

AFECCIÓN POR DERRAMES DE CRUDO OCASIONADOS POR ACCIONES SUBVERSIVAS AL OLEODUCTO CAÑO LIMÓN COVEÑAS

AFFECTATIONS BY CRUDE OIL SPILLS CAUSED BY SUBVERSIVE ACTIONS TO THE PIPELINE CAÑO LIMÓN COVEÑAS

**BONILLA GRANADOS, C. A.¹; RUBIO GOMEZ. Y. M.²;
BONILLA GRANADOS, S. A.³**

¹Msc. Carlos Alexis Bonilla Granados.

Programa de Ingeniería civil, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Universidad de Pamplona, e-mail: carlos.bonilla@unipamplona.edu.co, orcid.org/0000-0002-4558-4615

²Ing. Yrany Mayerling Rubio Gómez.

Programa de Ingeniería ambiental, Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander, e-mail: yranymayerlingr@ufps.edu.co, orcid.org/0000-0001-6889-2859

³Ing. Sergio Andrés Bonilla Granados.

Programa de Ingeniería de Minas, Facultad de Ingenierías, Universidad Francisco de Paula Santander, e-mail: sergioandresbg@ufps.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-1558-2042>

Universidad de Pamplona

Km. 1 vía a Bucaramanga, Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Tel: (57+7) 5685303 - 5685304

E-mail: carlos.bonilla@unipamplona.edu.co

Resumen

La relevancia económica que presenta el petróleo a nivel mundial, lo convierte en uno de los factores principales en la dinámica económica de las naciones que tienen la fortuna de poseerlo. Colombia, país suramericano caracterizado a nivel internacional por sus riquezas en flora, fauna y minerales, goza de una existencia significativa de este preciado hidrocarburo. Lamentablemente las acciones delictivas atentan contra la infraestructura petrolera de nuestro país, ejecutada por grupos al margen de la ley, enmarcan un conflicto social y ambiental entorno a la extracción del recurso. Es así, como los constantes derrames de petróleo, resultado de las acciones delictivas, contaminan significativamente los ecosistemas siendo los recursos hídricos y suelos, unos de los más perjudicados, generando un daño colateral a la salud de las personas. El presente artículo realiza una evaluación sistémica de los atentados subversivos ocasionados a la infraestructura petrolera del Oleoducto Caño Limón Coveñas.

Palabras Claves: Daños ambientales, Hidrocarburos, Petróleo.



Abstract

The economic relevance of oil worldwide makes it one of the main factors in the economic dynamics of nations that are fortunate enough to own it. Colombia, a South American country characterized internationally by its wealth of flora, fauna, and minerals, enjoys a significant existence of this precious hydrocarbon. Unfortunately, the criminal actions that threaten our country's oil infrastructure, carried out by groups outside the law, frame a social and environmental conflict around resource extraction. In this way, the constant oil spills, the result of criminal actions, significantly contaminate the ecosystems, with water and soil resources being one of the most damaged, generating collateral damage to the people's health. This article systematically evaluates the subversive attacks caused to the oil infrastructure of the Caño Limón Coveñas Oil Pipeline.

Keywords: Environmental damage, Hydrocarbons, Oil.

1. INTRODUCCIÓN

La síntesis plena de la variedad natural del planeta tierra evidente en Colombia (COL) (Figuroa *et al.*, 2018), es una muestra de la maravillosa diversidad en flora, fauna y fuentes hídricas que presenta nuestro país. Además de estos recursos naturales característicos de nuestra nación que hacen eco a nivel mundial, COL es poseedora de una riqueza mineral y de recursos naturales incalculable (Cardenas *et al.*, 2018), que a lo largo del tiempo han sido extraídos y comercializados en diversos países generando ingresos considerables al arca nacional (Figuroa *et al.*, 2018). Entre estos, el Petróleo es considerado uno de los motores de la economía nacional siendo uno de los principales generadores de renta externa y la fuente primordial de ingresos para algunas de las regiones del país, ya sea por generación de regalías o por contribuciones fiscales (Mayorga, 2016; Trujillo *et al.*, 2019).

En el año 2010 según la BP *statistical review of world energy* (revista estadística de la energía mundial BP), COL disponía del 0,1% de las reservas probadas de petróleo en el mundo, estando muy atrás

de países como Venezuela que registraba el 12,9%. A pesar de esta diferencia significativa con el país vecino (Ascanio *et al.*, 2018), es notoria la elevada producción de barriles de crudo que presentó COL, que ubica al país en el sexto lugar en extracción debido a los millones de barriles producidos por día, lo cual indica que a pesar de no contar con grandes reservas de petróleo nuestra producción es superior a la de casi todos los países del mundo (Posso, 2011; Mahecha *et al.*, 2020).

