



# POSGRADOS

## MAESTRÍA EN SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE INDUSTRIAL

RPC-SO-16-NO.268-2023

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACIÓN CON  
COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN  
APLICADA Y/O DE DESARROLLO

TEMA:

PROPUESTA DE UN PLAN DE  
PREVENCIÓN DE RIESGOS EN EL  
TRABAJO DE PROSPECCIÓN DEL  
SUBSUELO CONTAMINADO POR  
HIDROCARBUROS EN  
ESTACIONES DE SERVICIOS  
PARA LA EMPRESA  
GEOCAMB.CIA.LTDA

AUTOR(ES)

PAMELA MICHELLE CAJAS AGUILAR

DIRECTOR:

LUÍS ENRIQUE MORAN REYES

QUITO – ECUADOR

2025

***Autor(es):***



**Pamela Michelle Cajas Aguilar**

Ingeniera Ambiental

Candidata a Magíster en Seguridad, Salud e Higiene Industrial por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito.

pamelacajas154@gmail.com

***Dirigido por:***



**Luís Enrique Morán Reyes**

Ingeniero Industrial

Magister en Seguridad y Salud Ocupacional

lmoran@est.ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2025 © Universidad Politécnica Salesiana.

QUITO– ECUADOR – SUDAMÉRICA

***Pamela Michelle Cajas Aguilar***

***PROPUESTA DE UN PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS EN EL TRABAJO DE PROSPECCIÓN DEL SUBSUELO CONTAMINADO POR HIDROCARBUROS EN ESTACIONES DE SERVICIOS PARA LA EMPRESA GEOCAMB.CIA.LTDA***

## ***DEDICATORIA***

A mis padres, por su amor incondicional y su constante apoyo en cada paso de mi vida. Su amor y sacrificio son la base de mis logros. A mi hermana, por brindarme su apoyo inquebrantable y su amor.

A mis profesores, por compartir su conocimiento y por desafiarme a ir más allá de mis límites.

## ***AGRADECIMIENTO***

En primer lugar, quiero expresar mis más sincero agradecimiento a Dios por darme la fuerza y sabiduría para realizar este trabajo.

A mi tutor PHD. Luis Moran Reyes por su paciencia, orientación y apoyo durante todo este proceso. Su conocimiento y amplia experiencia hicieron posible la finalización de este trabajo.

A mis padres Antonio Cajas, Miriam Aguilar y mi hermana María José Cajas, por su apoyo incondicional, paciencia y comprensión en los momentos más complicados. Sin su apoyo, realmente no lo hubiera logrado.

A mi abuelita Elvia Rosero, quien ha sido una fuente infinita de amor, sabiduría y apoyo incondicional a lo largo de mi vida. Gracias por creer en mí y apoyarme para seguir adelante y no rendirme.

A mi leal compañera Morita con su tierna mirada, lamidas cariñosas, patitas curiosas en mi computadora y su compañía, me recordó que incluso en mis peores noches de trabajo, nunca estuve sola. Gracias por ser mi sonrisa de todos los días y mi bebida peluda.

A Jona, por ser mi apoyo incondicional en cada etapa de este camino. Gracias por tu amor, tu paciencia y por motivarme a seguir adelante.

A mis colegas en Geocamb.Cia. Ltda., gracias por la colaboración, el entusiasmo y por compartir su conocimiento y experiencia.

# TABLA DE CONTENIDO

Resumen .....	11
Abstract.....	12
1 Introducción.....	13
1.1 Antecedentes .....	15
2 Descripción del problema.....	16
2.1 Importancia y alcances.....	17
2.2 Delimitación.....	18
2.2.1 Espacial o geográfica.....	18
2.2.2 Temporal.....	19
2.2.3 Institucional .....	19
2.3 Formulación del problema .....	19
2.3.1 Problema general .....	19
2.3.2 Problemas específicos.....	19
2.4 Justificación .....	20
2.5 Objetivos.....	21
2.5.1 Objetivo general .....	21
2.5.2 Objetivos Específicos .....	21
2.6 Hipótesis .....	22
2.6.1 Hipótesis general .....	22
2.6.2 Hipótesis específicas.....	22
3 Marco teórico referencial.....	23
3.1 Fundamentación Legal.....	23
3.1.1 Constitución Política de la República del Ecuador .....	23
3.1.2 Normativa aplicable a nivel internacional .....	23
3.1.3 Normativa específicas ASTM .....	24
3.1.4 Normativas aplicables a nivel local .....	25
3.1.5 Código del Trabajo .....	25
3.1.6 Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2024-196 .....	26
3.2 Procedimiento de las actividades de prospección.....	26
3.2.1 Estudios Ambientales (Fase 1) .....	28
3.2.2 Exploración Geofísica .....	28
3.2.3 Perforaciones del Subsuelo.....	29
3.3 Tipos de riesgos laborales en la prospección de suelos contaminados por hidrocarburos .....	31

3.3.1	Tipos de riesgos .....	31
4	Materiales y metodología .....	38
4.1	Enfoque de investigación .....	38
4.2	Población y muestra .....	38
4.3	Matriz de Operacionalización .....	39
4.4	Herramienta metodológica .....	40
4.5	Procesamiento de la información .....	42
5	Resultados y discusión .....	43
5.1	Riesgos presentes en el trabajo de prospección del subsuelo .....	43
5.2	Evaluación de los riesgos de la prospección del subsuelo .....	45
5.2.1	Evaluación de riesgos del Supervisor de SSA .....	47
5.2.2	Evaluación de riesgos del Supervisor de Campo .....	49
5.2.3	Evaluación de riesgos del Operador de Perforación .....	51
5.2.4	Evaluación de riesgos del Auxiliar de Perforación .....	53
5.3	Control de los riesgos de la prospección del subsuelo .....	54
5.3.1	Control de riesgos para el Supervisor SSA .....	55
5.3.2	Control de riesgos para el Supervisor de Campo .....	56
5.3.3	Control de riesgos para el Operador de Perforación .....	57
5.3.4	Control de riesgos para el Auxiliar de Operación .....	58
5.4	Discusión .....	59
5.5	Plan de gestión para el control de riesgos en el trabajo de prospección de subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicio para la empresa Geocamb Cia. Ltda .....	60
5.5.1	Antecedentes .....	60
5.5.2	Objetivo general .....	61
5.5.3	Objetivos específicos .....	61
5.5.1	Programas propuestos de control de riesgos en el trabajo y responsabilidades .....	62
6	Conclusiones .....	65
	Referencias .....	66
7	Anexos .....	71
	Anexo 1. actividad por perforación del suelo en la estación de servicio .....	71
	Anexo 2. Medición de COV's en el ambiente .....	72
	Anexo 3. Medición de COV's en pozos exploratorios .....	72
	Anexo 4. Exploración geofísica del suelo .....	73

# LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las actividades económicas .....	15
Tabla 2. Riesgos físicos por hidrocarburos .....	32
Tabla 3. Riesgos químicos generados por hidrocarburos .....	33
Tabla 4. Riesgos ergonómicos por hidrocarburos .....	34
Tabla 5. Riesgos mecánicos por hidrocarburos .....	35
Tabla 6. Riesgos biológicos por hidrocarburos .....	36
Tabla 7. Riesgos psicosociales por hidrocarburos .....	37
Tabla 8. Cantidad de trabajadores del área de Perforación de la empresa Geocamb Cia. Ltda.....	38
Tabla 9. Matriz de operacionalización de variables .....	39
Tabla 10. Matriz de riesgos IPERC .....	40
Tabla 11. Calificación de los resultados del nivel de riesgo .....	41
Tabla 12. Peligros y riesgos identificados del área de Perforación en Geocamb.Cia. Ltda. ....	43
Tabla 13. Evaluación de los riesgos .....	45
Tabla 14. Evaluación de riesgos del Supervisor de SSA.....	47
Tabla 15. Evaluación de riesgos del Supervisor de Campo .....	49
Tabla 16. Evaluación de riesgos del Operador de Perforación.....	51
Tabla 17. Evaluación de riesgos del auxiliar de perforación.....	53
Tabla 18. Control de los riesgos de la prospección del subsuelo .....	54
Tabla 19. Control de riesgos para el Supervisor SSA .....	55
Tabla 20. Control de riesgos para el supervisor de campo .....	56
Tabla 21. Control de riesgos para el operador de perforación.....	57

---

Tabla 22. Control de riesgos para el Auxiliar de Operación .....	58
Tabla 23. Programas para las mediciones de control de riesgos y responsables.....	63

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Espacial o geográfica .....	18
Figura 2. Procedimiento de las actividades de prospección .....	27

PROPUESTA DE UN PLAN DE PREVENCIÓN DE  
RIESGOS EN EL TRABAJO DE PROSPECCIÓN DEL  
SUBSUELO CONTAMINADO POR HIDROCARBUROS  
EN ESTACIONES DE SERVICIO PARA LA EMPRESA DE  
GEOCAMB.CIA.LTDA

AUTOR(ES):

PAMELA MICHELLE CAJAS AGUILAR

## RESUMEN

El estudio se enmarca en la propuesta de un plan de prevención de riesgos en el trabajo de prospección del subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicios para la empresa Geocamb.Cia.Ltda, en la que se define como objetivo general de, proponer un plan de prevención de riesgos en el trabajo de prospección de subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicio. De esta manera al analizar los peligros en el área de perforación de la empresa Geocamb.Cia.Ltda, se identificó cuatro puestos de trabajo más afectados por la contaminación por hidrocarburos, entre los cuales están el Supervisor de SSA (Seguridad, Salud y Ambiente), Supervisor de Campo, Operador de Perforación y Auxiliar de Perforación, los cuales han sido afectados por diferentes factores entre los cuales están los riesgos físicos, biológicos, ergonómicos, mecánicos y principalmente riesgos químicos ante la inhalación de polvos, vapores o gases relacionados con los hidrocarburos. Se recalca también que debido a los peligros que se han identificado y evaluado en el área de perforación, se han establecido ocho programas que se encargarán del control y mitigación de riesgos en el trabajo cuya responsabilidad principal estará a cargo del Supervisor de SSA (Seguridad, Salud y Ambiente), estos programas se dirigen hacia el control de vapores químicos peligrosos, control de polvo y vapores en áreas de perforación, monitoreo de gases peligrosos, seguridad de equipos mecánicos, control del exceso de ruido y prevención de agentes biológicos contaminantes.

**Palabras clave:** Propuesta, prevención, riesgo, contaminación, hidrocarburos.

## ABSTRACT

The study is part of the proposal for a risk prevention plan for prospecting work in hydrocarbon-contaminated subsoil at service stations for the company Geocamb Cia.Ltda, which defines the general objective of proposing a risk prevention plan for prospecting work in hydrocarbon-contaminated subsoil at service stations. In this way, when analyzing the hazards in the drilling area of the company Geocamb.Cia.Ltda, four jobs most affected by hydrocarbon contamination were identified, among which are the SSA Supervisor (Safety, Health and Environment), Field Supervisor, Drilling Operator and Drilling Assistant, which have been affected by different factors, including physical, biological, ergonomic, mechanical risks and mainly chemical risks due to the inhalation of dust, vapors or gases related to hydrocarbons. It is also emphasized that due to the hazards identified and assessed in the drilling area, eight programs have been established to control and mitigate workplace risks. The primary responsibility of these programs will be the SSA (Safety, Health, and Environment) Supervisor. These programs focus on the control of hazardous chemical vapors, dust and vapor control in drilling areas, monitoring of hazardous gases, safety of mechanical equipment, control of excessive noise, and prevention of biological contaminants.

**Keywords:** Proposal, prevention, risk, contamination, hydrocarbons.

# 1 INTRODUCCIÓN

La exposición a hidrocarburos y otros compuestos químicos son tóxicos ocasionando contaminación al suelo, por lo que el ser humano también es afectado por inhalación, contacto dérmico o ingestión, causando problemas de salud a corto y largo plazo, la identificación de estos peligros químicos es fundamental para seleccionar el equipo de protección personal (EPP) adecuado y establecer protocolos de higiene (Ojeda et al., 2023). Es crucial que las etiquetas cumplan con el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) y contengan información esencial como el nombre del producto, número CAS, peligros de seguridad y pictogramas de peligro.

