



## FORMATO DE PRESENTACIÓN DE PROYECTOS INVESTIGACION - VINCULACIÓN – ESPOCH

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PROYECTO DE VINCULACIÓN

### 1. DATOS GENERALES

<b>NOMBRE DEL PROGRAMA:</b> Integración de las capacidades investigativas y de docencia para la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> Determinación de calidad de agua en acuíferos y sus riesgos asociados en zonas petroleras de la Amazonía norte del Ecuador		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN RELACIONADO:</b>		
<b>RESUMEN DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>		
<b>PRESUPUESTO</b>	<b>ESPOCH</b>	<b>EXTERNO</b>
Año 1:	\$ 56.860,56	\$ 42.416,60
Año 2:	\$ 30.616,44	\$ 21.000,00
<b>Presupuesto Total</b>	<b>\$ 87.477,00</b>	<b>\$ 64.833,20</b>
<b>REALIZADO POR:</b>		
<b>GRUPO DE INVESTIGACIÓN</b>	X	<b>EQUIPO DE VINCULACIÓN</b>
Nombre del grupo: YASUNI SD		
Facultad Sede/es: Orellana y Matriz		Carreras: Ambiental

### 1.1 INFORMACIÓN DEL DIRECTOR/INVESTIGADOR RESPONSABLE

<b>Apellidos y Nombres:</b>	Mestanza Ramón, Carlos	
<b>Cargo:</b>	Director	
<b>Correo electrónico:</b>	<a href="mailto:carlos.mestanza@esepoch.edu.ec">carlos.mestanza@esepoch.edu.ec</a>	
<b>Teléfono:</b>	Celular: 0968277770	Convencional: s/n
<b>Facultad, Carrera /Extensión:</b>	Sede Orellana	

### TIPO DE INVESTIGACIÓN (Podrá Seleccionar solamente una)

Investigación Científica	X	Desarrollo Tecnológico	Innovación tecnológica
--------------------------	---	------------------------	------------------------

### 1.2 SECTOR EN EL QUE TENDRÁ IMPACTO EL PROYECTO: (Podrá seleccionar más de una)

Desarrollo humano y social		Fomento agropecuario y desarrollo productivo	Biodiversidad y ambiente	X
Recursos naturales	X	Energía	Tecnología de la información y comunicación	



### 1.3 ÁREA DE INVESTIGACIÓN /VINCULACIÓN: (DE ACUERDO A LA UNESCO)

Ciencias Exactas y naturales	X	Ingeniería y Tecnología	X	Ciencias Médicas	
Ciencias Agrícolas		Ciencias Sociales		Humanidades	

Área del conocimiento	Sub área del conocimiento	Sub Área Específica
05 Ciencias Físicas, Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadísticas	052 Medio Ambiente	0521 Ciencias Ambientales

### 1.4 INDIQUE EL O LOS OBJETIVOS DEL PLAN DE CREACIÓN DE OPORTUNIDADES 2021-2025 DE ECUADOR, EN EL QUE EL PROYECTO SE IDENTIFICA CON SU EJECUCIÓN:

<b>Objetivo 1:</b> Incrementar y fomentar, de manera inclusiva, las oportunidades de empleo y las condiciones laborales.		<b>Objetivo 2:</b> Impulsar un sistema económico con reglas claras que fomente el comercio exterior, turismo, atracción de inversiones y modernización del sistema financiero nacional.	
<b>Objetivo 3:</b> Fomentar la productividad y competitividad en los sectores agrícola, industrial, acuícola y pesquero, bajo el enfoque de la economía circular.		<b>Objetivo 4:</b> Garantizar la gestión de las finanzas públicas de manera sostenible y transparente.	
<b>Objetivo 5:</b> Proteger a las familias, garantizar sus derechos y servicios, erradicar la pobreza y promover la inclusión social.		<b>Objetivo 6:</b> Garantizar el derecho a la salud integral, gratuita y de calidad.	
<b>Objetivo 7:</b> Potenciar las capacidades de la ciudadanía y promover una educación innovadora, inclusiva y de calidad en todos los niveles.		<b>Objetivo 8:</b> Generar nuevas oportunidades y bienestar para las zonas rurales, con énfasis en pueblos y nacionalidades	
<b>Objetivo 9:</b> Garantizar la seguridad ciudadana, orden público y gestión de riesgos.		<b>Objetivo 10:</b> Garantizar la soberanía nacional, integridad territorial y seguridad del Estado.	
<b>Objetivo 11:</b> Conservar, restaurar, proteger y hacer un uso sostenible de los recursos naturales.	X	<b>Objetivo 12:</b> Fomentar modelos de desarrollo sostenibles aplicando medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.	
<b>Objetivo 13:</b> Promover la gestión integral de los recursos hídricos.		<b>Objetivo 14:</b> Fortalecer las capacidades del Estado con énfasis en la administración de justicia y eficiencia en los procesos de regulación y control, con independencia y autonomía.	
<b>Objetivo 15:</b> Fomentar la ética pública, la transparencia y la lucha contra la corrupción.		<b>Objetivo 16:</b> Promover la integración regional, la inserción estratégica del país en el mundo y garantizar los derechos de las personas en situación de movilidad humana.	

### 1.5 LÍNEA INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIÓN/VINCULACIÓN Y PROGRAMA

Administración y Economía Popular		Tecnologías de la Información, Comunicación		Energías Renovables y Protección Ambiental	X
Gestión y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales		Arte Cultura y patrimonio		Las que se generen en los próximos años	
Procesos tecnológicos Artesanales e Industriales					
Salud y Nutrición					
Ciencias básicas y aplicadas					
Educación y Pedagogía					



## PROGRAMA(S) DE INVESTIGACION Y/O VINCULACIÓN

1. Ambiente, biodiversidad y recursos naturales
2. Manejo y aprovechamiento de recursos naturales

### 1.6 TIEMPO DE DURACIÓN DEL PROYECTO

<b>DURACIÓN DEL PROYECTO:</b> Tiempo total: 24 meses	<b>Fecha de Inicio:</b> 07/01/2023	<b>Fin planificado:</b> 07/01/2025
---	------------------------------------	------------------------------------

### 1.7 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El estudio se realizará en región Amazónica del Ecuador (Figura 1) en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo. Esta área está compuesta por dos cuencas hidrográficas Putumayo y Napo (Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador-INOCAR, 2005). Las principales actividades económicas en la región son las actividades agropecuarias, extracción de recursos naturales como petróleo desde 1967 y las actividades mineras, las cuales se intensificaron en las dos últimas décadas (Cajamarca Carrazco et al., 2019). Estas actividades han sido consideradas las principales fuentes de los impactos ambientales a consecuencia del uso de agroquímicos y metales pesados en procesos de producción y extracción (J. Espinosa & Moreno, 2018).

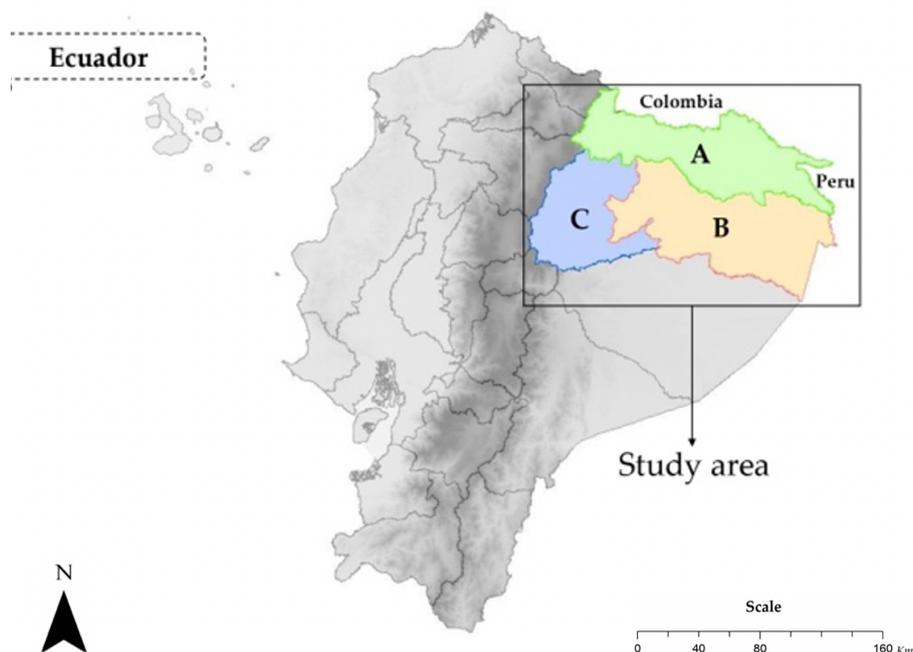


Figura 1. Área de estudio; A: Sucumbíos, B: Orellana, C: Napo.



