos generados en la normal operación de una actividad de venta al por menor de combustibles deberían ser almacenados temporalmente (máximo 12 meses) en un espacio adecuado y perfectamente señalizado hasta ser dispuestos con gestores ambientales autorizados por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

Es de resaltar que de los residuos peligrosos generados por las estaciones de servicio están materiales absorbente, materiales impregnados de aceite o combustible, envases de lubricantes, aditivos o líquidos para frenos, hidrocarburo o aguas con trazas de combustibles, entre otros.

4.5.4. Plan de Actuación ante Pequeños Vertidos o Fugas

Es recomendable que toda estación de servicio tenga un plan de emergencias que incluya un programa con medidas para derrames o fugas, programa que debe ser difundido y entendido por todos, estos deberían incluir:

- Suspender el suministro de combustible del equipo que está originando la fuga o vertido y eliminar todas las fuentes de ignición o chispas cercanas. En el caso de ruptura de un tanque, se deberá extraer todo el combustible a la brevedad posible.
- Contener, recuperar, absorber y limpiar cualquier derrame superficial, para evitar que el hidrocarburo acceda al alcantarillado o cuerpo de agua. Los materiales utilizados se dispondrán como un desecho peligroso.
- El suministro y disponibilidad de medios adecuados de contención y absorción: barreras, paños, etc.), así como de recolección (tanques, palas antichispa, etc.).

4.5.5. Inspecciones Periódicas

Con el fin de identificar daños relacionados al desgaste operativo en las estaciones de servicio, es recomendable realizar por lo menos de forma mensual inspecciones a todas las instalaciones de la estación de servicio, principalmente de las áreas de riesgo ambiental como son contenedores de tanques, dispensadores, descargas, pozos de monitoreo, etc. En concreto, con esta inspección se debe comprobar que:

- El sistema de detección de fugas está operativo y funciona adecuadamente.
- El sistema de protección catódica por corriente impresa está conectado y funciona adecuadamente.
- Que los contenedores de los tanques están limpios, vacíos y en buenas condiciones incluida la estanqueidad de la tapa superior.
- Los surtidores, mangueras y pistolas de suministro están en buen estado y funcionan adecuadamente.
- Los contenedores bajo los surtidores están limpios, vacíos y en buenas condiciones.
- Los contenedores de la zona de descarga están limpios, vacíos y en buenas condiciones, incluida la estanqueidad de la tapa y de la válvula de drenaje.
- La superficie de la zona de suministro, de descarga y la red de drenaje de aguas hidrocarburadas estén limpias y en buen estado (sin fisuras).
- El sistema de tratamiento de las aguas hidrocarburadas está en buen estado y funciona adecuadamente.
- El adecuado almacenamiento y disposición de los desechos peligrosos.
- La existencia de suficiente material para una respuesta inmediata de derrames y emergencias en general.

4.6. Medidas de Mitigación

Conforme lo evidenciado en el presente estudio, las estaciones de servicio estudiadas han generado una contaminación que superan los límites permisibles, por lo cual de acuerdo a las normas ambientales ecuatorianas se debe implementar un programa de mitigación para disminuir la afectación generada hasta los niveles permisibles, por ello en este numeral se describirán las diferentes alternativas que existen para remediar áreas contaminadas en estaciones de servicio.

4.6.1. Técnicas de Remediación.

Existe una gran variedad de técnicas de remediación para sitios contaminados las cuales se basan en procesos de carácter físicos, químicos o biológicos que teóricamente son efectivas, pero que deben ser ajustados a las características del sitio y del producto derramado (tipos el emplazamiento, contaminantes, áreas de riesgo cercanas, entre otros).

De acuerdo a la forma de aplicación, las diferentes técnicas de remediación ambiental de suelo y agua subterránea se agrupan en dos formas:

- Tecnologías aplicadas in situ, que se caracterizan por actuar sobre el suelo contaminado en su localización, es decir, por no requerir la excavación del mismo para el tratamiento.
- Tecnologías aplicadas ex situ, caracterizadas por requerir la excavación previa del suelo contaminado, es decir antes de proceder al tratamiento propiamente dicho, el cual puede acometer dentro del propio emplazamiento (terreno on-site) o en instalaciones situadas fuera del mismo (tratamiento off-site).

De acuerdo a esta clasificación, existen múltiples técnicas in y ex situ para la descontaminación de suelos y aguas subterráneas, sin embargo, de ellas para las estaciones de servicio, generalmente no se utilizan las siguientes:

- Ex situ debido a que las mismas involucran excavaciones las cuales generarían paralización de la instalación y daño en su infraestructura (rotura de pavimento, tuberías de combustibles, tanques, etc.).
- La atenuación natural y biorremediación mejorada, las cuales, si bien son técnicas in situ, pero con resultados a mediano (5 años) y largo plazo (más de 5 años).

En base a la consideración anterior, para seleccionar una técnica aplicable a la contaminación identificada en los dos casos de estudio, se han evaluado las principales tecnologías in situ recomendadas para combustibles elaborando para ello una tabla resumen para compararlas y seleccionar la más adecuada. A continuación, se presenta lo mencionado:

- a. **Técnicas de remediación:** Se describe en esta sección las técnicas comprobadas, implementadas en procesos locales.
- b. **Descripción del sistema:** Se detallan los principales elementos para implementar la técnica.
- c. **Condiciones necesarias:** En esta sección se describen los requerimientos logísticos para que el manejo de la técnica remedial sea factible.
- d. **Eficiencia:** De acuerdo a la EPA (2017), se sugiere el tipo de técnica para obtener la mayor remoción en función del tipo de contaminante que se quiere remediar. Se usan Tres (3) términos para evaluar esta

condición: a. *Demostrado*, cuando la técnica haya sido aplicada en el país con resultados óptimos, b. *Limitado*, cuando la técnica haya sido aplicada en el país con resultados aceptables y c. *No demostrado*, cuando la técnica no haya sido aplicada en el país

- e. **Costo:** Implica, de forma general, la inversión necesaria para implementar la técnica. Se evaluará como alto, promedio o bajo. Esto depende de la capacidad económica del proyecto en mención.
- f. **Aplicabilidad:** Se decidirá la aplicabilidad de la técnica (A) en cuanto cumpla al mismo tiempo los tres requisitos (Condiciones, eficiencia y costo). De no cumplir los Tres (3) requisitos mencionados, la técnica no podría ser aplicable. De la misma forma se colocará un visto junto a descripción de la condición y eficiencia de tabla si la misma se ajusta a la afectación existente en las estaciones de servicio o una equis si no lo hace.

Tabla 4.11.- Cuadro comparativo tecnologías de remediación para estaciones de servicio.

Descripción del sistema	Condiciones necesarias	Eficiencia	Costo ¹	Aplicabilidad	
Técnicas de remediación²					
<u>Físico Químicas</u>					
Bombeo y tratamiento de agua in situ	Agua contaminada se extrae del pozo a la superficie para ser tratada con un método a elección del profesional ambiental.	-Espacio y energía para el sistema de extracción (✓) -Espacio suficiente en el pozo para introducir bombas sumergibles (✓) -Espacio para un tanque de retención	Limitada para COVs halogenados y no halogenados, combustibles y compuestos	Bajo	Aplica

¹ Los términos de costos: alto, bajo y promedio se definen de acuerdo a las siguientes condiciones;

1. El equipo y el material requerido para el proceso de remediación no se puede conseguir en el país.
2. Se requiere de personal especializado para que monitoree el proceso de remediación.
3. El proceso de remediación requiere de mucha energía.

De modo que, si la alternativa cumple con las 3 condiciones, se considera de costo alto. Si cumple con 2 condiciones, se considera de costo promedio. Si cumple con una sola condición, se considera de costo bajo.

² Fuentes de información usadas:

EPA. (2017) Table 3-2: Treatment Technologies Screening Matrix. *Federal Remediation Technologies Roundtables*. Recuperado de https://frtr.gov/matrix2/section3/table3_2.pdf

García, A., Martínez, C. (2005) Análisis de metodologías para la caracterización y remediación de acuíferos contaminados por líquidos en fase no acuosa (NAPLs). *Boletín Geológico y Minero*, 116 (1): 65-78.

Rodríguez, A. (2018) Evaluación de alternativas de remediación para el acuífero La Guacamaya, Municipio Valencia, Estado Carabobo usando la herramienta computacional ModelMouse [Tesis de Maestría] Bárbula. Universidad de Carabobo.

	Descripción del sistema	Condiciones necesarias	Eficiencia	Costo ¹	Aplicabilidad
Técnicas de remediación²					
	Luego es reintroducida o descargada en alcantarillado	(✓) -Espacio y energía para el sistema de tratamiento post extracción (✓)	inorgánicos (✓)		
Tratamiento por carbón activado	Se bombea agua desde arriba hacia abajo por una columna de carbón activado. Los contaminantes se absorben en los poros del material. Al dejar la columna, el agua estará	-Espacio y energía para el sistema de bombeo de agua a las columnas (✓) -Disponibilidad del material carbón activado -Espacio para las columnas (✓)	Demostrada para COVs halogenados y no halogenados, y combustibles. (✓) Para compuestos inorgánicos, depende del contaminante	Bajo	Aplica

	Descripción del sistema	Condiciones necesarias	Eficiencia	Costo ¹	Aplicabilidad
Técnicas de remediación²					
	más limpia. Si no es así, se la hace pasar por otra columna similar.				
Lavado del suelo	Se inyecta agua u otros agentes químicos en los pozos para disolver contaminantes y acelerar su recuperación	-Alta permeabilidad en el suelo (✓) -Conocimiento de movilidad de las aguas, para evitar migraciones no deseadas de contaminantes (✓)	Limitada para COVs halogenados y no halogenados, combustibles y compuestos inorgánicos. (✗)	Alto	Aplica
Tratamiento dual: Bombeo y	Se extraen vapores y agua simultáneamente, para	-Conocimiento de la carga	Demostrada para COVs halogenados y	Bajo	Aplica

	Descripción del sistema	Condiciones necesarias	Eficiencia	Costo ¹	Aplicabilidad
Técnicas de remediación²					
extracción de vapores	<p>luego separarse en un sistema de condensación y tanques separadores.</p> <p>También puede extraerse vapor y agua por separado.</p> <p>El vapor y el agua son tratados en superficie.</p>	<p>contaminante, permeabilidad, conductividad hidráulica del suelo</p> <p>(✓)</p>	<p>no halogenados, y combustibles (✓)</p> <p>No demostrada para compuestos inorgánicos</p>		
Extracción con aire (Air Stripping)	<p>Agua contaminada se bombea dentro de un tanque con material de</p>	<p>-Espacio y energía para el equipo de extracción (bomba, tanque, soplador, recuperador de compuestos volátiles)</p>	<p>Demostrada para COVs halogenados y no halogenados. (✓)</p>	Bajo	Aplica