Además de los hidrocarburos, pueden existir otros contaminantes en el suelo, como metales pesados y disolventes, que incrementan la complejidad de los riesgos (Vizúete et al., 2021). La presencia de estos contaminantes requiere un análisis exhaustivo del suelo para determinar su concentración y toxicidad, permitiendo así la implementación de medidas de control específicas, la falta de conocimiento sobre un gran número de sustancias químicas utilizadas requiere un enfoque de precaución y buenas prácticas para su gestión (Rico et al., 2020).

Los riesgos físicos también son importantes en la prospección de suelos contaminados, incluyendo caídas, golpes, cortes y pinchazos, así como riesgos ergonómicos derivados de posturas inadecuadas y movimientos repetitivos (Moretti & Valiente, 2023). La evaluación de estos riesgos debe considerar las características del terreno, las condiciones climáticas y el tipo de herramientas y equipos utilizados, es fundamental implementar medidas preventivas como el uso de calzado de seguridad, guantes y gafas de protección, así como la capacitación en técnicas de trabajo seguro.

Los riesgos biológicos también deben ser considerados, especialmente en suelos contaminados donde pueden proliferar bacterias, hongos y otros microorganismos patógenos, la exposición a estos agentes biológicos puede causar infecciones, alergias y otras enfermedades (Ingles, 2020). Es esencial implementar medidas de higiene personal, como el lavado de manos frecuente, y utilizar EPP adecuado para prevenir el contacto con el suelo contaminado.

La manipulación de residuos contaminados generados durante la prospección del suelo también representa un riesgo importante, estos residuos deben gestionarse de manera adecuada para evitar la propagación de la contaminación y proteger la salud de los trabajadores, es fundamental establecer protocolos de almacenamiento, transporte y eliminación de residuos que cumplan con la normativa vigente (Rivera Díaz et al., 2023).

La falta de capacitación y concienciación sobre los riesgos asociados a la prospección de suelos contaminados puede aumentar la probabilidad de accidentes y enfermedades laborales. Es crucial proporcionar a los trabajadores información clara y precisa sobre los peligros en el lugar de trabajo, así como establecer las medidas de prevención que se deben adoptar, la capacitación debe incluir el uso correcto del EPP, los procedimientos de emergencia y la gestión de residuos.

Finalmente, es importante destacar la necesidad de realizar evaluaciones periódicas de los riesgos y adaptar las medidas preventivas a las condiciones específicas de cada lugar de trabajo. La participación activa de los trabajadores en la identificación de peligros y la propuesta de soluciones es fundamental para garantizar la eficacia del plan de prevención de riesgos, la colaboración con entidades gubernamentales y la adopción de estándares internacionales también son importantes para mejorar la protección de estos trabajadores.

## 1.1 ANTECEDENTES

La empresa de Geología, Construcción y Ambiente (Geocam Cia. Ltda), ha sido legalmente constituida el 17 de diciembre del año 2013, de acuerdo al expediente 175355 en la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2025), señalando que la oficina de control está ubicada en la ciudad de Quito. Desde ese año, la compañía dispone de un grupo de profesionales expertos en el área de geofísica permitiendo desarrollar diversos tipos de proyectos relacionados con tomografías eléctricas, sísmica magnetometría, así como también, otorgar soluciones ambientales, de petróleo y minería.

La actividad principal de Geocamb.Cia. Ltda (2024), corresponde a la elaboración de estudios geológicos y de construcción ambiental cumpliendo con las normativas nacionales e internacionales, señalando además que la entidad se registra con el CIU F4100.10 mediante el cual se enfoca a la construcción de todo tipo de edificios residenciales y viviendas incluyendo la remodelación, renovación o rehabilitación de estructuras ya existentes (Superintendencia de Compañías., 2025)

### Tabla 1

#### *Clasificación de las actividades económicas*

<b>Clasificación:</b>	<b>CLASIFICACION AMPLIADA DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS (CIU REV. 4.0)</b>
<b>Código:</b>	F4100.10
<b>Descripción:</b>	Construcción de todo tipo de edificios residenciales: casas familiares individuales, edificios multifamiliares, incluso edificios de alturas elevadas, viviendas para ancianos, casas para beneficencia, orfanatos, cárceles, cuarteles, conventos, casas religiosas. Incluye remodelación, renovación o rehabilitación de estructuras existentes.

Fuente: (INEC, 2018)

## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La prospección de suelos contaminados con hidrocarburos en estaciones de servicio implica diversos riesgos que deben ser analizados para garantizar la seguridad de los trabajadores, estos riesgos abarcan desde la exposición a sustancias químicas hasta peligros que afectan la salud del trabajador (Santana et al., 2020), pues al estar expuesto a este tipo de sustancias se mantiene la posibilidad de ocasionar explosiones e incendios debido a vapores inflamables ocasionados en estaciones de servicio.

En el caso de la empresa Geocamb.Cia. Ltda., al prestar los servicios de prospección e inspección de subsuelos contaminados por hidrocarburos, los trabajadores que ejecutan este tipo de actividades se encuentran expuestos a vapores de HC que se esparcen por el aire ocasionando dolores de cabeza al respirar que afectan directamente a los pulmones. A más de ello, si bien es cierto las personas que ejecutan estas actividades disponen de Equipos de Protección Personal (EPP), es válido reconocer que estos equipos no se encuentran en óptimas condiciones para ser utilizados, pues las prendas como los guantes o las mascarillas no se encuentran en buen estado y requieren ser reemplazadas.

Por lo tanto, durante la prospección del subsuelo contaminado por hidrocarburos, los trabajadores de Geocamb.Cia. Ltda., presentan riesgos químicos, físicos, biológicos y ergonómicos. Por una parte, los colaboradores están expuestos a sustancias tóxicas que están presentes en los hidrocarburos generando un mayor riesgo químico durante la actividad laboral, considerando además que el peligro de incendios con llamas a altas temperaturas es un riesgo físico para los trabajadores puesto que los hidrocarburos son inflamables.

Los riesgos biológicos son ocasionados por bacterias u hongos que pueden encontrarse en el suelo, por lo que un trabajador puede verse afectado durante el cumplimiento de su actividad laboral, considerando además que los riesgos ergonómicos corresponden al trabajar en posturas incómodas al realizar la prospección del subsuelo contaminado.

La exposición a hidrocarburos y otros riesgos asociados, como la manipulación de maquinaria pesada, la inhalación de vapores tóxicos y las condiciones inseguras del terreno, representan un desafío significativo para la seguridad y salud ocupacional (Santana et al., 2020). Estudios previos han evidenciado que la falta de planes de prevención específicos para este tipo de actividades incrementa la probabilidad de accidentes laborales y enfermedades profesionales.

## 2.1 IMPORTANCIA Y ALCANCES

A nivel internacional, se han establecido lineamientos para entornos contaminados de acuerdo como lo establece las organizaciones internacionales como la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) y la International Labour Organization (ILO), aunque su aplicación en el contexto local requiera adaptaciones específicas. Por ende, en el marco legal del Ecuador se exige el cumplimiento de la normativa ambiental en base al Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) y las regulaciones del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), siendo las principales entidades estatales que exigen la evaluación y remediación de suelos contaminados.

Es por ello, que el desarrollo de la presente investigación sobre prevención de riesgos en el trabajo, se enfoca en mejorar la seguridad de los trabajadores que se dedican a la prospección de subsuelos contaminados por hidrocarburos de la empresa

Geocamb.Cia. Ltda., así como además a contribuir a la protección del medio ambiente mediante programas efectivos que ayuden a la mitigación de peligros contaminantes.

## 2.2 DELIMITACIÓN

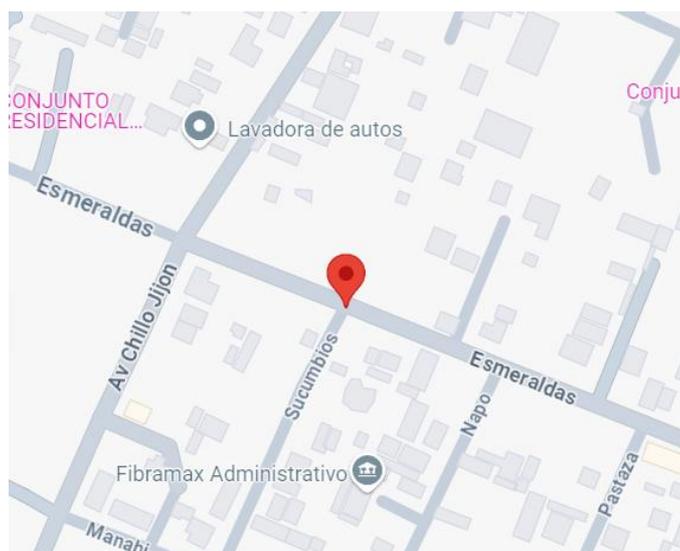
El desarrollo de la presente investigación se enfoca en las actividades de prospección del subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicio que estén vinculadas con Geocamb.Cia.Ltda., tomando en consideración los riesgos asociados a la exposición a hidrocarburos, la manipulación de maquinaria y equipos y las condiciones del entorno laboral.

### 2.2.1 ESPACIAL O GEOGRÁFICA

La empresa Geocamb.Cia.Ltda., como objeto de investigación se encuentra ubicada en San José de Conocoto, entre las calles Sucumbíos S19-45 y Esmeraldas, al noreste de la ciudad de Quito, por lo que la ubicación exacta se permite observar en la siguiente figura:

**Figura 1**

*Espacial o geográfica*



Nota. Tomado de Google Maps (2025)

## 2.2.2 TEMPORAL

El presente trabajo de titulación es desarrollado entre el mes de noviembre del año 2024 hasta abril del 2025.

## 2.2.3 INSTITUCIONAL

La investigación actual se desarrollada en los subsuelos contaminados por hidrocarburos de las diferentes estaciones de servicio que se encuentran bajo la responsabilidad de Geocamb.Cia. Ltda.

## 2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 2.3.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo diseñar un plan de prevención de riesgos en el trabajo para la prospección del subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicios para la empresa Geocamb.Cia.Ltda?

### 2.3.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuáles son los riesgos en el trabajo de prospección de subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicio para la empresa Geocamb.Cia.Ltda?

¿Cómo se realiza la evaluación de riesgos en el trabajo prospección de subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicio para la empresa Geocamb.Cia.Ltda?

¿Cuáles son los programas de control de riesgos en el trabajo sobre la prospección de subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicio para la empresa Geocamb.Cia.Ltda?

## 2.4 JUSTIFICACIÓN

Al desarrollar la investigación actual, se ha establecido tanto una justificación teórica como una justificación práctica, siendo necesario realizar una explicación de cada una de ellas por separado:

La justificación teórica se aplica al obtener nuevos conocimientos sobre el objeto de estudio (Villanueva, 2022), de manera que el investigador analiza los elementos claves y peligros que forman parte de los riesgos en el trabajo durante la prospección de subsuelos contaminados que contienen sustancias tóxicas en los hidrocarburos,

A más de ello, la justificación práctica se aplica al determinar las correspondientes soluciones al problema de estudio (Paz, 2021), por lo tanto, en el estudio actual se justifica de una manera práctica al elaborar un plan de prevención de riesgos laborales para los trabajadores que ejecuten actividades de prospección de subsuelos contaminados por hidrocarburos en las estaciones de servicios o gasolineras, cuyas acciones se encuentran bajo la responsabilidad de Geocamb.Cia. Ltda.

El proyecto se justifica por el decreto ejecutivo 255, en cual fue, promulgado el 3 de mayo de 2024, que introduce importantes reformas en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo (SSO), siendo su objetivo el de mejorar el marco regulatorio que rige la seguridad y salud en el trabajo, impactando los requisitos de capacitación y cumplimiento normativo de las organizaciones. Dicho decreto enfatiza la importancia de una capacitación adecuada y el establecimiento de protocolos de seguridad para proteger a los trabajadores (Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2024-196, 2024).