### 1.8 TIPO DE COBERTURA

Nacional	<input checked="" type="checkbox"/>	Regional	<input type="checkbox"/>	Provincial	<input type="checkbox"/>	Cantonal	<input type="checkbox"/>	Parroquial	<input type="checkbox"/>
----------	-------------------------------------	----------	--------------------------	------------	--------------------------	----------	--------------------------	------------	--------------------------

Describe:

### 1.9 Tipo de proyecto:

Nuevo	<input checked="" type="checkbox"/>	Continuación	<input type="checkbox"/>
-------	-------------------------------------	--------------	--------------------------

### 1.10 PROPUESTA RELACIONADA CON UN PROYECTO EN EJECUCIÓN O YA EJECUTADO

En ejecución	<input type="checkbox"/>	Ejecutado	<input type="checkbox"/>
--------------	--------------------------	-----------	--------------------------

Título del proyecto anterior:

Institución ejecutora principal:

Director/a del proyecto:

### 1.11 DATOS DE LAS INSTITUCIONES EJECUTORAS DEL PROYECTO PRESENTADO

ESPOCH:

FACULTAD	<i>marque con una x</i>	CARRERAS
Facultad de Ciencias	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingeniería Ambiental
Facultad de Informática y Electrónica	<input type="checkbox"/>	
Facultad de Salud Pública	<input type="checkbox"/>	
Facultad de Recursos Naturales	<input type="checkbox"/>	
Facultad de Mecánica	<input type="checkbox"/>	
Facultad de Administración de Empresas	<input type="checkbox"/>	
Facultad de Ciencias Pecuarias	<input type="checkbox"/>	
Sede Morona Santiago	<input type="checkbox"/>	
Sede Orellana	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingeniería Ambiental

### 1.12 OTRAS INSTITUCIONES NACIONALES O INTERNACIONALES QUE PARTICIPEN EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO:

Nombre de la Institución:	FORO UNIVERSITARIO PARA LA COOPERACIÓN CIENTÍFICA ITALIA-ECUADOR
Siglas:	FUCSIE
Contacto:	Prof. Salvatore Straface PhD
Ciudad:	Rende, Italia
Correo electrónico:	<a href="mailto:salvatore.straface@unica1.it">salvatore.straface@unica1.it</a>
Página Web:	<a href="https://n9.cl/ipfcn">https://n9.cl/ipfcn</a>
Teléfonos:	+393209224885
Tipo de participación:	El Foro FUCSIE como contraparte contribuirá con recursos para temas de viajes técnicos y publicaciones científicas. Adicional, aportará con investigadores (Talento Humano)



### 1.13 PERSONAL DEL PROYECTO

Cargo	Facultad y carrera	Cédula de Identidad	Nombre completo	Docente titular/ ocasional	Correo electrónico institucional	Teléfono	Carga Horaria semanal
Investigador Responsable/ Director	Sede Orellana <u>Grupo de Investigación YSUNI-SDC</u>	2100168273	Carlos Mestanza Ramón	Titular	<a href="mailto:carlos.mestanza@espoch.edu.ec">carlos.mestanza@espoch.edu.ec</a>	0968277770	16
Director Subrogante	Ciencias <u>Grupo de Investigación GIADE</u>	0603357682	María Rafaela Vitéri Uzcategui	Titular	<a href="mailto:rafaela.viteri@espoch.edu.ec">rafaela.viteri@espoch.edu.ec</a>	0992511239	4
Investigadora	Ciencias Pecuarias <u>Grupo de Investigación GIDIPA</u>	0603599655	María Belén Bravo Avalos	Ocasional	<a href="mailto:maria.bravo@espoch.edu.ec">maria.bravo@espoch.edu.ec</a>	0995025210	2
Investigador externo FUCSIE	RED FUCSIE	YA9433975	Salvatore Straface	Ordinario	<a href="mailto:salvatore.straface@unical.it">salvatore.straface@unical.it</a>	+393209224885	5
Investigador externo FUCSIE	RED FUCSIE	YA5657582	Alessandra Corrado	Ordinario	Por definir	Por definir	4
Investigador externo FUCSIE	RED FUCSIE	YA8109448	Giovanni D'orio	Ordinario	Por definir	Por definir	4
Investigador externo FUCSIE	RED FUCSIE	1757620545	Isabella Giunta	Titular	Por definir	Por definir	4
Tesista	Sede Orellana	0705736866	Yosselin Liceth Sánchez Erraez	Estudiante	<a href="mailto:yosselin.sanchez@espoch.edu.ec">yosselin.sanchez@espoch.edu.ec</a>	099503 2434	2

### 1.14 Apoyo administrativo y técnico

Cargo	Facultad/Dependencia	Cédula de Ciudadanía	Nombre completo	Correo electrónico
Investigador	IDI	2100994256	Demmy Jussey Mora Silva	<a href="mailto:demmy.mora@espoch.edu.ec">demmy.mora@espoch.edu.ec</a>

### RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

La zona norte del Ecuador en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo se caracteriza por una alta presencia de actividad petrolera, es así que estas dos jurisdicciones son consideradas la mayor fuente de ingresos para el estado ecuatoriano. Es así que a partir de la década de los cincuenta se registran las primeras actividades en el ámbito petrolero con las actividades de exploración. En estos años se registran los primeros impactos relacionados con la afectación a los elementos bióticos. A partir de la década de los setenta se producen la actividad extractiva, trayendo consigo nuevos impactos que se sumarían a la afectación biótica, como es la contaminación del agua, suelo y atmosfera, todo esto a causa de los constantes derrames de petróleo. Reportes oficiales indican que anualmente se derraman más de 32.000 barriles de petróleo, uno de los incidentes más recientes es el suscitado en el



2020 en los límites provinciales de las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo, donde se derramaron más de 15.000 barriles de petróleo afectando la biodiversidad, suelo, cuerpos hídricos superficiales y acuíferos. Por otra parte, es importante resaltar que los pueblos y comunidades en la Amazonía norte del Ecuador usan el agua de los ríos (agua superficial) o construyen pozos (agua subterránea) para abastecer las necesidades del consumo de agua diaria. Es así que, en la actualidad se desconoce la calidad de agua que está consumiendo la población en estas dos provincias. En ese sentido, el presente proyecto tiene por objetivo determinar la calidad de agua subterránea (acuíferos) y suelo, aplicando un muestreo aleatorio que permita mapear las zonas con mayor riesgo ecológico y a la salud humana. Estos resultados beneficiarán con información actualizada a una población aproximadamente de 442.496 personas que viven en la Amazonía norte del Ecuador (Cando, 2021; Vera, 2010; Villacís & Carrillo, 2012), en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo. Adicional, se espera que la información sirva de herramienta para aplicar planes de remediación o prevención en la zona de estudio. Los recursos para la ejecución del proyecto provendrán de la alianza estratégica entre la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador) y el FORO UNIVERSITARIO PARA LA COOPERACIÓN CIENTÍFICA ITALIA-ECUADOR (FUCSIE), con el 61,10% como contraparte. La dirección y subdirección del proyecto estará a cargo del profesor Carlos Mestanza Ramón (Grupo de Investigación YASUNI-SDC, Sede Orellana) y la profesora María Rafaela Vitéri Uzcategui (Grupo de Investigación GIADÉ, Matriz) respectivamente, adicional se contará con la participación del profesor Salvatore Straface en representación del FORO UNIVERSITARIO PARA LA COOPERACIÓN CIENTÍFICA ITALIA-ECUADOR (FUCSIE) como contraparte. El proyecto está programado ejecutarse en 24 meses.

## 2. CONTENIDO DEL PROYECTO

### 2.1 ANTECEDENTES

El colapso de un oleoducto en la Amazonía ecuatoriana es más un patrón que una sorpresa debido a las características de su paisaje natural (Kirsch, 2022; Rahman et al., 2022). El petróleo extraído en una selva tropical es transportado a la costa del Pacífico a través de los Andes (C. I. Espinosa et al., 2021; Muniz et al., 2004). Las tuberías se pueden tender a lo



largo de los ríos, por ejemplo, en la zona del río Coca. El problema es que la región es inestable, con erupciones volcánicas, terremotos y frecuentes inundaciones repentinas que ocurren de vez en cuando. Es por eso que cualquier infraestructura construida aquí está en riesgo. Y en cuanto a las instalaciones de extracción de petróleo, su daño conduciría inevitablemente a daños ambientales. Hubo varios incidentes con el oleoducto SOTE antes de 2020. Dada la tendencia, un nuevo colapso del oleoducto era cuestión de tiempo (Cuvi & Bejarano, 2015; Maurice et al., 2019).

La ruptura del oleoducto de 2020 fue causada por una erosión frontal en el río Coca. La erosión hacia la cabeza es cuando un río erosiona su región de origen, alargando su canal en una dirección opuesta a la del flujo (Rivera-Parra et al., 2021; Wingfield et al., 2021). A través de estos cambios, el río comenzó a descender con mucha fuerza, lo que terminó rompiendo parte del talud lateral. La erosión llegó al lugar donde se enterraron las tuberías y causó su daño. Pero, ¿por qué ocurrió la erosión en primer lugar? Existe la teoría de que las actividades humanas lo desencadenaron. Algunos expertos relacionan la erosión con la represa hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, particularmente con su embalse de derivación (Coronel Vargas et al., 2020; Lyall, 2018). El embalse tiene un sistema de trampas de arena que filtran el agua de los sedimentos (Coca es un río con alto contenido de sedimentos). Las aguas con una carga de sedimentos disminuida intentan recuperarla erosionando el lecho y las orillas del río (Lessmann et al., 2016). Este fenómeno se llama 'aguas hambrientas'. Así, aguas hambrientas son la razón por la cual el salto San Rafael de 150 metros de altura cambió su curso el 2 de febrero de 2020. Este ejemplo y todos sus cuestionamientos es solo la punta del iceberg, considerando la afectación histórica de esta región (Cuvi & Bejarano, 2015; C. I. Espinosa et al., 2021; Maddela et al., 2015).

La Amazonía ecuatoriana es una de las áreas con mayor biodiversidad en el mundo, con una riqueza sobresaliente de anfibios, aves, peces, reptiles, murciélagos y árboles. Esta región también alberga al menos nueve nacionalidades indígenas, incluidos dos grupos en aislamiento voluntario, los Tagaeri y los Taromenane (Cajamarca Carrasco et al., 2019). Sin embargo, a pesar de su alta diversidad biológica y cultural, la región está expuesta a



numerosos impactos sociales y ambientales, principalmente causados por la minería del cobre y el oro, la tala de árboles, la agricultura extensiva, la ganadería y, en especial, la extracción de petróleo. Esa sí que en los últimos años Ecuador ha experimentado una importante expansión de la industria petrolera en su región amazónica, especialmente en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo, llegando a producir un poco más de 500.00 barriles de petróleo por día (Vargas et al., 2020).

