

Artículo de Investigación

**Equilibrio ambiental, extracción petrolera y riesgo de desastres en el oleoducto transandino colombiano**  
**Environmental balance, oil extraction and disaster risk in the colombian transandino pipeline**

 GUERRERO-USEDA, María

Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, Bogotá, Colombia

Autor corresponsal: [mguerrero usada@gmail.com](mailto:mguerrero usada@gmail.com)

Recibido: 04-05-2021; Aceptado: 24-08-2021; En línea: 31-08-2021

 DOI: <https://doi.org/10.25214/27114406.1113>

**Cómo citar este artículo:**

Guerrero-Useda, M. (2021). Equilibrio ambiental, extracción petrolera y riesgo de desastres en el oleoducto trasandino colombiano. *IPSA Scientia, revista científica multidisciplinaria*, 6(3), 86-101. <https://doi.org/10.25214/27114406.1113>

**Resumen** - El equilibrio ambiental y el riesgo en la zona de la cuenca geológica Caguán-Putumayo con actividades de exploración, extracción y transporte de petróleo es el tema central de la revisión reportada. El riesgo que conlleva la operación de la industria petrolera, incluida su infraestructura de transporte: los oleoductos Transandino y Orito-San Miguel, en un ambiente de frágil seguridad es un dilema que enfrentan los gobiernos locales de los departamentos de Nariño y Putumayo. El riesgo se incrementa con la posible implementación de una política nacional que pretende aumentar la explotación de las reservas petroleras para garantizar la seguridad energética desarrollando yacimientos no convencionales en una zona con selvas vírgenes, comunidades étnicas y gran biodiversidad, sin considerar el creciente riesgo climático. Mediante la investigación de tipo documental y de carácter cualitativo, se buscó establecer el tipo de riesgo al que están más expuestos los territorios que atraviesa el oleoducto transandino. Se encontró evidencia de que se mantiene la tendencia a la ocurrencia de incidentes de seguridad que por su carácter repetitivo y persistente terminan por generar daño ambiental en acuíferos, la bahía de Tumaco y los humedales de Putumayo, fragilizan los ecosistemas y derivan en la reducción de las posibilidades de desarrollo de las comunidades que habitan estos territorios.

**Palabras clave:** Industria petrolera, derrame petrolero, impacto ambiental, fragilidad, riesgos de desastres.

**Abstract** – The environmental balance in geological basin Caguán-Putumayo with oil, natural gas is the central theme of this research. The risk involved in the operation of the oil industry, including its transportation infrastructure, the transandino pipeline, in a fragile security environment is a dilemma faced by local governments in the departments of Nariño and Putumayo. The risk increases with the possible implementation of a national policy that aims to increase the exploitation of oil reserves to guarantee energy security by developing unconventional deposits in virgin forests, ethnic communities and great biodiversity, without considering the growing climatic risk. By applying a mixed, sequential and iterative method that sought to establish the type of risk to which the territories crossed by the transandino pipeline are most exposed. Evidence was found that the trend towards the occurrence of security incidents is maintained which, due to their repetitive and persistent nature, end up generating environmental damage in aquifers, the Tumaco bay and the Putumayo wetlands, weakening the ecosystems and resulting in the reduction of the development possibilities of the communities that inhabit these territories.

**Keywords:** Oil industry, oil spill, environmental impact, fragility, disaster risks.

## **Introducción**

Estudios en los que se examinan peligros colaterales han encontrado casos de industrias de alto riesgo operacional ubicadas cerca de comunidades de bajos ingresos y altos niveles de desigualdad (Elliott, Wang, Lowe, & Kleindorfer, 2004), situación que también se presenta en casos de la industria petrolera (Agbogidi, Okonta, & Dolor, 2005) especialmente en aquella desarrollada en regiones tropicales (Adams, Zavala-Cruz, & Morales-García, 2008; Angulo Muñoz, 2010; Markowski & Mannan, 2009) con comunidades carenciadas y dependientes económicamente de los servicios ecosistémicos de soporte y provisión.

En países andinos, el transporte de petróleo ocurre por ecosistemas altamente sensibles a las actividades antrópicas (Keith et al., 2013), tal es el caso del corredor Andes-Amazonía en el departamento de Putumayo (ubicado en la región amazónica colombiana), con los oleoductos Orito-San Miguel y transandino (Sánchez Estupiñán, 2015) y de la zona del Catatumbo con el oleoducto Caño Limón Coveñas (Bayona Moreno, 2017), los cuales transcurren por selvas vírgenes, suelos agrícolas y ríos de los que depende el sustento de cientos de pobladores. En estas zonas, los proyectos de la industria petrolera experimentan un mayor potencial de riesgo (Guerrero Useda, 2016; Bayona Moreno, 2017).

En Colombia, el riesgo operativo en la fase de transporte de hidrocarburos obedece principalmente a acciones de fraude externo, casos fortuitos y actos terroristas, adelantadas por terceros externos a la cadena (Guerrero Useda, 2016; Luque Díaz, Ramírez Salinas, & Ochoa Ruiz, 2020), acciones que son repetitivas y pueden llevar al colapso de ecosistemas sensibles, tales como humedales, entre ellos bosques de manglar expuestos al daño. Por ello, estos deben ser estudiados con más detalle para lograr contar con líneas de base para posteriormente definir la dimensión de posibles daños y las acciones de recuperación (Vera Solano, 2021).

Cabe destacar que la investigación aquí presentada no se discute la madurez técnica de la industria petrolera, que es amplia tanto en yacimientos convencionales y no convencionales a nivel global; tampoco cuestiona el uso de oleoductos como medio de transporte, el cual a todas luces es más seguro que el transporte por carreteras (Parfomak, 2019). Sin embargo, no desconoce el alto riesgo de la industria, no solo por las condiciones de operación en zonas apartadas, sino por el creciente compromiso climático (Critto et al., 2016). Se considera que el riesgo de la industria de petróleo y gas se incrementa aún más cuando las operaciones están en zonas socialmente frágiles, con conflictos y violencia, donde son frecuentes los sabotajes a la seguridad de la cadena como ocurre en el Delta del Níger, el Catatumbo y en la cuenca Caguán-Putumayo.

A nivel nacional, la industria petrolera está asentada en 6 cuencas, donde antes de la pandemia producida por el COVID-19, las de mayor producción eran Llanos Orientales (67,62 %), Valle Medio del Magdalena (14,62 %) y Valle Superior del Magdalena (9,65%) según datos del 2019 de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). La investigación reportada se enfocó al análisis del riesgo de la cuenca Caguán- Putumayo que tiene un área de 110.304 Km<sup>2</sup> y 26 campos. Se verificó que el trayecto que sigue el oleoducto transandino alberga riesgos colaterales para algunos ecosistemas y para las poblaciones humanas que habitan los territorios aledaños (resguardos indígenas y comunidades afrodescendientes), lo que impone el desarrollo de planes

de desarrollo integrado y de acciones educativas para fortalecer el cuidado de los servicios ecosistémicos y de las comunidades ancestrales del territorio.