## 2.5 OBJETIVOS

### 2.5.1 OBJETIVO GENERAL

- Proponer un plan de prevención de riesgos en el trabajo de prospección de subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicio para la empresa Geocamb.cia.Ltda.

### 2.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los riesgos laborales en la prospección de subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicio para la empresa Geocamb.cia.Ltda.
- Evaluar los riesgos de trabajo en la prospección de subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicio para la empresa de Geocamb.cia.Ltda.
- Diseñar los programas de control de riesgos en el trabajo para las actividades de prospección de subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicio para la empresa Geocamb.Cia. Ltda.

## 2.6 HIPÓTESIS

### 2.6.1 HIPÓTESIS GENERAL

Los riesgos de trabajo afectan a la prospección de subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicios para la empresa Geocamb.Cia. Ltda.

### 2.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Existen riesgos laborales durante la prospección de subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicios para la empresa Geocamb.Cia. Ltda.

Los riesgos en el trabajo dificultan las actividades de prospección de subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicios para la empresa Geocamb.Cia. Ltda.

Los programas de prevención disminuyen los riesgos en el trabajo de prospección de subsuelo contaminado por hidrocarburos en estaciones de servicios para la empresa Geocamb.Cia. Ltda.

## 3 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 3.1 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

#### 3.1.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

De acuerdo a la Constitución Política de la República del Ecuador (2021), señala que “se reconocen todas las modalidades de trabajo en relación de dependencia o autónomas, con inclusión de labores de auto sustento y cuidado humano y como actores sociales productivos a todas las trabajadoras y trabajadores (Art. 325).

A más de ello, es necesario y hasta indispensable que “toda persona tenga derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar” (Constitución Política de La República Del Ecuador, 2021, Art. 326, Num. 5).

#### 3.1.2 NORMATIVA APLICABLE A NIVEL INTERNACIONAL

De acuerdo a la Organización Internacional del Trabajo (OIT) se ha establecido convenios y protocolos sobre seguridad y salud de los trabajadores, entre los cuales se describen a continuación:

- **Convenio Número 155. Seguridad y Salud de los Trabajadores.** En base a la Organización Internacional de Trabajo (1981), se han establecido proposiciones relacionadas con los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales siendo necesario establecer medidas preventivas.
- **Protocolo 155 relativo al Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores.** La Organización Internacional del Trabajo (2002) se han

dispuesto alternativas que se relacionan con la seguridad, la higiene y ambiente de trabajo a partir desde un enfoque internacional.

- **Convenio 187 sobre el marco promocional para la seguridad y salud en el trabajo.** De acuerdo a la Organización Internacional del Trabajo (2006), el Convenio 187 se hace un especial énfasis hacia la protección de los trabajadores contra enfermedades sean o no sean profesionales y accidentes ocasionados durante el cumplimiento de las actividades laborales.

### 3.1.3 NORMATIVA ESPECIFICAS ASTM

Las normas ASTM son estándares internacionales ampliamente reconocidos en la industria de hidrocarburos y la gestión ambiental. Algunas de las normas ASTM aplicables al proyecto incluyen:

- **Prueba de penetración estándar (ASTM D1586).** Entre sus principales objetivos está dado en determinar los correspondientes estratos del suelo de acuerdo a su ubicación y espesor.
- **Práctica estándar para la caracterización acelerada de sitios contaminado con residuos peligrosos en zonas vadosas y aguas subterráneas (ASTM D6235).** Se enfoca en los procesos ESC para caracterizar la contaminación de aguas subterráneas en la búsqueda de información oportuna y confiable de acuerdo a un número proporcionado de movilizaciones de campo (ASTM, 2010).
- **Guía para la perforación directa con fluido a base de agua para la exploración geoambiental y la instalación de dispositivos de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo (ASTM d5783-18).** Corresponde a la perforación rotatoria directa ambiental de acuerdo a la instalación de tuberías de revestimiento facilitando la extracción del agua que proviene desde subsuelos (ASTM, 2018).

### 3.1.4 NORMATIVAS APLICABLES A NIVEL LOCAL

Adicional a ello, es preponderante establecer las correspondientes normativas legales que mantienen su funcionamiento y aplicación en el Ecuador a nivel nacional, entre las cuales se describen a continuación:

- Decreto 255, Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (2024).
- Símbolos gráficos, colores de seguridad y señales de seguridad (INEN, 2013).
- Reglamento del Instructivo Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2008).
- Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores (2003).
- Reglamento de Seguridad para la Construcción de Obras Públicas ( 2017).

### 3.1.5 CÓDIGO DEL TRABAJO

De acuerdo al Código del Trabajo(2020), las normas relativas a la actividad laboral se fundamentan en “leyes especiales o en convenios internacionales, que se ratifican en el Ecuador siendo aplicadas en casos específicos” (Art. 1). Por lo tanto, la fundamental legal del trabajo en el país está dado en relación hacia el cumplimiento de leyes internacionales establecidos por la Organización Internacional del Trabajo.

Adicional a ello, los empleadores están en la “obligación de asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten para su salud o su vida” (Código Del Trabajo, 2020, Art. 410, Párr. 1) agregando además que “los trabajadores están obligados a acatar las medidas de prevención, seguridad e higiene durante el cumplimiento de la actividad laboral. Su omisión se considera justa causa para la terminación del contrato de trabajo (Código Del Trabajo, 2020, Art. 410, Párr. 2).

### 3.1.6 ACUERDO MINISTERIAL NRO. MDT-2024-196

Artículo 1. Del objeto. El presente Acuerdo Ministerial tiene por objeto normar la gestión del monitor y técnico de seguridad e higiene del trabajo, registro y habilitación de los servicios externos de seguridad e higiene en el trabajo, así como el registro de obligaciones, procedimiento de inspecciones y sanciones en materia de seguridad y salud en el trabajo (Ministerio de Trabajo, 2024)

Se destaca también el artículo 8. De la designación del monitor de seguridad e higiene del trabajo. De conformidad con el reglamento de seguridad y salud en el trabajo, el empleador designará en cada lugar y/o centro de trabajo a un monitor de seguridad e higiene del trabajo previa aceptación expresa del trabajador.

Para la designación del monitor de seguridad e higiene del trabajo, el trabajador deberá cumplir con los siguientes requisitos:

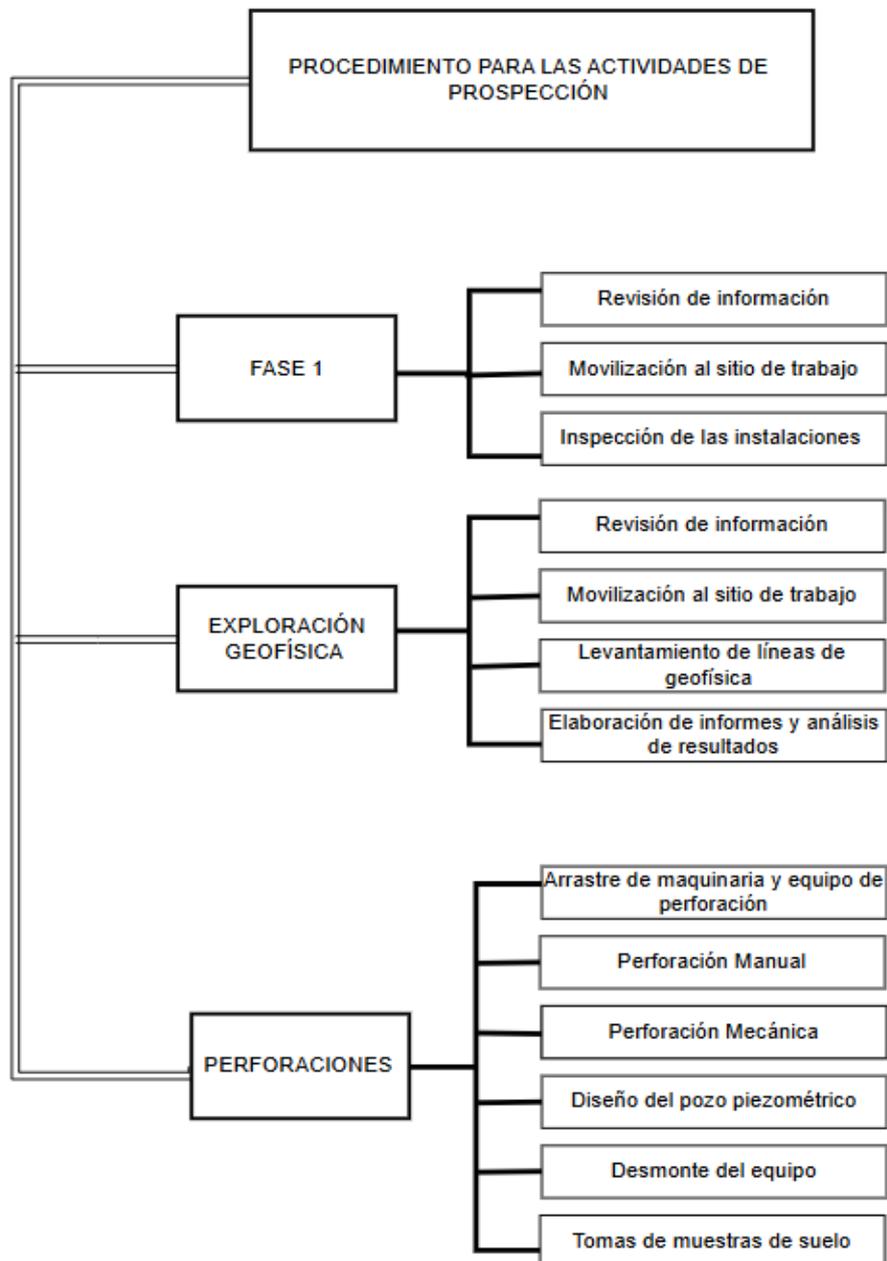
1. Ser un trabajador del lugar y/o centro de trabajo;
2. Ser mayor de 18 años;
3. Contar al menos con segundo nivel de educación general básica y bachillerato;
4. Aprobar la capacitación para monitores de seguridad e higiene del trabajo conforme los lineamientos determinados por el ministerio rector del trabajo; y,
5. Contar con la adenda al contrato, debidamente registrado, que incluirá las actividades a realizar en la calidad de monitor (Ministerio de Trabajo, 2024)

## 3.2 PROCEDIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES DE PROSPECCIÓN

La prospección en subsuelos contaminados por hidrocarburos, conlleva un conjunto de etapas consecutivas a realizar, las mismas que es indispensable identificarlas tal como se observan en la siguiente figura:

**Figura 2**

*Procedimiento de las actividades de prospección*



*Nota.* Adaptado del artículo Prospección Geofísica – Métodos de Campo(Martínez, 2014, pag.20)

### 3.2.1 ESTUDIOS AMBIENTALES (FASE 1)

Los estudios ambientales de Fase I corresponden a las inspecciones, entrevistas y verificación en el sitio

- **Revisión de la información.** Se revisan fotos, archivos y registros con la finalidad de conocer las estaciones de servicios o gasolineras, fugas de almacenamiento o derrames accidentales.
- **Movilización al sitio de trabajo.** Los profesionales se trasladan al lugar previamente identificado para realizar la inspección correspondiente.
- **Inspección de las instalaciones.** En el lugar, los profesionales buscan señales que demuestren contaminación como manchas oscuras en el suelo, olores fuertes a combustible o vegetación enferma, sino existen evidencias, el estudio termina en este punto.

### 3.2.2 EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

La exploración geofísica mediante las tomografías eléctricas es una “técnica geofísica usada para determinar las características del subsuelo a nivel de detalle para la determinación de las anomalías que podrían presentarse debido a los materiales que componen el subsuelo” (Kipsang et al., 2023).