La Empresa Colombiana de Petróleos (Ecopetrol S.A), constituida en 1951 para hacerle frente a las empresas extranjeras que explotaban las reservas de crudo, en ese entonces, es considerada una de las empresas más grandes del país. El campo de acción de esta empresa está enmarcado en el sector del petróleo y del gas (Li *et al.*, 2019), con participación en la exploración, producción, refinación y comercialización de hidrocarburos. El peso de Ecopetrol S.A. en la economía nacional se ve reflejado en el aporte del Producto Interno Bruto (PIB) del país, el cual para el año 2017 fue estimado en 6.1% (ECOPETROL, 2017). En cuanto al transporte de hidrocarburos para su

refinación, procesamiento, exportación o consumo (Wang *et al.*, 2019), Ecopetrol S.A. cuenta con una red de oleoductos que van desde los centros de producción hasta las refinerías (Song & Luo, 2018) y los puertos en los océanos Atlántico y Pacífico. La red está comprendida por 7 Oleoductos; Orensa, Alto del Magdalena, Colombia, de los Llanos Orientales, Transandino, Bicentenario y Caño limón Coveñas (OCLC) (Hoyos & Garzón, 2015). El OCLC fue construido en 1986, tiene una longitud total de 771 km y una capacidad operativa de 220.000 barriles por día, recorre desde la frontera con Venezuela en el municipio de Arauquita, Departamento de Arauca, en el campo petrolífero Caño Limón, hasta el puerto caribeño del municipio Coveñas, Departamento de Sucre, atravesando en su recorrido los departamentos de Arauca, Boyacá, Cesar, Magdalena, Bolívar, Sucre y Norte de Santander (Ver Figura 1).



Figura 1. Oleoducto Caño Limón Coveñas.
Fuente: Creación propia con base en aportes de <http://inteligenciapetrolera.com.co>

Luego de tres décadas de operación se reportan más de 1445 millones de barriles de crudo que han sido transportados por el OCLC, que han contribuido al mejoramiento de la calidad de vida de las zonas de operación generando una

inversión social acumulada de más de \$148.000 millones de pesos Colombianos (COP) (Montes *et al.*, 2017), inversión que se ve reflejada en obras de infraestructura vial, proyectos productivos, instituciones educativas, electrificación rural, proyectos de masificación de gas, entre otros (Mayorga, 2016).

No obstante, a pesar de los beneficios económicos y sociales (De la Hoz Granadillo *et al.*, 2014) que se han mencionado anteriormente, el sector petrolero en COL ha presentado una serie de acciones adversas que han generado incidentes ambientales en diferentes lugares del país, acciones lamentables que afectan de manera directa, la flora y fauna de los ecosistemas y otros recursos naturales, debido al derrame de crudo en suelos y cuerpos hídricos (Güiza Suárez, 2011). En algunos casos estos impactos ambientales han sido catalogados como desastres ambientales, ocasionando la muerte de especies animales y vegetales, generando a su vez, la contaminación de cuencas hídricas, siendo estas las fuentes de abastecimiento de agua potable a diferentes comunidades que habitan los sectores afectados, situación que incide directamente en la salud de lugareños (Frank *et al.*, 2016; Castellanos *et al.*, 2020).

Desde luego, cuando se habla del ambiente, se hace referencia a los componentes bióticos y abióticos como el agua, suelo, aire, flora y fauna, los cuales son frecuentemente afectados por acciones desmedidas que perjudican los recursos naturales (Murillo *et al.*, 2018). En el país se presentan situaciones que de una u otra manera suman al deterioro de los ecosistemas (Solano, 2018), como los ataques terroristas a la infraestructura petrolera, la extracción de minerales por

vía ilegal (Ebus, 2014), la deforestación para dar paso a cultivos ilícitos, la construcción de campamentos para el procesamiento de drogas o por el simple hecho de la construcción de una vivienda campesina con materiales locales (Hurtado, 2016).

Por consiguiente y como resultado de estudios realizados, se ha cuantificado que entre el año de 1986 y 1998, aproximadamente 2 millones de barriles de petróleo crudo fueron derramados por consecuencia de ataques terroristas a las redes de transporte del hidrocarburo en COL, cifra que es equivalente a 7,6 veces la cantidad derramada en el desastre petrolero ocasionado por el encallamiento del buque petrolero Exxon Valdés en el año de 1989. Este desastre afectó significativamente las costas de Alaska y Canadá (España *et al.*, 2018; Batista y Urquiza, 2018), y en el cual se estimó que las labores de limpieza ascendieron al costo de 2,1 billones de dólares, en donde más de 2.000 kilómetros de la costa de la Bahía de Prince William Sound fueron cubiertas por una manta negra que afectó 250.000 aves marinas y 2800 nutrias, así como alteraciones considerables en la cadena trófica (Bence *et al.*, 1996).

Es así como, la relación inversamente proporcional existente entre el desarrollo económico de la nación y el daño ecológico presentado indirectamente por el sector petrolero enmarcado por los desastres ambientales que se han generado en distintas regiones que han sido afectadas por las acciones subversivas que enfrentan los oleoductos colombianos, ponen en la balanza el beneficio económico recibido en las zonas locales por la explotación del hidrocarburo y los daños ambientales ocasionados tras la voladura de los oleoductos (Hoyos &

Garzón, 2015a). Estos son temas de interés local y nacional que no debe pasarse por alto a la hora de manifestar la intención de permitir la explotación del preciado recurso por parte de los gobiernos locales (Flórez *et al.*, 2019; Cotamo, 2019).