Con la investigación documental cuyo resultado se presenta en este artículo se buscó respuesta a la pregunta sobre ¿Cuáles son los ecosistemas del territorio que atraviesa el oleoducto transandino que están más expuestos a riesgos ambientales por el desarrollo de actividades de extracción y transporte de hidrocarburos?

## Antecedentes

La afectación de la industria de petróleo y gas en zonas con ecosistemas frágiles como los manglares se ha reportado a nivel internacional en varias investigaciones: Delta del Níger (Merem et al., 2017; Ozigis, Kaduk & Jarvis, 2019), Pakistán, México, Ecuador (Pernía, Mero, Cornejo, & Zambrano, 2019), Colombia (Garcés Ordóñez & Espinosa-Díaz, 2019), entre otros. Donde tras repetidos incidentes de derrames de petróleo que llegan al agua y a los manglares se presentan cambios en el intercambio gaseoso y disminución de la concentración de oxígeno en el agua lo que a su vez genera cambios en el crecimiento de las especies de flora y fauna de la zona de manglar. De igual forma, los pozos activos, inactivos y abandonados generan emanaciones de metano y de crudo. En Colombia son de mencionar los incidentes de Azul Grande (Putumayo), la ciénaga de Palagua (Defensoria del Pueblo, 2007), San Luis de Gaceno (Boyacá) y del pozo Lizama 158 (Santander), los que generaron contaminación el aire, agua y suelos.

La incidencia de riesgos para la salud de las personas que habitan zonas de exploración y extracción de petróleo (Agbogidi, Okonta, & Dolor, 2005; Páez, Beristain, & Fernández, 2009), personas expuestas a derrames de petróleo (Laffon, Pásaro, & Valdiglesias, 2016), y los estudios ocupacionales para trabajadores de la industria petrolera de Estados Unidos, el Reino Unido, Canadá, Australia, Finlandia, Suecia e Italia (Wong & Raabe, 2000) es alta. En los estudios ocupacionales no se establece asociación entre mortalidad por cáncer y ocupación (los tipos cáncer revisados en los estudios fueron de estómago, intestino grueso, hígado, pulmón, vejiga, riñón y cerebro). Sin embargo, se reportan eventos de afectación a la salud por aspiración de gases emanados en plantas de almacenamiento: exacerbación del asma, irritaciones dérmicas, dolores de cabeza y fatiga, entre otros. De otra parte, las personas que habitan en algunos municipios de Nariño y Putumayo se han visto afectadas debido a derrames de crudo que contaminan del agua.

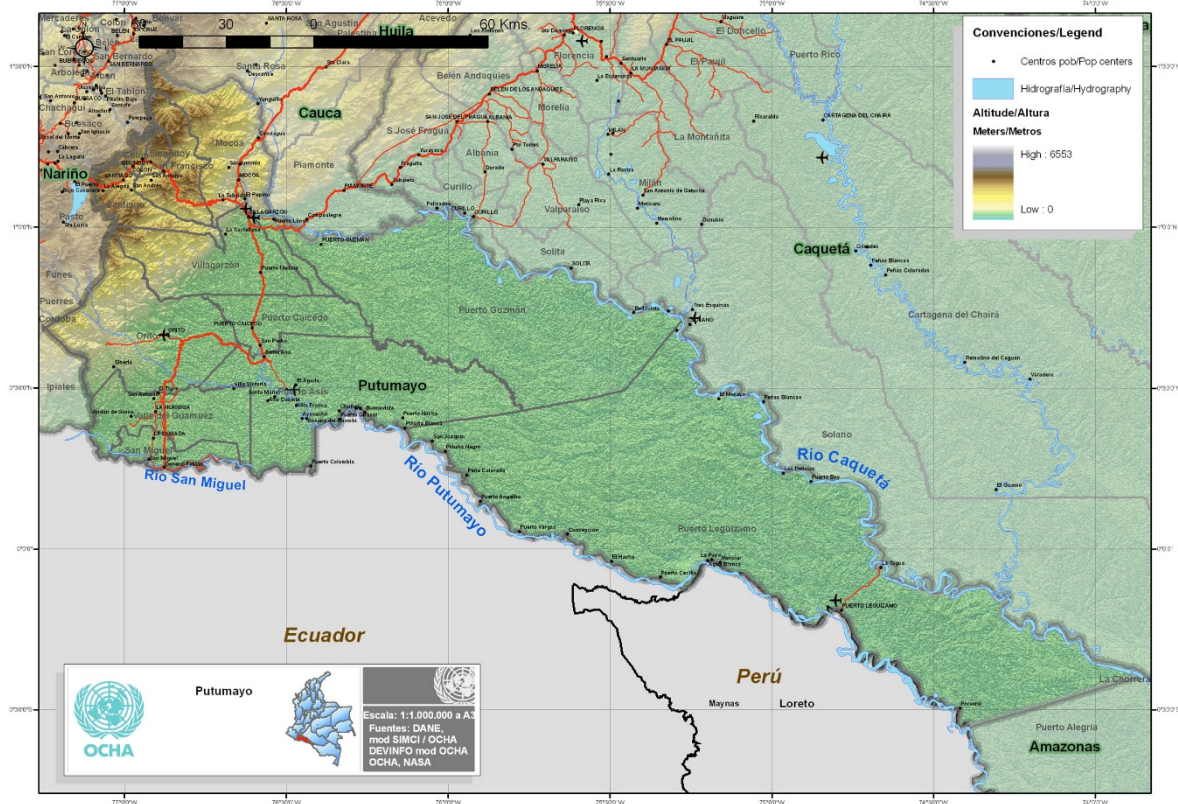
## Materiales y Métodos

El presente trabajo es de carácter cualitativo y de tipo documental. En su desarrollo se realizó una revisión de los reportes de investigaciones científicas, hemerográficas y reportes técnicos sobre derrames petroleros acontecidos entre el periodo 2015– 2019 en la región del oleoducto transandino. Es importante mencionar que hay poca información técnica a nivel nacional sobre los eventos de riesgo de la industria petrolera.

Por ello y a fin de lograr el objetivo de la revisión, la región estudiada se trató como un área de estudio, representada por la cuenca Caguán-Putumayo y el oleoducto transandino (OTA) que, con una extensión de 305 km y una capacidad de bombeo de crudo de 85 mil barriles por día, se

extiende al sur del territorio colombiano desde Puerto Asís en Putumayo (Figura 1) hasta Tumaco (Nariño).

Figura 1. Mapa del Departamento de Putumayo en Colombia.