Esta técnica implica la medición de la resistividad eléctrica de una sección de suelo, a lo largo de una línea de medición, estas mediciones se utilizan para crear un perfil de resistividad a lo largo de la línea de medición, que se utiliza para generar una imagen de la resistividad del suelo.

Al efectuar la exploración geofísica del subsuelo, es preponderante realizar un conjunto de actividades entre las cuales se describen a continuación:

- **Revisión de la información.** Se informa sobre lo que se ha encontrado en el lugar de la estación de servicio o gasolinera para determinar las acciones que se realizarán.
- **Movilización al sitio de trabajo.** Se designan profesionales para su traslado hacia el lugar que se haya identificado llevando consigo equipos como georradars y herramientas para electromagnetismo y resistividad eléctrica.
- **Levantamiento de líneas de geofísica.** Al realizar esta actividad, se identifican zonas anómalas que corresponde a los lugares en los que efectúe la contaminación.
- **Elaboración de informes y análisis de resultados.** El profesional encargado como jefe del equipo realizará el informe correspondiente, para que en relación a ello, se realice la planificación de la siguiente fase.

### 3.2.3 PERFORACIONES DEL SUBSUELO

La perforación de pozos y consiste en perforar el suelo por medio de la unión de tuberías plásticas o de acero unida a una broca (acero, plástico o hierro galvanizado) hasta llegar a la tabla de agua de un acuífero por medio del movimiento continuo rotatorio de la fuerza motriz humana (Díaz et al., 2021). Adicionalmente, la práctica de esta metodología está acompañada con la inyección constante de un flujo de agua que viaja a través de la tubería, lo cual permite que el suelo se disgregue haciendo que el trabajo manual sea menos laborioso facilitando el transporte de sedimentos resultantes de la perforación hacia la superficie.

Algunos complementos extras de ésta metodología son el casing y el well screen. El casing es un tubo (plástico PVC o metal) que permite que las paredes del agujero dónde se está taladrando no colapsen. En cuanto al well screen, corresponde a un tubo de plástico

PVC de menor diámetro que el de perforación, pero de igual o mayor longitud el cual está ranurado, permitiendo así que solo pase agua hacia el pozo y no arena (Ortega-Ramirez et al., 2023).

La etapa final de la perforación consiste en el sellado del pozo. Este procedimiento asegura que no ingresen partículas de cualquier índole al pozo y mantener así la calidad del agua subterránea, esto se lo puede realizar colocando bentonita o cemento alrededor del diámetro de perforación.

- **Arrastre de maquinaria y equipo de perforación.** Se refiere al transporte, posicionamiento y manipulación de los equipos que se utilizan para realizar la perforación del suelo y realizar el procedimiento de muestras, entre los cuales se encuentran: perforadores, barrenos, trépanos, generadores y tubos de muestreo.
- **Perforación manual.** Estos tipos de perforaciones se efectúan cuando la zona es pequeña o de difícil acceso para maquinaria pesada, por lo que tiene limitaciones en profundidad y en tipos de suelo, por lo que no es recomendable en profundidades mayores a 6 metros y en suelos rocosos con gravas. Entre las herramientas que pueden utilizarse están martillo geológico, extensores y kits de limpieza.
- **Perforación mecánica.** Las perforaciones mecánicas o también conocidas como perforaciones manuales es una técnica utilizada en procedimientos de geotecnia para la obtención de muestras de subsuelo y evaluar las condiciones físicas del área de estudio, pueden existir perforaciones de rotación, perforaciones de percusión y perforaciones con lavado.
- **Diseño del pozo piezométrico.** Son tuberías perforadas con las que se permite medir la profundidad del agua subterránea, para que con ello sea posible tomar

muestras del agua y analizar su contaminación por gasolina, aceites o solventes y monitorear hacia donde se dirigen los hidrocarburos.

- **Desmonte del equipo.** Corresponde a retirar, limpiar y almacenar toda la maquinaria y demás materiales que se hayan utilizado durante las perforaciones o instalación de pozos de monitoreo con el propósito de evitar la contaminación cruzada y garantizar la seguridad del personal y del medio ambiente.
- **Toma de muestra.** El propósito de esta etapa se enfoca en hallar si existe contaminación en el subsuelo por hidrocarburos de acuerdo a su profundidad y concentración, para que de acuerdo a ello, se permita diseñar un plan de remediación.

### 3.3 TIPOS DE RIESGOS LABORALES EN LA PROSPECCIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS

#### 3.3.1 TIPOS DE RIESGOS

##### 3.3.1.1 Riesgos físicos

Los riesgos físicos corresponden a aquellos factores ambientales como el ruido, las vibraciones, la inadecuada iluminación y temperaturas extremas que afectan a la salud de los trabajadores” (Picon & Solano, 2024).

Entre los principales riesgos físicos que se generan en zonas relacionadas con hidrocarburos, se distinguen en la tabla que se muestra a continuación:

**Tabla 2**

*Riesgos físicos por hidrocarburos*

<b>Tipo</b>	<b>Causa</b>	<b>Lugares de exposición</b>	<b>Efectos para la salud</b>
<b>Ruido</b>	Perforadoras, motobombas, equipos a diesel	Zonas de perforación, plantas de tratamiento	Pérdida auditiva, estrés laboral
<b>Vibraciones</b>	Martillos neumáticos	Compactación de suelos	Síndrome de Raynaud, daño articular
<b>Temperaturas extremas</b>	Clima exterior, superficies calientes	Cercanía a equipos sobrecalentados, áreas sin sombra	Golpe de calor, quemaduras
<b>Radiación solar</b>	Exposición a Rayos UV	Sitios a campo abierto	Cáncer a la piel
<b>Atrapamientos</b>	Partes móviles de la maquinaria	Perforadoras en operación	Fracturas amputaciones
<b>Incendios y explosiones</b>	Vapores inflamables	Almacenamiento de combustibles	Daño pulmonar, quemaduras graves

Nota. Adaptado del artículo sobre Riesgos laborales de la planta de gas licuado de petróleo de una planta de Cerámica en Cuenca Ecuador (Picon & Solano, 2024)

*3.3.1.1 Riesgos químicos*

De acuerdo a la Dirección de Seguridad Laboral de Argentina(2024), señalan que los riesgos químicos suelen producirse por la “exposición a sustancias químicas peligrosas que pueden ser orgánicas e inorgánicas, que pueden incorporarse al aire en forma de polvo, humo, gas o vapor con efectos irritantes, corrosivos y tóxicos que afectan la salud de los trabajadores” (p. 4).

Por lo tanto, Mora et al (2022) identifica los principales riesgos químicos a causa de efectos contaminantes por hidrocarburos, entre los cuales se observan en la siguiente tabla:

**Tabla 3**

*Riesgos químicos generados por hidrocarburos*

<b>Tipos de contaminante</b>	<b>Compuestos químicos</b>	<b>Fuentes</b>	<b>Vías de exposición</b>	<b>Efectos para la salud</b>
<b>Hidrocarburos totales (TPH)</b>	Benceno, tolueno, naftalenos	Gasolina, diésel y aceites	Contacto dérmico, inhalación	Irritación en la piel, mareos
<b>Metales pesados</b>	Plomo, cromo y cadmio	Lubricantes, baterías y pinturas	Ingestión, inhalación de polvo	Neurotoxicidad y cáncer
<b>Compuestos orgánicos volátiles</b>	Tricloroetileno	Aditivos a la gasolina	Inhalación	Irritación pulmonar
<b>Gases peligrosos</b>	Metano, Sulfuro de hidrógeno	Descomposición anaeróbica de hidrocarburos	Inhalación	Asfixia, parálisis respiratoria
<b>Compuestos polares</b>	MTBE (aditivo a la gasolina)	Combustibles y desinfectantes industriales	Contacto con agua contaminada	Neurotoxicidad e irritación respiratoria
<b>Compuestos arcillosos</b>	Bentonita y polímeros	Tuberías de hidrocarburos	Contacto con piel, los ojos y nariz	Irritación pulmonar y dermatitis

Nota. Adaptado del artículo de Evaluación del riesgo químico mediante la aplicación de un índice de seguridad inherente: un caso de estudio en cursos de docencia de química general en un centro universitario (2022)

### 3.3.1.2 Riesgos ergonómicos

Los riesgos ergonómicos se refieren a peligros con las condiciones de trabajo que pueden causar lesiones musculoesqueléticas debido a posturas inadecuadas, movimientos repetitivos o manejo manual de cargas (Neusa et al., 2019).

Piloto (2020) destaca que los riesgos ergonómicos se clasifican en diversos tipos, señalando también sus causas y consecuencias o efectos para la salud, entre los cuales se mencionan en la siguiente tabla:

**Tabla 4**

*Riesgos ergonómicos por hidrocarburos*

<b>Tipo</b>	<b>Causa</b>	<b>Lugares de exposición</b>	<b>Efectos para la salud</b>
<b>Movimientos repetitivos</b>	Manipulación de válvulas, uso de barrenas	Pozos de monitoreo, puntos de perforación	Tendinitis, fátiga muscular
<b>Posturas forzadas</b>	Trabajo en espacios reducidos, carga de equipos	Fosas de inspección	Dolor lumbar crónico, contracturas cervicales
<b>Manipulación de cargas</b>	Transporte de muestras pesadas (sacos desde el suelo)	Vehículos de transporte, zona de almacenamiento	Hernias, esguinces, lesiones en la espalda y hombros
<b>Fatiga visual</b>	Lectores de instrumentos con poca luz	Zonas con iluminación deficiente	Visión borrosa, irritación ocular

Nota. Adaptado de la Gestión de riesgos en la lubricación y lubricantes de una flota de transporte (2020)

### 3.3.1.3 Riesgos mecánicos

Los riesgos mecánicos son aquellos riesgos asociados con el uso de maquinaria, herramientas y equipos, que pueden causar lesiones físicas debido a golpes, cortes, atrapamientos o caídas de objetos (Vargas, 2022).

Ante ello, los riesgos mecánicos suelen originarse en equipos o herramientas utilizados en relación a su lugar de exposición, esto se puede describen en la siguiente tabla:

**Tabla 5**

*Riesgos mecánicos por hidrocarburos*

<b>Tipo</b>	<b>Causa</b>	<b>Lugares de exposición</b>	<b>Efectos para la salud</b>
<b>Golpes con objetos o herramientas</b>	Caídas de herramientas desde la altura	Áreas de demolición, zonas de perforación	Contusiones, traumatismos craneo encefálicos
<b>Cortes y punzadas</b>	Vidrios o metales enterrados, uso de barrena	Excavaciones, montaje de equipos	Heridas profundas, infecciones, laceraciones
<b>Caídas de altura</b>	Escaleras improvisadas, plataformas elevadas	Pozos abiertos, vehículos de perforación	Fracturas, muerte por impacto
<b>Proyección de partículas</b>	Uso de soldadoras, perforación de suelos rocosos	Mantenimiento de equipos, perforaciones	Lesiones oculares, pérdida de la vista
<b>Vuelco de maquinarias</b>	Falta de señalización, terrenos inestables	Excavadoras, plataformas móviles	Muerte por aplastamiento, fracturas

Nota. Adaptado de la Identificación, evaluación y prevención de riesgos mecánicos en el taladro de perforación de petróleo CCDC 37 (Vargas, 2022)

*3.3.1.4 Riesgos biológicos*

De acuerdo a Vásquez et al(2022), menciona que los riesgos biológicos son los que se asocian con la exposición a agentes biológicos, como virus, bacterias, hongos, parásitos o animales, que pueden causar enfermedades infecciosas o alergias.