El presente trabajo tiene como objetivo principal la revisión sistemática de los lamentables desastres ambientales generados en COL tras los atentados realizados a los oleoductos, específicamente, los ocasionados al OCLC, red directamente relacionada con el departamento del Norte de Santander.

2. METODOLOGÍA

La revisión sistémica consistió en la búsqueda de información en bases de datos científicas como Scopus, ScienceDirect y Web of Science. Adicionalmente, se buscó información proveniente de noticias en periódicos y noticieros nacionales reconocidos, cadenas radiales populares e informes técnicos de Ecopetrol S.A. Las palabras clave utilizadas para el filtro de los documentos abordados fueron; hidrocarburos, el petróleo en Colombia, derrames de crudo, políticas petroleras, daños ambientales por hidrocarburos, la economía petrolera y oleoductos en Colombia.

La búsqueda dio como resultado 80 artículos publicados de los cuales 60 eran de revistas científicas, 10 de periódicos nacionales reconocidos; El Tiempo y El Espectador, 5 de cadenas radiales; RCN, Caracol Radio y La FM, y 5 informes técnicos de Ecopetrol S.A. Se realizó una revisión de los documentos considerando como criterios de selección: la confiabilidad de la información, año de

publicación, ubicación espacial del atentado, temas tratados y datos aportados por la investigación. Se tomaron como base referencial 42 artículos de investigación, 8 artículos publicados por periódicos nacionales y 5 informes técnicos de la empresa Ecopetrol S.A. Dando como resultado la selección de 50 documentos de interés, siendo estos los más relevantes y pertinentes a la temática objeto de estudio los cuales se encuentran referenciados en el presente trabajo (Vanegas *et al.*, 2017).

3. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Contaminación por hidrocarburos

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados por la degradación térmica de la materia orgánica que contienen algunas rocas al estar sometida a altas temperaturas y presiones (Ke *et al.*, 2005; Santamaría *et al.*, 2009). Se han realizado múltiples investigaciones a lo largo de los años, donde se ha exaltado a este recurso como uno de los ejes más influyentes en la economía mundial (Martínez *et al.*, 2016).

La Influencia económica de los hidrocarburos se ve opacada debido a los numerosos impactos ambientales que genera la industria del gas y petróleo, ocasionados tanto en su extracción como procesamiento y transporte. Estas actividades económicas aumentan progresivamente debido a las altas demandas para su transformación en subproductos que se han convertido en necesidades básicas de la humanidad, como lo es el caso del combustible para los automotores (Acevedo, 2005; Ortega *et al.*, 2020). Es así como los recursos

naturales que presentan afectación directa por la industria petrolera son el suelo y el medio acuático, esta última encierra el pluvial y marino (Ekins *et al.*, 2007; Olivares *et al.*, 2019).

La contaminación por hidrocarburos que generalmente es causada por derrames de petróleo y que, en muchos casos, el único tratamiento para recuperar el medio afectado es la autodepuración, causa un considerable daño ambiental cuando dicha capacidad de autodepuración no es suficiente para remediar el perjuicio realizado (Kingston, 2002). Así mismo, cuando se afectan cuerpos hídricos y la capacidad de autodepuración del cauce es baja, los hidrocarburos derramados se adhieren fuertemente a los sedimentos debido a su baja solubilidad en agua y a su carácter hidrofóbico (Kingston, 2002), dificultando su pronta recuperación, lo cual es una característica que los hace altamente contaminantes (Montalvo *et al.*, 2018; Gómez *et al.*, 2021).

Del mismo modo, cuando el medio de contaminación es el suelo, el comportamiento de los contaminantes depende de características como la unidad del suelo (Maldonado *et al.*, 2016), permeabilidad, estructura, tamaño de las partículas, humedad, contenido de materia orgánica, profundidad del nivel freático, temperatura y precipitación pluvial (Brito *et al.*, 2003).

3.2 Factores determinantes en la contaminación por hidrocarburos en Colombia

Los derrames de crudo en COL, se han presentado por diversas circunstancias que pueden ser catalogadas como voluntarias, accidentales o por atentados de grupos al margen de la ley. Esta última

se muestra como la más común debido a la influencia delictiva de este tipo de grupos en las regiones alejadas por donde atraviesa el oleoducto. En consecuencia, la mayoría de atentados delictivos son generados en zonas del país de difícil acceso donde la presencia de estos grupos subversivos es masiva, situación que impide el desarrollo de planes de contingencia, estrategias de vigilancia y control de recuperación de las zonas afectadas (Arias, 2017; Higuera *et al.*, 2018).

Así las cosas, se entiende que la contaminación por derrame de crudo generalmente es ocasionada por uno de los siguientes cuatro factores: (ECOPETROL, 2018).