	Descripción del sistema	Condiciones necesarias	Eficiencia	Costo ¹	Aplicabilidad
Técnicas de remediación²					
	relleno. Se fuerza aire en el agua contaminada con un soplador. El aire hace que algunos contaminantes se volatilicen. Los compuestos volatilizados salen del tanque y se atrapan	(✓) -Conocer el caudal a tratar (✓)	No demostrada para combustibles y compuestos inorgánicos		
Extracción de vapores en	Se perforan pozos de inyección de aire en la zona de interés. Se	-Espacio y energía para sistema de tratamiento de aire extraído, que contendrá altas cantidades de COVs	Demostrada para COVs halogenados y no halogenados, y	Bajo	Aplica

	Descripción del sistema	Condiciones necesarias	Eficiencia	Costo ¹	Aplicabilidad
Técnicas de remediación²					
suelo	bombea aire en los pozos o solo se proporciona espacio para el ingreso de aire fresco. El aire favorece la volatilización de compuestos. Los vapores generados se colectan y se gestionan para su emisión	(✓)	combustibles. (✓) No demostrada para compuestos inorgánicos		
Aireación	Se inyecta aire con un soplador a la zona saturada del pozo. El aire	-Espacio y energía para el sistema de inyección de aire (✓)	Demostrada para COVs no halogenados y	Bajo	Aplica

	Descripción del sistema	Condiciones necesarias	Eficiencia	Costo ¹	Aplicabilidad
Técnicas de remediación²					
	favorece la volatilización y los procesos biológicos de degradación. Se extrae aire del pozo, y se trata para su posterior emisión controlada	-Espacio y energía para sistema de tratamiento de aire extraído (✓)	combustibles. (✓) Limitada para COVs halogenados. (✓) No demostrada para compuestos inorgánicos		
Oxidación química in situ	Se inyectan oxidantes (permanganato, persulfatos, peróxidos, ozono) en la zona de origen y la pluma de	-Conocimiento sobre el contenido orgánico, datos hidrogeológicos y la capacidad oxidante del suelo (✓) -Caracterización de la contaminación del sitio, para determinar la dosis de	Limitada para COVs halogenados y no halogenados. (✓) No demostrada para combustibles. (✗)	Promedio	No aplica *No se cumple con todas las condiciones requeridas.

	Descripción del sistema	Condiciones necesarias	Eficiencia	Costo ¹	Aplicabilidad
Técnicas de remediación²					
	contaminación para que las sustancias contaminantes se transformen en componentes inocuos, como CO ₂ , H ₂ O, cloro inorgánico, etc. El proceso es monitoreado en todas sus fases	oxidante requerida (*) -Conocimiento sobre el manejo de químicos, así como de las normas de seguridad (✓)	Para compuestos inorgánicos, depende del contaminante.		*Eficiencia no demostrada para combustibles
Estabilización fisicoquímica	Se extrae el suelo contaminado y se mezcla con agua que contiene	-Capacidad de extraer el suelo y devolverlo a su lugar de origen o depositarlo en un vertedero adecuado	No demostrada para COVs halogenados y no halogenados, y	Alto	No aplica.

Descripción del sistema	Condiciones necesarias	Eficiencia	Costo ¹	Aplicabilidad
Técnicas de remediación²				
	<p>agentes estabilizantes (cementos, fosfatos). Esto produce un aumento en el pH, lo que da como resultado la precipitación e inmovilización de ciertos metales. Después del proceso, los suelos son devueltos a su lugar de origen o puestos en un vertedero según la eficacia alcanzada.</p>	(x)	<p>combustibles. Demostrada para compuestos inorgánicos (✓)</p>	<p>La afectación se encuentra entre los 3,50 a 12 metros.</p>

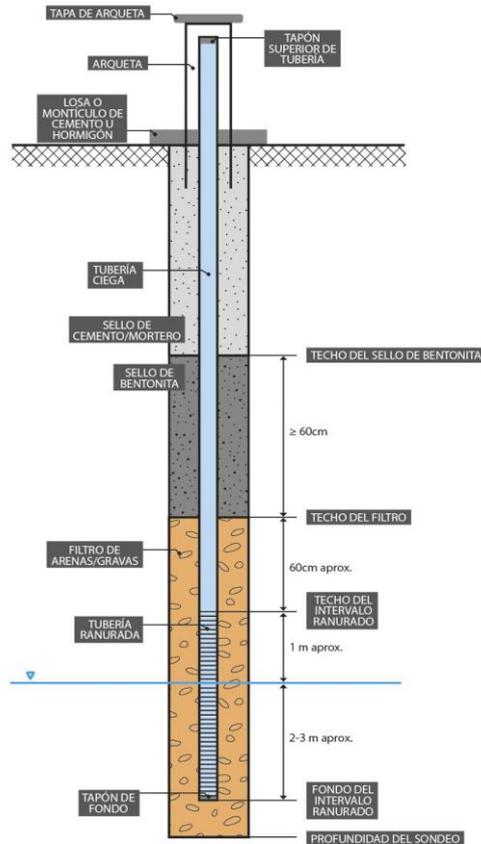
4.6.1.1. *Diseño aplicable para la estación de servicio*

De acuerdo a los resultados de los análisis realizados en los cuales se detecta la presencia de contaminantes del tipo COVs no halogenados relacionados combustibles, se propone aplicar el siguiente tren de alternativas remediales que deberán ser usados de forma progresiva (Dual), aprovechando la alta permeabilidad del suelo bajo las estaciones de servicio, el cual normalmente es relleno compactado.

- Bombeo y tratamiento de agua in situ (P&T) (extracción de producto libre), para dar tratamiento mediante carbón activado.
- Bombeo y tratamiento de agua in situ, añadiendo extracción de vapores en el mismo pozo remedial (SVE).

Cabe indicar que como parte la operación de las alternativas de remediación seleccionadas se debe construir pozos de acuerdo a la descripción del grafico siguiente, pozos que de acuerdo al nivel freático encontrado y los análisis de agua y suelo presentados, deberán alcanzar una profundidad de entre 4 a 5 metros para los dos casos de estudio y que deberán ser:

1. Caso de estudio 1: Dos pozos ubicados entre el sitio de mayor concentración de hidrocarburos totales de petróleo, es decir C1PE 3 (Junto a área de tanques por ingreso a la EDS).
2. Caso de estudio 2: Cuatro pozos ubicados entre las zonas de mayor acumulación de contaminación, es decir los puntos C2PE2 (Junto a la zona de tanques de almacenamiento a 5 m del anterior) y C2PE7 (Entre las islas de despacho).



Fuente: Guía para la investigación de suelos potencialmente contaminados: Consejería del Medio Ambiente y Ordenamiento del Territorio, Junta de Andalucía:

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/participa/opina_participa/planes/drsc_02.pdf

Gráfico 4.11.- Diseño tipo de un piezómetro

- Bombeo y Tratamiento in situ (P&T por sus siglas en inglés.)** Consistirá en el abatimiento del pozo mediante un bombeo continuo, manteniendo un nivel deseado de trabajo de acuerdo con el caudal estimado y verificados en campo. Para remediar el agua subterránea, se requiere drenar la zona saturada afectada, por lo tanto, se propone ejecutar bombeo continuo usando los equipos auxiliares de bombeo, por ejemplo, bombas neumáticas sumergibles. El bombeo continuo permitirá generar un radio de influencia que facilitará extraer y remediar el acuífero afectado.

Para tratar el agua bombeada y extraída del pozo de remediación, se propone un sistema de carbón activado, cuando el agua tratada cumpla con los límites máximos permisibles de los parámetros de la normativa será vertida, caso contrario y mientras no cumpla se recomienda recircular en el sistema las veces que sean necesarias. Para ello previo al funcionamiento de los equipos, se debe realizar purgas en los pozos para retirar el producto libre presente, ya sea de forma manual (baylor) o mecánica, a más de ello, antes de ingresar el agua subterránea al carbón activado, esta se debe hacer pasar por un separador de hidrocarburos tipo trampa de grasas o separador API, todos los efluentes generados deben ser analizados periódicamente.

- **Extracción de Vapores** (Soil Vapor Extraction) (SVE por sus siglas inglés). Para acelerar el proceso remedial, y aprovechando el abatimiento que se genere en la tabla de agua (disminución), producto del bombeo continuo, se utilizará el sistema de tratamiento que al provocar un vacío continuo extraerá por diferencias de presión los vapores restantes libres en el suelo, actuando también sobre la zona no saturada. Este efecto eliminará también los contaminantes de las aguas subterráneas por el contacto físico con el aire y a medida que los contaminantes se mueven a través del suelo.

Se espera que la metodología combinada (sistema dual de tratamiento) reduzca los tiempos estimados de remediación y que reducen en un

porcentaje considerable para suelos con contaminantes de tipo COVs presenten alrededor de los sitios seleccionados para la instalación de los pozos.



Gráfico 4.12.- Esquema de ubicación de los pozos de remediación del caso 1.

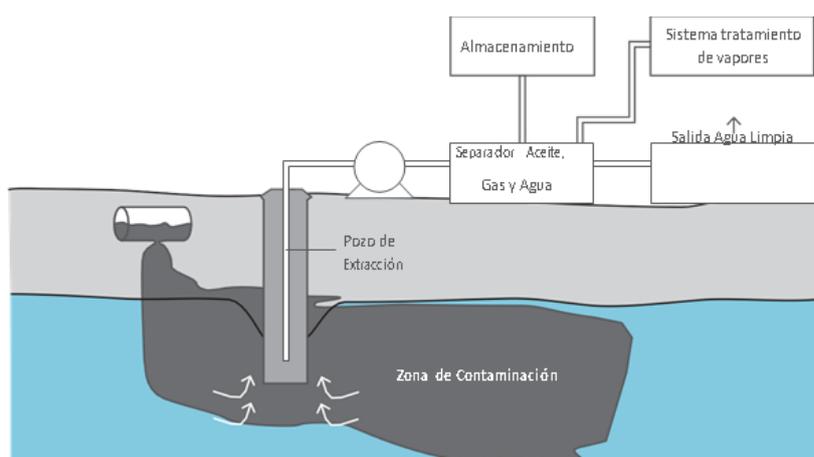


Gráfico 4.13.- Esquema de ubicación de los pozos de remediación del caso 2.

a. Equipos necesarios

A continuación, se realiza un esquema de los equipos necesarios para las técnicas seleccionadas:

- Captadores de vapor o piezómetros, dotados de cabezal estanco, punto de muestreo y válvula de regulación de caudal.
- Tuberías de conexión desde los puntos de extracción, hasta la unidad de bombeo y tratamiento.
- Bombas para la succión del agua
- Unidad de vacío, generalmente después de un separador de fases o de gotas.
- El sistema de tratamiento. El tratamiento habitual del flujo de aire contaminado es mediante un filtro de carbón activo, planteándose también carbón activado para el tratamiento de las aguas contaminadas.