Existe una amplia documentación sobre los impactos ambientales directos e indirectos causados por la explotación petrolera en la Amazonía ecuatoriana. En Ecuador, esta actividad se ha caracterizado por el uso de tecnología obsoleta y la aplicación de controles ambientales deficientes (Cuvi & Bejarano, 2015; San Sebastián & Hurtig, 2005; San Sebastián & Karin Hurtig, 2004). Por ejemplo, solo entre 1994 y 2001 se derramaron 29 000 barriles de petróleo crudo en la Amazonía ecuatoriana, de los cuales 7000 nunca se recuperaron del medio ambiente. Como resultado de la liberación de miles de barriles de petróleo, se han informado problemas de salud en las poblaciones locales y degradación de los hábitats que afectan a la biodiversidad de sus ecosistemas. Se considera que uno de las principales causantes de los problemas de salud en las poblaciones amazónicas es el consumo de agua contaminada por hidrocarburos que proviene principalmente de agua superficial y acuíferos (Vargas et al., 2020).

Dotar de agua potable a las comunidades ha sido un tema prioritario en las políticas de los gobiernos seccionales en la Amazonía norte, es así que uno de los métodos más usados es la construcción de tanques elevados los cuales usan agua de ríos o subterránea para el abastecimiento por gravedad (C. I. Espinosa et al., 2021). Estos sistemas por lo general una vez contruidos no se asignan presupuestos para un correcto control y seguimiento, es así que se desconoce la calidad de agua que está siendo usada por poblaciones en esta parte de la Amazonía. Es así, que la falta de información y desconocimiento sobre el estado actual de los cuerpos hídricos superficiales y subterráneos impide tomar acciones en aras de prevenir afectaciones a la salud humana (Muniz et al., 2004; Vargas et al., 2020).



## 2.2 JUSTIFICACIÓN

Con los antecedentes expuestos, es evidente la falta de información sobre el estado actual respecto de la calidad de los cuerpos hídricos subterráneos. En ese sentido, es fundamental centrar esfuerzos que permitan determinar la calidad del agua de los acuíferos en la Amazonía norte del Ecuador. La propuesta del proyecto surge desde la necesidad al considerar importante y un derecho el velar por la calidad de vida de las poblaciones en esta zona Amazónica. Esto permitirá contar con información que proyecte a las autoridades la ejecución de acciones correctivas o preventivas para precautelar la salud humana y el buen vivir que reza en la Carta Magna del Ecuador.

Para la ejecución del proyecto se ha considerado la alianza estratégica entre la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y el FORO UNIVERSITARIO PARA LA COOPERACIÓN CIENTÍFICA ITALIA-ECUADOR (FUCSIE). En ese sentido, se aplicará a la convocatoria de proyectos ESPOCH 2022, se espera que FUCSIE contribuya con el 61,10% del total como contraparte. Se provee recorrer las zonas con mayor actividad petrolera y específicamente zonas que han sido afectadas por derrames petroleros históricos. Para la toma de muestras se priorizará los pozos construidos en hogares, lo cual facilitará el proceso de muestreo y reducirá sus costos.

## 2.3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La problemática no es reciente, pues hay que hacer un recuento ya que Ecuador históricamente conocido como un país petrolero, resultante de ello y sus actuaciones ha tenido implicaciones no con una sino con varias aristas principalmente ambientales, sociales y económicas en las zonas identificadas como petroleras que se ubican principalmente en la región amazónica; la cual está conformada por seis provincias: Sucumbíos, Napo, Orellana, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe; 41 cantones y 242 parroquias. De las cuales Orellana es última en crearse; toda la región cubre una superficie aproximada de 116000 km<sup>2</sup>, equivalentes al 48% del área total del Ecuador (Espinoza, 2019; Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Francisco de Orellana, 2020). Los recursos hídricos superficiales están formados por recursos de agua que nacen en los flancos orientales de la Cordillera de



los Andes, fluyen hacia el este y suroeste y son vertientes del Amazonas, su sistema hidrológico está proporcionado por las precipitaciones pluviales, aumenta el caudal de los ríos principalmente en los meses de junio y julio, y disminuyen a su mínimo en enero y diciembre (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Francisco de Orellana, 2022; Gobierno Autónomo Provincial Sucumbios, 2015). En el Río Putumayo la variación de caudales es muy alta dentro del mes, la gran velocidad con la que se incrementa y decrece el caudal afecta la navegación y determina la erosión en los márgenes; empeorado por el desmonte e incluso en los meses de mayor sequía la diferencia es muy apreciable, generalmente los ríos de la región no se secan, son de régimen permanente (Hurtig & Sebastián, 2004; Uyttersprot et al., 2022).

En el Ecuador la actividad petrolera principalmente es parcializada, lo que encubre la verdadera situación ambiental, social y económica de la Amazonía de forma muy pronunciada, la poca y hasta nula atención que tiene ha causado serios problemas en los enfoques antes mencionados, pero principalmente retrasando aún más el desarrollo de esta región, que por el contrario de lo que se piensa, esta debería estar muy bien posicionada (Kimberling, 2005; Kobal et al., 2017; Muniz et al., 2004; Ramirez et al., 2017; Townsend et al., 2005). Los grupos ecologistas quienes exponen que la actividad petrolera causa un serio quebranto ambiental, dañando la región de forma irremediable, su ecosistema de forma general, de la mano transgrediendo contra la salud y el estilo de vida de los habitantes de la Región en mención, sin embargo por otro lado y de carácter contradictorio a estos pensamientos están los defensores de la extracción de petróleo, desde el enfoque económico, pues sostienen que la economía del país se ha mantenido gracias a los ingresos provenientes de la venta del petróleo (Jernelöv & Lindén, 1983; Lyall, 2018; Wingfield et al., 2021).

Pero la misma actividad petrolera ha causado un sinnúmero de daños y problemas (Figura 2) al mismo sector; según informes del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), en la última ruptura del Oleoducto de Crudos Pesados (OCP), contaminó al menos 21 007,91 metros cuadrados (m<sup>2</sup>) del Parque Nacional Cayambe-Coca, una de las 66 áreas protegidas de Ecuador, evidenciaron “una potencial afectación a la provisión de

servicios ambientales y riesgos a la salud humana”. Superando los 27.000 pobladores indígenas amazónicos habitantes de la zona quienes afectaron varios de sus derechos básicos principalmente el uso de agua limpia y saludable, a la alimentación, en la actualidad están desconectados debido a la rotura de la carretera que une Quito con Lago Agrio.

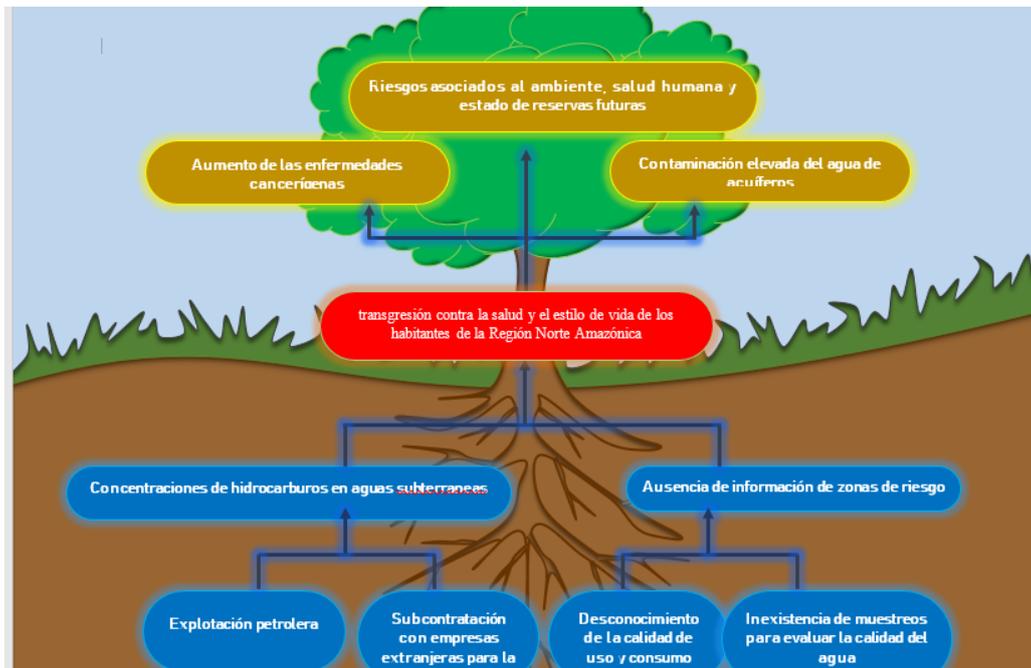


Figura 2. Árbol de problemas

Basados en estos antecedentes, el proyecto de investigación pretende tener una visión objetiva para establecer los efectos ambientales, específicamente en la calidad del agua de acuíferos y desprendido de ellos los efectos sociales y económicos en la Amazonía Norte del Ecuador, Esto se planifica a través de la aplicando un muestreo aleatorio de pozos de agua para consumo y uso humano que permita establecer un mapeo respecto de concentración de hidrocarburos, para ello se pretende en una primera instancia Colectar muestras de acuíferos aprovechando los pozos de agua para uso y consumo humano a fin de evaluar la presencia y concentración de hidrocarburos, posterior a ello se aspira mapear la concentración de hidrocarburos de acuíferos en zonas petroleras de la Amazonía norte ecuatoriana aplicando un índice matemático y una técnica probabilística que permita establecer el riesgo ecológico y a la salud humana mientras que al final del proyecto se pretende determinar el impacto socio económico del mismo en la zona de estudio.



## 2.4 OBJETIVOS

### A. Objetivo General

Determinar la calidad del agua de acuíferos en la zona petrolera de la Amazonia norte del Ecuador aplicando un muestreo aleatorio de pozos de agua para consumo y uso humano que permita establecer un mapeo respecto de concentración de hidrocarburos TOG (total de aceite y grasa),FOG (grasas y aceites) y sus posibles riesgos ecológicos y a la salud.

### B. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación petrolera actual en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo con un enfoque en las zonas con mayor producción y sitios afectados por derrames de crudo mediante revisión bibliográfica de literatura científica y gris que dote de información relevante para establecer los sitios de muestreo.
- Colectar muestras de acuíferos aprovechando los pozos de agua para uso y consumo humano para evaluar la presencia y concentración de hidrocarburos (TOG y FOG).
- Mapear la concentración de hidrocarburos de acuíferos en zonas petroleras de la Amazonía norte ecuatoriana aplicando un índice matemático y una técnica probabilística que permita establecer el riesgo ecológico y a la salud humana.