- Incidentes por causa operacional.
- Fenómenos de remoción en masa del suelo.
- Acción violenta con explosivos.
- Instalación de válvulas ilícitas.

Los incidentes por causa operacional están asociados a cualquier actividad ocasionada por la empresa y que están ligados a errores técnicos de sus operaciones, en este grupo podemos mencionar como evento más relevante el desastre presentado el 2 de marzo del año 2018 en el corregimiento la fortuna, municipio de San Vicente de Chucurí, Departamento de Santander, en el cual a 230 metros del pozo Lisama 158, se afectaron las quebradas La Lizama, Caño Muerto y el Río Sogamoso en una longitud de 24 kilómetros (Ver Figura 2).

Según reporte entregado por la empresa Ecopetrol S.A. los cuatro factores que confluyeron para ocasionar el desastre fueron:

1. En noviembre de 2017, al ser intervenido el pozo se produjo la caída

de una sección de tubería de trabajo al fondo del mismo, que originó la ruptura del “*blanking plug*”, (tapón o barrera que impide que los fluidos del yacimiento lleguen a la cabeza del pozo).

2. La ruptura o falla del “*blanking plug*” produjo un influjo imprevisto, que requirió para su control la inyección de fluidos a una presión de 1.250 PSI, medida que pudo generar la pérdida de integridad mecánica en el revestimiento de producción.
3. Presencia de un sistema natural de fallas geológicas en esa zona, denominado La Salina, que sumado a los otros factores permitió que los fluidos del pozo migraran por dichas fallas y afloraran en superficie.
4. Tiempo de exposición de las formaciones superiores a la sobrepresión del yacimiento, que contribuyó a que en un predio cercano al pozo afloraran los fluidos, una mezcla de agua, lodo, crudo y gas.



Figura 2. Derrame de crudo Pozos Lisama 158. Fuente: ECOPETROL.

Los fenómenos de remoción en masa son otro factor que ha afectado la infraestructura petrolera, aunque en menor proporción comparado con los otros factores, son pocos los casos documentados, pero no por ello dejan de

ser importantes. Por ejemplo, en la vereda Los Naranjos en el Municipio de Toledo en Norte de Santander, el 20 de agosto del 2018, se presentó un fenómeno de remoción en masa causado por la fuerte ola invernal la cual provocó un daño al OCLC, generando derrame de crudo en capa vegetal del suelo extendiéndose hasta la ribera del río Margua.

Entre el año 2009 y el año 2017 Ecopetrol S.A. ha reportado 27497 barriles derramados por incidentes de causa operacional. (ECOPETROL, 2017) (Ver Figura 3).

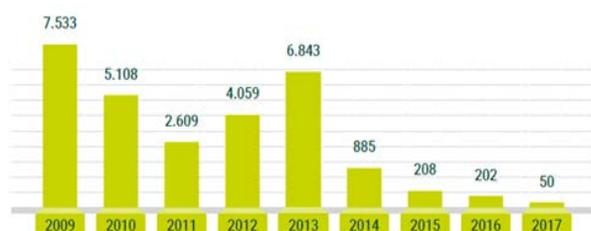


Figura 3: Barriles derramados por incidentes operacionales. Fuente: ECOPEPETROL, ofc. Desarrollo Sostenible y Ambiental.

Los demás factores mencionados, acción violenta con explosivos e instalación de válvulas ilícitas, tienen relación directa que enmarcan actos ilícitos que generalmente son realizados por grupos al margen de la ley. En sus 30 años de existencia, el OCLC, ha sido objeto, de alrededor, de 1293 actos ilícitos comprendidos entre atentados e instalación de válvulas para el hurto del crudo por parte de grupos al margen de la Ley y bandas delincuenciales.

En el artículo titulado “Una Tragedia contada en números” publicado en la edición número 8 de la revista e+ que edita Ecopetrol (ECOPETROL, 2015), las acciones violentas sufridas por la industria petrolera, desde el año 1986 suman más de 2.575 atentados, siendo la infraestructura del OCLC la más afectada

con 1.283 atentados (ECOPETROL, 2015) (Ver Figura 4).



Figura 4. Atentados por Departamento 1986-2015. Fuente: Ecopetrol - Ministerio de Minas y Energía

El número de atentados está asociado con el aumento significativo de las actividades extractivas en los últimos años, en el cual la normativa colombiana ha sufrido cambios beneficiando de manera significativa a la minería con el fin de consolidarse como el centro de la economía nacional. Esta transformación (Aguilera *et al.*, 2014), se ha llevado a cabo principalmente mediante la facilitación de inversiones extranjeras en industrias extractivas, empezando desde la década de 1980 bajo el gobierno de Ernesto Samper, que redactó un nuevo código minero con la consulta y el financiamiento del gobierno canadiense (Santa, 2006; Peñaloza *et al.*, 2020).