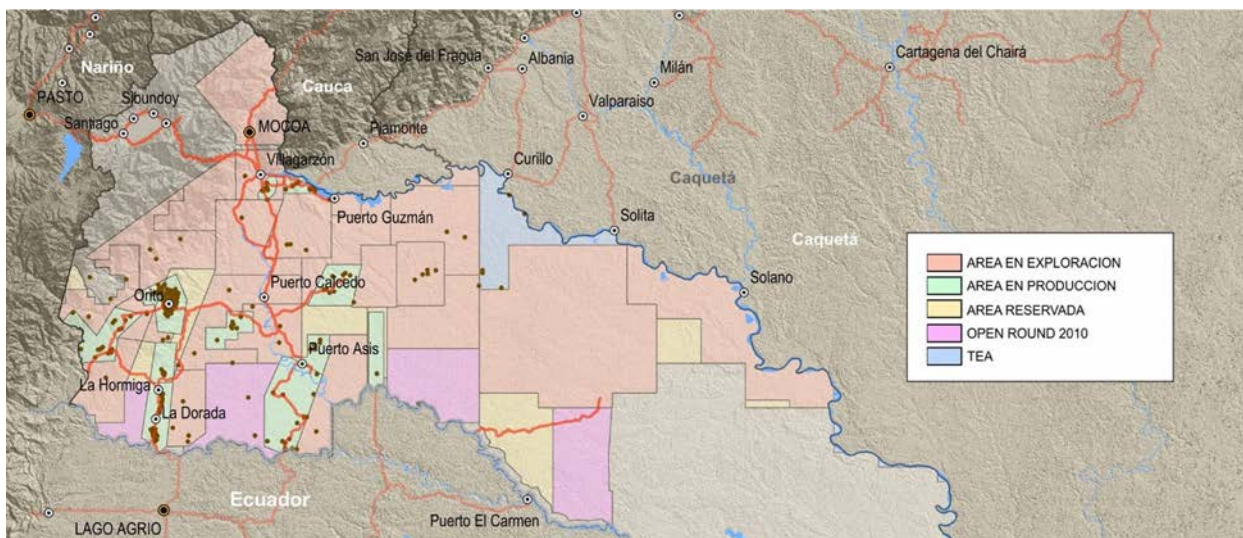


Fuente: OCHA - United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs ([https://www.gifex.com/fullsize/2011-08-22-14427/Mapa\\_fisico\\_del\\_Putumayo.html](https://www.gifex.com/fullsize/2011-08-22-14427/Mapa_fisico_del_Putumayo.html))

El oleoducto trasandino transporta crudo de la cuenca Caguán-Putumayo, la cual tiene una extensión de 133850 kilómetros cuadrados. Inaugurado en mayo de 1969, considerado como el más alto del mundo (3072 msnm), a su paso por Putumayo y Nariño, el oleoducto atraviesa varios corregimientos y territorios de pueblos ancestrales en riesgo de ser exterminados culturalmente como consecuencia del cambio de actividades productivas de las comunidades y por la violencia desatada en la zona (Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2007).

El oleoducto parte de Putumayo, departamento de gran riqueza petrolífera donde existen varios bloques maduros con yacimientos con vocación productiva, además de un número importante de pozos activos, inactivos (algunos de ellos son: Orito 3, 24, 28, 32, 33, 58, 98, 127, 152, Churuyaco y Loro), al menos 26 pozos abandonados y varias áreas en evaluación técnica (TEA). Para el 2010 la ANH reportaba que en la cuenca se registraban 374 pozos perforados y 30 campos descubiertos (Figura 2).

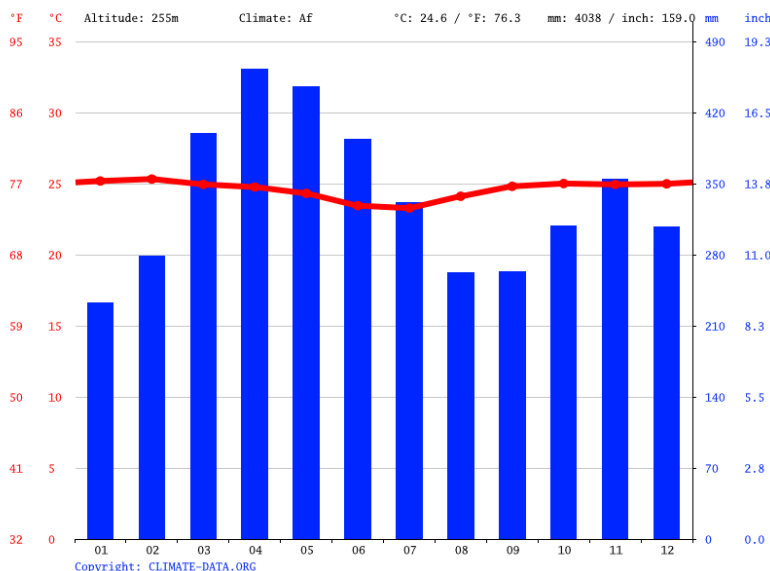
**Figura 2.** Demarcación de bloques y pozos petroleros del Departamento de Putumayo.



**Fuente:** Gobernación de Putumayo, Mapas 2019. (<https://www.putumayo.gov.co/mapas.html>)

Puerto Asís, Valle de Guamuez y Orito son municipios que hacen parte de la cadena del petróleo del Putumayo que pasó de representar el 4% de la producción de crudo del país, al 2,64%. Puerto Asís está ubicado en la cuenca del río Putumayo. De acuerdo con la clasificación climática del IDEAM, su clima es de tipo tropical húmedo permanente, la temperatura promedio es 24,6 °C, tiene un sistema bimodal biestacional de precipitación, con valores altos, pero sin meses secos (Ver figura 3).

**Figura 3.** Climograma del Puerto Asís en Putumayo



**Fuente:** Climate Data (<https://es.climate-data.org/americas-del-sur/colombia/putumayo/puerto-asis-49628/#climate-graph>)

Uno de los ecosistemas más importantes del departamento es el complejo de humedales de guarajas (*Hoplerythrinusunitaeniatus*), ubicado en el corredor Puerto Vega-Teteyé, con un área

total de 473 hectáreas (ha) y 10 humedales: Laguna El Remolino (30 ha), Arroyo Remolino (3 ha), Quebrada Medellín (17 ha), Quebrada Toayá (16 ha), Quebrada Guarajas 1 (11 ha), Quebrada Guarajas 2 (15 ha), Quebrada Campoalegre (193 ha), Río Cohembí (52 ha), Quebrada Huitoto (134 ha) y El Manchón (2 ha). Además, son de importancia ecológica: la zona de reserva forestal de la amazonia, la zona del núcleo forestal productivo de Puerto Asís y zona de reserva forestal Mecaya.