Además de ello, es importante señalar que los riesgos biológicos se originan por un conjunto de materiales orgánicos en descomposición, siendo indispensable detallar sus causas y daños para la salud:

**Tabla 6**

*Riesgos biológicos por hidrocarburos*

<b>Tipo</b>	<b>Causa</b>	<b>Lugares de exposición</b>	<b>Efectos para la salud</b>
<b>Bacterias patógenas</b>	Suelos con materiales en descomposición	Pozos de agua contaminada	Infecciones gastrointestinales
<b>Virus</b>	Aguas contaminadas con desechos	Zonas pantanosas, Sitios de basura	Enfalitis, hepatitis A
<b>Hongos y esporas</b>	Suelos húmedos con materia orgánica	Excavaciones en áreas verdes	Dermatitis por hongos
<b>Parásitos</b>	Picaduras de insectos, aguas contaminadas	Zonas rurales con ganado	Giardiasis, enfermedad de Lyme

*Nota.* Adaptado del artículo sobre Derrame de petróleo y sus efectos para la salud (2022)

*3.3.1.5 Riesgos psicosociales.*

Según Amendaño (2023), señala que los riesgos psicosociales corresponden a los riesgos relacionados con factores organizativos y sociales que pueden afectar la salud mental y emocional de los trabajadores, como estrés, acoso laboral o conflictos entre trabajo y familia.

Entre los principales riesgos psicosociales que se pueden considerar dentro de un empresa de hidrocarburos, se describen en la siguiente tabla:

**Tabla 7**

*Riesgos psicosociales por hidrocarburos*

<b>Tipo</b>	<b>Causa</b>	<b>Lugares de exposición</b>	<b>Efectos para la salud</b>
<b>Estrés laboral</b>	Turnos prolongados o rotativos	Zonas de perforación	Ansiedad, insomnio, enfermedades cardiovasculares
<b>Aislamiento social</b>	Falta de comunicación, equipos reducidos	Campamentos alejados, sitios sin conectividad	Depresión, soledad, bajo rendimiento
<b>Acoso laboral</b>	Acoso en entornos aislados	Campamentos alejados, vehículos compartidos	Baja autoestima, trauma psicológico
<b>Inseguridad laboral</b>	Contratos temporales, falta de claridad en funciones	Proyectos sin continuidad garantizada,	Estrés financiero, miedo al futuro familiar y profesional

*Nota.* Adaptado de la investigación sobre Factores de Riesgos Psicosocial en los Trabajadores del Sector Petrolero durante Jornadas Extendidas de Trabajo (2023)

## 4 MATERIALES Y METODOLOGÍA

### 4.1 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, pues establece la presencia de diferentes riesgos en un conteo determinado de estaciones de servicio de una zona definida (El Quinche), para posteriormente realizar un conteo específico del nivel de riesgos presentes.

El alcance del estudio actual es descriptivo y exploratorio, tomando en cuenta que el primero de ellos se aplica al determinar las características del área de perforación de la empresa Geocamb Cia. Ltda como objeto de investigación. Así mismo, se reconoce que el estudio también es exploratorio pues no se han realizado investigaciones similares sobre riesgos en el trabajo en Geocamb.Cia. Ltda.

### 4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

El universo poblacional se conforma por el número de trabajadores en cada uno de los puestos de trabajo del área de Perforación de la empresa Geocamb.Cia. Ltda, por esta razón, se ha elaborado la siguiente tabla:

**Tabla 8**

*Cantidad de trabajadores del área de Perforación de la empresa Geocamb.Cia. Ltda*

<b>Denominación de puestos de trabajo</b>	<b>Cantidad de trabajadores</b>
<b>Supervisor de SSA*</b>	1
<b>Supervisor de Campo</b>	1
<b>Operador de Perforación</b>	1
<b>Auxiliar de Perforación</b>	1
<b>Total</b>	<b>4</b>

Nota. Las siglas SSA corresponde a Seguridad, Salud y Ambiente

Es decir, que se dispone de 4 empleados y puestos de trabajo en total dentro del área de Perforación, por lo tanto, debido a una cantidad limitada de trabajadores como universo poblacional, no es necesario realizar el cálculo de la muestra, pues las técnicas de recopilación de datos se aplican para toda la población.

### 4.3 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

Al elaborar la matriz de operacionalización se identifican las correspondientes variables y sub variables de estudio, así como sus dimensiones, indicadores, ítems y técnicas necesarias para la recopilación de datos, por esta razón, cada uno de ellos se detallan en la tabla que se visualiza a continuación:

**Tabla 9**

*Matriz de operacionalización de variables*

<b>Variab</b>	<b>Sub</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicador</b>	<b>Item</b>	<b>Técnica</b>
<b>Variable</b>	<b>variables</b>				
<b>Independiente: Riesgos en el Trabajo</b>	Riesgos mecánicos	Inadecuada manipulación de equipos	Nivel de manipulación	Cáidas en manipulación	Observación
	Riesgos biológicos	Exposición a bacterias	Nivel de exposición a bacterias	Cantidad de sólidos disueltos	Observación
	Riesgos químicos	Exposición a gases	Nivel de exposición a gases	Cantidad de concentración de gas	Observación
	Riesgos físicos	Exposición al ruido	Nivel de exposición a ruido	Ruido en decibeles (db)	Observación
	Riesgos ergonómicos	Posturas inadecuadas	Minutos en posturas inadecuadas	Síntomas de molestias musculoesqueléticas	Observación
<b>Variable dependiente</b>	Accidentes laborales	Accidentes en perforación	Tasa de accidentes	Número de accidentes	Observación

Variables	Sub variables	Dimensiones	Indicador	Item	Técnica
n Accident es de Trabajo	Incidentes laborales	Incidentes en perforación	Tasa de incidentes	Número de incidentes	Observación

## 4.4 HERRAMIENTA METODOLÓGICA

En el desarrollo de la investigación actual, se ha considerado aplicar la metodología IPERC (Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Controles por sus siglas en inglés) como una “herramienta sistemática utilizada para la identificación de peligros, evaluación de riesgos e identificación de medidas de control en los puestos de trabajo”(Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral, 2024).

La matriz IPERC mide el nivel de riesgo de un puesto de trabajo o departamento específico de una empresa, mediante la multiplicación de la probabilidad por la severidad cuyo resultado obtenido puede ser alto, medio o bajo, estableciendo así los niveles de riesgos que hayan sido identificado, los mismos que se observan en la tabla que se muestra a continuación:

**Tabla 10**

*Matriz de riesgos IPERC*

PROBABILIDAD	BAJA	4	TRIVIAL 4	TOLERABLE 5-8	MODERADO 9-16
	MEDIA	8	TOLERABLE 5-8	MODERADO 9-16	IMPORTANTE 17-36
	ALTA	12	MODERADO 9-16	IMPORTANTE 17-36	IMPORTANTE 17-36
			1	2	3
			BAJA	MEDIA	ALTA
			SEVERIDAD		

Por lo tanto, en base a la matriz de riesgos IPERC es indispensable establecer el significado de cada uno de los niveles de intervención tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 11**

*Calificación de los resultados del nivel de riesgo*

<b>Nivel de intervención</b>	<b>NR</b>	<b>Significado</b>
Trivial	4	No es necesario intervenir, a menos que un análisis más preciso lo justifique
Tolerable	5 – 8	Es posible mejorar, sería necesario justificar la intervención
Moderado	9 – 16	Es indispensable corregir y adoptar nuevas medidas de control
Importante	17 - 36	Es una situación crítica y se requiere una corrección urgente

En la tabla anterior, se observa que los riesgos de trabajo pueden conllevar hasta cuatro niveles de intervención de acuerdo a la probabilidad y severidad identificada, nótese que ante una intervención importante se requiere realizar una corrección con urgencia del caso, por lo que la compañía deberá suspender sus actividades temporalmente hasta que se solucione el problema.

## 4.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Entre las principales actividades consecutivas que se realizan para el procesamiento de datos, se han identificado a las siguientes:

1. Revisar del tema de investigación
2. Realizar las inspecciones en el área de trabajo
3. Identificar las actividades de los puestos de trabajo
4. Determinar los riesgos laborales y peligros a evaluar
5. Revisar los documentos relacionados con la Seguridad y Salud en el Trabajo
6. Observar al personal que realiza la prospección del subsuelo
7. Calificar los riesgos de trabajo mediante la metodología IPERC
8. Priorizar los riesgos según su severidad y exposición
9. Interpretar los resultados obtenidos

## 5 Resultados y discusión

### 5.1 Riesgos presentes en el trabajo de prospección del subsuelo

En el área de Perforación de la empresa Geocamb.Cia. Ltda., se han identificado a cuatro puestos de trabajo entre los cuales están el Supervisor de SSA (Seguridad, Salud y Ambiente), Supervisor de Campo, Operador de Perforación y Auxiliar de Perforación, por lo que cada uno de ellos trabajan en diferentes actividades relacionadas con los subsuelos contaminados por hidrocarburos, en consecuencia, sus trabajadores presentan peligros y riesgos, los mismo que se describen en la siguiente tabla:

**Tabla 12**

*Peligros y riesgos identificados del área de Perforación en Geocamb.Cia. Ltda.*

<b>Puesto de Trabajo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Peligro</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Factor de Riesgo</b>
<b>Operador de Perforación</b>	Realizar la perforación del suelo de forma manual	Inhalación de vapores con hidrocarburos	Exposición a BTEX causando intoxicación	Riesgo Químico
	Manejar maquinaria pesada	Posturas inadecuadas	Sobreesfuerzo	Riesgo Ergonómico
	Efectuar la toma de muestreo de aguas subterráneas	Contacto con aguas contaminadas	Infecciones por bacterias	Riesgo Biológico
	Realizar excavaciones en pozos	Colapso de paredes	Atrapamiento por derrumbe	Riesgo Mecánico
	Limpiar los derrames ocasionados	Incendios por gases inflamables	Quemaduras graves	Riesgo Físico
	Soldar piezas o materiales metálicos	Chispas en la vista	Pérdida de la visión	Riesgo Mecánico
<b>Auxiliar de Perforación</b>	Preparar los equipos de perforación	Manipulación de tuberías pesadas	Sobreesfuerzo	Riesgo Ergonómico

<b>Puesto de Trabajo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Peligro</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Factor de Riesgo</b>
	Realizar la mezcla de lodos bentónicos	Contacto con bentonita en polvo	Inhalación de polvo	Riesgo Químico
	Monitorear los gases durante la perforación	Exposición a gases de hidrocarburos	Intoxicación y mareos	Químico
	Limpiar los equipos post perforación	Contacto con residuos de hidrocarburos	Irritación en la piel	Riesgo Biológico
	Manejar la maquinaria de perforación	Exceso de ruido	Pérdida auditiva	Riesgo Mecánico
	Almacenar las muestras contaminadas	Fugas de gases por hidrocarburos	Intoxicación nasal	Químico
<b>Supervisor de SSA*</b>	Inspeccionar los equipos de perforación	Exposición a partes móviles	Atrapamiento en máquinas	Riesgo Mecánico
	Monitorear atmósferas peligrosas	Exposición a gases tóxicos	Intoxicación nasal	Riesgo Químico
	Supervisar el manejo de residuos peligrosos	Derrame de lodos contaminados	Irritación a la piel	Riesgo Biológico
	Verificar el uso del EPP en el personal	Ausencia del uso del casco	Golpes en la cabeza	Riesgo Físico
	Monitorear condiciones climáticas	Subsuelos afectados por lluvias	Pérdida de calor del cuerpo	Riesgo Físico
	Capacitar a los trabajadores	Simulacros con sustancias peligrosas	Golpes accidentales	Riesgo Físico
<b>Supervisor de Campo</b>	Inspeccionar la estabilidad de taludes	Colapso de paredes de excavación	Aplastamiento por derrumbe	Riesgo Físico
	Supervisar las operaciones de perforación	Exposición a gases por hidrocarburos	Intoxicación grave o aguda	Riesgo Químico
	Verificar los sistemas de contención	Fallas en barreras de lodos	Aplastamiento por lodos	Riesgo Físico
	Coordinar el manejo de muestras	Derrames durante almacenamiento	Afectaciones a la piel	Riesgo Biológico
	Revisar el procedimiento de perforación	Errores en perforación	Colapso por mala perforación	Riesgo Físico

<b>Puesto de Trabajo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Peligro</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Factor de Riesgo</b>
	Realizar el control de ruido	Exceso de ruido en campo	Pérdida auditiva	Riesgo Físico

En la tabla anterior se observa que los trabajadores que laboran en el área de Perforación se encuentran expuestos a diferentes peligros como: inhalación de vapores o gases con hidrocarburos, posturas inadecuadas, contacto con aguas contaminadas, contacto con bentonita en polvo y exceso de ruido entre los más principales, los mismos que han ocasionado diferentes factores entre los cuales se encuentran riesgos químicos, ergonómicos, biológicos, físicos y mecánicos.