Fuente: Manual de tecnologías de remediación de sitio contaminados- Fundación Chile, 2019: https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/10/manual-de-tecnologias-de-remediacion-de-sitios-contaminados_baja-1.pdf

Gráfico 4.14.- Representación de esquema de remediación propuesto

b. Esquema tratamiento propuesto

Captadores de vapor:

Según referencias bibliográficas de la EPA (Agencia de Protección Americana), el número de pozos de extracción y el espacio entre ellos se definen en función de los resultados de una prueba piloto, la ubicación de las fuentes de la contaminación y la necesidad de rotar la extracción entre pozos para mitigar el impacto de las zonas de estancamiento entre los pozos de extracción.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el diseño óptimo de SVE es un solo pozo en el centro de la fuente de contaminantes si el radio de remediación efectiva para ese pozo es aceptable, en ese sentido de cosas, a fin de maximizar la velocidad de eliminación de la masa contaminante, se debe extraer el gas del suelo lo más cerca posible del centro de las fuentes de masa remanentes con el menor número de pozos de extracción que las condiciones del sitio permitan. Este método minimiza las zonas de estancamiento y la introducción de aire de dilución. (Engineering Issue: Soil Vapor Extraction (SVE) Technology EPA/600/R-18/053 February 2018 |

En consideración de lo anterior, conforme lo indicado anteriormente se recomienda instalar dos pozos alrededor de cada una de las zonas de mayor concentración de hidrocarburos totales de petróleo determinadas en los análisis de suelo, siendo estas:

1. Caso de estudio 1: Dos pozos ubicados alrededor del sitio PE 3 (Junto a área de tanques por ingreso a la EDS).

2. Caso de estudio 2: Cuatro pozos ubicados rodeando los puntos PE2 (Junto a la zona de tanques de almacenamiento a 5 m del anterior) y PE7 (Entre las islas de despacho).

c. Costos

El costo de la remediación in situ es específico del sitio, dependiendo del tamaño del sitio, la naturaleza y cantidad de contaminación, así como del entorno hidrogeológico (EPA, julio de 1989). Estos factores afectan el número de pozos, la capacidad del soplador y el nivel de vacío requerido, y el tiempo requerido para remediar el sitio, así como las variables encontradas durante el desarrollo de la remediación.

En base a lo anterior, según referencias bibliográficas el costo de este sistema está entre los 10 a 75 USD por 4,5 L de producto recobrado vs. 250 USD por galón para métodos tradicionales.

Para la determinación de costos de las técnicas de remediación, se han tomado referencias bibliográficas de la EPA, institución desarrollo los mismos en el 2006 utilizando el software RACER (Remedial Action Cost Engineering and Requisitos) para determinar un costo por m³ cubico de área a remediar de 4 escenarios diferentes, esto a modo de referencia.

A continuación, se presenta una tabla que resumen los costos referenciales del sistema seleccionado según la EPA y en el anexo 3 el detalle de los mismos.

**Tabla 4 12.- Resumen de costos de técnica de remediación
seleccionada**

TECNOLOGÍA DEL SUELO:		Extracción de vapor de suelo			
		Escenario A	Escenario B	Escenario C	Escenario D
PARÁMETROS RACER		Pequeño sitio¹		Sitio grande²	
		Fácil³	Difícil⁴	Fácil³	Difícil⁴
Costo por pie cubico		\$ 36	\$ 42	\$ 11	\$ 27
Costo por metro cubico		\$ 1,275	\$ 1,485	\$ 405	\$ 975
Costo por yarda cubica		\$ 944	\$ 1,100	\$ 300	\$ 722

1. Sitio pequeño: 450 (41.80 m²); 2. Sitio grande: 2700 (250.83 m²); 3. Fácil: Terrenos de Arena Limo/Arena Arcilla; 4. Difícil: Limo / arcilla limosa Mezcla

Fuente: Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide. Version 4.0:

https://frtr.gov/matrix2/section4/Soil_Vapor_Extraction.pdf

Según la tabla anterior, el escenario que más se asemeja al existente en las dos estaciones de servicio a sitio grande fácil, esto debido a que el tipo de suelo en este es relleno el cual tiene características de permeabilidad semejantes a la arena, por ello se considera el valor por metro cubico de 975 dólares.

Si bien las estaciones de servicio tienen 1.437 y 22.641 metros cuadrados, las áreas de interés ambiental, según los gráficos 4.3 y 4.5, abarca aproximadamente el 15 % del área total de la instalación para el caso 1 y el

20% para el caso 2, es decir 215 y 4528 metros cuadrados, valores que multiplicados por la profundidad a la cual existe nivel freático (3 metros aproximadamente) dan 646 y 13.584 metros cúbicos para el caso 1 y el caso 2 respectivamente, lo que corresponde \$630.483,75 y \$13.244.985,00 por la remediación ambiental de cada sitio.

Del monto total anterior, la misma tabla de costos establece un 10 % por el diseño y aproximadamente un 49 % en costos de operación y mantenimiento.

Debido a que el tratamiento de aguas subterráneas depende de muchas variables (caudal, concentración, características del suelo), no fue posible encontrar en varias de las referencias bibliográficas valores referenciales para determinar los costos del agua contaminada con carbón activado.

Capítulo 5

5. Conclusiones y Recomendaciones

Muchas de las estaciones de servicio en el país están funcionando desde hace muchos años, algunas de ellas sin una renovación tecnológica adecuada. A pesar de ello, estas instalaciones se han venido incrementado, pasando de 985 en el 2006 a 1.158 en el 2021⁽²⁾, ocurriendo también un continuo incremento de los combustibles que estas almacenan, transportan y venden, los cuales en el 2021 fueron 2339,82 millones de galones.

Debido a que las estaciones de servicio almacenan grandes cantidades de combustible y a estar distribuidas en zonas urbanas y rurales, estas instalaciones se convierten en potenciales fuentes importantes de contaminación ambiental a nivel nacional, existiendo denuncias públicas por este hecho a nivel nacional^(5,6,7)

Como parte del presente estudio se pudo identificar a las zonas de almacenamiento y transporte de combustibles internos con las de mayores probabilidades de generar una afectación al entorno, tal como se comprobó en los dos casos estudiados. No existiendo en el país normativas, manuales o guías obligatorias de buenas prácticas constructivas y operativas que prevengan la generación de esas afectaciones, tampoco una regulación clara que prevenga u obligue a los responsables a mitigar una contaminación al agua subterránea.

Como medida de mitigación ante derrames de hidrocarburos en estaciones de servicio, se determinó como la mejor alternativa el bombeo y tratamiento del agua subterránea y la extracción de los vapores de combustibles,

alternativa costosa pero que permite a la estación no dañar sus instalaciones y seguir operando mientras se realiza la misma.

Debido a todo lo anterior, es recomendable implementar una normativa o manuales de buenas prácticas de obligatorio cumplimiento que recojan las mejores tecnologías disponibles para la construcción, operación y control de las estaciones de servicio, como las planteadas en el presente documento, situación que permitiría disminuir el riesgo de una contaminación ambiental. También es recomendable incorporar en la normativa ambiental ecuatorianas, valores máximos permisibles para la contaminación del agua subterránea, para asegurar la disponibilidad de uno de los recursos más importantes para el sustento ecológico y humano del Ecuador.

Referencias Bibliográficas

1. El Ecuador en cifras 2021, Marzo 2022. Autor: Asociación de la Industria Hidrocarburifera del Ecuador

<https://www.aihe.org.ec/wp-content/uploads/2022/04/FOLLETO-PETROLEO-EN-CIFRAS-2021.pdf>

2. Informe estadístico subgerencia de planificación y control de gestión jefatura corporativa de planificación. Enero 2022: Información provisional enero – diciembre 2021

<https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/03/INFORME-ESTADISTICO-ENERO-DICIEMBRE-2021.pdf>

3. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 251:2003 Manejo, Almacenamiento, Transporte y Expendio En Los Centros De Distribución De Combustibles Líquidos. Requisitos. Primera Edición

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2251.pdf>

4. Guía de prevención de la contaminación del suelo para las actividades potencialmente contaminantes del suelo bajo el epígrafe CCAE 50500: venta al detalle de carburantes para la automoción. Marzo 2009, Revisado en Noviembre 2012. Agencia de Residuos de Cataluña

5. Gasolinera n contaminara: (S/f). Eldiario.ec. Recuperado el 2 de agosto de 2022, de <https://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/13960-gasolinera-no-contaminara/>
6. Bonilla, M. (s/f). *20 familias afectadas por el derrame de combustible de una gasolinera en Esmeraldas*. El Comercio. Recuperado el 2 de agosto de 2022, <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/familias-afectadas-derrame-combustible-esmeraldas.html>
7. Quillupangui, S., & Jácome, N. (2021, diciembre 11). *El suelo contaminado del sector La Pradera está en remediación*. El Comercio. <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/gasolineras-lapradera-combustibles-contaminacion-suelo.html>
8. Alfredo Martinez Ramirez, septiembre 15 2021. Periodismo en Acción. <https://periodismoenaccion.com/causan-imparable-contaminacion-320-gasolineras-en-yucatan/>
9. Burbano, Cesar. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), La Hidrología en el Ecuador: https://issuu.com/inamhi/docs/caracterizaci_n_hidrogeol_gica_del_ecuador
2
10. Sánchez San Román Francisco. Hidrología Hidrogeología; Contaminación de las aguas subterráneas, 2017: <https://hidrologia.usal.es/temas/contaminacion.pdf>

11. Secretaria Distrital del Ambiente de Colombia. Normatividad Aguas Subterráneas: <https://ambientebogota.gov.co/es/normatividad-aguas-subterranas>
12. Ministerio del Medio Ambiente Colombia. Guía para el manejo ambiental de estaciones de servicio de combustible, septiembre 1999: https://www1.upme.gov.co/siame/Guiasambientales/Estaciones_servicio_combustible.pdf
13. Ministerio del Ambiente Perú. Manual de Buenas Prácticas en la Investigación de Sitios Contaminados y, Muestreo de Aguas Subterránea, Septiembre 2016: https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/MANUAL-DE-BUENAS-PR%C3%81CTICAS_agua-subterr%C3%A1nea.pdf
14. Ministerio del Ambiente Perú. Guía para la evaluación de riesgos ambientales, 2010
https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia_riesgos_ambientales.pdf
15. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales México. Normas Oficiales Mexicanas:
<https://www.semarnat.gob.mx/gobmx/biblioteca/nom.html>

16.Grupo ARTEC – Arquitectura y Tecnología

<https://www.grupo-artec.com/index-3.html>

17.Matriz de Tecnologías de Remediación Ambiental de la Agencia de Protección Ambiental (EPA)

<https://frtr.gov/matrix/Full-Matrix/>

18.EPA. (2017) Table 3-2: Treatment Technologies Screening Matrix. *Federal Remediation Technologies Roundtables*. Recuperado de

https://frtr.gov/matrix2/section3/table3_2.pdf

19.García, A., Martínez, C. (2005) Análisis de metodologías para la caracterización y remediación de acuíferos contaminados por líquidos en fase no acuosa (NAPLs). *Boletín Geológico y Minero*, 116 (1): 65-78.