A raíz de estos eventos se documentaron una serie de estudios que han indicado la presencia de hidrocarburos en diferentes matrices en todo el país. Por ejemplo, se encontraron altas concentraciones de en sedimentos en el norte de la Bahía de Cartagena con concentraciones superiores a 100 µg/g con un máximo de 1.415 µg/g. (Parga *et al.*, 2002). Otro caso encontrado fueron los hidrocarburos aromáticos de petróleo (HAP) detectados en los sedimentos de Bahía de Buenaventura, sector Isla Cascajal, con una concentración promedio de 23.27 µg/g, (Ramón *et al.*, 2013).

3.3 Contaminación en Norte de Santander

Un listado de algunos de los atentados más relevantes en los primeros años de operación del OCLC reportados por Ecopetrol S.A, se describe a continuación como los más representativos. El 14 de julio de 1986 el OCLC fue dinamitado por el Ejército de Liberación Nacional (ELN), ocasionando el derrame de 45743 barriles de petróleo. Esta acción terrorista ocurrió en La Don Juana, municipio de Carmen de Tonchalá, en Norte de Santander. Así como en febrero de 1988, un atentado derramó 93.952 barriles de crudo que llegaron al lago de Maracaibo, en Venezuela.

El 15 de mayo de 1990 un atentado del ELN al OCLC, en el corregimiento de Zapatosa, en Cesar, produjo un derrame de más de 14 mil barriles en esta ciénaga, cuya área sobrepasaba las 40 mil hectáreas (ECOPETROL, 2015).

En 2005 otro atentado en la Región del Catatumbo ocasionó un derrame de 22.458 barriles, que terminaron en el parque natural reserva de fauna silvestre de las ciénagas de Juan Manuel, Aguas Blancas y Aguas negras, en el estado Zulia, Venezuela (ECOPETROL, 2015).

El 2 de junio del 2007 a la altura del km. 238 en el corregimiento La Donjuana, municipio de Chinácota, se generó derrame de crudo por atentado terrorista y posterior vertimiento al Pamplonita, de 9.316 barriles de petróleo, fuente de abastecimiento del acueducto de la capital del departamento de Norte de Santander, fue necesario el cierre del sistema de acueducto por más de 9 días, afectando a más de 480.000 habitantes equivalente al 70% de la población (Ramón *et al.*, 2013; Ramón y Moreno, 2018).

Así como el 25 de marzo de 2014, un atentado del grupo ELN en el sector de La China, municipio de Toledo, ocasionó la parálisis del OCLC por parte de la comunidad u'wa, los cuales no permitía la reparación de la estructura. En total, fueron 40 días en los que se dejaron de transportar 65 mil barriles diarios (ECOPETROL, 2015).

Según reporte de ECOPETROL S.A, en los últimos 30 años el OCLC ha sido víctima de 1.500 atentados, lo cual se ve reflejado en cifras que indican que desde 1986 la red ha estado fuera servicio el equivalente a 10 años, por atentados, y entre el año de 1986 y 2017 se han contabilizado 3,7 millones de barriles derramados (ECOPETROL, 2015).

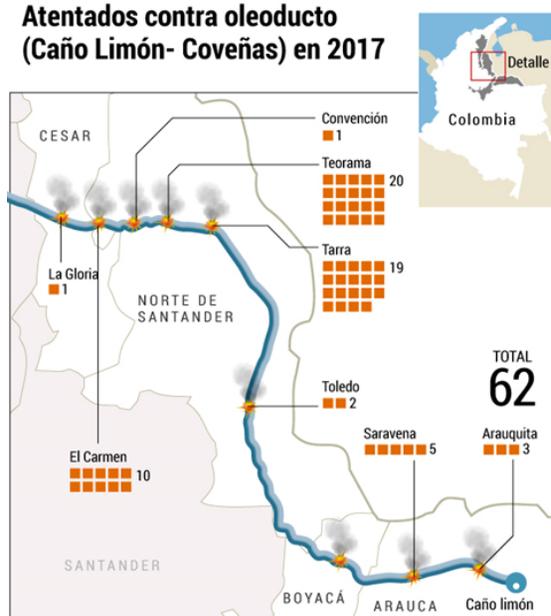
En el año 2018 se reportaron 89 atentados sobre el OCLC, hechos que sobrepasan más de 1.170 barriles derramados en suelos y cuerpos hídricos (De Mesa *et al.*, 2006), a su vez se identificó la ubicación de 49 válvulas ilícitas que luego de su reconocimiento por parte de expertos fueron retiradas realizando la posterior reparación al tubo perforado. Este tipo de artefactos no convencionales para la extracción de crudo directamente de la red que lo transporta, presentan un daño ambiental igual o mayor que los causados por las voladuras, debido al permanente flujo de crudo provocado por las fugas originadas tras la colocación artesanal de este tipo de válvulas (Jaramillo *et al.*, 2010).