## 2.5 MATRIZ DE MARCO LÓGICO

Resumen de objetivos	Línea base	Metas	Indicadores	Fuentes de verificación	Supuestos
<p><b>Fin</b></p> <p>Mejorar la calidad de vida de las comunidades amazónicas en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo conociendo la calidad del agua de uso y consumo humano.</p>	<p>En la actualidad las poblaciones rurales presentan un incremento en enfermedades cancerígenas, relacionándolo a la actividad petrolera y sus impactos</p>	<p>Culminado el proyecto la población y autoridades nacionales y locales dispondrá de una herramienta que permitirá mejorar la calidad de vida de las comunidades en la zona de influencia petrolera en la Amazonía norte del Ecuador</p>	<p>Se contará con 2 publicaciones que respalden un mapeo de riesgos ecológicos y a la salud humana considerando las concentraciones de hidrocarburos</p>	<p>2 publicaciones científicas</p>	<p><b>Positivo:</b> condiciones climáticas optimas <b>Negativo:</b> Condiciones climáticas adversas que impiden el desarrollo del proyecto</p>
<p><b>Propósito</b></p> <p>Conocer la calidad del agua de acuíferos lo cual permita establecer un mapeo respecto de concentración de hidrocarburos (TOG y FOG) y sus posibles riesgos ecológicos y a la salud humana en la zona petrolera de la Amazonia norte del Ecuador</p>	<p>Existen pocos estudios que analicen la calidad del agua subterránea, sus riesgos asociados al ambiente y la salud humana y el estado de reservas futuras.</p>	<p>Al finalizar el proyecto (24 meses) se dispondrá de un mapeo que considere las concentraciones de hidrocarburos en acuíferos y los riesgos ecológicos y a la salud humana</p>	<p>Se dispondrá con 2 publicaciones y 6 informes que permitan conocer la situación actual petrolera en la zona de estudio y los riesgos eucologios y a la salud humana</p>	<p>6 informes respecto de la situación actual y análisis de riesgo por la presencia de hidrocarburos</p>	<p><b>Positivo:</b> cumplimiento optimo 100% <b>Negativo:</b> falta de pozos para muestreo</p>
<p><b>Componente 1: Resultado 1 (R1)</b></p> <p>Diagnóstico de la situación petrolera actual en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo con un enfoque en las zonas con mayor producción y sitios afectados por derrames de hidrocarburos</p>	<p>Deficiencia de información relacionada con la situación actual de la industria petrolera, producción y zonas con mayores incidencias</p>	<p>En los primeros 8 meses se contará con el diagnóstico de la realidad petrolera (producción y derrames) en la zona de estudio</p>	<p>100% elaboración de manuscrito sobre el diagnóstico de la zona de estudio</p>	<p>Artículo 1 publicado</p>	<p><b>Positivo:</b> cumplimiento optimo 100% <b>Negativo:</b> inexistencia de información bibliográfica</p>
<p><b>Actividad 1 - R1</b></p> <p>Describir la situación actual de actividad petrolera en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo</p>	<p>Falta de información concentrada y precisa respecto de la actividad petrolera en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo</p>	<p>En los primeros 4 meses se dispondrá de un diagnóstico general de la realidad petrolera en la Amazonía norte del Ecuador</p>	<p>Elaboración el 100% de un informe sobre la situación petrolera actual</p>	<p>1 informe sobre la situación petrolera</p>	<p><b>Positivo:</b> cumplimiento optimo 100% <b>Negativo:</b> inexistencia de información bibliográfica</p>
<p><b>Actividad 2 - R1</b></p> <p>Mapear los derrames petroleros históricos en la zona de estudio</p>	<p>Desconocimiento histórico sobre la cantidad de hidrocarburos derramados y zonas con mayor afectación</p>	<p>En el segundo cuatrimestre del proyecto se dispondrá de un mapa con las zonas más afectadas por derrames de petróleo</p>	<p>Elaboración el 100% de un informe histórico sobre los derrames petroleros</p>	<p>1 informe sobre la situación petrolera</p>	<p><b>Positivo:</b> cumplimiento optimo 100% <b>Negativo:</b> inexistencia de información bibliográfica</p>
<p><b>Actividad 3 - R1</b></p> <p>Identificar los grupos focales y realizar entrevistas en la zona petrolera de la Amazonia norte para</p>	<p>Existen pocos estudios que analicen la percepción de la población</p>	<p>En el tercer cuatrimestre se dispondrá de un manuscrito sobre la apreciación de los habitantes respecto a la actividad petrolera</p>	<p>Elaboración el 100% de un manuscrito sobre la percepción de la población</p>	<p>1 artículo publicado</p>	<p><b>Positivo:</b> cumplimiento optimo 100%</p>



conocer la percepción sobre las actividades petroleras	afectada por las actividades hidrocarburíferas		hacia las actividades hidrocarburíferas		<b>Negativo:</b> desconfianza por parte de la población afectada
<b>Componente 2: Resultado 2 (R2)</b> Colecta de muestras en acuíferos aprovechando los pozos de agua para uso y consumo humano en las comunidades dentro de la zona de estudio para determinar presencia y concentración de hidrocarburos (TOG y FOG)	No existe un muestreo que permita llevar un control de variación en el tiempo	A partir del tercer y finalización del cuarto cuatrimestre de proyecto se habrá realizado el total de muestreo en puntos seleccionados	100% elaboración de informe sobre el muestreo y tabulación de datos	1 informe sobre el muestreo y tabulación de datos	<b>Positivo:</b> cumplimiento óptimo 100% <b>Negativo:</b> resistencia de comunidades ante desconfianza del proyecto
<b>Actividad 1 – R2</b> Identificar los puntos de muestreo en la zona de estudio	Inexistente identificación de puntos de muestreo para evaluar calidad de agua subterránea	En el tercer cuatrimestre de proyecto se habrán identificado los puntos de muestreo de pozos agua para consumo humano	Elaboración el 100% de un informe sobre la identificación de puntos de muestreo	1 informe sobre la identificación de puntos de muestreo	<b>Positivo:</b> cumplimiento óptimo 100% <b>Negativo:</b> resistencia de comunidades
<b>Actividad 2 – R2</b> Tabular resultados de muestras de agua en acuíferos	No existen datos respecto de la calidad del agua considerando la presencia/ausencia de hidrocarburos	En el cuarto cuatrimestre de estudio se habrá tabulado las muestras y se contará con datos limpios para trabajo final	Elaboración el 100% de un informe sobre la tabulación de datos	1 informe sobre la tabulación de datos muestreados	<b>Positivo:</b> cumplimiento óptimo 100% <b>Negativo:</b> falta de datos por problemas en la toma
<b>Componente 3: Resultado 3 (R2)</b> Mapeo de concentración de hidrocarburos en acuíferos correspondiente a zonas petroleras en la Amazonía norte ecuatoriana que permita establecer el riesgo ecológico y a la salud humana.	En la actualidad no se cuenta con un mapa de riesgo considerando la calidad de agua subterránea (acuíferos) en relación a la presencia/ausencia de hidrocarburos	En los dos últimos cuatrimestres del proyecto se habrá generado los mapas que permita ilustrar las concentraciones de hidrocarburos en la zona de estudio y sus riesgos asociados al medio ambiente y la salud humana	100% elaboración de manuscrito sobre el diagnóstico de la zona de estudio	Artículo 2 publicado	<b>Positivo:</b> cumplimiento óptimo 100% <b>Negativo:</b> pérdida de fondos, datos y/o rechazo de manuscrito
<b>Actividad 1 – R3</b> Ilustración de concentración y rangos de hidrocarburos en zonas muestreadas	No existe una ilustración que permita identificar de forma rápida y sencilla las concentraciones de hidrocarburos en aguas subterránea (acuíferos)	En el penúltimo cuatrimestre de estudio se habrá generado los mapas con las respectivas concentraciones (presencia/ausencia) de hidrocarburos en acuíferos	Elaboración el 100% de un informe respecto de las concentraciones y rangos de hidrocarburos	1 informe respecto de las concentraciones y rangos de hidrocarburos	<b>Positivo:</b> cumplimiento óptimo 100% <b>Negativo:</b> Pérdida de datos y falla de software
<b>Actividad 2 – R3</b> Elaboración de mapas de riesgo ecológico y a la salud humana	Falta de información sobre las zonas de riesgo o seguras por contacto o uso de agua subterránea (acuíferos) ante una posible contaminación por hidrocarburos	En el último cuatrimestre del proyecto se habrán generado los mapas de riesgo ecológico y para la salud humana	Elaboración el 100% de un informe sobre el análisis de riesgos ecológicos y a la salud humana	1 informe sobre el análisis de riesgos ecológicos y a la salud humana	<b>Positivo:</b> cumplimiento óptimo 100% <b>Negativo:</b> Falta de recursos para uso de software



## 2.6 SOSTENIBILIDAD

El proyecto planteado por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por los grupos de investigación YASUNI-SDC y GIADE de la sede Orellana y Matriz respectivamente, en conjunto con el FORO UNIVERSITARIO PARA LA COOPERACIÓN CIENTÍFICA ITALIA-ECUADOR (FUCSIE) contará con un presupuesto que será asumido en igual proporción 50% cada institución de educación superior. El estudio tiene por objetivo determinar la calidad del agua de acuíferos en la zona petrolera de la Amazonia norte del Ecuador aplicando un muestreo aleatorio de pozos de agua para consumo y uso humano que permita establecer un mapeo respecto de concentración de hidrocarburos y sus posibles riesgos ecológicos y a la salud. Los resultados esperados dotarán de información importante que permitirá conocer la calidad del agua de los acuíferos en la Amazonía norte del Ecuador. La continuidad del proyecto estará asociado a la calidad de los resultados, lo cual permitirá el surgimiento de nuevas propuestas que permitan dar soluciones en las zonas acuíferas más afectadas a causa de la contaminación por derrames de hidrocarburos.