20.Rodríguez, A. (2018) Evaluación de alternativas de remediación para el acuífero La Guacamaya, Municipio Valencia, Estado Carabobo usando la herramienta computacional ModelMouse [Tesis de Maestría] Bárbula. Universidad de Carabobo.

21.Guía para la investigación de suelos potencialmente contaminados: Consejería del Medio Ambiente y Ordenamiento del Territorio, Junta de Andalucía

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/participa/opina_participa/planes/drsc_02.pdf

22. Manual de tecnologías de remediación de sitio contaminados-
Fundación Chile, 2019

https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/10/manual-de-tecnologias-de-remediacion-de-sitios-contaminados_baja-1.pdf

23. Engineering Issue: Soil Vapor Extraction (SVE) Technology
EPA/600/R-18/053 February 2018

<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P1012UVE.txt?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2016%20Thru%202020%7C2011%20Thru%202015%7C2006%20Thru%202010%7C2000%20Thru%202005&Docs=&Query=soil%20vapor%20extraction&Time=&EndTime=&SearchMethod=2&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&UseQField=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5CZYFILES%5CINDEX%20DATA%5C16THRU20%5CTXT%5C00000025%5CP1012UVE.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=15&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r85g16/r85g16/x150y150g16/i500&Display=hpfr&DefSeekPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&BackDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=1&SeekPage=x#>

24. Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide.
Version 4.0

https://frtr.gov/matrix2/section4/Soil_Vapor_Extraction.pdf

25.Revisión y actualización de la norma de calidad ambiental y de
descarga de efluentes : recurso agua

[https://www.cip.org.ec/attachments/article/1579/PROPUESTA%20ANEXO%
201.pdf](https://www.cip.org.ec/attachments/article/1579/PROPUESTA%20ANEXO%201.pdf)

Apéndices y anexos

Anexo 1

Número de estaciones de servicio en el Ecuador del 2006 al 2021

Regiones y Provincias	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
REGIÓN SIERRA	512	520	535	546	553	560	569	531	542	564	567	570	571	572	573	581
CARCHI	19	19	19	19	19	19	19	11	11	11	11	11	11	11	11	11
IMBABURA	34	34	35	36	36	36	37	32	33	36	35	36	36	35	35	35
PICHINCHA	196	200	174	178	183	183	186	181	182	190	192	192	192	192	195	195
STO. DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	--	--	34	35	35	35	39	34	37	42	42	42	43	44	45	47
COTOPAXI	45	47	47	47	47	47	48	49	48	48	48	48	49	49	49	50
TUNGURAHUA	62	62	62	63	63	63	62	62	62	62	62	63	62	61	60	61
BOLÍVAR	18	18	18	17	17	17	17	16	17	17	18	18	18	18	18	18
CHIMBORAZO	42	44	47	49	50	52	51	47	51	52	52	52	53	54	53	54
CAÑAR	26	26	27	27	28	28	28	26	27	30	29	29	29	29	29	30
AZUAY	33	33	36	39	39	43	44	44	45	46	47	49	49	49	48	49
LOJA	37	37	36	36	36	37	38	29	29	30	31	30	29	30	30	31
REGIÓN COSTA	415	421	431	437	441	451	450	434	439	449	456	463	473	485	495	506
ESMERALDAS	33	35	36	36	36	36	34	32	32	32	33	34	34	34	35	36
MANABÍ	81	82	84	87	87	87	90	92	93	95	98	99	103	107	108	111

Regiones y Provincias	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
LOS RÍOS	57	58	61	59	61	61	62	53	53	54	55	58	59	61	63	63
SANTA ELENA	--	--	17	18	18	19	19	19	19	19	19	20	20	21	20	20
GUAYAS	188	192	179	182	186	192	196	196	199	204	206	207	210	212	218	226
EL ORO	56	54	54	55	53	56	49	42	43	45	45	45	47	50	51	50
REGIÓN ORIENTE	55	57	59	60	59	61	61	55	55	62	62	63	63	65	65	68
NAPO	10	10	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10	11
PASTAZA	8	9	9	9	9	9	10	7	7	9	9	10	10	10	10	10
MORONA SANTIAGO	10	10	11	11	11	12	12	13	13	16	16	16	16	17	17	18
ZAMORA CHINCHIPE	7	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6	7	7	7
SUCUMBÍOS	14	14	14	14	13	14	13	12	12	13	13	13	14	14	14	14
ORELLANA	6	6	6	7	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7	7	8
REGIÓN INSULAR	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
GALÁPAGOS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Total	985	1001	1028	1046	1056	1075	1083	1023	1039	1078	1088	1099	1110	1125	1136	1158

Fuente: El Ecuador en cifras 2021, marzo 2022. Autor: Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador

Anexo 2

Producción, importación y consumo de gasolinas y diesel en millones de barriles en el 2021.

Producción, importación y consumo nacional de gasolinas				Producción, importación y consumo nacional de diésel 2 y diésel premium		
AÑOS	PRODUCCIÓN	IMPORTACIÓN	CONSUMO	PRODUCCIÓN	IMPORTACIÓN	CONSUMO
1972	3,57	-	3,7	2,2	-	2,1
1973	4,06	-	4,1	2,6	-	2,5
1974	4,80	-	4,7	2,9	-	2,6
1975	5,65	-	5,8	3,0	0,2	3,2
1976	5,79	0,3	6,6	2,8	0,8	3,6
1977	4,43	1,7	7,5	3,1	1,1	4,4
1978	5,96	1,3	8,5	4,4	0,4	4,7
1979	6,76	1,4	9,5	5,0	0,8	5,5
1980	5,88	2,5	10,6	5,5	1,3	6,1
1981	5,02	2,7	10,8	5,0	2,0	6,6
1982	5,57	2,7	11,0	5,2	2,1	6,6

Producción, importación y consumo nacional de gasolinas				Producción, importación y consumo nacional de diésel 2 y diésel premium		
AÑOS	PRODUCCIÓN	IMPORTACIÓN	CONSUMO	PRODUCCIÓN	IMPORTACIÓN	CONSUMO
1983	2,90	3,3	9,5	4,2	2,5	5,9
1984	5,76	2,2	10,0	5,3	1,3	6,2
1985	5,30	2,4	10,2	5,4	1,5	6,4
1986	7,23	1,8	10,6	6,0	0,8	6,7
1987	3,91	3,2	10,1	5,9	2,0	7,6
1988	10,98	0,1	10,5	8,6	-	8,4
1989	10,34	0,1	10,5	7,7	0,3	7,7
1990	10,69	0,1	10,9	9,1	0,2	8,0
1991	10,97	0,3	11,6	10,2	-	9,5
1992	11,11	0,4	11,5	10,5	0,6	10,6
1993	10,96	-	11,5	11,0	-	10,7
1994	11,05	-	11,1	11,1	1,4	12,3
1995	9,63	0,9	10,7	10,4	2,4	13,5
1996	10,85	-	11,2	12,1	2,5	15,3

Producción, importación y consumo nacional de gasolinas				Producción, importación y consumo nacional de diésel 2 y diésel premium		
AÑOS	PRODUCCIÓN	IMPORTACIÓN	CONSUMO	PRODUCCIÓN	IMPORTACIÓN	CONSUMO
1997	8,39	2,5	11,8	8,9	8,6	16,7
1998	7,66	3,4	11,7	9,0	7,2	17,0
1999	8,80	2,6	10,6	8,1	5,3	13,5
2000	11,90	1,5	11,6	12,1	2,8	15,2
2001	9,34	2,9	12,1	13,5	3,5	17,0
2002	8,75	4,1	12,7	12,4	4,2	17,2
2003	8,33	4,8	12,5	11,0	5,8	17,2
2004	8,43	4,6	13,2	12,7	5,5	18,6
2005	7,69	6,0	13,9	12,6	8,1	21,0
2006	8,70	6,2	15,0	12,4	11,3	23,3
2007	8,76	7,8	16,1	12,0	11,8	22,7
2008	9,87	7,4	17,5	12,1	11,2	23,4
2009	9,50	9,1	18,8	13,0	13,9	26,5
2010	5,75	12,1	20,4	10,8	19,5	29,9

Producción, importación y consumo nacional de gasolinas				Producción, importación y consumo nacional de diésel 2 y diésel premium		
AÑOS	PRODUCCIÓN	IMPORTACIÓN	CONSUMO	PRODUCCIÓN	IMPORTACIÓN	CONSUMO
2011	8,54	12,6	22,4	12,7	15,1	28,3
2012	9,53	14,2	23,6	12,0	17,0	29,2
2013	8,91	16,0	24,9	10,6	20,9	31,9
2014	6,86	20,1	26,5	9,8	25,0	33,5
2015	9,60	19,5	27,3	9,6	23,7	33,1
2016	12,05	15,9	27,6	13,0	18,1	31,2
2017	12,7	16,4	28,8	13,1	17,9	31,3
2018	13,0	17,6	30,3	12,7	20,3	33,0
2019	9,8	20,4	30,2	12,1	21,4	32,9
2020	8,4	15,5	23,5	9,1	19,2	28,0
2021	5,9	17,9	28,5	9,2	23,8	33,0

Fuente: El Ecuador en cifras 2021, marzo 2022. Autor: Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador.