Las acciones no especializadas de extracción ilegal de crudo, representan riesgos para la integridad física de la persona que comete el ilícito como para la comunidad en general. Actos irresponsables que se han evidenciado

mediante explosiones ocasionadas por el uso de herramientas mecánicas o manuales necesarias para la perforación del tubo, provocando quemaduras de primer grado y hasta la muerte de personas cercanas al sitio donde se comete el hurto, victimizando en primera medida, la persona responsable de la acción delictiva (Salamanca *et al.*, 2018; Cotamo, 2019).

ha sufrido 13 de ellos, cifra que representa el 44% de las acciones delictivas presentadas. De estos lamentables hechos subversivos, atribuidos al ELN, ocho (8) fueron perpetrados en el departamento de Arauca y cinco (5) en el departamento del Norte de Santander (EFE, 2019).

Atentados contra oleoducto (Caño Limón- Coveñas) en 2017



Atentados
2012 - 2017

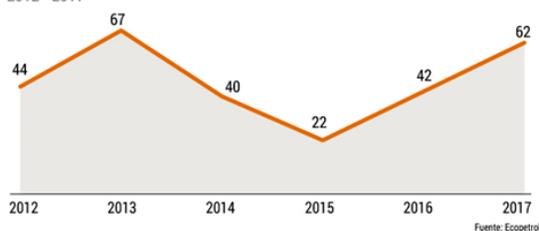


Figura 5. Atentados Oleoducto Caño Limón Coveñas en el 2017. Fuente: ECOPEPETROL.

En la Tabla 1, se mencionan algunos derrames que han sido relevantes en el transcurso del año, en el Departamento Norte de Santander.

Tan solo en el mes de abril del presente año se registraban 30 ataques contra la infraestructura petrolera del país. El OCLC

Tabla 1: Derrames relevantes en el año 2018 Norte de Santander.

Fecha	Cuerpo hídrico afectado	Municipio Vereda	Causa
15-Feb	Río Cubugón	Toledo	Explosivos
08-Jul	Río Tibú	Tibú	Válvula ilícita
20-Ago	Río Margua	Toledo	Derrumbe
04-Sep	Río Catatumbo	Teorama	Explosivos
14-Nov	Cobertura vegetal	Toledo	Explosivos

Fuente: Autores, adaptado de ECOPEPETROL.

3.4 Atentados en los años 2019-2021

A mediados del mes de abril, en el departamento del Norte de Santander ubicado al norte de nuestro país, fueron reportados dos atentados en menos de 48 horas, siendo el municipio de Tibú perteneciente a la región del Catatumbo el directamente afectado. El primer atentado se efectuó en la vereda el Guachimán y el segundo a la altura de la Vereda El Seis (Periódico el tiempo, 2019).

Este tipo de hechos, desafortunados, no solo afectaron la infraestructura del oleoducto, como daño colateral se reportó el asecho de la mancha de petróleo en el Rio Tibucito y el balneario Pozo Azul (Cotamo, 2019a), sitios que además de ser atractivos turísticos de la zona, abastecen de agua a los lugareños quienes, como siempre, resultan ser los directamente afectados por este tipo de actuación delincencial. La Figura 6 refleja de manera comparativa la afectación provocada al balneario Pozo Azul del



municipio de Tibú luego de realizada la acción delictiva en contra del OCLC.



Figura 6. Balneario Pozo Azul Tibú. Fuente: ECOPETROL.

En el mes de junio, la vereda la Pava del municipio de Saravena en el departamento de Arauca, afrontó una grave situación ambiental debido al atentado con explosivos que sufrió el OCLC. Atentado que provocó el daño de gran parte de la capa vegetal circundante a la zona afectada (Periódico el tiempo, 2019a). La Figura 7 muestra el tramo afectado por la acción subversiva.



Figura 7. Arremetida al OCLC Vereda la Pava - Saravena - Arauca. Fuente: ECOPETROL.

En el mismo mes y pasados pocos días de la acción violenta presentada en la vereda la Pava-Saravena-Arauca, milicianos del ejército de liberación nacional ELN generaron un atentado que provocó la rotura de un tramo del OCLC a la altura de la vereda Caranal, zona rural del municipio fronterizo de Araucita. Acción violenta que a la fecha registró el atentado número 20 contra el oleoducto de los cuales 13 se localizaban en el departamento de Arauca

y 7 más en el departamento del Norte de Santander (Periódico el tiempo, 2019b). La Figura 8 presenta la panorámica del campo petrolero del OCLC que opera la empresa Occidental de Colombia en el departamento fronterizo de Arauca.



Figura 8: campo petrolero del OCLC en Arauca. Fuente: Archivos del periódico el Tiempo

El mes de julio, no fue ajeno en cuanto al reporte de noticias lamentables respecto a los desastres naturales ocasionados por la interrupción violenta del transporte del petróleo por el OCLC. Tres fuentes hídricas del departamento de Arauca resultaron afectadas directamente debido al vertimiento del crudo en sus cauces. Es así como la quebrada La Petra y los ríos Margua y Arauca, fueron los recursos hídricos afectados esta vez por las acciones inconscientes y desmedidas que no limitan sus afectaciones con el fin de perturbar y sabotear la dinámica productiva de nuestro país. A su vez, se reportó que la mancha de hidrocarburo afectó la zona rural del municipio de Toledo en el departamento del Norte de Santander (Periódico el tiempo, 2019c). La Figura 9 refleja el tramo del OCLC que resultó afectado en los hechos críticos.