El compromiso de las dos instituciones de educación superior, junto al equipamiento de sus laboratorios y la calidad técnica de sus profesionales son pilares fundamentales para el éxito y consecución de los objetivos y sus metas. El proceso de ejecución considerará las mejores prácticas ambientales en todos los procesos, garantizando el bienestar de todos los actores sociales involucrados. Finalmente, es importante resaltar que, en la parte final de la ejecución del presente proyecto, es decir en los dos últimos cuatrimestres, se planteará una segunda fase que evalúe la presencia y concentración de hidrocarburos en otros elementos abióticos.

## 2.7 METODOLOGÍA

Para responder al objetivo general del presente proyecto que se centra en determinar la calidad del agua de acuíferos en la zona petrolera de la Amazonia norte del Ecuador aplicando un muestreo aleatorio de pozos de agua para consumo y uso humano que permita establecer un mapeo respecto de concentración de hidrocarburos y sus posibles riesgos ecológicos y



a la salud usará un diseño metodológico, exploratorio, analítico descriptivo. El enfoque del proyecto será mixto cuali-cuantitativo y las herramientas que se usarán son: revisión bibliográfica, trabajo de campo-toma de muestras, análisis de laboratorio y uso de software para generar mapas descriptivos-informativos. A continuación, se describe con mayor detalle las herramientas que se usará para dar respuesta a cada objetivo específico.

### **2.7.1 Diagnosticar la situación petrolera actual en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo.**

Para diagnosticar la situación petrolera actual en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo se realizará una revisión bibliográfica de literatura científica y gris (Gómez-Luna et al., 2014; Nicolás & Ramos, 2019). En lo que respecta a la literatura científica se aplicará una búsqueda en las bases de datos alto impacto (Scopus y Web of Science) y regionales (Redalyc y Scielo) usando parámetros de búsqueda combinadas por palabras claves en español e inglés, por ejemplo, (Petróleo + contaminación + Ecuador), y, (Oil + pollution + Ecuador). Esta información será complementada con una búsqueda de literatura gris, para lo cual se usará motores de búsqueda tradicionales como Google simplificado y Google Escolar que permitan encontrar elementos como informes, reportes, tesis y otros documentos que no han pasado un proceso de revisión por pares, pero que contine información con un alto grado de confiabilidad. Adicional, se realizará entrevistas semiestructuradas a grupos focales para conocer la percepción hacia las actividades hidrocarbúferas en la amazonia norte del país.

### **2.7.2 Colectar muestras de acuíferos aprovechando los pozos de agua para uso y consumo humano para evaluar la presencia y concentración de hidrocarburos.**

En lo que respecta a la colecta de muestras, inicialmente con la información preliminar, resultado del primer objetivo específico, se contará con una zonificación de pozos petroleros y superficies con mayores incidencias de derrames de hidrocarburos. Con esta información se identificarán pozos de agua para uso y consumo humano en las comunidades aledañas, los cuales serán seleccionados y considerados como puntos de muestreo, generando coordenadas tomadas con un GPS.



Las muestras de agua de acuíferos serán analizadas por un equipo InfraCal2 el cual se caracteriza por ejecutar una medición de forma rápida y precisa el TOG (total de aceite y grasa), el FOG (grasas y aceites) y el TPH (total de hidrocarburos de petróleo). Este tipo de equipo se ha convertido en el estándar de la industria petroquímica para garantizar que los niveles de sustancias contaminantes estén por debajo del límite máximo permisible. Diversos estudios a nivel mundial han utilizado este tipo de equipos, dando así una fiabilidad en los resultados, cumpliendo normativas internacionales. Para el presente trabajo, los análisis se realizarán in-situ para evitar alteraciones en las muestras y se procederá con una comparación estandarizada, previo al muestreo general. Los métodos de laboratorio estándar suelen utilizar un complicado método de extracción líquido-líquido para analizar el petróleo en el agua que puede requerir hasta 28 pasos y tardar más de 2 horas. No es posible realizar este procedimiento in situ, por lo que el InfraCal 2 utiliza un procedimiento de extracción simplificado de 5 pasos para detectar presencia de hidrocarburos en el agua. De esta forma se utiliza hasta un 90% menos de disolvente que las pruebas de laboratorio estándar.

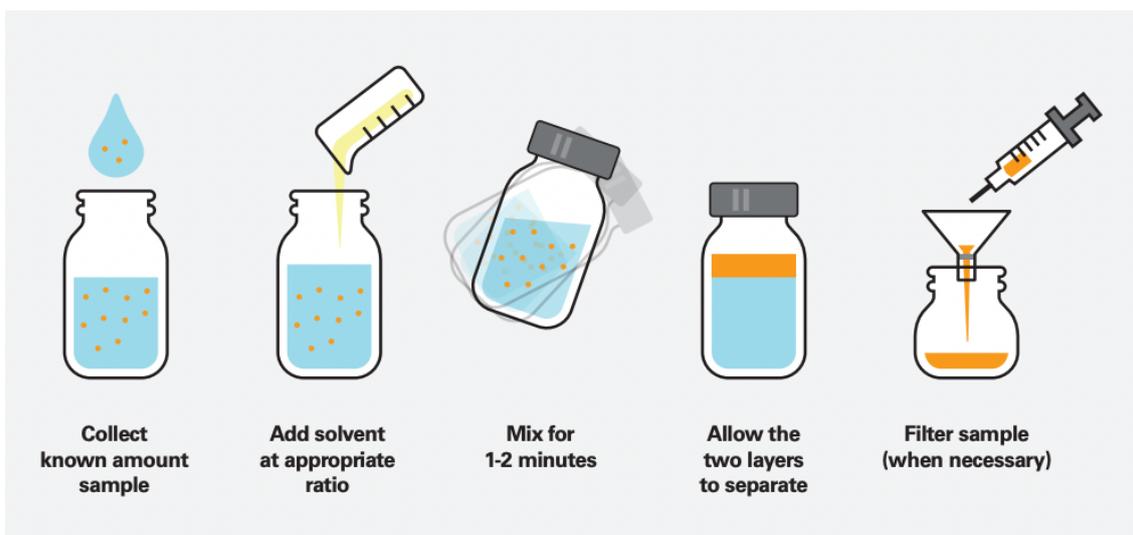


Figura 2. Procedimiento de toma y preparación de muestra.

El analizador InfraCal2 en el momento de medir el total de hidrocarburos de petróleo en el agua proveniente de los acuíferos aprovecha el hecho de que los hidrocarburos, como el aceite y la grasa, pueden extraerse del agua mediante el uso de un disolvente (Figura 2) y un procedimiento de extracción adecuados. En el proceso los hidrocarburos extraídos

absorben energía infrarroja a una longitud de onda específica y la cantidad de energía absorbida es proporcional a la concentración de aceite y grasa en el disolvente (Figura 3). El analizador puede calibrarse para leer directamente en las unidades deseadas.

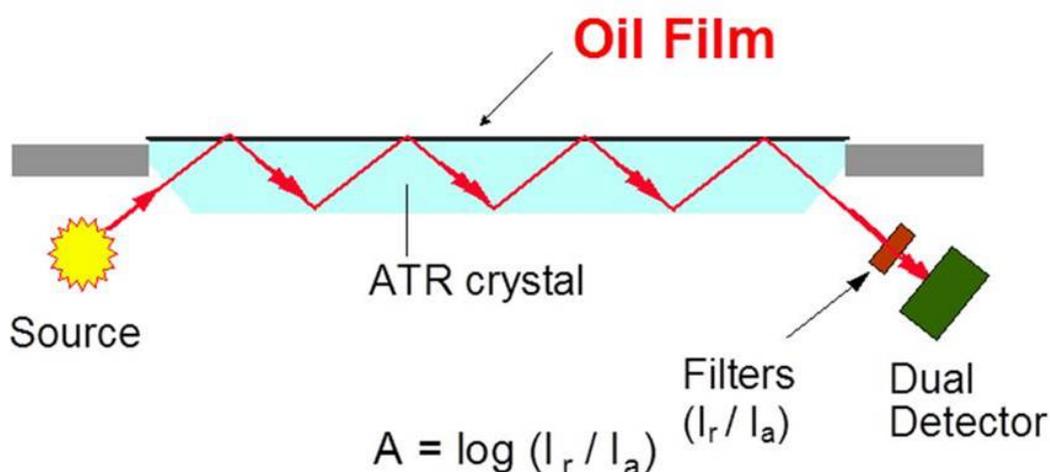


Figura 3. Proceso de detección de hidrocarburos en muestras de agua proveniente de acuíferos.

Mediante el uso de hexano, pentano, ciclohexano o Vertrel MCA para el procedimiento de extracción y la aplicación de técnica infrarroja se detectará presencia de hidrocarburos en las muestras. En el proceso se utilizará un detector con un filtro fijo de  $3,4 \mu\text{m}$  ( $2940 \text{ cm}^{-1}$ ) para medir las concentraciones de aceite y grasa. El ATR-SP se correlaciona con los métodos EPA 1664, así como con el método ASTM D7066 y EPA 413.1 y 418.1. los cuales son más recomendados para el control y seguimiento de calidad de agua. El límite mínimo de detección de elementos contaminantes TPH será de  $0,3 \text{ ppm}$ .

### 2.7.3 Mapear la concentración de hidrocarburos de acuíferos en zonas petroleras de la Amazonía norte ecuatoriana aplicando un índice matemático y una técnica probabilística que permita establecer el riesgo ecológico y a la salud humana.