Con un área de 841 Km<sup>2</sup>, una altura de 280 msnm y temperatura promedio de 28 °C, Valle de Guamuez está de la cuenca de los ríos Putumayo y San Miguel, su casco urbano recibe el nombre de La Hormiga. En este municipio se concentra el 14,5% de la población del departamento (que proyectada al 2016 era de 358 896 habitantes); cuenta con ecosistemas representativos del piedemonte y la llanura, pero con problemas ambientales derivados de la mala disposición de residuos, vertimientos a fuentes hídricas y el deterioro de la quebrada La Hormiga, que es fuente de captación para el acueducto. En este territorio, previamente habitado por indígenas (ingas, huitotos, quillacingas y kamsá), como resultado las actividades antrópicas de exploración y extracción petrolera iniciadas por la Texas Petroleum Company, surge el municipio de Orito (1 de Julio de 1979), que alberga un resguardo indígena en La Cristalina (grupo emberá).

El OTA termina en el municipio de Tumaco, cuya cabecera municipal toma el nombre de San Andrés de Tumaco. El municipio se caracteriza por su clima tropical húmedo, con una temperatura promedio de 25,3 °C, 208 días lluviosos al año y un máximo promedio de 319 días y permanente nubosidad durante el año (Consejo Municipal de Tumaco, 2017).

**Figura 4.** Mapa del municipio de Tumaco en el Departamento de Nariño.



**Fuente:** OCHA - United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, (<https://reliefweb.int/map/colombia/colombia-municipio-de-tumaco-departamento-de-nari-o-16-08-2016>)

Tumaco tiene importantes cuerpos de agua, mangles y enormes esteros con gran abundancia de especies marinas. El territorio es bañado por los ríos Alcabí, Curay, Chagüí, Güiza, Mataje, Mejicano, Mira, Nulpe, Patía, Pulgandé, Rosario, San Juan y Tablones; además enriquecen el paisaje los accidentes costaneros del Cabo Manglares, la Ensenada de Tumaco, las islas del Gallo, La Barra, El Morro, Tumaco, San Juan de la Costa (CORPONARIÑO, 2007).

Las comunidades de Tumaco fundamentan sus actividades de sustento y producción en torno al manglar donde las especies arbóreas más comunes son el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), el piñuelo (*Pellicierarhizophorae*), mangle negro (*Avicenniagerminans*), el nato (*Mora oleifera*) y el jeli (*Conocarpuserectus*), las cuales dicho sea de paso, son especies poco estudiadas, principalmente en Colombia (von Prahl, 1987; Polidoro et al., 2010).

## Resultados y Discusión

### Impacto ambiental por actividades de exploración y transporte de hidrocarburos

Para contextualizar posibles cambios ambientales por actividades de exploración y transporte de petróleo se revisó la literatura científica en la que reportan impactos sobre las matrices suelo, agua y aire por derrames de crudo en proyectos en estado de operación, inactivos y en abandono; los resultados se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Afectación ambiental por derrames de petróleo reportados en la literatura científica

Recurso	Impactos negativos	Referencias
Suelo	Hidrofobilidad, Compactación y pérdida de fertilidad, Toxicidad (Cambio de propiedades físico químicas).	(Adams, Zavala-Cruz, & Morales-García, 2008)(Trujillo-Narcía, Rivera-Cruz, Lagunes-Espinoza, A., & Ramirez-Valverde, 2012), (Ohimain, 2003).
Agua	Afectación en la calidad de agua, Contaminación en sedimentos costeros.	(Marrugo, 1993), (Tam, Wong & Wong, 2005), (Ohimain, 2003), (García Solarte & Duarte Martínez, 2016).
Aire	Afectación a la calidad del aire.	(Vílchez-Fernández & Ulloa-Carcasés, 2015)

**Fuente:** Elaboración propia.

Del mismo modo, se consideró la afectación a ecosistemas ambientalmente sensibles presentes en la zona de estudio: bosques de manglares, humedales, ecosistemas acuáticos (Prieto & Arias, 2007; Delgado et al., 2008; Resolución N° 00801, 2017), descritos en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Afectación a ecosistemas sensibles por derrames de petróleo

Ecosistema	Impactos negativos	Referencias
Bosques de Manglar	Contaminación de agua y de sedimentos de manglares	(Tam, Wong, & Wong, 2005), (Zhang, Xu, Sun, & Peng, 2014), (Ohimain, 2003), (Norville & Banjoo, 2011), (Merem et al., 2017).
	Pérdida de raíces y vegetación	(Ohimain, 2003), (Pernía et al., 2019).
Humedades	Pérdida de humedales, Toxicidad por TPH y TOC	(Wang et al., 2013), (Ohimain, 2003), (Norville & Banjoo, 2011), (Wang, Feng, & Zhao, 2010), (Defensoria del Pueblo, 2007).
Ciénagas y pantanos	Contaminación del agua y de sedimentos	(Norville & Banjoo, 2011), (AUTO N° 04654, 2016), (Resolución N° 01265, 2017), (Duerte Martínez & García Solarte, 2017).

**Fuente:** Elaboración propia.

Las tablas 1 y 2 muestran eventos de ruptura de tuberías y derrame de crudo que por su carácter impredecible en el tiempo y repetitivo terminan por causar daño en los ecosistemas afectando recursos ambientales, sin considerar fronteras geográficas, ni jurídicas. El petróleo liberado en el aire, agua y suelo, afecta la fauna y flora. Siendo crítica la contaminación del recurso hídrico por los impactos en las comunidades que habitan los territorios (Guerrero, 2018), como también lo muestra esta revisión. Los derrames de crudo sobre el agua y el aire presentan mayor probabilidad de ocurrencia, sin embargo, su impacto es temporal, mientras los efectos de los hidrocarburos en los lodos y suelos es más difícil de superar, ya que algunas características fisicoquímicas de los lodos del fondo de acuíferos y del suelo se afectan durante largos periodos (5 años o más), requieren intervención para remediarse y afectan procesos de nacimiento y crecimiento de especies que habitan la zona.

En la tabla 2 se relacionan impactos sobre ecosistemas sensibles, tal es el caso de los bosques de manglar que se han afectado en diversos sitios de planeta a causa de incidentes relacionados con la exploración y transporte de hidrocarburos. En la zona de Tumaco se reportan decenas de incidentes con derrames de hidrocarburos tanto por accidentes en la zona del puerto como por eventos del OTA. Varios de ellos sin estudios de impacto.

Así, las matrices suelo y agua que albergan al OTA son ricas en especies de flora y fauna que se reducen a causa de los incidentes que dejan cientos de barriles de petróleo derramados, como ocurre en algunos sectores de la ensenada de Tumaco que presenta altos grados de contaminación y eutrofización debido a los sedimentos que llegan de los ríos que desembocan en la zona de ensenada (Rosario, Mejicano, Guayaros, Changüí y Curay) y en la zona sur (Mataje y Mira). Los estudios indican que los sólidos suspendidos totales en muestras de agua en la zona de la ensenada (punto Frente a ríos) superan los 150 mg/L. La pérdida de servicios ecosistémicos por derrames de hidrocarburos en el municipio de Tumaco se evidencia en la reducción de servicios de soporte y regulación como la biodiversidad y lugares de cría, formación de suelo y el ciclado de nutrientes y los servicios de provisión (Pesca y Madera para combustible). En este sentido la investigación documental presentada apunta a señalar el riesgo de degradación ambiental que corren los bosques de manglar del Pacífico colombiano.