Anexo 3

Detalle de costos de tecnología de remediación seleccionada según EPA

RACER PARAMETERS	Escenario		Escenario	Escenario
	Escenario	Escenario B	C	D
	Sitio pequeño		Sitio grande	
Acción correctiva:	Fácil	Difícil	Facil	Difícil
Medio/Tipo Residuo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Contaminante	VOCs	VOCs	VOCs	VOCs
Enfoque	In Situ	In Situ	In Situ	In Situ
Definición del sistema				
Tipo Instalación	Pozo Vertical	Pozo Vertical	Pozo Vertical	Pozo Vertical
Tipo Suelo	Arena Limo/Arena Arcilla	Limo / arcilla limosa Mezcla	Arena Limo/Arena Arcilla	Limo / arcilla limosa Mezcla
Nivel de seguridad	D	D	D	D
Superficie del área de contaminación SFT	450 (41.80 m2)	450	2700 (250.83 m2)	2700

Profundidad a la base de Contaminación (FT)	5 (1,58 mts)	5	5	5
Perforación				
Profundidad media del pozo (FT)	5 (1,5 mts)	5	5	5
Tipo de formación	No consolidada	No consolidada	No consolidada	No consolidada
Nivel de Seguridad	D	D	D	D
Diámetro del pozo (IN)	2	2	2	2
Método de perforación	Hueco por Vástago	Hueco por Vástago	Hueco por Vástago	Hueco por Vástago
Material de construcción del pozo	PVC sch 40	PVC sch 40	PVC sch 40	PVC sch 40
Media # de muestras de suelo por pozo	1	1	1	1
Modelo sistema análisis de pozos	Sistema suelos – VOC	Sistema suelos - SVOC	Sistema suelos - SVOC	Sistema suelos - SVOC
Pozos Verticales				

Distancia pozo extracción (FT)	35	22	35	22
Numero de pozos de extracción	1	2	3	8
Media Tasa de flujo de vapor por pozo (CFM)	15	6	15	6
Tasa de flujo de vapor total (CFM)	15	12	45	48
O&M:				
Duración (año)	2	2	2	2
Nivel de mantenimiento de trenes sistemas de tratamiento	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
Frecuencia de muestreo	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual
Costes adicionales:				
O&M	\$51,689	\$62,094	\$78,404	\$180,087
Diseño (10 % o 10K)	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$17,125
Costos acumulados de	\$18,606	\$21,442	\$64,585	\$171,253

SVE				
TOTAL COSTOS MARCADOS	\$80,295	\$93,536	\$152,989	\$368,465
COSTO POR PIE CÚBICO	\$36	\$42	\$11	\$27
COSTO POR METRO CÚBICO	\$1,275	\$1,485	\$405	\$975

Anexo 4

Reportes laboratorio caso 1

INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS DE AGUA NATURAL

PARA:	[REDACTED]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	[REDACTED]
SOLICITADO POR:	[REDACTED]
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Michael Rosales
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/01
SITIO DE MUESTREO:	PM 1
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	12 de enero del 2022
HORA DE MUESTREO:	11:30:00
TIPO DE MUESTRA:	Natural Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	65
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	12 de enero del 2022
ANALIZADO POR:	Juleisy Macías,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	12 de enero al 17 de enero del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	17 de enero del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hydrocarburos Totales de Petróleo	mg/l	0,6	0,15	0,5	EPA 418,1 PEE/LAB-PSI/06

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2 : Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestres en aguas dulces, marinas y de estuarios



Firmado digitalmente por
JULEISY ESTEFANIA MACIAS
CEDEÑO
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=JULEISY ESTEFANIA
MACIAS CEDEÑO,
serialNumber=091121143145,
ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION, o=SECURITY
DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022.01.17 09:30:36
+05'00'

Ing. Juleisy Macías Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 17 de enero de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB-PSI solo emitirá declaración de conformidad si el cliente lo solicitare, siempre y cuando el resultado de una especificación esté dentro del rango de incertidumbre de la medición.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confianza y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Interpretación de Resultados se encuentra fuera del alcance de acreditación
8. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE AGUA NATURAL**

PARA:	[REDACTED]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	[REDACTED]
SOLICITADO POR:	[REDACTED]
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Michael Rosales
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/01
SITIO DE MUESTREO:	PE2
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	12 de enero del 2022
HORA DE MUESTREO:	14:40:00
TIPO DE MUESTRA:	Natural Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	60
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	12 de enero del 2022
ANALIZADO POR:	Juleisy Macías,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	12 de enero al 17 de enero del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	17 de enero del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hydrocarburos Totales de Petróleo	mg/l	1,2	0,15	0,5	EPA 418,1 PEE/LAB-PSI/06

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.
**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2 : Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestres en aguas dulces, marinas y de estuarios



Firmado digitalmente por
JULEISY ESTEFANIA MACIAS
CEDENO
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=JULEISY ESTEFANIA
MACIAS CEDENO,
serialNumber=091121143145,
ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION, o=SECURITY
DATA SA, 2, c=EC
Fecha: 2022.01.17 09:29:05
+05'00'

Ing. Juleisy Macias Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 17 de enero de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB PSI solo emitirá declaración de conformidad si el cliente lo solicitare, siempre y cuando el resultado de una especificación esté dentro del rango de incertidumbre de la medición.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confabilidad y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Interpretación de Resultados se encuentra fuera del alcance de acreditación
8. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE AGUA NATURAL**

PARA:	[REDACTED]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	[REDACTED]
SOLICITADO POR:	[REDACTED]
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Michael Rosales
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/01
SITIO DE MUESTREO:	PE3
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	12 de enero del 2022
HORA DE MUESTREO:	16:30:00
TIPO DE MUESTRA:	Natural Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	61
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	12 de enero del 2022
ANALIZADO POR:	Nidia Sanchez,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	12 de enero al 17 de enero del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	17 de enero del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hydrocarburos Totales de Petróleo	mg/l	3200	0,15	0,5	EPA 418,1 PEE/LAB-PSI/06

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2 : Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestres en aguas dulces, marinas y de estuarios



Firmado digitalmente por JULEISY ESTEFANIA MACIAS CEDENO
Nombre de reconocimiento (DN):
cn=JULEISY ESTEFANIA MACIAS CEDENO,
serialNumber=091121143145,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022.01.17 09:29:32 -05'00'

Ing. Juleisy Macias Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 17 de enero de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB PSI solo emitirá declaración de conformidad si el cliente lo solicitare, siempre y cuando el resultado de una especificación esté dentro del rango de incertidumbre de la medición.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confianza y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Interpretación de Resultados se encuentra fuera del alcance de acreditación
8. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE AGUA NATURAL**

PARA:	[REDACTED]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	[REDACTED]
SOLICITADO POR:	[REDACTED]
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Michael Rosales
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/01
SITIO DE MUESTREO:	PE4
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	13 de enero del 2022
HORA DE MUESTREO:	10:11:00
TIPO DE MUESTRA:	Natural Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	62
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	13 de enero del 2022
ANALIZADO POR:	Nidia Sanchez,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	13 de enero al 17 de enero del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	17 de enero del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hydrocarburos Totales de Petróleo	mg/l	0,9	0,15	0,5	EPA 418,1 PEE/LAB-PSI/06

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2 : Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestres en aguas dulces, marinas y de estuarios



Firmado digitalmente por
JULEISY ESTEFANIA MACIAS
CEDENO
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=JULEISY ESTEFANIA
MACIAS CEDENO,
serialNumber=091121143145,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION
DE INFORMACION, o=SECURITY
DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022.01.17 09:29:52
+05'00'

Ing. Juleisy Macias Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 17 de enero de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB PSI solo emitirá declaración de conformidad si el cliente lo solicitare, siempre y cuando el resultado de una especificación esté dentro del rango de incertidumbre de la medición.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confianza y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Interpretación de Resultados se encuentra fuera del alcance de acreditación
8. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE AGUA NATURAL**

PARA:	[REDACTED]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	[REDACTED]
SOLICITADO POR:	[REDACTED]
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Michael Rosales
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/01
SITIO DE MUESTREO:	PE5
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	12 de enero del 2022
HORA DE MUESTREO:	15:10:00
TIPO DE MUESTRA:	Natural Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	63
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	12 de enero del 2022
ANALIZADO POR:	Nidia Sanchez,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	12 de enero al 17 de enero del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	17 de enero del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hydrocarburos Totales de Petróleo	mg/l	0,5	0,15	0,5	EPA 418,1 PEE/LAB-PSI/06

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2 : Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestres en aguas dulces, marinas y de estuarios



Firmado digitalmente por
JULEISY ESTEFANIA MACIAS
CEDENO
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=JULEISY ESTEFANIA
MACIAS CEDENO,
serialNumber=09112114314
5, ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION, o=SECURITY
DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022.01.17 09:30:14
+05'00'

Ing. Juleisy Macias Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 17 de enero de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB PSI solo emitirá declaración de conformidad si el cliente lo solicitare, siempre y cuando el resultado de una especificación esté dentro del rango de incertidumbre de la medición.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confiablez y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Interpretación de Resultados se encuentra fuera del alcance de acreditación
8. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.



**INFORME DE RESULTADOS
MEDICIÓN EN CAMPO Y ANÁLISIS
COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES
POZO DE REMEDICACIÓN**

1.- GENERAL	
Fecha de mediciones y análisis:	12-13/enero/2022
Sitio donde se realizaron las mediciones:	[REDACTED]
Parámetros objetos del estudio:	Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's)
Fecha de emisión del informe:	14/enero/2022

2.- SOLICITANTE	
Nombre:	[REDACTED]
Contacto:	[REDACTED]
Dirección:	Edificio Sorans, Piso 12, Oficina 601-612, Av. José Cruzantes Intersección Av. Las Américas

3.- SITIO DONDE SE REALIZARON LAS MEDICIONES	
Sitio:	[REDACTED]
Dirección:	[REDACTED]
Coordenadas UTM (WGS84):	[REDACTED]

4.- EQUIPOS PRINCIPALES UTILIZADOS	
Monitor PID	
Identificación:	EI/203
Principio:	Fotoionización
Parámetros analizados:	COV's
Marca:	RAE SYSTEMS
Modelo:	MINIRAE-3000
Serie:	592-929012
Fecha de última calibración (bienal):	Agosto/2020
Estándares / Aprobaciones:	Equipo evaluado por Pacific Northwest National Laboratory para el Departamento de Energía de EEUU

5.- ENTIDADES QUE REALIZAN EL ESTUDIO	
PRODUCTOS Y SERVICIOS INDUSTRIALES C. LTDA. LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL Y DE HIGIENE INDUSTRIAL	
Fases de Participación:	Mediciones en campo, análisis y elaboración del informe
Director del Estudio:	Héctor Murzi
Participantes en campo y laboratorio	José Luis Vásquez, Michael Rosales.