La evaluación del riesgo para la salud se realizará aplicando tanto el método tradicional determinístico como el método probabilístico. El método determinístico realiza una estimación puntual empleando un solo valor para representar a las variables utilizadas en la ecuación de riesgo (Peng et al., 2016). Por lo tanto, el resultado es una estimación puntual del riesgo, que puede cuantificarse con base en una exposición de tendencia central (CTE) o una exposición



máxima razonable (RME). Por el contrario, la evaluación probabilística del riesgo (PRA) combina la distribución de probabilidad de uno o varios parámetros de entrada en la ecuación de riesgo, lo que da como resultado un rango de valores para el riesgo de salida (USEPA, 2001). Los valores de los parámetros empleados en este estudio se considerarán en el momento del análisis con datos de campo. Para la elaboración de los mapas puntuales de riesgo se considerará el valor de la concentración de TPH en cada emplazamiento. Para concentraciones < LoD se utilizará el LoD/2. El cálculo del riesgo se realizará con el software libre R (R Core Team 2019) y los mapas de riesgo se realizarán con el Sistema de Información Geográfica (software ArcMap 10.8.2).

## 2.8 RESULTADOS ESPERADOS

Una vez implementado el proyecto los resultados esperados son:

- Determinación de la situación petrolera actual respecto de su producción e incidentes relacionados con derrames de petróleo en la región amazónica norte del Ecuador.
- Establecimiento, Identificación y registro de puntos de muestreo para evaluar la concentración de hidrocarburos (TPH) en acuíferos en la Amazonía norte del Ecuador
- Generación de mapas para determinar el riesgo ecológico y a la salud humana por presencia/ausencia de hidrocarburos en acuíferos en la Amazonía norte del Ecuador

## 2.9 TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

Los resultados alcanzados serán socializados con la comunidad científica mediante dos publicaciones (Tabla 1). Adicional, con el fin de transferir el conocimiento en la zona de estudio con los principales actores sociales se ha considerado realizar un coloquio científico, así como charlas de capacitación con los principales resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto, de tal manera que los involucrados tengan conocimiento de la calidad de agua a la que tienen acceso y tomen las medidas pertinentes, generando campañas de



concientización para la población aledaña con la participación de estudiantes de la ESPOCH, docentes, miembros del proyecto y actores gubernamentales del área ambiental y social.

Objetivo	Posible título artículo	Publicación	Cuatrimestre
Objetivo 1	Perception of petroleum (Oil) activities in the Ecuadorian Amazon	JCR Q1 o Q2	III
Objetivo 1	Petroleum (Oil) activity in the northern Ecuadorian Amazon: Current situation, problems and challenges	JCR Q1 o Q2	IV
Objetivo 3	Water consumption risks in communities in the northern Amazon of Ecuador due to oil activity.	JCR Q1 o Q2	VI

**Tabla 1.** Transferencia de resultados.

Por otra parte, junto a las autoridades provinciales, cantonales, parroquiales y comunales se organizarán procesos de socialización que permitan informar a las comunidades en las zonas de influencia respecto de la calidad del agua en acuíferos. Finalmente, se desarrollarán comités técnicos entre las empresas, representantes locales, academia y gobierno con el objetivo de tomar acciones respecto de los resultados alcanzados en el proceso investigativo de campo.

## 2.10 BENEFICIARIOS DIRECTOS E INDIRECTOS

**Beneficiarios inmediatos:** Se beneficiarán 52 comunidades en zonas de influencia directa de la actividad petrolera. La población de estas comunidades asciende a 52.363 habitantes, principalmente en zonas rurales.

**Beneficiarios mediatos:** En general los beneficiarios mediatos es la población en las tres provincias de estudio, la cual asciende a 442.496, quienes de forma directa o indirecta se ven afectados por las actividades petroleras. Quienes al finalizar el estudio dispondrán de información sustancial para conocer el riesgo al cual están expuestos por el consumo de agua.



## 2.11 IMPACTOS

**Social.** - En lo que respecta al impacto social las comunidades de la zona de estudio en la Amazonía norte del Ecuador gracias al proyecto “Determinación de calidad de agua en acuíferos y sus riesgos asociados en zonas petroleras de la Amazonía norte del Ecuador” tendrán la oportunidad de conocer la calidad de agua que diariamente la emplean para usos generales y el consumo humano. Al conocer la concentración de hidrocarburos y si estos están fuera de límites permisibles los representantes de las distintas jurisdicciones junto a sus autoridades podrán gestionar acciones correctivas para mejorar la calidad de vida de para sus habitantes. Esto permitirá a investigadores generar nuevos estudios comparativos y con una correcta gestión e involucramiento social, brindar alternativas de solución para las comunidades ante una posible afectación ambiental y social.

**Científico.** – El realizar análisis del agua en acuíferos tendrán la oportunidad de conocer la calidad de agua que diariamente usan con distintos fines principalmente al consumo humano. A través de una cuantificación se podrá determinar la calidad de agua en acuíferos, su socialización a través de varios artículos científicos que sin lugar a dudas ayudará a la sociedad civil y científica, para continuar con las investigaciones en este ámbito.

**Económico.** – Al contar con un agua de buena calidad las comunidades administrarán mejor sus recursos económicos y se invertirá menor rubros en temas de salud, así como sus tierras al tener mejor calidad ecológica darán una mayor producción. Finalmente, al culminar el proyecto se espera contar con mapas de riesgo que permita identificar las zonas críticas a causa de los constantes derrames de hidrocarburos que en el tiempo han venido afectando los cuerpos hídricos subterráneos dando paso de innovaciones económicas tanto públicas como privadas para nuevos negocios y emprendimientos.

**Político.** – Respecto del impacto político, al finalizar el proyecto servirá como una herramienta de gestión para buscar soluciones ante posibles afectaciones a los cuerpos hídricos por contaminación de hidrocarburos. Respecto del impacto ambiental, ejecutar el presenta proyecto permitirá conocer la calidad de agua y consigo la salud de la biodiversidad en los ecosistemas de la Amazonía norte del Ecuador.



**Ambiental.** - La información obtenida a través la toma muestras en distintos puntos en la zona de estudio y sus resultados estarán disponibles mediante publicaciones y eventos científicos para toda la comunidad científica. Esto permitirá a investigadores generar nuevos estudios comparativos y con una correcta gestión e involucramiento social, brindar alternativas de solución para las comunidades ante una posible afectación ambiental y social. Por otra parte, al contar con un agua de buena calidad las comunidades administrarán mejor sus recursos económicos y se invertirá menor rubros en temas de salud, así como sus tierras al tener mejor calidad ecológica darán una mayor producción. Finalmente, al culminar el proyecto se espera contar con mapas de riesgo que permita identificar las zonas críticas a causa de los constantes derrames de hidrocarburos que en el tiempo han venido afectando los cuerpos hídricos subterráneos.

## 2.12 ASPECTOS BIOÉTICOS Y SOCIALES

### Recolección de muestras

Respecto de los aspectos bioéticos se deben tomar muestras de los pozos de monitoreo de agua subterránea tan pronto como se hayan recargado y dentro de las 24 horas posteriores a su purga. Recuerde medir o registrar la profundidad hasta el nivel estático del agua subterránea inmediatamente antes del muestreo. Todas las muestras de pozos de monitoreo de agua subterránea de la misma zona saturada deben recolectarse durante el mismo evento de muestreo. Todos los pozos deben muestrearse dentro de los cinco días posteriores al inicio de un evento de muestreo.

Las muestras de agua subterránea se deben recolectar usando una bomba, tubería y frascos ambar de 250mL, que sean apropiadas para el tipo de instalación del pozo y para los parámetros de interés. Sección 5, páginas 5-1 a 5-6 de EPA/6251R- 93/003. Las muestras del achicador se recolectan bajando lenta y suavemente el achicador por el pozo hasta que la parte superior del achicador quede por debajo de la superficie del agua subterránea. Se debe tener cuidado para evitar la perturbación de la muestra y minimizar la aireación de las muestras o del agua subterránea en el pozo. No permita que ningún achicador caiga libremente al pozo; minimice el contacto con los lados del pozo y evite el contacto con



el fondo, ya que esto puede permitir que cualquier sedimento adherido o sedimentado se incorpore a las muestras. Recupere el achicador lentamente. Vacíe con cuidado las muestras de agua subterránea directamente en los recipientes apropiados. Se debe eliminar todo el espacio de aire en los recipientes o viales de muestra cuando se toman muestras de compuestos orgánicos volátiles (COV). Conducta de compuestos orgánicos volátiles, y muestreo de carbono orgánico total (TOC) con un achicador de teflón dedicado o un achicador de acero inoxidable completamente descontaminado. Si la condición del pozo prohíbe este tipo de muestreo, se recomienda una bomba de vejiga de desplazamiento positivo que opere a una velocidad menor o igual a 0,1 litros por minuto.

### **Manipulación**

Las técnicas de conservación y manipulación de muestras dependen de los parámetros a analizar. Las muestras de agua subterránea deben recolectarse, conservarse y almacenarse en contenedores en su orden de sensibilidad a la volatilización (de más sensible a menos sensible).

El propósito de la conservación de muestras es estabilizar los parámetros de interés al retardar los cambios químicos o biológicos. Los métodos de conservación generalmente se limitan al ajuste del pH, la adición de productos químicos y el enfriamiento. Las muestras que requieren conservación deben conservarse inmediatamente después de la recolección. La conservación adecuada ayudará a garantizar que las muestras sean representativas del agua subterránea. Cada muestra debe enfriarse a 4 C (aproximadamente 39 F) inmediatamente después de colocarse en contenedores y conservarse. Cada muestra también debe mantenerse a 4 C hasta que se analice.

Las muestras de agua subterránea que se van a analizar para determinar el total de metales recuperables no se deben filtrar en el campo. Sin embargo, si se requieren análisis de metales disueltos, las muestras deben filtrarse en el campo a través de un filtro de 0,45 micras inmediatamente después de la recolección y antes de su conservación y transporte a un laboratorio. Las mediciones de campo para los parámetros indicadores de pH, temperatura y conductividad específica deben tomarse en una porción de la muestra que se ha colocado



en un recipiente limpio separado que no se analizará para ningún otro parámetro. Este procedimiento evita la contaminación cruzada de las sondas de instrumentos de campo.