Dentro de los problemas ambientales en zonas petroleras con incidentes de derrames se evidencia: la proliferación de plantas invasoras como la tarulla (*Paspalum fasciculatum*), la socavación lateral y de fondo del lecho de los ríos, la sedimentación de hidrocarburos en el fondo de las ciénagas, contaminación de sedimentos y contaminación de las aguas subterráneas por vertimientos. Además, de pérdida de biodiversidad: tortugas, caimanes, aves <*Chaunachavaria*>, monos <*Tití gris*>, entre otros.

Los territorios del corredor Andes-Amazonas evidencian una continua afectación ambiental. La industria ha generado sendos pasivos ambientales desde las fases de exploración (tala de bosques, afectación a los ríos por extracción de materiales y una mala gestión de pozos abandonados). Además del escenario multi-riesgo habitual en los oleoductos (fracturas y fisuras en la tuberías, fenómenos de remoción de masa, entre otros), la red colombiana de oleoductos enfrenta problemas de seguridad asociados a la instalación de válvulas ilícitas (el promedio diario de válvulas ilegales instaladas de 2,3), la explosión de tuberías (desde 1986 se cuentan más de 1100 atentados contra la infraestructura en Putumayo y 170 en Nariño) y la quema de

piscinas de petróleo. En la tabla 3 se reportan algunos eventos que derivaron en derrames de petróleo en municipios de Nariño y Putumayo.

**Tabla 3.** Eventos de derrame de petróleo en Nariño y Putumayo para el año 2014 – 2019

Año/mes	Lugar	Magnitud	Afectación a cuerpos de agua y comunidades
2019/3	Vereda San Francisco, en Ricaurte	Ruptura de tubería y derrame de crudo	Caída de crudo en el río Güiza.
2019/1	Vereda Pususquer, en Mallama	Ruptura de tubería y derrame de crudo	Afectaciones a cultivos y contaminación al agua y suelo.
2018/04	San Andrés de Tumaco	Ruptura de tubería y derrame de crudo	Río Caunapí y río Rosario. Veredas La Espriella y Pueblo Nuevo sin agua potable.
2015/06	Kilómetro 72 de la vía Tumaco-Pasto	Derrame de 410 mil galones	Vertimiento de crudo en la Quebrada Pianulpí afectando los ríos Güiza y Mira que surten a Tumaco (160 mil personas sin agua potable).
2014/07	Valle de Guamuez	Derrame 235 mil galones de petróleo	Río Cohembí y Guamuez (343 personas sin agua potable).
2018/05	Vereda Casa Fría (Pupiales)	Rotura de la tubería	Cascada Piñuelas.
2015/06	La Cabaña en Puerto Asís	130 mil galones	Contaminación de nacedores de agua que surtían la población de las veredas La Cabaña y La Carmelita. Vertimiento de petróleo en lago con alevinos y peces adultos, de cachama y mojarra.

**Fuente:** Elaboración propia, a partir de información reportada en el Ministerio de Ambiente (2015)

### Huellas de la industria petrolera en los manglares de Tumaco

Tumaco también se ha sometido a varios derrames de petróleo, tanto por vertimientos accidentales en transportes marítimos y terrestres, por perforaciones artesanales y por actos terroristas contra el oleoducto (Garcés Ordóñez & Espinosa-Díaz, 2019). Según la Corporación Autónoma Regional de Nariño (Corponariño), uno de cada diez derrames de petróleo se debe a explosiones y los demás a llaves artesanales (Redacción Judicial El Espectador, 2014; Redacción EL TIEMPO, 2015). En 1996 fueron derramados 1500 barriles de crudo, lo que provocó una mancha de más de 20 kilómetros y 5 centímetros de espesor, matando especies faunísticas, entre ellos peces, lo que a su vez derivó en desnutrición de los niños de los pueblos vecinos (Cabrera & Reyna, 1997). Datos históricos de otros derrames de petróleo, que terminan en la ensenada de Tumaco, ocurridos en el periodo 2014-2019 en el trayecto del OTA en el departamento de Nariño señalan la afectación a los cuerpos de agua y a las comunidades humanas y faunísticas que dependen de este recurso. El derrame de 410 mil galones de crudo del 2015 causó la contaminación de los sedimentos de manglar y está pendiente de que se estudien los efectos de los hidrocarburos del petróleo en los organismos bentónicos (Garcés Ordóñez & Espinosa-Díaz, 2019).

Se evidencia que el bosque de manglar es uno de los ecosistemas más afectados en Tumaco. El manglar es un ecosistema frágil, con problemas de sobrevivencia por el cambio de las características de agua y la disminución en la renovación vegetal (crecimiento y sobrevivencia) (Molina et al., 2018). Los bosques de manglar del Litoral Pacífico Colombiano ocupaban cerca de 281000 hectáreas según datos del 1997, y probablemente hoy ocupan menos extensión. Según estimaciones para humedales mexicanos estos ecosistemas presentan pérdidas anuales del 5% (Portillo & Ezcurra, 2002). Cabe señalar que en la zona del manglar de Tumaco se encuentran

especies endémicas como el mangle piñuelo (*Pellicierarhizophorae*) cuyo único polinizador es el colibrí (*Amaziliatzacatle*). Actualmente un gran porcentaje de pobladores de Tumaco siguen dependiendo del manglar para la provisión diaria de recursos (madera, pesca, turismo).

### Afectación a las fuentes de agua en zonas aledañas al oleoducto

En el municipio de Puerto Asís se evidencia la contaminación de suelos y aguas subterráneas por actividades de explotación de hidrocarburos. Como el caso de Azul Grande, un pozo abandonado por la Texas Company, que fue intervenido por terceros generando afloramiento de barriles de crudo contaminando un área de 13160 m<sup>2</sup> de la vereda Nueva Granada con 2650 m<sup>3</sup> de material. En 2017 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la empresa Gran Tierra Energy Colombia firmaron un acuerdo de intención para la restauración del área de suelo contaminada.

Del mismo modo, se ha presentado contaminación del agua en la vereda de Campo Alegre donde está ubicada la plataforma de producción denominada Campo Quinde que tiene 4 pozos de explotación de crudo. El 96% del agua para consumo de sus 330 habitantes de la vereda es tomada de pozos subterráneos y según estudios desarrollados en 2017, el agua presentaba una capa aceitosa en su superficie (Duarte Martínez & García Solarte, 2017) proveniente posiblemente de residuos de hidrocarburos de los pozos petroleros cercano.

### Fragilidad social de territorio de Putumayo y Nariño

Pese a la riqueza ecosistémica del territorio, la vulnerabilidad social de su población caracteriza a varios de los municipios de Putumayo y Nariño por donde pasa el OTA (Ver tabla 4). La extracción y transporte de crudo lejos de ser un factor generador de desarrollo local, conlleva un alto riesgo social.