6.- UBICACIÓN ESPECÍFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

Sitio:			[REDACTED]
Dirección:			[REDACTED]
Coordenadas UTM (WGS84):			[REDACTED]
	Descripción	Coordenadas UTM	
PE 01	PE1, Pozo #1	[REDACTED]	
PE 02	PE2, Pozo #2	[REDACTED]	
PE 03	PE3, Pozo #3	[REDACTED]	
PE 04	PE4, Pozo #4	[REDACTED]	
PE 05	PE5, Pozo #5	[REDACTED]	
PM 01	Pozo de monitoreo 1	[REDACTED]	
PM 02	Pozo de monitoreo 2	[REDACTED]	
PM 03	Pozo de monitoreo 3	[REDACTED]	



7.- RESULTADOS OBTENIDOS

Medición 13 de enero 2022				
Punto	Hora	Boca de pozo (ppm)	Suelo (ppm)	Observaciones
PE-01	11:45	0	0	A 1 metro de profundidad
PE-01	11:50	0	0	A 2 metro de profundidad
PE-01	11:55	0	0	A 3 metro de profundidad
PE-01	-	-	-	A 4 metro de profundidad

Medición 12 de enero 2022				
Punto	Hora	Boca de pozo (ppm)	Suelo (ppm)	Observaciones
PE-02	14:10	0	0	A 1 metro de profundidad
PE-02	14:15	0	1,5	A 2 metro de profundidad
PE-02	14:20	0	1,2	A 3 metro de profundidad
PE-02	14:25	0	0,4	A 4 metro de profundidad

Medición 12 de enero 2022				
Punto	Hora	Boca de pozo (ppm)	Suelo (ppm)	Observaciones
PE-03	15:47	0	0,1	A 1 metro de profundidad
PE-03	15:55	348,1	31,1	A 2 metro de profundidad
PE-03	16:10	602,2	121,3	A 3 metro de profundidad
PE-03	-	-	-	A 4 metro de profundidad

Medición 13 de enero 2022				
Punto	Hora	Boca de pozo (ppm)	Suelo (ppm)	Observaciones
PE-04	10:35	0	0,3	A 1 metro de profundidad
PE-04	10:40	0	1,2	A 2 metro de profundidad
PE-04	10:45	0	2,6	A 3 metro de profundidad
PE-04	10:50	0	2,9	A 4 metro de profundidad

Medición 12 de enero 2022				
Punto	Hora	Boca de pozo (ppm)	Suelo (ppm)	Observaciones
PE-05	14:55	0	0	A 1 metro de profundidad
PE-05	15:00	8,3	0,1	A 2 metro de profundidad
PE-05	15:10	0	0	A 3 metro de profundidad
PE-05	-	-	-	A 4 metro de profundidad

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE SUELOS**

PARA:	[REDACTED] A.
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	[REDACTED]
SOLICITADO POR:	[REDACTED]
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Michael Rosales
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/02
SITIO DE MUESTREO:	PE1
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	13 de enero del 2022
HORA DE MUESTREO:	12:05:00
TIPO DE MUESTRA:	Suelos, A Fondo 3,00 Metro(s)
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	11
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	13 de enero del 2022
ANALIZADO POR:	Juleisy Macias,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	13 de enero al 17 de enero del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	17 de enero del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/Kg	<150	22,5	620	EPA 418.1 PEE/LAB-PSI/14

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2: Criterios de remediación (valores máximos permisibles): Uso del suelos Comercial

Firmado digitalmente por
JULEISY ESTEFANIA MACIAS
CEDENO
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=JULEISY ESTEFANIA
MACIAS CEDENO,
serialNumber=09112114314
5, ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION, o=SECURITY
DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022.01.17 09:48:32
-05'00'

Ing. Juleisy Macías Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 17 de enero de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB PSI solo emitirá declaración de conformidad si el cliente lo solicitare, siempre y cuando el resultado de una especificación esté dentro del rango de incertidumbre de la medición.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confiabilidad y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Interpretación de Resultados se encuentra fuera del alcance de acreditación
8. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE SUELOS**

PARA:	[REDACTED]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	[REDACTED]
SOLICITADO POR:	[REDACTED]
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Michael Rosales
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/02
SITIO DE MUESTREO:	PE2
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	12 de enero del 2022
HORA DE MUESTREO:	14:40:00
TIPO DE MUESTRA:	Suelos, A Fondo 4,00 Metro(s)
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	12
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	12 de enero del 2022
ANALIZADO POR:	Juleisy Macías,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	12 de enero al 17 de enero del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	17 de enero del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hydrocarburos Totales de Petróleo	mg/Kg	<150	22,5	620	EPA 418.1 PEE/LAB-PSI/14

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2: Criterios de remediación (valores máximos permisibles): Uso del suelos Comercial

Firmado digitalmente por
JULEISY ESTEFANIA MACÍAS
CEDENO
Nombre de reconocimiento
CDA\cda-JULEISY ESTEFANIA
MACÍAS CEDENO,
serialNumber=091121143145,
ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION, o=SECURITY
DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022.01.17 09:48:54
+05'00'

Ing. Juleisy Macías Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 17 de enero de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB PSI solo emitirá declaración de conformidad si el cliente lo solicitare, siempre y cuando el resultado de una especificación esté dentro del rango de incertidumbre de la medición.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confiablez y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Interpretación de Resultados se encuentra fuera del alcance de acreditación
8. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE SUELOS**

PARA:	[REDACTED]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	[REDACTED]
SOLICITADO POR:	[REDACTED]
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Michael Rosales
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/02
SITIO DE MUESTREO:	PE3
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	12 de enero del 2022
HORA DE MUESTREO:	16:30:00
TIPO DE MUESTRA:	Suelos, A Fondo 3,00 Metro(s)
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	13
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	12 de enero del 2022
ANALIZADO POR:	Juleisy Macías,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	12 de enero al 17 de enero del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	17 de enero del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/Kg	985	22,5	620	EPA 418.1 PEE/LAB-PSI/14

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2: Criterios de remediación (valores máximos permisibles): Uso del suelos Comercial

Firmado digitalmente por
JULEISY ESTEFANIA MACIAS
CEDENO
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=JULEISY ESTEFANIA
MACIAS CEDENO,
serialNumber=091121143145,
ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION, o=SECURITY
DATA S. A. 2. c=EC
Fecha: 2022.01.17 09:49:15
+05'00'

Ing. Juleisy Macías Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 17 de enero de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB-PSI solo emitirá declaración de conformidad si el cliente lo solicitare, siempre y cuando el resultado de una especificación esté dentro del rango de incertidumbre de la medición.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confiabilidad y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Interpretación de Resultados se encuentra fuera del alcance de acreditación
8. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE SUELOS**

PARA:	[REDACTED]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	[REDACTED]
SOLICITADO POR:	[REDACTED]
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Michael Rosales
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/02
SITIO DE MUESTREO:	PE4
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	13 de enero del 2022
HORA DE MUESTREO:	10:02:00
TIPO DE MUESTRA:	Suelos, A Fondo 4,00 Metro(s)
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	14
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	13 de enero del 2022
ANALIZADO POR:	Juleisy Macías,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	13 de enero al 17 de enero del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	17 de enero del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/Kg	<150	22,5	620	EPA 418.1 PEE/LAB-PSI/14

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2: Criterios de remediación (valores máximos permisibles): Uso del suelos Comercial



Firmado digitalmente por JULEISY ESTEFANIA MACIAS CEDENO
Nombre de reconocimiento (DN):
cn=JULEISY ESTEFANIA MACIAS CEDENO,
serialNumber=091121143145,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022.01.17 09:49:36 -05'00'

Ing. Juleisy Macías Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 17 de enero de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB PSI solo emitirá declaración de conformidad si el cliente lo solicitare, siempre y cuando el resultado de una especificación esté dentro del rango de incertidumbre de la medición.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confiablez y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Interpretación de Resultados se encuentra fuera del alcance de acreditación
8. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE SUELOS

PARA:	[REDACTED]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	[REDACTED]
SOLICITADO POR:	[REDACTED]
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Michael Rosales
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/02
SITIO DE MUESTREO:	PE5
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	12 de enero del 2022
HORA DE MUESTREO:	15:10:00
TIPO DE MUESTRA:	Suelos, A Fondo 3,00 Metro(s)
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	15
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	12 de enero del 2022
ANALIZADO POR:	Juleisy Macías,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	12 de enero al 17 de enero del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	17 de enero del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hydrocarburos Totales de Petróleo	mg/Kg	985	22,5	620	EPA 418.1 PEE/LAB-PSI/14

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2: Criterios de remediación (valores máximos permisibles): Uso del suelos Comercial



Firmado digitalmente por
JULEISY ESTEFANIA MACIAS
CEDENO
Nombre de reconocimiento (DN):
cn=JULEISY ESTEFANIA MACIAS
CEDENO,
serialNumber=091121143145,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION
DE INFORMACION, o=SECURITY
DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022.01.17 09:49:56 -05'00'

Ing. Juleisy Macías Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 17 de enero de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB PSI solo emitirá declaración de conformidad si el cliente lo solicitare, siempre y cuando el resultado de una especificación esté dentro del rango de incertidumbre de la medición.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confianza y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Interpretación de Resultados se encuentra fuera del alcance de acreditación
8. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

Anexo 5

Reportes laboratorio caso 2

INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS DE AGUA NATURAL

PARA:	[Redacted]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[Redacted]
REPRESENTANTE LEGAL:	[Redacted]
SOLICITADO POR:	[Redacted]
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Jose Nuñez
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/01
SITIO DE MUESTREO:	PE1-NIVEL FREÁTICO
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[Redacted]
FECHA DE MUESTREO:	27 de mayo del 2022
HORA DE MUESTREO:	11:45:00
TIPO DE MUESTRA:	Natural Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	1485
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	28 de mayo del 2022
ANALIZADO POR:	Ma. Elena Zambrano,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	28 de mayo al 30 de mayo del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	30 de mayo del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/l	225	36	0,5	EPA 418,1 PEE/LAB-PSI/06