Figura 9. tramo del OCLC afectado por acciones subversivas. Fuente: ECOPETROL.

A finales del mes de Julio se presentó otra acción violenta contra el OCLC en la zona rural de Arauquita-Arauca. Pero esta vez el acto vandálico fue ocasionado, al parecer, por la población civil. Según la documentación de los hechos por parte de los diferentes medios de comunicación, los lugareños de la zona rural incendiaron 4 piscinas que contenían alrededor de 2.600 barriles de crudo. La acción fue incentivada por la puesta en protesta de campesinos quienes reclamaban mejoras salariales y aumento de los pagos por concepto de servidumbres. La Figura 10 muestra las consecuencias ambientales del acto realizado por los campesinos lugareños (Periódico el tiempo, 2019d).



Figura 10. Estela de humo ocasionada por el incendio provocado. Fuente: Archivos del periódico el Tiempo

En el mes de agosto continuó la arremetida contra el OCLC. En la vereda las Bancas en el municipio de Arauquita se presentó una acción violenta contra el OCLC, que, siendo lamentable, afortunadamente no presento contaminación en fuentes hídricas, pero que igualmente involucro una superficie de capa vegetal que tendrá un largo tiempo en recuperar a su estado natural (Hurtado et al., 2019). Con esta acción aumenta el número de atentados contra la infraestructura del OCLC llegando a la

lamentable cifra de 26 en lo corrido del año (Periódico el Espectador, 2019). La Figura 11 evidencia el daño ocasionado a la capa vegetal circundante al tramo violentado (Miranda & Sanabria, 2015)



Figura 11. tramo del OCLC violentado en la vereda las Bancas. Fuente: Archivos del periódico el Espectador.

Para el mes de septiembre se registró otro atentado al OCLC, el acto fue localizado en la vereda las Acacias en la zona rural del municipio de Arauquita, cuyo derrame afecto considerablemente la fuente hídrica de abastecimiento del municipio de Toledo en el departamento del Norte de Santander. Con este atentado, según reportes de ECOPETROL llegan a 30 las interrupciones violentas del transporte del crudo por el OCLC, 17 de ellas presentadas en el departamento de Arauca y 13 en el departamento del Norte de Santander (Periódico el tiempo, 2019e). La Figura 12 deja ver una, vez más, el desastre ambiental provocado por los atentados ocasionados al OCLC.

Para el año 2020 se registraron 126 incidentes, de los cuales 110 fueron causados por atentados terroristas e instalación de válvulas ilícitas, uno (1) fue generado por un tercero de manera no voluntaria, 13 tuvieron causa operativa y dos (2) se atribuyeron a hechos naturales. Los derrames ocurridos en el OCLC para este año, afectaron principalmente el recurso suelo (ECOPETROL, 2020).



Figura 12. Fuente hídrica afectada Municipio de Toledo. Fuente: ECOPETROL.

Los ataques al oleoducto OCLC han sido constantes, lo cual para el año 2021 se estimó que un atentado afectó a más de 4.000 personas que dependen del acueducto en la zona. Esto representado en daños al recurso hídrico para saneamiento de muchas familias y de recursos para recuperar el agua contaminada (CARACOL RADIO, 2021).

4. CONCLUSIONES

Las evidentes acciones delictivas a las que han sido sometidos los oleoductos de nuestro país durante los últimos años, arrojan cifras desalentadoras en cuanto a daños ambientales se refiere. El daño colateral efectuado al medio ambiente y habitantes de las zonas aledañas al evento, en su mayoría, es irreversible. Las fuentes hídricas son el recurso natural más afectado en este tipo de actividad ilícita, hasta tal punto, que en ocasiones los planes de contingencia de ECOPETROL S.A logran mitigar en un porcentaje el daño ocasionado, dejando a la naturaleza que realizase el arduo y tardío trabajo de recuperación al daño ocasionado. El OCLC, tal vez, por la ubicación geográfica de su recorrido, es vulnerable ante ataques delictivos que

afectan considerablemente su infraestructura, situación que se evidencia en los altos índices de atentados perpetrados en los últimos años.