**Tabla 4.** Población demográfica que habita en municipios petroleros de Putumayo (Datos 2018).

Municipio	Habitantes	NBI (%)	Indígenas (%)
Puerto Asís	57494	30,70	12,5
Puerto Caicedo	14363	41,38	23,1
Valle de Guamuez	48597	39,16	9,0
Puerto Guzmán	23109	100,00	23,3
Orito	47587	51,11	32,4
Villagarzón	20 885	35,68	21,4

**Fuente:** Elaboración propia, a partir de datos ofrecidos por DANE (2012)

En varios de los territorios analizados actualmente confluyen la industria petrolera y la producción de coca, como actividades antrópicas que fragilizan el territorio con conflictos socioambientales, lo que sumado a la presencia de grupos armados generan un escenario propicio para el desplazamiento (Puerto Asís, Valle del Guamuez, Orito y Villa Garzón encabezan el listado de víctimas del desplazamiento en el departamento de Putumayo, mientras en Nariño, lo hace el municipio de Tumaco). Tumaco tiene un Indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas del 48,70 %, mientras el municipio de Puerto Guzmán este índice es del 100 %. Este último municipio al igual que Puerto Asís, Orito y Puerto Caicedo reciben altas presiones

socioambientales por las actividades petroleras. Por otra parte, para el año 2018 Tumaco registraba 19000 hectáreas con cultivos ilícitos, mientras Puerto Asís, más 7453 hectáreas. Estos dos municipios fueron priorizados para la erradicación forzada para el 2019 (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, 2018).

Actualmente, las comunidades indígenas que habitan estos territorios (como el caso del pueblo indígena Cofán que tiene un resguardo de 756,60 ha en el Valle del Guamuez) siguen oponiéndose a la exploración de hidrocarburos en zonas de la cuenca Caguán-Putumayo para proyectos no convencionales. Con todo, la situación de derechos humanos difiere significativamente de un departamento a otro. Así, mientras en Nariño para el 2018 se reportaron 9298 personas desplazadas, en Putumayo fueron 337. De otra parte, en 2019 se alertó sobre el traslape de 37 contratos petroleros con 81 resguardos indígenas ubicados en los departamentos de Putumayo y Caquetá (Tierra Digna) lo que genera nuevos escenarios de riesgo social para las comunidades.

### **Efectos adversos sobre la salud por derrames de petróleo**

Desde los análisis estandarizados de riesgo biológico (Wynne, 1992) se estima que las afectaciones a la salud de las personas que habitan los territorios donde se producen derrames de crudo dependen de la intensidad del derrame (cantidad de barriles derramados) y la exposición individual y comunitaria. En coincidencia con los hallazgos de O'Callaghan-Gordo et al. (2016), se encontró un mayor número de estudios de riesgo laboral (trabajadores de la industria y personal de apoya la contención de los derrames) y muy pocos que evalúan los impactos en salud de las personas que habitan en las zonas de derrames, contraviniendo la normatividad colombiana (Ahumada-Villafañe, Escudero-Sabogal & Gutiérrez-Jaraba, 2016). La ingestión de petróleo a través de la vía digestiva puede causar brotes de diarrea y su ingreso a las vías respiratorias por su reducida volatilidad genera síntomas respiratorios como tos, o neumonía química (O'Callaghan-Gordo et al., 2016). De otra parte, al afectar la disponibilidad de agua potable y su almacenamiento sin protección conlleva a la formación de criaderos de *Aedes aegypti* (Instituto Departamental de Salud de Nariño, 2015).

Revisando otros peligros asociados a la industria petrolera está el riesgo de contaminación de las aguas. Cabe señalar en la cuenca Caguán-Putumayo se encuentran grandes reservas de aguas subterráneas (11% del país) y que además de los pozos explotados de manera convencional en esta cuenca, se tiene previsto el desarrollo de pozos no convencionales a través de la estimulación hidráulica, técnica que demanda el uso de grandes cantidades de agua y ser acusada de albergar peligros de contaminación de aguas superficiales por descargas no controladas de aguas residuales y de aguas subterráneas por caudales de fluidos o gases provocados por vertidos, fugas de líquidos de fracturación (Purvis et al., 2019).

### **Conclusiones**

La selva virgen, las comunidades indígenas y la biodiversidad existente en la cuenca Caguán-Putumayo son elementos a considerar en los proyectos de la industria de gas y petróleo. El impulso hacia la recuperación del petróleo y gas presente en pozos convencionales y no convencionales de la cuenca Caguán-Putumayo debe complementarse con una adecuada

valoración del riesgo, especialmente el causado por fallas en la seguridad de la cadena de transporte y la garantía de los derechos de los habitantes ancestrales de los territorios. Los eventos que generan daño ambiental en las zonas de la industria petrolera de Nariño y Putumayo son provocados por agentes externos a la industria, principalmente en la fase de transporte, por instalación de válvulas ilícitas y rupturas de tuberías.

El transporte de hidrocarburos por tuberías genera menos riesgo ambiental que el transporte por carreteras, por ser menos vulnerable a la acción de terceros, sin embargo, debe elevarse el análisis predictivo de eventos que amenazan la seguridad, así como buscar trazados de rutas y de tuberías que afecten lo menos posible a las comunidades locales (resguardos indígenas y campesinos) que se proveen de los recursos ecosistémicos de servicios de provisión. Los planes de desarrollo integrado para las zonas de extracción de petróleo y gas deben considerar la biodiversidad y definir acciones para no afectar los ciclos de vida de las especies de fauna que habita en los ecosistemas locales.

Los ecosistemas más expuestos a riesgos ambientales por el desarrollo de actividades de extracción y transporte de hidrocarburos en la cueca Caguán-Putumayo son los complejos de humedales Puerto Vega-Teteyé y los manglares del Pacífico colombiano (Tumaco). La afectación de estos ecosistemas ha sido poco estudiada, por lo tanto, deben desarrollarse estudios detallados que permitan establecer cambio de las características físico químicas del agua como consecuencia de derrames de crudo.

Finalmente, considerando que en zonas petroleras del departamento de Putumayo confluyen otras actividades antrópicas como minería y cultivos ilícitos que impactan el suelo, debe estudiarse la posible degradación ambiental, así como la afectación social y ecológica a las zonas de reserva (resguardos indígenas y campesinos); asimismo, la formulación de planes de gestión de riesgos generados por la práctica no controlada de estas actividades, así como la elaboración de mapas comunitarios de riesgos como herramienta para el análisis de las vulnerabilidades que hacen que los asentamientos sociales sean susceptibles de daños ante la ocurrencia de situaciones y eventos adversos.