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015, Tabla 2 : Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestres en aguas dulces, marinas y de estuarios



Firmado digitalmente por
JULEISY ESTEFANIA MACIAS
CEDENO
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=JULEISY ESTEFANIA
MACIAS CEDENO,
serialNumber=091121143145,
ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION o=SECURITY
DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022.06.01 09:20:44
+05'00'

Ing. Juleisy Macias Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 30 de mayo de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB-PSI, emitirá declaración de conformidad, cuando el cliente expresamente lo solicite y para este caso, LAB-PSI declara conformidad considerando el resultado más el intervalo de incertidumbre.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confidencialidad y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE AGUA NATURAL**

PARA:	[REDACTED]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	---
SOLICITADO POR:	-
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Jose Nuñez
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/01
SITIO DE MUESTREO:	PE2-NIVEL FREÁTICO
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	27 de mayo del 2022
HORA DE MUESTREO:	12:25:00
TIPO DE MUESTRA:	Natural Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	1486
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	28 de mayo del 2022
ANALIZADO POR:	Ma. Elena Zambrano,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	28 de mayo al 30 de mayo del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	30 de mayo del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/l	135	36	0,5	EPA 418,1 PEE/LAB-PSI/06

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2 : Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestres en aguas dulces, marinas y de estuarios



Firmado digitalmente por
JULEISY ESTEFANIA MACIAS
CEDEÑO
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=JULEISY ESTEFANIA
MACIAS CEDEÑO,
serialNumber=09112114314
5, ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION, o=SECURITY
DATA S.A. S. c-EC
Fecha: 2022.06.01 09:21:07
-05'00'

Ing. Juleisy Macías Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 30 de mayo de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB-PSI, emitirá declaración de conformidad, cuando el cliente expresamente lo solicite y para este caso, LAB-PSI declara conformidad considerando el resultado más el intervalo de incertidumbre.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confidencialidad y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE AGUA NATURAL**

PARA:	TEBDEL COMERCIAL ECUADOR S.A. LTDA.
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	Edificio "El Comercio" - 050101000 - 550 E. Av. Bolívar (M. 10)
REPRESENTANTE LEGAL:	---
SOLICITADO POR:	---
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Jose Nuñez
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/01
SITIO DE MUESTREO:	PE4-NIVEL FREÁTICO
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	NOMBRE: STASANTISIBRZ/36
FECHA DE MUESTREO:	27 de mayo del 2022
HORA DE MUESTREO:	16:30:00
TIPO DE MUESTRA:	Natural Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	1488
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	28 de mayo del 2022
ANALIZADO POR:	Ma. Elena Zambrano,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	28 de mayo al 30 de mayo del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	30 de mayo del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis fisico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/l	<0,3	36	0,5	EPA 418,1 PEE/LAB-PSI/06

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2: Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestres en aguas dulces, marinas y de estuarios

Firmado digitalmente por JULEISY ESTEFANIA MACIAS CEDEÑO
Nombre de reconocimiento (DN): cn=JULEISY ESTEFANIA MACIAS CEDEÑO,
serialNumber=091121143145,
organizationalUnit=INFORMACION o SECURITY DATA S.A. S. de C.,
Fecha: 2022.06.01 09:21:48 -05'00'

Ing. Juleisy Macias Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 30 de mayo de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB-PSI, emitirá declaración de conformidad, cuando el cliente expresamente lo solicite y para este caso, LAB-PSI declara conformidad considerando el resultado más el intervalo de incertidumbre.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confiablez y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE AGUA NATURAL**

PARA:	
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	
REPRESENTANTE LEGAL:	
SOLICITADO POR:	
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Jose Nuñez
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/01
SITIO DE MUESTREO:	PE5-NIVEL FREÁTICO
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	
FECHA DE MUESTREO:	28 de mayo del 2022
HORA DE MUESTREO:	16:30:00
TIPO DE MUESTRA:	Natural Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	1489
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	28 de mayo del 2022
ANALIZADO POR:	Ma. Elena Zambrano,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	28 de mayo al 30 de mayo del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	30 de mayo del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/l	172	36	0,5	EPA 418,1 PEE/LAB-PSI/06

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.
**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2 : Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestres en aguas dulces, marinas y de estuarios



Firmado digitalmente por JULEISY
ESTEFANIA MACIAS CEDENO
Nombre de reconocimiento (DN):
cn=JULEISY ESTEFANIA MACIAS
CEDENO,
serialNumber=091121143145,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION
DE INFORMACION, o=SECURITY
DATA S.A.2, c=EC
Fecha: 2022.06.01 09:22:06 -05'00'

Ing. Juleisy Macías Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 30 de mayo de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB-PSI, emitirá declaración de conformidad, cuando el cliente expresamente lo solicite y para este caso, LAB-PSI declara conformidad considerando el resultado más el intervalo de incertidumbre.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confiabledad y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

REGISTRO FOTOGRÁFICO

	
<p>PR01. PE1, Pozo #1</p>	<p>PR02. PE2, Pozo #2</p>
	
<p>PR03. PE3, Pozo #3</p>	<p>PR04. PE4, Pozo #4</p>
	
<p>PR05. PE5, Pozo #5</p>	<p>PR06. PE6, Pozo #6</p>

Certificado de Calibración



Certificate of Calibration

Instrument Brand: RAE Systems

Model: MiniRAE 3000

Serial Number: 592-929012

24hr-Safety certifies that the instrument serial number on this document has been serviced and calibrated to factory specifications.

NEXT CALIBRATION DUE: June 8, 2020

Sensor Type	Alarm Settings		Gas Applied	Adjusted	Calibration Gas Lot#	Cal Gas Exp. Date
	Low	High				
1 VOC	50ppm		100 p.p.m	Auto	24Hr-Safety TEBI-248-100-12	August 2020

This unit was calibrated to (VOC) Isobutylene 100 ppm.

If you have any questions concerning the calibration or operation of this instrument please feel free to contact 24hr-Safety at any time.

24Hr-Safety Technician: Jennifer Miranda

Date: March 10, 2020

24hr-Safety, LLC – 4912 Railroad Ave. – Deer Park, TX 77536
281.479.2407

7.- RESULTADOS OBTENIDOS

Medición 28 de mayo 2022				
Punto	Hora	Boca de pozo (ppm)	Suelo (ppm)	Observaciones
PR 05	8:20	1,9	-	Superficial
PR 05	8:25	15,60	172,10	A 1 metro de profundidad
PR 05	8:35	24,10	50,60	A 2 metros de profundidad
PR 05	8:45	26,60	30,70	A 3 metros de profundidad

Medición 28 de mayo 2022				
Punto	Hora	Boca de pozo (ppm)	Suelo (ppm)	Observaciones
PR 06	9:10	0,0	-	Superficial
PR 06	9:20	58,7	32,1	A 1 metro de profundidad
PR 06	9:25	13,9	36,8	A 2 metros de profundidad
PR 06	9:35	12,9	29,6	A 3 metros de profundidad

Medición 27 de mayo 2022				
Punto	Hora	Boca de pozo (ppm)	Suelo (ppm)	Observaciones
PR 07	14:45	0,7	-	Superficial
PR 07	15:00	1,10	0,00	A 1 metro de profundidad
PR 07	15:10	1,50	77,40	A 2 metros de profundidad
PR 07	15:20	11,50	11,58	A 3 metros de profundidad

7.- RESULTADOS OBTENIDOS

Medición 27 de mayo 2022				
Punto	Hora	Boca de pozo (ppm)	Suelo (ppm)	Observaciones
PR 01	11:00	0,0	-	Superficial
PR 01	11:35	4,4	10,1	A 1 metro de profundidad
PR 01	11:40	16,9	16,9	A 2 metros de profundidad
PR 01	11:45	20,1	21,7	A 3 metros de profundidad

Medición 27 de mayo 2022				
Punto	Hora	Boca de pozo (ppm)	Suelo (ppm)	Observaciones
PR 02	12:00	0,0	-	Superficial
PR 02	12:15	0,1	2,0	A 1 metro de profundidad
PR 02	12:20	53,9	115,5	A 2 metros de profundidad
PR 02	12:25	211,3	212,5	A 3 metros de profundidad

Medición 27 de mayo 2022				
Punto	Hora	Boca de pozo (ppm)	Suelo (ppm)	Observaciones
PR 03	12:45	0,0	-	Superficial
PR 03	12:50	0,3	5,1	A 1 metro de profundidad
PR 03	12:55	8,4	9,0	A 2 metros de profundidad
PR 03	13:00	3,1	4,2	A 3 metros de profundidad

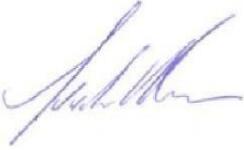
Medición 27 de mayo 2022				
Punto	Hora	Boca de pozo (ppm)	Suelo (ppm)	Observaciones
PR 04	16:00	0,0	-	Superficial
PR 04	16:10	0,0	2,8	A 1 metro de profundidad
PR 04	16:20	0,0	5,3	A 2 metros de profundidad
PR 04	16:30	0,0	8,6	A 3 metros de profundidad

6.- UBICACIÓN ESPECÍFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO		
Sitio:		[REDACTED]
PE # 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7		[REDACTED]
Coordenadas UTM (WGS84):		[REDACTED]
	Descripción	Coordenadas UTM
PR 01	PE1, Pozo #1	[REDACTED]
PR 02	PE2, Pozo #2	[REDACTED]
PR 03	PE3, Pozo #3	[REDACTED]
PR 04	PE4, Pozo #4	[REDACTED]
PR 05	PE5, Pozo #5	[REDACTED]
PR 06	PE6, Pozo #6	[REDACTED]
PR 07	PE7, Pozo #7	[REDACTED]



REGISTRO FOTOGRÁFICO



Firmas de responsabilidad:	
	
Héctor Murzi Jefe de Laboratorio - LABPSI	José Vásquez Técnico - LABPSI

Importante:

PSI C.LTDA. es una empresa comprometida con el ambiente. Nuestros informes de resultados contienen la información pertinente para facilitar un correcto entendimiento e interpretación de nuestros resultados de análisis por parte de nuestros Clientes y Organismos de Control. Dentro del presente contenido, se han omitido: definiciones, descripciones ampliadas de los métodos y equipos utilizados, hojas de trabajo de campo, certificados de calibración, y otros puntos considerados prescindibles. Esta omisión permite el ahorro de al menos 200 Kg de papel al año y de recursos asociados a los mismos. En caso de ser solicitado, cualquier información relacionada con el presente informe será enviada vía electrónica.