Se debe tomar una muestra final para la medición de campo inmediata y el registro de parámetros de campo como temperatura, pH, conductividad específica y potencial redox. Esta última muestra de campo se usa solo para determinar si los parámetros de purga han cambiado durante el muestreo. Las sondas de los instrumentos de campo deben limpiarse adecuadamente entre mediciones en diferentes muestras.

#### **Documentación de muestras y cadena de custodia**

Las muestras enviadas al laboratorio deberán incluir la siguiente documentación:

Registros de cadena de custodia: estos registros documentan de manera legalmente defendible el historial de recolección, transferencia y transporte de cada muestra. Todo individuo que sea responsable de las muestras desde el momento de la recolección hasta el momento en que las recibe un laboratorio debe estar documentado en el registro de Cadena de Custodia. Los registros de documentos de la cadena de custodia permiten rastrear la posesión y el manejo de muestras individuales desde el momento de la recolección en el campo hasta el momento de los análisis de laboratorio.

*Etiquetas de muestra:* para evitar la identificación errónea de muestras; debe estar en tinta indeleble. *Sellos de muestra:* para preservar la integridad de las muestras desde el momento en que se recolectan hasta que se abren en los laboratorios. *Bitácora de campo:* para registrar información sobre cada muestra recolectada de cada punto de monitoreo en los programas de monitoreo de aguas subterráneas y superficiales. *Hojas de solicitud de análisis de muestras* - Servir como comunicación oficial a los laboratorios de los parámetros a analizar para cada muestra.

#### **Recolección de equipos en blanco**

Cuando se utilizan achicadores o bombas no dedicados, la efectividad de los procedimientos de limpieza y descontaminación debe verificarse recolectando y analizando equipos en blanco. Después de la limpieza, los blancos del equipo se preparan llenando el dispositivo de muestreo con agua desionizada o destilada y luego vaciando esta agua en



recipientes de muestra. Los espacios en blanco del equipo deben manipularse y analizarse de la misma manera que otras muestras que se recolectan. Los blancos del equipo se deben recolectar entre los pozos de gradiente abajo como mínimo uno por día, o uno cada cinco pozos de gradiente abajo, si se muestrean más de cinco pozos en el mismo día en el mismo sitio. Además, cada vez que se toma una muestra de un pozo de contaminación conocida o sospechosa, se debe recolectar un blanco del equipo.

### **Reelección de blancos de viaje**

Al analizar muestras de agua subterránea en busca de sustancias orgánicas, las influencias potenciales de la recolección y el transporte de muestras en la calidad de la muestra deben evaluarse mediante la preparación y el análisis de blancos de viaje. Antes de partir para el evento de muestreo, los recolectores de muestras deben empacar espacios en blanco junto con otros equipos llevados al campo.

Los blancos de viaje son recipientes de agua desionizada o destilada que se transportan en el vehículo de cada recolector de muestras durante el viaje de muestreo del día. Al final del evento de muestreo, los blancos de viaje se almacenan con otras muestras para ser transportadas. Se debe analizar un mínimo de un juego de blancos de viaje para cada día de cada evento de muestreo y los resultados se deben usar para evaluar la calidad del transporte de la muestra. Los blancos de viaje deben analizarse para todos los parámetros orgánicos para los cuales se analizan las muestras reales.

### **Limpieza de equipo**

Todos los equipos de purga y muestreo, incluidos los achicadores y las bombas, deben limpiarse antes de su uso. Un lavado completo con un detergente sin fosfato y un triple enjuague completo, tanto por dentro como por fuera con agua desionizada o destilada, es el método de limpieza mínimo aceptable. Si los análisis en blanco del equipo no indican contaminación cruzada, entonces el método de limpieza mínimo aceptable es adecuado.



Se recomiendan los siguientes procedimientos de descontaminación cuando el método de limpieza mínimo aceptable descrito no ha demostrado ser adecuado. Al recolectar muestras para análisis inorgánicos, los procedimientos recomendados para la descontaminación son:

- Equipos de lavado con un detergente sin fosfatos,
- Enjuague con una solución diluida (0,1 N) de ácido clorhídrico o ácido nítrico, y un
- Enjuague triple final con agua desionizada o destilada.
- Cuando se analizan compuestos orgánicos, los pasos anteriores deben ir seguidos de un enjuague con acetona y luego un triple enjuague final con agua desionizada o destilada.

## 2.13 OTROS PRODUCTOS DE LA INVESTIGACIÓN

En lo que respecta a otros productos como resultados del proyecto “Determinación de calidad de agua en acuíferos y sus riesgos asociados en zonas petroleras de la Amazonía norte del Ecuador” se realizará el registro de derechos de autor de una obra literaria registrada en el SENADI.

## 3. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

### 3.1 Presupuesto General por años del proyecto

MONTO AÑO 1 (interno y externo)	\$ 102.277.16
MONTO AÑO 2 (interno y externo)	\$ 53.033.04
MONTO TOTAL DEL PROYECTO (interno y externo)	\$ 155.310,20

**Nota:** En el cálculo por año se ha considerado el aporte descrito en la carta compromiso contraparte del FORO FUCSIE

### 3.2 RECURSOS HUMANOS

Utilice una hoja por cada año

AÑO 1 - 2023			
NOMBRES	HORAS / SEMANA	COSTO MENSUAL*	COSTO ANUAL*
Carlos Mestanza Ramón INVESTIGADOR RESPONSABLE	-	-	-
María Rafaela Viteri Uzcátegui Director Subrogante	2	105,76	1.269,12



María Belén Bravo Avalos Investigador	2	105,76	1.269,12
<b>TOTAL</b>	22	211,52	2.538,24

AÑO 2 - 2024			
NOMBRES	HORAS / SEMANA	COSTO MENSUAL *	COSTO ANUAL*
Carlos Mestanza Ramón INVESTIGADOR RESPONSABLE	4	937,99	11255,88
María Rafaela Viteri Uzcátegui Director Subrogante	2	105,76	1269,12
María Belén Bravo Avalos Investigador	2	105,76	1269,12
<b>TOTAL</b>	22	1149,07	13.794,12



3.3 DETALLE DE LOS REQUERIMIENTOS Y SERVICIOS UTILIZADOS POR EL PROYECTO											
2023											
COMPONENTES	ACTIVIDAD	REQUERIMIENTO	TIPO COMPRA	CANTIDAD ANUAL	UNIDAD (metros, litros etc.)	COSTO UNITARIO SIN IVA	PRESUPUESTO TOTAL, SIN IVA	PRESUPUESTO TOTAL, CON IVA	CUATRI 1	CUATRI 2	CUATRI 3
COMPONENTE 2	Actividad 2	Equipo para medir concentración de TPH en agua y suelo utilizando los métodos tradicionales EPA 413.2 y 418.1 o el método ASTM D7066-04 y Freón-113. Cumple con el método ASTM D7066, EPA 413.2, EPA418.1. Correlación con EPA 1164 & ISO 9377-2 Solvente: S-316. Longitud de onda analítica / número de onda: 3.4 µm, 2930 cm-1. Requisitos de energía: 18 voltios DC, 3.3 amperios, batería interna disponible Fuente de alimentación: Universal AC/D. Peso: 5,8 lb (2,6 kg) con batería -7,0 lb (3,2 kg). Dimensiones: (17 cm) x 7.8 "(19.8 cm) x 5.2" (13.2 cm). Rango de operación sugerido: 40 ° F (5 ° C) - 110 ° F(40 ° C) Rango de medición -Para agua: 0.1-1000 + ppm -Para el suelo: 1-5000 + ppm	BIEN	1	Unidad	32.000,00	32.000,00		0 %	100%	0 %
		Sets reactivos totales equipo medidor de TPH (1000 muestras). Acorde al equipo acreditado.	Suministros	1	unidad	3500,00	3500,00		0 %	100%	0 %
		Freatímetro/Pozómetro	BIEN	1	Unidad	2000,00	2000,00		0 %	100%	0 %
		Técnico de Investigación	Servicio	12	Unidad	1401,86	16.822,32		33.3%	33.3%	33.3%
COMPONENTE 3	Actividad 2	Publicaciones ( <i>Contraparte</i> )	Servicio	2	Unidad	0,00	0,00		0 %	0 %	100%
		Estancias de investigación y/o viajes técnicos internacionales ( <i>Contraparte</i> )	Servicio	1	Unidad	0,00	0,00		0 %	0 %	100%
<b>TOTAL, SIN IVA</b>							<b>\$ 54.322,32</b>				



### 3.3 DETALLE DE LOS REQUERIMIENTOS Y SERVICIOS UTILIZADOS POR EL PROYECTO

2024

COMPONENTES	ACTIVIDAD	REQUERIMIENTO	TIPO COMPRA	CANTIDAD ANUAL	UNIDAD (metros, litros etc.)	COSTO UNITARIO SIN IVA	PRESUPUESTO TOTAL, SIN IVA	PRESUPUESTO TOTAL, CON IVA	CUATRI 1	CUATRI 2	CUATRI 3
COMPONENTE 2	Actividad 2	Técnico de Investigación	Servicio	12	Unidad	1401,86	16.822,32		33.3%	33.3%	33.3%
COMPONENTE 3	Actividad 2	Publicaciones <i>(Contraparte)</i>	Servicio	1	Unidad	0,00	0,00		0 %	0 %	100%
		Estancias de investigación y/o viajes técnicos internacionales <i>(Contraparte)</i>	Servicio	1	Unidad	0,00	0,00		0 %	0 %	100%
<b>TOTAL, SIN IVA</b>							<b>\$ 16.822,32</b>				



### 3.3 PRESUPUESTO GENERAL

ACTIVIDAD	AÑO	AÑO
	I	II
Recursos humanos	2.538,24	13.794,12
Viajes técnicos	0,00	0,00
Equipos	34.000,00	
Bibliografía y software	0,00	0,00
Materiales suministros	3500,00	0,00
Transferencias de resultadas		0,00
Subcontratos y servicios, etc.	16.822,32	16.822,32
<b>Total</b>	<b>56.860,56</b>	<b>30.616,44</b>
	87.477,00	