## 5.2 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE LA PROSPECCIÓN DEL SUBSUELO

En relación a los riesgos que se han identificado, es preponderante efectuar la correspondiente evaluación, por lo que para ello se ha utilizado la matriz de riesgos IPERC (Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Controles por sus siglas en ingles), mediante la cual se establecen los niveles de probabilidad que se han clasificado en cuatro tipos entre los cuales están:

**Tabla 13**

*Evaluación de los riesgos*

<b>Tipo</b>	<b>Denominación</b>
<b>A</b>	Índice De Personas Expuestas
<b>B</b>	Índices De Procedimientos
<b>C</b>	Índice De Capacitaciones
<b>D</b>	Índice De Exposición
<b>IP</b>	<b>Índice De Probabilidad (A+B+C+D)</b>

Por lo tanto, el resultado de la probabilidad puede ir entre 1 a 3 ya sea baja, media o alta, cuyas cifras al sumarse entre A, B, C y D el mínimo valor obtenido será 4 y el

máximo será 12 puntos, para que posteriormente, el Índice de Probabilidad (IP) se multiplique por la Severidad que también puede ser baja, media o alta.

La evaluación de los riesgos en el trabajo mediante la matriz IPERC se realizan a los cargos de Supervisor del SSA (Seguridad, Salud y Ambiente), Supervisor de Campo, Operador de Perforación y Auxiliar de Operación por lo que se ha elaborado una tabla de riesgos para cada uno de ellos.

## 5.2.1 EVALUACIÓN DE RIESGOS DEL SUPERVISOR DE SSA

**Tabla 14**

*Evaluación de riesgos del Supervisor de SSA*

ACTIVIDAD	PELIGRO	RIESGO	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD					ÍNDICE DE SEVERIDAD	PUNTAJE DEL RIESGO	NIVEL DE RIESGO
				(A)	(B)	(C)	(D)	(IP)			
Inspeccionar los equipos de perforación	Exposición a partes móviles	Atrapamiento en máquinas	Asfixia, amputaciones	1	1	1	1	4	3	12	TD
Monitorear atmósferas peligrosas	Exposición a gases tóxicos	Intoxicación nasal	Enfermedades respiratorias	2	1	2	2	7	3	21	IM
Supervisar el manejo de residuos peligrosos	Derrame de lodos contaminados	Irritación a la piel	Alergias, picazón y erisipela	1	1	1	2	5	1	5	T
Verificar el uso del EPP en el personal	Ausencia del uso del casco	Golpes en la cabeza	TBI (Lesiones Cerebrales Traumáticas)	3	1	1	1	6	1	6	T

ACTIVIDAD	PELIGRO	RIESGO	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD					ÍNDICE DE SEVERIDAD	PUNTAJE DEL RIESGO	NIVEL DE RIESGO
				(A)	(B)	(C)	(D)	(IP)			
Monitorear condiciones climáticas	Subsuelos afectados por lluvias	Pérdida de calor del cuerpo	Hipotermia	2	1	1	2	6	3	18	IM
Capacitar a los trabajadores	Simulacros con sustancias peligrosas	Golpes accidentales	Fracturas y discapacidad	2	1	1	1	5	2	10	TD

## 5.2.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS DEL SUPERVISOR DE CAMPO

**Tabla 15**

*Evaluación de riesgos del Supervisor de Campo*

ACTIVIDAD	PELIGRO	RIESGO	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD					ÍNDICE DE SEVERIDAD	PUNTAJE DEL RIESGO	NIVEL DE RIESGO
				(A)	(B)	(C)	(D)	(IP)			
Inspeccionar la estabilidad de taludes	Colapso de paredes de excavación	Aplastamiento por derrumbe	Asfixia y fracturas	2	1	1	1	5	2	10	TD
Supervisar las operaciones de perforación	Exposición a gases por hidrocarburos	Intoxicación grave o aguda	Enfermedades respiratorias	1	1	1	2	5	1	5	T
Verificar los sistemas de contención	Fallas en barreras de lodos	Aplastamiento por lodos	Asfixia y fracturas	2	1	2	2	7	3	21	IM
Coordinar el manejo de muestras	Derrames durante almacenamiento	Afectaciones a la piel	Dermatitis	1	1	1	1	4	1	4	TR
Revisar el procedimiento de perforación	Errores en perforación	Colapso por mala perforación	Fracturas y discapacidad	2	1	1	1	5	3	15	TD

ACTIVIDAD	PELIGRO	RIESGO	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD					ÍNDICE DE SEVERIDAD	PUNTAJE DEL RIESGO	NIVEL DE RIESGO
				(A)	(B)	(C)	(D)	(IP)			
Realizar el control de ruido	Exceso de ruido en campo	Pérdida auditiva	Sordera y tinnitus	2	1	2	2	7	2	14	TD

### 5.2.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS DEL OPERADOR DE PERFORACIÓN

**Tabla 16**

*Evaluación de riesgos del Operador de Perforación*

ACTIVIDAD	PELIGRO	RIESGO	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD					ÍNDICE DE SEVERIDAD	PUNTAJE DEL RIESGO	NIVEL DE RIESGO
				(A)	(B)	(C)	(D)	(IP)			
Realizar la perforación del suelo de forma manual	Inhalación de vapores con hidrocarburos	Exposición a BTEX causando intoxicación	Enfermedades respiratorias	1	1	1	2	5	2	10	TD
Manejar maquinaria pesada	Posturas inadecuadas	Sobreesfuerzo	TME (Transtornos Musculo esqueléticas)	1	2	1	2	6	1	6	T
Efectuar la toma de muestreo de aguas subterráneas	Contacto con aguas contaminadas	Infecciones por bacterias	Dermatitis a la piel	1	2	1	1	5	2	10	TD
Realizar excavaciones en pozos	Colapso de paredes	Atrapamiento por derrumbe	Muerte por asfixia	1	2	1	1	5	2	10	TD
Limpiar los derrames ocasionados	Incendios por gases inflamables	Quemaduras graves	Contracciones articulares	1	2	1	1	5	3	15	TD

ACTIVIDAD	PELIGRO	RIESGO	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD					ÍNDICE DE SEVERIDAD	PUNTAJE DEL RIESGO	NIVEL DE RIESGO
				(A)	(B)	(C)	(D)	(IP)			
Soldar piezas o materiales metálicos	Chispas en la vista	Pérdida de la visión	Ceguera o visión borrosa	1	1	2	2	6	3	18	IM

## 5.2.4 EVALUACIÓN DE RIESGOS DEL AUXILIAR DE PERFORACIÓN

**Tabla 17**

*Evaluación de riesgos del auxiliar de perforación*

ACTIVIDAD	PELIGRO	RIESGO	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD					ÍNDICE DE SEVERIDAD	PUNTAJE DE RIESGO	NIVEL DE RIESGO
				(A)	(B)	(C)	(D)	(IP)			
Preparar los equipos de perforación	Manipulación de tuberías pesadas	Sobreesfuerzo	TME (Trastornos musculoesqueléticos)	2	1	1	2	6	2	12	TD
Realizar la mezcla de lodos bentónicos	Contacto con bentonita en polvo	Inhalación de polvo	Enfermedades respiratorias	1	1	1	3	6	3	18	IM
Monitorear los gases durante la perforación	Exposición a gases de hidrocarburos	Intoxicación y mareos	Dolor de cabeza, fatiga	2	1	1	2	6	1	6	T
Limpiar los equipos post perforación	Contacto con residuos de hidrocarburos	Irritación en la piel	Manchas oscuras en la piel, dermatitis	1	1	1	2	5	1	5	T
Manejar la maquinaria de perforación	Exceso de ruido	Pérdida auditiva	Sordera y tinnitus	2	2	1	3	8	3	24	IM
Almacenar las muestras contaminadas	Fugas de gases por hidrocarburos	Intoxicación nasal	Enfermedades respiratorias	1	1	1	2	5	2	10	TD

## 5.3 CONTROL DE LOS RIESGOS DE LA PROSPECCIÓN DEL SUBSUELO

Al efectuar la evaluación de cada uno de los riesgos por puesto de trabajo, es preponderante establecer medidas de corrección de acuerdo a la jerarquía de los controles, tal como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla 18.**

*Control de los riesgos de la prospección del subsuelo*

<b>Prioridad</b>	<b>Siglas</b>	<b>Denominación</b>
1	ELM	Eliminación
2	SUS	Sustitución
3	CDI	Control de Ingeniería
4	CAD	Control Administrativo
5	EPP	Equipos de Protección Personal

De acuerdo a la tabla anterior, los riesgos con mayor probabilidad y severidad deben ser eliminados, no obstante, si ello no es posible entonces deberán ser sustituidos, pero si pueden ser eliminados ni sustituidos deberán aplicarse controles de ingeniería, para que luego de ello sea considere aplicar controles administrativos y acciones de Equipos de Protección Personal (EPP).

En los puestos de trabajos del área de Perforación tanto de los supervisores, operarios y auxiliares de la empresa Geocamb.Cia.Ltda., se determinan las correspondientes medidas de control de acuerdo a los peligros y riesgos que se hayan identificado.

### 5.3.1 CONTROL DE RIESGOS PARA EL SUPERVISOR SSA

En el cargo de Supervisor de SSA, se han establecido diferentes medidas de control en base a los peligros y riesgos que se han identificado, considerando si se deben eliminarse, sustituirse, aplicar nuevas medidas de control y también si se requieren nuevos Equipos de Protección Personal (EPP), todo ello se puede describir en la tabla que se detalla a continuación:

**Tabla 19**

*Control de riesgos para el Supervisor SSA*

PELIGRO	RIESGO	PUNTAJE DE RIESGO	NIVEL DE RIESGO	ELM	SUS	CDI	CAD	EPP	MEDIDAS DE CONTROL
Exposición a partes móviles	Atrapamiento en máquinas	12	TD		x	x			Inspección de equipos apagados y bloqueados
Exposición a gases tóxicos	Intoxicación nasal	21	IM	s	x	x	x		Uso de monitores de lectura instantánea con alarmas Máximo de 15 minutos en atmósferas peligrosas
Derrame de lodos contaminados	Irritación a la piel	5	T			x	x	x	Lavado obligatorio con jabón desengrasante post supervisión
Ausencia del uso del casco	Golpes en la cabeza	6	T				x	x	Utilizar casco de seguridad tipo II y calzado antideslizante
Subsuelos afectados por lluvias	Pérdida de calor del cuerpo	18	IM		x	x	x		uso de ropa térmica activa Turnos cortos de 30 minutos en temperaturas extremas
Simulacros con sustancias peligrosas	Golpes accidentales	10	TD	x	x				Uso de simuladores virtuales en prácticas de alto riesgo

En la tabla anterior se observa que entre las principales medidas de control para riesgos importantes están dados por el uso de monitores de lectura instantánea añadiendo además que el trabajador deberá permanecer como máximo 15 minutos en atmósferas que sean peligrosas y prevalecer el uso de ropa térmica,

### 5.3.2 CONTROL DE RIESGOS PARA EL SUPERVISOR DE CAMPO

Al analizar los peligros y riesgos del Supervisor de Campo, se han determinado diferentes medidas de control que se deben considerarlas al momento de ejecutar sus actividades laborales, estas medidas se describen en la siguiente tabla:

**Tabla 20**

*Control de riesgos para el supervisor de campo*

PELIGRO	RIESGO	PUNTAJE DE RIESGO	NIVEL DE RIESGO	ELM	SUS	CDI	CAD	EPP	MEDIDAS DE CONTROL
Colapso de paredes de excavación	Aplastamiento por derrumbe	10	TD			x	x		Sensores temporales con mallas de contención
Exposición a gases por hidrocarburos	Intoxicación grave o aguda	5	T		x	x			Supervisión continua con detectores de gases y alarmas sonoras
Fallas en barreras de lodos	Aplastamiento por lodos	21	IM	x	x	x	x		Sistemas de alarma por presión de lodos Uso de herramientas largas para medición
Derrames durante almacenamiento	Afectaciones a la piel	4	TR	-	-	-	-	-	.
Errores en perforación	Colapso por mala perforación	15	TD	x	x				Modelado 3D del subsuelo para evitar zonas inestables
Exceso de ruido en campo	Pérdida auditiva	14	TD			x	x	x	Exposición máxima de 15 minutos al día en lugares con más de 100 decibeles Uso obligatorio de orejeras y tapones

En la tabla anterior se observa que en los riesgos triviales (TR) no es necesario aplicar alguna medida de control, sin embargo, en los riesgos importantes el Supervisor de Campo deberá tomar en cuenta el uso de sistemas de alarma por presión y el uso de barreras largas para medir la profundidad de los lodos.