## Referencias

- Adams, R. H., Zavala-Cruz, J., & Morales-García, F. (2008). Concentración residual de hidrocarburos en suelo del trópico. II: afectación a la fertilidad y su recuperación. *Interciencia*, 33(7), 483-489.
- Agbogidi, O. M., Okonta, B. C., & Dolor, D. E. (2005). Socio-economic and environmental impact of crude oil exploration and production on agricultural production: a case study of Edjeba and Kokori communities in Delta State of Nigeria. *Global Journal of Environmental Sciences*, 4(2), 171-176. doi:<http://dx.doi.org/10.4314/gjes.v4i2.2461> AJOL African Journals Online.
- Agencia Nacional de Hidrocarburos (2007). *Colombian Sedimentary Basins: Nomenclature, Boundaries and Petroleum Geology, a New Proposal*. ANH and B&M Exploration Ltda.
- Ahumada-Villafañe, I., Escudero-Sabogal, I., & Gutiérrez-Jaraba, J. (2016). Normatividad de riesgos laborales en Colombia y su impacto en el sector de hidrocarburos. *IPSA Scientia, revista científica multidisciplinaria*, 1(1), 31-42. <https://latinjournal.org/index.php/ipasa/article/view/892>

- Angulo Muñoz, R. A. (2010). *Economías extractivas y desarrollo sostenible: análisis y reflexiones de sus relaciones, a partir de la explotación petrolera del Putumayo*. [Tesis Maestría]. Universidad Nacional de Colombia.
- AUTO N° 04654 por el cual se efectúa seguimiento y control ambiental, 26 de septiembre de 2016. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). [http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/auto\\_4654\\_23092016\\_ct\\_3526\\_d.pdf](http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/auto_4654_23092016_ct_3526_d.pdf)
- Bayona Moreno, L. M. (2017). *Gestión de riesgos ambientales para oleoductos en Colombia*. [Monografía para optar por el título de Especialista en Gestión ambiental], Universidad de América.
- Cabrera, E. E., & Reyna, J. A. (1997). Evaluación del impacto por derrames de hidrocarburos en la ensenada de Tumaco. Comprobación de la efectividad de los planes de contingencia. (C. d. 2009), Ed.) *Boletín Científico*, 6, 139-145.
- Consejo Municipal de Tumaco (2017). *Plan de Desarrollo municipal 2017-2019*. Tumaco.
- CORPONARIÑO (2007). *Zonificación y codificación de cuentas en el Departamento de Nariño*. Pasto.
- Critto, A., Torresan, S., Ragazzo, C., Marcomini, A., & Prokhoda-Shumskikh, L. (2016). Climate change risk assessment: a review of tools, methods and best practices for the oil and gas sector. *SEA COASTS XXVI. MANAGING RISKS TO COASTAL REGIONS AND COMMUNITIES IN A CHANGING WORLD*, (pág. 172). St. Petersburg.
- DANE. (2012). *Información Estadística. Necesidades Básicas Insatisfechas*. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/censos/resultados/NBI\\_total\\_municipios\\_30\\_Jun\\_2012.xls](https://www.dane.gov.co/files/censos/resultados/NBI_total_municipios_30_Jun_2012.xls)
- Defensoría del Pueblo. (10 de 12 de 2007). *Resolución Defensorial N° 50*. Bogotá.
- Delgado, A., Ruiz, S., Arévalo, L., Castillo, G., & Viles, N. (2008). *Plan de Acción en Biodiversidad del Departamento de Nariño 2006-2030*.
- Duarte Martínez, V., & García Solarte, F. (2017). *Evaluación de la calidad de las fuentes hídricas y su afectación causada por las actividades domésticas y de explotación de hidrocarburos, en la vereda Carpo Alegre del municipio Puerto Asís, Putumayo*. Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander.
- Elliott, M., Wang, Y., Lowe, R., & Kleindorfer, P. (2004). Environmental justice: frequency and severity of US chemical industry accidents and the socioeconomic status of surrounding communities. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 58, 24-30. <https://jech.bmj.com/content/58/1/24.citation-tools>
- Garcés Ordóñez, O. G., & Espinosa-Díaz, L. F. (2019). Hydrocarbon contamination in mangrove sediments of the Mira river estuary. *Bulletin of Marine and Coastal Research*, 48(1), 159-168.
- García Solarte, F. A., & Duarte Martínez, V. P. (2016). *Evaluación de la calidad de las fuentes hídricas y su afectación causada por las actividades domésticas y de explotación de hidrocarburos*. [Tesis de grado], Universidad Francisco de Paula Santander, Ingeniería Ambiental, Ocaña.
- Guerrero Useda, M. (2016). Valoración económica del daño por ruptura de oleoducto. Caso territorio U'WA – Sierra Nevada del Cocuy. *Proceedings Congreso Internacional Supply Chain Management en una Economía Global* (págs. 8-35). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Guerrero Useda, M. (18 de 12 de 2018). Ruptura de oleoductos por interferencia externa, daño ambiental y sostenibilidad en Colombia. *Revista Producción + Limpia*, 13(2), 7-13. doi:DOI: 10.22507/pml.v13n2a1
- Instituto Departamental de Salud de Nariño. (2 de julio de 2015). Derrame hidrocarburo municipio de Tumaco. *Boletín Epidemiológico*, 1-15.