#### 4. CRONOGRAMA

Actividades	Año 1 - 2023												Año 2 - 2024											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>Componente 1</b>																								
Diagnosticar la situación petrolera actual en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo	X	X	X	X	X	X	X	X																
<b>Act 1.</b> Describir la situación actual de actividad petrolera en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo	X	X	X	X																				
<b>Act 2.</b> Mapear los derrames petroleros históricos en la zona de estudio					X	X	X	X	X															
<b>Act 3.</b> Identificar los grupos focales y realizar entrevistas en la zona petrolera de la Amazonia norte respecto de la percepción	X	X	X	X	X	X	X	X																
<b>Componente 2</b>																								
Colecta de muestras en acuíferos aprovechando los pozos de agua para uso y consumo humano en la zona de estudio											X	X	X	X	X	X								
<b>Act 1.</b> Identificar los puntos de muestreo en la zona de estudio						X	X	X	X	X														
<b>Act 2.</b> Tabular resultados de muestras de agua en acuíferos													X	X	X	X								
<b>Componente 3</b>																								
Mapeo de concentración de hidrocarburos en acuíferos correspondiente a zonas petroleras en la Amazonía norte ecuatoriana																	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Act 1.</b> Ilustración de concentración y rangos de hidrocarburos en zonas muestreadas																	X	X	X	X				
<b>Act 2.</b> Elaboración de mapas de riesgo ecológico y a la salud humana																				X	X	X	X	



## 5. BIBLIOGRAFÍA Y PRODUCCIONES CIENTÍFICAS CITADAS

- Cajamarca Carrasco, D. I., Paredes Godoy, M. M., Cabrera Escobar, J. O., & Guananga Díaz, N. I. (2019). La sostenibilidad del Parque Nacional Yasuní, un derecho privado del estado ecuatoriano al pueblo Waorani por la actividad petrolera. *Caribeña de Ciencias Sociales*, marzo.
- Cando, C. (2021). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales*.
- Coronel Vargas, G., Au, W. W., & Izzotti, A. (2020). Public health issues from crude-oil production in the Ecuadorian Amazon territories. *Science of the Total Environment*, 719, 134647. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134647>
- Cuvi, N., & Bejarano, M. (2015). Inhibition halos in the remediation of Amazon soils contaminated with petroleum. *HISTORIA CIENCIAS SAUDE-MANGUINHOS*, 22. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702015000500009> WE - Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)
- Espinosa, C. I., Reyes-Bueno, F., Ramirez, M. I., Arevalo, A. P., Bailon-Moscoso, N., & Duncan, D. H. (2021). Vulnerability of Human Populations to Contamination from Petroleum Exploitation in the Napo River Basin: An Approach for Spatially Explicit Risk Assessment. *SUSTAINABILITY*, 13(16). <https://doi.org/10.3390/su13169230> WE - Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) WE - Social Science Citation Index (SSCI)
- Espinosa, J., & Moreno, J. (2018). *Agricultural Land Use BT - The Soils of Ecuador* (J. Espinosa, J. Moreno, & G. Bernal (eds.); pp. 151–162). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-25319-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-25319-0_6)
- Espinoza, R. E. P. (2019). *Impact of oil exploitation on happiness in Northern Amazon region in Ecuador*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Francisco de Orellana. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Francisco de Orellana*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Francisco de Orellana. (2022). *Datos generales del cantón*. <https://www.orellana.gob.ec/es/canton/datos-del-canton.html>
- Gobierno Autónomo Provincial Sucumbios. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Nueva Loja-Sucumbios-Ecuador*.
- Gómez-Luna, E., Fernando-Navas, D., Aponte-Mayor, G., & Betancourt-Buitrago, L. A. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Dyna*, 81(184), 158–163.
- Hurtig, A.-K., & Sebastián, M. S. (2004). Incidence of childhood leukemia and oil exploitation in the Amazon basin of Ecuador. *International Journal of Occupational and*



*Environmental Health*, 10(3), 245–250.

Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador-INOCAR. (2005). Derrotero De La Costa Continental E Insular Del Ecuador. In *Armada del Ecuador Instituto Oceanografico* (INOCAR, Vol. 4).

Jernelöv, A., & Lindén, O. (1983). The effects of oil pollution on mangroves and fisheries in Ecuador and Colombia. In *Biology and ecology of mangroves* (pp. 185–188). Springer.

Kimberling, J. (2005). Indigenous peoples and the oil frontier in Amazonia: The case of Ecuador, ChevronTexaco, and Aguinda v. Texaco. *NYUJ Int'l. L. & Pol.*, 38, 413.

Kirsch, S. (2022). Scientific Ghostwriting in the Amazon? The Role of Experts in the Lawsuit against Chevron in Ecuador. *COMPARATIVE STUDIES IN SOCIETY AND HISTORY*, 64(2), 335–362. <https://doi.org/10.1017/S0010417522000020> WE – Social Science Citation Index (SSCI) WE – Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)

Kobal, A. B., Snoj Tratnik, J., Mazej, D., Fajon, V., Gibičar, D., Miklavčič, A., Kocman, D., Kotnik, J., Sešek Briški, A., Osredkar, J., Krsnik, M., Prezelj, M., Knap, Č., Križaj, B., Liang, L., & Horvat, M. (2017). Exposure to mercury in susceptible population groups living in the former mercury mining town of Idrija, Slovenia. *Environmental Research*, 152, 434–445. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2016.06.037>

Lessmann, J., Fajardo, J., Muñoz, J., & Bonaccorso, E. (2016). Large expansion of oil industry in the Ecuadorian Amazon: biodiversity vulnerability and conservation alternatives. *Ecology and Evolution*, 6(14), 4997–5012. <https://doi.org/10.1002/ece3.2099>

Lyll, A. (2018). A moral economy of oil: Corruption narratives and oil elites in Ecuador. *Culture, Theory and Critique*, 59(4), 380–399.

Maddela, N. R., Scalvenzi, L., Perez, M., Montero, C., & Gooty, J. M. (2015). Efficiency of Indigenous Filamentous Fungi for Biodegradation of Petroleum Hydrocarbons in Medium and Soil: Laboratory Study from Ecuador. *BULLETIN OF ENVIRONMENTAL CONTAMINATION AND TOXICOLOGY*, 95(3), 385–394. <https://doi.org/10.1007/s00128-015-1605-6> WE – Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)

Maurice, L., López, F., Becerra, S., Jamhoury, H., Le Menach, K., Dévier, M. H., Budzinski, H., Prunier, J., Juteau-Martineau, G., Ochoa-Herrera, V., Quiroga, D., & Schreck, E. (2019). Drinking water quality in areas impacted by oil activities in Ecuador: Associated health risks and social perception of human exposure. *Science of the Total Environment*, 690, 1203–1217. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.089>

Muniz, P., Danulat, E., Yannicelli, B., Garcia-Alonso, J., Medina, G., & Bicego, M. C. (2004). Assessment of contamination by heavy metals and petroleum hydrocarbons in sediments of Montevideo Harbour (Uruguay). *ENVIRONMENT INTERNATIONAL*, 29(8),



- 1019–1028. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(03\)00096-5](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(03)00096-5) WE – Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)
- Nicolás, A. M. B., & Ramos, P. R. (2019). Investigación–acción y aprendizaje basado en proyectos. Una revisión bibliográfica. *Perfiles Educativos*, 41(163), 127–141.
- Rahman, M., Rima, S. A., Saha, S. K., Saima, J., Hossain, M. S., Tanni, T. N., Bakar, M. A., & Siddique, M. A. M. (2022). Pollution evaluation and health risk assessment of heavy metals in the surface water of a remote island Nijhum Dweep, northern Bay of Bengal. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 18, 100706. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2022.100706>
- Ramirez, M. I., Arevalo, A. P., Sotomayor, S., & Bailon–Moscoso, N. (2017). Contamination by oil crude extraction – Refinement and their effects on human health. *ENVIRONMENTAL POLLUTION*, 231, 415–425. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.017>
- Rivera–Parra, J. L., Beate, B., Diaz, X., & Ochoa, M. B. (2021). Artisanal and Small Gold Mining and Petroleum Production as Potential Sources of Heavy Metal Contamination in Ecuador: A Call to Action. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 6). <https://doi.org/10.3390/ijerph18062794>
- San Sebastián, M., & Hurtig, A. K. (2005). Oil development and health in the Amazon basin of Ecuador: the popular epidemiology process. *Social Science & Medicine*, 60(4), 799–807.
- San Sebastián, M., & Karin Hurtig, A. (2004). Oil exploitation in the Amazon basin of Ecuador: a public health emergency. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 15(3), 205–211.
- Townsend, W. R., Randall Borman, A., Yiyoguaje, E., & Mendua, L. (2005). Cofán Indians' monitoring of freshwater turtles in Zábalo, Ecuador. *Biodiversity & Conservation*, 14(11), 2743–2755.
- Uyttersprot, T., Janssens, F., Fernandes, D., & Zhang, W.–H. (2022). Exploring the Link between Oil Exploitation and Cancer in the Indigenous Population of Ecuador: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 2674.
- Vargas, G. C., Au, W. W., & Izzotti, A. (2020). Public health issues from crude–oil production in the Ecuadorian Amazon territories. *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT*, 719. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134647> WE – Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) WE – Social Science Citation Index (SSCI)
- Vera, D. (2010). *Fascículo Provincial de Orellana*.
- Villacís, B., & Carrillo, D. (2012). País atrevido: La nueva cara sociodemográfica del Ecuador. In Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (Ed.), *Analitika* (1st ed.).
- Wingfield, S., Martínez–Moscoso, A., Quiroga, D., & Ochoa–Herrera, V. (2021). Challenges to



Escuela  
Superior Politécnica  
de Chimborazo  
50 AÑOS

Instituto de  
Investigación

Water Management in Ecuador: Legal Authorization, Quality Parameters, and Socio-Political Responses. In *Water* (Vol. 13, Issue 8). <https://doi.org/10.3390/w13081017>

---

Prof. Carlos Mestanza Ramón, Ph.D.  
Director de Proyecto