1. Regla de decisión: LAB PSI solo emitirá declaración de conformidad si el cliente lo solicitare, siempre y cuando el resultado de una especificación esté dentro del rango de incertidumbre de la medición.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confiabilidad y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados, así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Interpretación de Resultados se encuentra fuera del alcance de acreditación
8. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Empresa:		[REDACTED]			
Solicitante:		[REDACTED]			
Fecha:		28/05/2022			
Sitio de perforación:		[REDACTED]			
Identificación del punto:		PE5			
Coordenadas:		622738	9749782		
Método de perforación:		Máquina			
Medición COVs:		Detector de fotoionización (PID)			
Muestreo de suelos:		Cuchara partida			
Medición TPH		Laboratorio IR			
PROFUNDIDAD m	COLUMNA LITOLÓGICA	TIPO DE SUELO	COVs (ppm)		TPH (mg/Kg)
			Boca	Muestra	
0,2		Hormigón			
0,4					
0,6		Arcilla Gruesa			
0,8					
1					
1,2		Arcilla Gruesa Arcilloso			
1,4					
1,6					
1,8					
2		24.1			
2,2		Arcilla Fina Arcilloso			
2,4					
2,6					
2,8					
3					
Agua Nivel Freático		Agua			172

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE SUELOS**

PARA:	[REDACTED]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	---
SOLICITADO POR:	-
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Jose Nuñez
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/02
SITIO DE MUESTREO:	PE2-3 M
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	27 de mayo del 2022
HORA DE MUESTREO:	12:25:00
TIPO DE MUESTRA:	Suelos, A Fondo 3,00 Metro(s)
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	99
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	28 de mayo del 2022
ANALIZADO POR:	Carlos Ramírez,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	28 de mayo al 31 de mayo del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	31 de mayo del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/Kg	3790	379	620	EPA 418.1 PEE/LAB-PSI/14

* Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.
**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2: Criterios de remediación (valores máximos permisibles): Uso del suelos Comercial

Firmado digitalmente por
JULEISY ESTEFANIA MACIAS
CEDENO
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=JULEISY ESTEFANIA
MACIAS CEDENO,
serialNumber=09112114314
5, ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION, o=SECURITY
DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022.06.01 09:24:03
+05'00'

Ing. Juleisy Macías Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 31 de mayo de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB-PSI, emitirá declaración de conformidad, cuando el cliente expresamente lo solicite y para este caso, LAB-PSI declara conformidad considerando el resultado más el intervalo de incertidumbre.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confiabilidad y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE SUELOS

PARA:	[REDACTED]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	---
SOLICITADO POR:	---
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Jose Nuñez
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/02
SITIO DE MUESTREO:	PE3-3 M
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	27 de mayo del 2022
HORA DE MUESTREO:	13:00:00
TIPO DE MUESTRA:	Suelos, A Fondo 3,00 Metro(s)
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	100
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	28 de mayo del 2022
ANALIZADO POR:	Carlos Ramírez,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	28 de mayo al 31 de mayo del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	31 de mayo del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/Kg	< 150	379	620	EPA 418.1 PEE/LAB-PSI/14

* Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2. Criterios de remediación (valores máximos permisibles): Uso del suelos Comercial



Firmado digitalmente por JULEISY
ESTEFANIA MACIAS CEDEÑO
Nombre de reconocimiento (DN):
cns=JULEISY ESTEFANIA MACIAS
CEDEÑO,
serialNumber=091121143145,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION, o=SECURITY DATA
S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022.05.01 09:24:23 -05'00'

Ing. Juleisy Macías Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 31 de mayo de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB-PSI, emitirá declaración de conformidad, cuando el cliente expresamente lo solicite y para este caso, LAB-PSI declara conformidad considerando el resultado más el intervalo de incertidumbre.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confianza y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE SUELOS**

PARA:	[REDACTED]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	[REDACTED]
SOLICITADO POR:	[REDACTED]
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Jose Nuñez
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/02
SITIO DE MUESTREO:	PE5-1 M
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	27 de mayo del 2022
HORA DE MUESTREO:	8:30:00
TIPO DE MUESTRA:	Suelos, A Fondo 1,00 Metro(s)
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	105
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	28 de mayo del 2022
ANALIZADO POR:	Carlos Ramírez,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	28 de mayo al 31 de mayo del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	31 de mayo del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/Kg	175	379	620	EPA 418.1 PEE/LAB-PSI/14

* Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2: Criterios de remediación (valores máximos permisibles): Uso del suelos Comercial



Firmado digitalmente por
JULEISY ESTEFANIA MACIAS
CEDENO
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=JULEISY ESTEFANIA
MACIAS CEDENO,
serialNumber=091121143145,
ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION, o=SECURITY
DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022.06.01 09:26:07
-0500

Ing. Juleisy Macias Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 31 de mayo de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB-PSI, emitirá declaración de conformidad, cuando el cliente expresamente lo solicite y para este caso, LAB-PSI declara conformidad considerando el resultado más el intervalo de incertidumbre.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confidencialidad y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE SUELOS**

PARA:	[REDACTED]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	[REDACTED]
SOLICITADO POR:	[REDACTED]
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Jose Nuñez
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/02
SITIO DE MUESTREO:	PE5-2 M
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	27 de mayo del 2022
HORA DE MUESTREO:	8:45:00
TIPO DE MUESTRA:	Suelos, A Fondo 2,00 Metro(s)
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	102
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	28 de mayo del 2022
ANALIZADO POR:	Carlos Ramirez,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	28 de mayo al 31 de mayo del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	31 de mayo del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/Kg	200	379	620	EPA 418.1 PEE/LAB-PSI/14

* Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.
**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2: Criterios de remediación (valores máximos permisibles): Uso del suelos Comercial



Firmado digitalmente por
JULEISY ESTEFANIA MACIAS
CEDENO
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=JULEISY ESTEFANIA
MACIAS CEDENO,
serialNumber=991121148145,
ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION, o=SECURITY
DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022.06.01 09:25:08
09'00'

Ing. Juleisy Macias Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 31 de mayo de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB-PSI, emitirá declaración de conformidad, cuando el cliente expresamente lo solicite y para este caso, LAB-PSI declara conformidad considerando el resultado más el intervalo de incertidumbre.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confiabilidad y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE SUELOS**

PARA:	CLIENTE COMERCIAL ECUATORIANO LTDA
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	EDF. GUAYAQUIL, CALLE LUIS GARCÉS 55054K, B. L. M. (U)
REPRESENTANTE LEGAL:	---
SOLICITADO POR:	-
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Jose Nuñez
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/02
SITIO DE MUESTREO:	PE6-3 M
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	---
FECHA DE MUESTREO:	28 de mayo del 2022
HORA DE MUESTREO:	9:35:00
TIPO DE MUESTRA:	Suelos, A Fondo 3,00 Metro(s)
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	103
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	28 de mayo del 2022
ANALIZADO POR:	Carlos Ramírez,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	28 de mayo al 31 de mayo del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	31 de mayo del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hydrocarburos Totales de Petróleo	mg/Kg	165	379	620	EPA 418.1 PEE/LAB-PSI/14

* Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.
**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2: Criterios de remediación (valores máximos permisibles): Uso del suelos Comercial



Firmado digitalmente por
JULEISY ESTEFANIA
MACIAS CEDEÑO
Nombre de
reconocimiento (DN):
cn=JULEISY ESTEFANIA
MACIAS CEDEÑO,
serialNumber=091121143
145,ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION
o=SECURITY DATA S.A. 2,
c=EC
Fecha: 2022.06.01
09:25:29 -05'00'

Ing. Juleisy Macias Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 31 de mayo de 2022

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: LAB-PSI, emitirá declaración de conformidad, cuando el cliente expresamente lo solicite y para este caso, LAB-PSI declara conformidad considerando el resultado más el intervalo de incertidumbre.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confiablez y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE SUELOS

PARA:	[REDACTED]
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	[REDACTED]
REPRESENTANTE LEGAL:	---
SOLICITADO POR:	---
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	Jose Nuñez
MÉTODO DE MUESTREO:	PET/LAB-PSI/02
SITIO DE MUESTREO:	PE7-3 M
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	[REDACTED]
FECHA DE MUESTREO:	27 de mayo del 2022
HORA DE MUESTREO:	15:20:00
TIPO DE MUESTRA:	Suelos, A Fondo 3,00 Metro(s)
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	104
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	28 de mayo del 2022
ANALIZADO POR:	Carlos Ramírez,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	28 de mayo al 31 de mayo del 2022
EMISIÓN DEL INFORME:	31 de mayo del 2022

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/Kg	1345	379	620	EPA 418.1 PEE/LAB-PSI/14

* Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 2: Criterios de remediación (valores máximos permisibles): Uso del suelos Comercial



Firmado digitalmente por
JULEISY ESTEFANÍA MACÍAS
CEDENO
Número de reconocimiento
CPE: 09-JULEISY ESTEFANÍA
MACÍAS CEDENO
Número de identificación
09121143145
ORGANISMO DE
CERTIFICACIÓN DE
INFORMACIÓN, o=SECURITY
DATA S.A. S. C. o=C-
Fecha: 2022.05.01 09:25:45
-05'00'

Ing. Juleisy Macías Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 31 de mayo de 2022

Notas Importantes:

- Regla de decisión: LAB-PSI, emitirá declaración de conformidad, cuando el cliente expresamente lo solicite y para este caso, LAB-PSI declara conformidad considerando el resultado más el intervalo de incertidumbre.
- La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
- Garantía de Confianza y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
- Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
- El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
- El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
- Descargo de Responsabilidad: LAB-PSI, no asume responsabilidad por el contenido y veracidad de la información en caso de haber sido proporcionada en su totalidad por el cliente y que pudiera afectar a la validez de los resultados en este informe. LAB-PSI no se responsabiliza del contenido y veracidad de la información suministrada por el cliente durante la etapa de muestreo (lugar, punto e identificación) y los resultados aplicarán a la muestra proporcionada tal como fue recibida.

MC2202-07

Hoja 1 de 1

Administración y Consultoría:
Km 1.5 vía a Samborondón, Edificio Xima Oficina 320
Laboratorio:
km.10 vía a Daule, Lotización Industrial Inmaconsa,
Calle Los Ciruelos, intersección con Tecas, Mz 14 C Numero 57

Administración y Consultoría:
593 - 3883490 / 3883491 / 3883492 / 593-997095008 / 991265674
Laboratorio:
593-4-2394800 / 2394803 / 2103716 / 2103592
Celular: 593-993665823

Correo:
info@psi.com.ec