### 5.3.3 CONTROL DE RIESGOS PARA EL OPERADOR DE PERFORACIÓN

Al identificar los peligros durante la ejecución de actividades del Operador de Perforación, es indispensable que se apliquen medidas de control para mitigar o en lo posible, eliminar los riesgos en el trabajo, para lo cual se ha elaborado la siguiente tabla:

**Tabla 21**

*Control de riesgos para el operador de perforación*

PELIGRO	RIESGO	PUNTAJE DE RIESGO	NIVEL DE RIESGO	ELM	SUS	CDI	CAD	EPP	MEDIDAS DE CONTROL
Inhalación de vapores con hidrocarburos	Exposición a BTEX causando intoxicación	10	TD			x	x	x	Sellado inmediato en fugas de vapores. Monitoreo con detectores PID Uso de ventiladores con filtro
Posturas inadecuadas	Sobreesfuerzo	6	T			x			Instalación de asientos ergonómicos con ajuste lumbar
Contacto con aguas contaminadas	Infecciones por bacterias	10	TD		x				Utilizar equipos de muestreo desechables
Colapso de paredes	Atrapamiento por derrumbe	10	TD	x	x				Evitar excavaciones profundas superiores a los 1,5 metros sin equipo especial
Incendios por gases inflamables	Quemaduras graves	15	TD			x	x	x	Inspección continua para la estabilidad del suelo
Chispas en la vista	Pérdida de la visión	18	IM		x	x			Sustitución de soldaduras por tornillería donde sea posible Uso de pantallas de protección colectiva

En la tabla anterior se visualiza que ante la presencia de riesgos importantes, el Operador de Perforación deberá en lo posible, sustituir las soldaduras por tornillería en las uniones que se requieran, considerando además que es indispensable el uso de nuevas pantallas protectoras para proteger la visión.

### 5.3.4 CONTROL DE RIESGOS PARA EL AUXILIAR DE OPERACIÓN

El auxiliar de operaciones debe cumplir con un conjunto de actividades por lo que también está expuesto a los peligros y riesgos en el trabajo, siendo necesario y hasta indispensable aplicar las correspondientes medidas de control para mitigar o eliminar estos problemas, por lo tanto, estas medidas de control se detallan en la tabla que se observa a continuación:

**Tabla 22**

*Control de riesgos para el Auxiliar de Operación*

PELIGRO	RIESGO	PUNTAJE DE RIESGO	NIVEL DE RIESGO	ELM	SUS	CDI	CAD	EPP	MEDIDAS DE CONTROL
Manipulación de tuberías pesadas	Sobreesfuerzo	12	TD		x				Uso de tuberías de fibras de carbono más ligeras
Contacto con bentonita en polvo	Inhalación de polvo	18	IM	x	x	x	x	x	Uso de bentonita prehumedecida Utilizar rociadores para evitar el polvo Uso de respiradores y gafas herméticas
Exposición a gases de hidrocarburos	Intoxicación y mareos	6	T			x	x	x	Uso de detectores de gases con alarma Rotación de personal y uso de respiradores
Contacto con residuos de hidrocarburos	Irritación en la piel	5	T	x	x	x			Automatizar procesos para evitar contacto directo con hidrocarburos
Exceso de ruido	Pérdida auditiva	24	IM	x	x				Uso de perforadores eléctricas con tecnología silenciosa Instalación de silenciadores en motores
Fugas de gases por hidrocarburos	Intoxicación nasal	10	TD			x			Almacenamiento de las muestras en cámaras ventiladas

En base a la tabla anterior, el Auxiliar de Perforación tiene riesgos importantes la inhalación de polvo y la pérdida auditiva ante el exceso de ruido, por lo que se han planteado medidas de control como el uso de bentonita humedecida, rociadores para evitar el polvo, nuevos respiradores y gafas herméticas e instalación de silenciadores en motores de perforación.

## 5.4 DISCUSIÓN

En el área de perforación de la empresa Geocamb.Cia. Ltda., se han detectado diferentes riesgos en el trabajo de prospección de subsuelos contaminados por hidrocarburos, cuyos efectos críticos se tienen en los trabajadores de perforación que laboran en estaciones de servicio o gasolineras que disponen de altas cantidades de combustible.

En las áreas analizadas se han detectado diversos factores como el riesgo físico, mecánico, biológico, ergonómico y principalmente riesgos químicos que generan vapores o gases con hidrocarburos lo que genera un mayor peligro de intoxicación por BTEX o inhalación de bentonita afectando la cavidad nasal de los trabajadores. Todos estos riesgos han sido evaluados con la matriz IPERC en los que se identifica la probabilidad y severidad de cada uno de los riesgos identificados, reconociendo que se han encontrado alrededor de 6 riesgos importantes, 10 riesgos moderados, 6 riesgos tolerables y solamente un riesgo trivial en los puestos de trabajo de Supervisor de SSA, Supervisor de Campo, Operador de Perforación y Auxiliar de Perforación.

En el trabajo realizado por Guerrero et al (2024), sobre Guía para la Identificación de Riesgos Químicos en el Trabajo, señalan que los riesgos químicos son de vital importancia en la evaluación de peligros en el puesto de trabajo, por lo cual, han aplicado el SGA (Sistema Globalmente Armonizado) realizando una clasificación previa de las sustancias químicas peligrosas como aquellas que producen gases oxidantes en contacto

con el agua y aquellos vapores que sobresalen durante el calentamiento de los hidrocarburos afectando las vías respiratorias y la vista de los trabajadores que laboran con este tipo de sustancias.

A continuación se detalla la propuesta operativa de intervención, basada en los resultados de la investigación. Para su correcta estructuración se retoman los antecedentes del problema, reformulando los objetivos con enfoque técnico y aplicando criterios de gestión de riesgo.

## 5.5 PLAN DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE RIESGOS EN EL TRABAJO DE PROSPECCIÓN DE SUBSUELO CONTAMINADO POR HIDROCARBUROS EN ESTACIONES DE SERVICIO PARA LA EMPRESA GEOCAMB CIA. LTDA

### 5.5.1 ANTECEDENTES

Al realizar la presente propuesta de control de riesgos en el trabajo, se han considerado aquellos peligros que se han identificado en el área de Perforación de la empresa Geocamb.Cia.Ltda., al ejecutar las actividades en las estaciones de servicio, por lo cual, se han detectado **riesgos físicos, biológicos, ergonómicos, mecánicos y principalmente riesgos químicos** puesto que los trabajadores se encuentran en contacto con subsuelos contaminados por hidrocarburos.

Por lo tanto, luego de la **identificación y evaluación de riesgos en el trabajo** mediante la Matriz IPERC; se establecen los objetivos primordiales del plan de gestión **de acuerdo a los riesgos moderados e importantes** en relación a las medidas de control,

las cuales se implementarán en base a los programas establecidos para cada uno de ellos siendo los responsables quienes se encargarán de ejecutarlos.

### 5.5.2 OBJETIVO GENERAL

- Garantizar condiciones laborales seguras durante la prospección de subsuelos contaminados por hidrocarburos en estaciones de servicio, mediante la aplicación de mediciones de control en riesgos de trabajo para la empresa Geocamb.Cia.Ltda.

### 5.5.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reducir en 70% las infecciones por aguas contaminadas en el área de Perforación de la empresa Geocamb.Cia.Ltda.
- Reducir en 90% los casos de sobreesfuerzos y posturas forzadas en el área de Perforación de la empresa Geocamb.Cia.Ltda.
- Disminuir en 80% la exposición al ruido y de lesiones o fracturas en el trabajo dentro del área de Perforación de la empresa Geocamb.Cia.Ltda.
- Minimizar en 90% los accidentes por atrapamiento al operar con maquinaria pesada en el área de Perforación de la empresa Geocamb.Cia.Ltda.
- Reducir el 90% de casos por intoxicación con vapores químicos generados por hidrocarburos en el área de Perforación de la empresa Geocamb.Cia.Ltda

### 5.5.1 PROGRAMAS PROPUESTOS DE CONTROL DE RIESGOS EN EL TRABAJO Y RESPONSABILIDADES

De acuerdo a los objetivos específicos establecidos en relación a los factores de riesgos evaluados, se distribuyen las mediciones de control para la mitigación de peligros y riesgos laborales en el área de Perforación de la Empresa Geocamb.Cia.Ltda., las cuales se han agrupado a través de diferentes programas de ejecución tal como se visualiza en la tabla siguiente:

**Tabla 23**

*Programas para las mediciones de control de riesgos y responsables*

<b>OBJETIVOS</b>	<b>MEDIDAS DE CONTROL DE RIESGOS EN EL TRABAJO</b>	<b>PROGRAMAS</b>	<b>RESPONSABLES</b>
<b>Reducir en 70% las infecciones por aguas contaminadas en el área de Perforación de la empresa Geocamb.Cia. Ltda.</b>	Utilizar equipos de muestreo desechables Evitar excavaciones profundas superiores a los 1,5 metros sin equipo especial Inspección continua para la estabilidad del suelo	Prevención a Exposición de Agentes Biológicos	Supervisor de SSA
<b>Reducir en 90% los casos de sobreesfuerzos y posturas forzadas en el área de Perforación de la empresa Geocamb.Cia. Ltda.</b>	Uso de tuberías de fibras de carbono más livianas	Prevención de Riesgos en Manejo de Tuberías	Supervisor de SSA
<b>Disminuir en 80% la exposición al ruido y de lesiones o fracturas en el trabajo dentro del área de Perforación de la empresa Geocamb.Cia. Ltda.</b>	Uso de ropa térmica activa Uso de simuladores virtuales en prácticas de alto riesgo Sensores temporales con mallas de contención Uso de herramientas largas para mediciones profundas Sistemas de alarma por presión de lodos Uso obligatorio de orejeras y tapones Uso de perforadores eléctricas con tecnología silenciosa Exposición máxima de 15 minutos al día en lugares con más de 100 decibeles	Control de Riesgos en Prospección de Suelos  Control de Ruido en Perforación	Supervisor de SSA  Supervisor de SSA
<b>Minimizar en 90% los accidentes por atrapamiento al operar con maquinaria pesada en el área de Perforación de la empresa Geocamb Cia Ltda.</b>	Inspección de equipos apagados y bloqueados Instalación de silenciadores en motores	Seguridad de Equipos Mecánicos	Supervisor de SSA
<b>Reducir el 90% de casos por intoxicación con vapores químicos generados por hidrocarburos en el área de Perforación de la empresa Geocamb Cia. Ltda</b>	Sellado inmediato en fugas de vapores Máximo de 15 minutos en atmósferas peligrosas Uso de ventiladores con filtro Utilizar rociadores para evitar el polvo Uso de bentonita prehumedecida	Control de vapores químicos peligrosos  Control de Polvo y Partículas en Perforación	Supervisor de SSA  Supervisor de SSA

OBJETIVOS	MEDIDAS DE CONTROL DE RIESGOS EN EL TRABAJO	PROGRAMAS	RESPONSABLES
	Uso de monitores de lectura instantánea con alarmas Monitoreo con detectores PID Uso de respiradores y gafas herméticas	Monitoreo contra Gases Peligrosos	Supervisor de SSA

## 6 CONCLUSIONES

Al analizar los peligros en el área de perforación de la empresa Geocamb.Cia.Ltda, se han identificado cuatro puestos de trabajo más afectados por la contaminación por hidrocarburos, entre los cuales están el Supervisor de SSA (Seguridad, Salud y Ambiente), Supervisor de Campo, Operador de Perforación y Auxiliar de Perforación, los cuales han sido afectados por diferentes factores entre los cuales están los riesgos físicos, biológicos, ergonómicos, mecánicos y principalmente riesgos químicos ante la inhalación de polvos, vapores o gases relacionados con los hidrocarburos.