- Keith, D. A., Rodríguez, J. P., Rodríguez-Clark, K. M., Nicholson, E., Aapala, K., Alonso, A., & ... Benson, J. S. (mayo de 2013). Scientific foundations for an IUCN Red List of Ecosystems. *PLOS one*, 8(5).
- Laffon, B., Pásaro, E., & Valdíglesias, V. (2016). Effects of exposure to oil spills on human health: updated review. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B* 19(3-4), 105-128.
- Luque Díaz, G. Y., Ramírez Salinas, L. C., & Ochoa Ruiz, M. A. (febrero de 2020). Técnicas difusas para la evaluación de impactos ambientales en el transporte de hidrocarburos en Colombia. *Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento*, 24(64), 48-65.
- Markowski, A. S., & Mannan, M. S. (2009). Fuzzy logic for piping risk assessment (pfLOPA). *Journal of loss prevention in the process industries*, 22(6), 921-927.
- Marrugo, A. J. (julio de 1993). Estudio de la contaminación marina por hidrocarburos en el Pacífico Colombiano– Fase III. Bol. Cient. Cccp.(Colombia), 4, 47-60. (D. M. General, Ed.) *Boletín Científico CCCP*, 4, 47-60.
- Merem, E. C., Twumasi, Y., Wesley, J., Isokpehi, P., Shenge, M., Fageir, S., & ... Ochai, S. (2017). Assessing ecosystem liabilities of oil and gas activities in Southern Nigeria. *Public Health Research* 2017, 7(1), 3-26.
- Ministerio de Ambiente. (2015). Irreparables daños ambientales y 7 mil familias afectadas por voladura del oleoducto en Tumaco. *Noticias asuntos ambientales*. Bogotá, Colombia . Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-asuntos-ambientales/1849-irreparables-danos-ambientales-y-7-mil-familias-afectadas-por-voladura-del-oleoducto-en-tumaco>
- Molina-Santos, M., Terneus-Jácome, E., Yáñez-Moretta, P., & Cueva-Sánchez, M. (2018). Resiliencia de la comunidad fitoplanctónica en la laguna andina de Papallacta y sus afluentes, ocho años después de un derrame petrolero. *LA GRANJA. Revista de Ciencias. Granga*, 28(2), 67-83.
- Norville, W., & Banjoo, D. (5 de febrero de 2011). Water and sediment quality in a tropical swamp used for agricultural and oil refining activities. *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 46(2), 149-156. doi:10.1080/10934529.2011.532426
- O’Callaghan-Gordo, C., Orta-Martínez, M., & Kogevinas, M. (2016). Health effects of non-occupational exposure to oil extraction. *Environmental Health*, 15(56).
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. (2018). *Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos 2017*. Bogotá: UNODC.
- Ohimain, E. I. (2003). Environmental Impacts of oil mining activities in oil mining activities in the Niger Delta mangrove ecosystem. *Proceedings of the 8th International Mine Water Association (IMWA) Conference*, (págs. 503-517). Sandton. [http://www.mwen.info/docs/imwa\\_2003/imwa\\_2003\\_503-517.pdf](http://www.mwen.info/docs/imwa_2003/imwa_2003_503-517.pdf)
- Ozigis, M. S., Kaduk, J. D., & Jarvis, C. H. (2019). Ozigis, M. S., Kaduk, J. D., & Jarvis Mapping terrestrial oil spill impact using machine learning random forest and Landsat 8 OLI imagery: a case site within the Niger Delta region of Nigeria. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(4), 3621-3635.
- Páez, D., Beristain, C. M., & Fernández, I. (2009). *Las palabras de la selva: Estudio psicosocial del impacto de las explotaciones petroleras de Texaco en las comunidades amazónicas de Ecuador*. Bilbao: Instituto de Estudios sobre Desarrollo.
- Parfomak, P. W. (2019). Pipeline Security: Homeland Security Issues. *CRS Insights*(No. IN11060).
- Pernía, B., Mero, M., Cornejo, X., & Zambrano, J. (2019). Impactos de la contaminación sobre los manglares de Ecuador. *Manglares de América*, 375-419.

- Polidoro, B. A., Carpenter, K. E., Collins, L., Duke, N. C., Ellison, A. M., Ellison, J. C., & ... & Livingstone, S. R. (abril de 2010). The loss of species: mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *PLoS one*, 5(4), e10095.
- Portillo, J. L., & Ezcurra, E. (2002). Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques*, 8(Esp 1), 27-51.
- Prieto, A., & Arias, J. C. (2007). *Diversidad biológica del sur de la Amazonia colombiana. Diversidad biológica y cultural del sur de la Amazonia colombiana—Diagnóstico*. Bogotá: Ramos López Editorial Fotomecánica Ltda. Corpoamazonia, Bogotá.
- Purvis, M., Lewis, A., Hopkins, J. R., Wilde, S. E., Dunmore, R. E., Allen, G., & Ward, R. S. (2019). Effects of 'pre-fracking' operations on ambient air quality at a shale gas exploration site in rural North Yorkshire, England. *Science of The Total Environment*, 673, 445-454.
- Redacción EL TIEMPO. (25 de junio de 2015). La dura batalla contra la mancha de petróleo que indigna a Colombia. *EL TIEMPO*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16005042>
- Redacción Judicial El Espectador. (11 de noviembre de 2014). De cada 10 derrames de petróleo en Tumaco, nueve obedecen a extracciones artesanales. *El Espectador*. Obtenido de <http://www.elespectador.com/noticias/judicial/de-cada-10-derrames-de-petroleo-tumaco-nueve-obedecen-e-articulo-527019>
- Resolución N° 00801 por la cual se modifica un Plan de Manejo Ambiental y se toman otras determinaciones, 13 de julio de 2017. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). LAM7392-00. [http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/res\\_0801\\_13072017\\_ct\\_3270.pdf](http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/res_0801_13072017_ct_3270.pdf)
- Resolución N° 01265 por la cual se resuelve un recurso de reposición, 9 de octubre de 2017. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).LAM0232 Campo Palagua. [http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/res\\_1265\\_09102017\\_ct\\_4272.pdf](http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/res_1265_09102017_ct_4272.pdf)
- Sánchez Estupiñán, K. (2015). *Evaluación del riesgo por terrorismo de la infraestructura estatal petrolera en los departamentos de Arauca, Casanare y Putumayo en Colombia*. Universidad del Valle, Geografía, Santiago de Cali.
- Tam, N. F., Wong, T. W., & Wong, Y. (enero de 2005). A case study on fuel oil contamination in a mangrove swamp in Hong Kong. *Marine Pollution Bulletin*, 51(8), 1092-1100. doi:10.1016/j.marpolbul.2005.06.005
- Trujillo-Narcía, A., Rivera-Cruz, M. D., Lagunes-Espinoza, L. D., A., P.-L., & Ramirez-Valverde, G. (2012). Efecto de la restauración de un fluvisol contaminado con petróleo crudo. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28(4), 360-374.
- Vera Solano, J. A. (1 de enero de 2021). Terrorismo como detonante de desastres: atentados terroristas contra Oleoducto Caño Limón Coveñas en Colombia. *REDER*, 126-136.
- Vílchez-Fernández, O., & Ulloa-Carcasés, M. (2015). Evaluación del impacto ambiental por presencia de hidrocarburos en el fundo Los Clavelitos. *Minería y Geología*, 31(3), 91-108.
- von Prah, H. (1987). Notas sobre la historia natural del mangle Piñuelo Pelliciera phizophorae (Theaceae) en el Pacífico colombiano. *Actualidades Biológicas*, 15(58), 117-122.
- Wang, X., Feng, J., & Zhao, J. (2010). Effects of crude oil residuals on soil chemical properties in oil sites, Momoge Wetland, China. *Environmental monitoring and assessment*, 161(1-4), 271–280. doi:10.1007/s10661-008-0744-1
- Wang, Y., Feng, J., Lin, Q., Lyu, X., Wang, X., & Wang, G. (2013). Effects of crude oil contamination on soil physical and chemical properties in Momoge wetland of China. *Chinese Geographical Science*, 23(6), 708-715. doi:10.1007/s11769-013-0641-6

- Wong, O., & Raabe, G. K. (2000). A Critical Review of Cancer Epidemiology in the Petroleum Industry, with a Meta-analysis of a Combined Database of More Than 350,000 Workers. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 32(1), 78-98.
- Wynne, B. (1992). Uncertainty and environmental learning: reconceiving science and policy in the preventive paradigm. *Global environmental change*, 2(2), 111-127.
- Zhang, Z., Xu, X., Sun, Y., & Peng, J.-X. (octubre de 2014). Heavy metal and organic contaminants in mangrove ecosystems of China: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(290), 11938-11950. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3100-8>