Al efectuar la evaluación de riesgos en el trabajo de prospección de suelos contaminados por hidrocarburos, se ha utilizado la Matriz IPERC, la misma que evalúa los riesgos identificados mediante la probabilidad y severidad en los puestos de trabajo del área de Perforación de Geocamb.Cia.Ltda., reconociendo que los riesgos más importantes están dados por intoxicación nasal debido a la exposición de bentonita o gases tóxicos hidrocarburiíferos, pérdidas de la visión por soldadura de piezas metálicas y pérdidas auditivas debido al exceso de ruido de las máquinas durante la perforación del suelo.

Debido a los peligros que se han identificado y evaluado en el área de perforación, se han establecido ocho programas que se encargarán del control y mitigación de riesgos en el trabajo cuya responsabilidad principal estará a cargo del Supervisor de SSA (Seguridad, Salud y Ambiente), estos programas se direccionan hacia el control de vapores químicos peligrosos, control de polvo y vapores en áreas de perforación, monitoreo de gases peligrosos, seguridad de equipos mecánicos, control del exceso de ruido y prevención de agentes biológicos contaminantes.

## REFERENCIAS

- Amendaño, E. N. (2023). Factores de Riesgos Psicosocial en los Trabajadores del Sector Petrolero durante Jornadas Extendidas de Trabajo.  
<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4980/1/Amenda%C3%B1o%20Est%C3%A9vez%20Erika%20Nathaly.pdf>
- ASTM. (2010). Práctica estándar para la caracterización acelerada de sitios contaminados con residuos peligrosos en zonas vadosas y aguas subterráneas. *ASTM D6235-04*. <https://store.astm.org/d6235-04r10.html>
- ASTM. (2018). Guía estándar para el uso de perforación rotatoria directa con fluido de perforación a base de agua para la exploración geoambiental y la instalación de dispositivos de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo. . *ASTM D5783 - 18*. <https://store.astm.org/d5783-18.html>
- C155 - Convenio Sobre Seguridad y Salud de Los Trabajadores (1981).  
[https://normlex.ilo.org/dyn/nrmlx\\_es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100\\_ILO\\_CODE:C155](https://normlex.ilo.org/dyn/nrmlx_es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:C155)
- Código Del Trabajo, Codificación 17: Registro Oficial Suplemento 167 (2020).  
[https://www.ces.gob.ec/lotaip/2020/Junio/Literal\\_a2/C%C3%B3digo%20del%20Trabajo.pdf](https://www.ces.gob.ec/lotaip/2020/Junio/Literal_a2/C%C3%B3digo%20del%20Trabajo.pdf)
- Constitución Política de La República Del Ecuador, Registro Oficial 449 (2021).  
[https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador\\_act\\_ene-2021.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf)
- Convenio 187 Sobre El Marco Promocional Para La Seguridad y Salud En El Trabajo (2006).  
[https://normlex.ilo.org/dyn/nrmlx\\_es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100\\_INSTRUMENT\\_ID:312332](https://normlex.ilo.org/dyn/nrmlx_es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_INSTRUMENT_ID:312332)
- Díaz, A. A., Bravo, R. J., & Vega, R. D. (2021). Efectos sobre suelos de un fluido de perforación con coque de petróleo como controlador de filtrado, 4.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2021.22.4.031>

- Dirección de Seguridad Laboral. (2024). *Qué son los Riesgos Laborales? - Riesgos Químicos*. 1–8.  
<https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/empleopublico/archivos/Quimicos.pdf>
- Geología Construcción y Ambiente.cía.Ltda. (2024, December 10). *Servicios de Geocamb*. <https://geocamb.com.ec/geologia/>
- Guerrero, A., Gutiérrez, M., Tadeo, N. R., Sánchez, J. A., Huitrón, N. A., & Real, G. A. (2024). *Guía para la identificación y clasificación de peligros químicos en los centros de trabajo*. 40, 73–79. <https://doi.org/10.20937/rica.54837>
- INEC. (2018, January 1). *Resultados de clasificación*.  
[https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/resul\\_correspondencia.php?id=F4100.10&ciiu=12](https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/resul_correspondencia.php?id=F4100.10&ciiu=12)
- Inglés, J. (2020). Equipos de protección individual para el cuerpo frente a agentes biológicos en trabajadores sanitarios. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 23(3), 366–374. <https://doi.org/10.12961/apr.2020.23.03.07>
- Kipsang, B., Habel, W., & Cheruiyot, M. (2023). *Geología y geofísica aplicadas a la exploración: Una perspectiva sinóptica* (Nuestro Conocimiento) , 1–132.
- Martínez, P. (2014). *Prospección Geofísica 1: Métodos de Campo Natural*. . In Universidad Politécnica de Cartagena (Ed.), *Dialnet: Universidad de la Rioja*: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=660884>
- Ministerio de Trabajo. (2003). *Reglamento de Seguridad y Salud de Los Trabajadores*, Pub. L. No. 565, Decreto Ejecutivo 2393: Reglamento Oficial 565, 1–230.  
[https://ewdata.rightsindevelopment.org/files/documents/19/IADB-EC-L1219\\_f25d5vw.pdf](https://ewdata.rightsindevelopment.org/files/documents/19/IADB-EC-L1219_f25d5vw.pdf)
- Ministerio de Trabajo. (2008). *Reglamento del Instructivo Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Resolución de La Secretaría Andina 957*, 1–8.
- Ministerio de Trabajo. (2017). *Reglamento de Seguridad Para La Construcción y Obras Públicas.*, Acuerdo Ministerial 174: Registro Oficial ,1–8.1.<https://www.cip.org.ec/attachments/article/112/Reglamento-para-la-Construccion-y-Obras-Publicas.pdf>
- Ministerio de Trabajo. (2024).*Reglamento de Seguridad y Salud En El Trabajo*, Decreto 255. Suplemento No. 554, 1–43.

- Ministerio del Trabajo. (2024). Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2024-196, 1–23.  
<https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/10/ACUERDO-MINISTERIAL-NRO.-MDT-2024-196-signed.pdf>
- Ministerio del Trabajo. (2013). Símbolos Gráficos, Colores de Seguridad y Señales de Seguridad., Norma Técnica Ecuatoriana: NTE - INEN - ISO -3864 -1:2013, 1–24.
- Mora, J. C., Sotomayor, J. M., Méndez, C., López, J., & Vallejo, M. A. (2022). *Evaluación del riesgo químico mediante la aplicación de un índice de seguridad inherente: un caso de estudio en cursos de docencia de química general en un centro universitario*, 5, 100–114.  
<https://www.redalyc.org/journal/6998/699872860009/html/>
- Moretti, F., & Valiente, M. (2023). Contaminación Ambiental y sus Efectos en la Salud Pública. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(1), 257–268.  
<https://doi.org/10.35381/r.k.v8i1.2784>
- Neusa, G., Alvear, R., Cabezas, E., & Jiménez, J. (2019). *Riesgos disergonómicos: Biometría postural de los trabajadores de plantas industriales en Ecuador*, vol. Esp 25, 415–428. <https://www.redalyc.org/journal/280/28065583027/html/>
- OIT. (2002, September 20). *P155 - Protocolo de 2002 relativo al Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores 1981*.  
[https://normlex.ilo.org/dyn/nrmlx\\_es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO:12100:P12100\\_INSTRUMENT\\_ID:312338:NO](https://normlex.ilo.org/dyn/nrmlx_es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO:12100:P12100_INSTRUMENT_ID:312338:NO)
- Paz, G. (2021). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Ojeda, M., Córdova, Y., Álvarez, J., López, J., Martínez, G., & Morales, C. (2023). Remediación de suelos contaminados con hidrocarburos empleando sustancias húmicas de vermicomposta. *Revista Terra Latinoamericana*, 41, 1–18.  
<https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1656>
- Ortega-Ramirez, A. T., Torres-López, C. A., Silva-Marrufo, O., & Moreno-Barriga, L. A. (2023). VALIDACIÓN SINTÉTICA DE SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS PESADOS. CASO DE ESTUDIO. *Revista Fuentes El Reventón Energético*, 21(1), 83–93.  
<https://doi.org/10.18273/revfue.v21n1-2023006>
- Paz, G. (2021). *Metodología de la investigación* (Grupo Editorial Patria, Ed.).

- Picon, L., & Solano, J. (2024, December 17). Riesgos laborales de la planta de gas licuado de petróleo de una planta de Cerámica en Cuenca Ecuador. . *Revista Runas*, 5 N°10, 1–6. <https://doi.org/10.46652/runas.v5i10.215>
- Rico, José., Ignacio, Juan., Mondragónl, Perla., & Sánchez, Juan. (2020). Recuperación de un suelo contaminado por una mezcla de hidrocarburos. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 11(2), 75–83. <https://doi.org/10.36610/j.jsars.2020.110200075>
- Rivera, P., Candelo, J., & Bonilla, L. (2023). Propuesta de herramienta integrada para diagnosticar impactos ambientales y su afectación a la salud humana en dos empresas del Valle del Cauca (Colombia). *Revista CEA*, 9(20), 1–19. <https://doi.org/10.22430/24223182.2492>
- Santana, M., Torrens, M., Santana, L., & García, E. (2020). Enfermedades ocupacionales por exposición a benceno en trabajadores de gasolineras. *Revista San Gregorio*, 40. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2528-79072020000300157&lang=es](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2528-79072020000300157&lang=es)
- Superintendencia de Compañías. (2025, March 10). *Portal de información consulta de compañías*. <https://appscvsgen.supercias.gob.ec/consultaCompanias/societario/busquedaCompanias.jsf>
- Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral. (2024). *Manual para Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles IPERC*, 1–64. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3929426/Manual%20para%20Identificaci%C3%B3n%20de%20Peligros%20y%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20Riesgos%20y%20Determinaci%C3%B3n%20de%20Controles%20-%20IPERC.pdf.pdf>
- Vargas, G. (2022). Identificación, evaluación y prevención de riesgos mecánicos en el taladro de perforación de petróleo CCDC 37. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 14(2), 55–67. <https://doi.org/10.29166/revfig.v14i2.3708>
- Vásquez, C., Ordóñez, C., & Gonzales, F. (2022). Derrame de petróleo y sus efectos sobre la salud. *ACTA MEDICA PERUANA*, 39(1). <https://doi.org/10.35663/amp.2022.391.2330>

Villanueva, F. (2022). *Metodología de la Investigación* (Klik Soluciones Educativas S.A., Ed.).

Vizuite, Ricardo., Pascual, A., Taco, C., & Morales, M. (2021). Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos a base de bacterias utilizadas como bioproductos. *Revista Lasallista de Investigación*, 17(1), 1–1.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-44492020000100177](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492020000100177)

## 7 ANEXOS

### ANEXO 1. ACTIVIDAD POR PERFORACIÓN DEL SUELO EN LA ESTACIÓN DE SERVICIO



## ANEXO 2. MEDICIÓN DE COV'S EN EL AMBIENTE



## ANEXO 3. MEDICIÓN DE COV'S EN POZOS EXPLORATORIOS



## ANEXO 4. EXPLORACIÓN GEOFÍSICA DEL SUELO