La región del Catatumbo, por donde pasa parte del tramo del OCLC, debido a su histórica disputa a la que ha sido sometida por grupos al margen de la ley debido a las riquezas minerales y la fertilidad de sus tierras aptas para el desarrollo de cultivos ilícitos sumado a su cercanía con nuestro país vecino Venezuela, se convierte en un punto estratégico para la concentración de grupos armados. Es notable la falta de conciencia ambiental y social que demuestran las personas y grupos que atentan contra las redes transportadoras de crudo, quienes, su ambición personal representada, en gran parte, por el factor económico, ciega sus acciones sobre poniendo el interés personal ante el bien comunitario y en muchos casos, poniendo en juego la integridad personal de los lugareños.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Peñaloza, C. H. (2005). Estudio del ángulo de presión y de la presión de contacto en mecanismos leva palpador cuya ley de desplazamiento se diseña por curvas de Bézier. Universitat Politècnica de Catalunya. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/93720>
- Aguilera Gómez, M., Alejo, F. J., Navarrete, J. E., & Torres, R. C. (2014). Consideraciones sobre la Reforma de la Industria Petrolera en México. *Economía Unam*, 11(33), 110-137. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-952X2014000300006&script=sci_arttext
- Arias, J. A. V. (2017). Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en

- Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación. *Revista de investigación Agraria y Ambiental*, 8(1), 151-167. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1846>
- Ascanio, C. M., Osorio, L. M. B., Mina, L. G., & Monsalve, E. J. B. (2018). Analysis of the main labor market indicators by gender in Cúcuta in the period 2010-2017. *Mundo Fesc*, 8(15), 90-97. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/363>
- Batista, C. R. y Urquiza, R. I. (2018). Experiencias de la Universidad Antonio Nariño, Sede Tunja, en el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 9(2). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v9i2.406>
- Bence, A. E., Kvenvolden, K. A., & Kennicutt II, M. C. (1996). Organic geochemistry applied to environmental assessments of Prince William Sound, Alaska, after the Exxon Valdez oil spill—a review. *Organic geochemistry*, 24(1), 7-42. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0146638096000101>
- Brito, O. O., Ize, I., & Gavilán, A. (2003). La restauración de suelos contaminados con hidrocarburos en México. *Gaceta ecológica*, (69), 83-92. <https://www.redalyc.org/pdf/539/53906906.pdf>
- CARACOL RADIO (2021). Ataque al oleoducto Caño Limón Coveñas afecta a más de 4000 personas. https://caracol.com.co/programa/2021/11/17/6am_hoy_por_hoy/1637149914_065522.html
- Cardenas, Y. D., Valencia, G. E., & Acevedo, C. H. (2018). Articulation of environmental management in projects of non-conventional energy sources in the Caribbean Colombian region. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1126, No. 1, p. 012024). IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1126/1/012024/meta>
- Castellanos, L., Serrano, S. y Becerra, W. M. (2020). Preferencia por morfoespecies de babosas en diferentes cultivos y ambientes del municipio Pamplona, Norte de Santander. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 11(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.356>
- Cotamo-Salazar O. (2019). Emergencia tras explosión en oleoducto Caño Limón-Coveñas. LA FM. <https://www.lafm.com.co/colombia/emergencia-tras-explosion-en-oleoducto-cano-limon-covenas>
- Cotamo-Salazar O. (2019a). Confirman nuevo atentado contra oleoducto en el Catatumbo. RCN radio. <https://www.rcnradio.com/colombia/santanderes/confirman-nuevo-atentado-contra-oleoducto-en-el-catatumbo>
- De la Hoz Granadillo, E. J., Herrera, T. J. F., & Gómez, J. M. (2014). Evaluación del comportamiento de los indicadores de productividad y rentabilidad financiera del sector petrolero y gas en Colombia mediante el análisis discriminante. *Contaduría y administración*, 59(4), 167-191. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0186104214701597>
- de Mesa, J. B. L., Quintero, G., Vizcaíno, A. L. G., Cáceres, D. C. J., Riaño, S. M. G., & García, J. M. (2006). Bioremediación de suelos contaminados con hidrocarburos derivados del petróleo. *Nova*, 4(5), 82-90. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/351>
- Ebus, B. (2014). Digging deeper in El Dorado, Neutralizing the gap between CSR and practice: gold mining TNCs in Colombia. Utrecht: Universiteit Utrecht.



- <https://co.linkedin.com/in/bram-ebus-6aa204102>
- ECOPETROL (2020). Reporte Integrado de Gestión Sostenible. <https://www.ecopetrol.com.co/wps/port al/Home/es/ResponsabilidadEtiqueta/InformesGestionSostenibilidad/Informe sdegestion>
- ECOPETROL. (2015). Una tragedia contada en números. <https://www.ecopetrol.com.co/especial es/revista-emas08/cifras.html>.
- ECOPETROL. (2017). Reporte integrado de gestión sostenible. <https://www.ecopetrol.com.co/docume ntos/Reporte-Sostenibilidad-2017.pdf> Accessed on November 2018.
- ECOPETROL. (2018). Reporte técnico afloramiento la fortuna. <https://www.ecopetrol.com.co/wps/port al/Home/es/noticias/resultadobusqued as?busqueda=Reporte%20t%C3%A9c nico%20afloramiento>
- EFE. (2019). Ecopetrol informa de nuevo atentado al oleoducto Caño Limón-Coveñas. *El Espectador*. <https://www.elespectador.com/econom ia/ecopetrol-informa-de-nuevo-atentado-al-oleoducto-cano-limon-covenas-article-845267/>
- Ekins, P., Vanner, R., & Firebrace, J. (2007). Zero emissions of oil in water from offshore oil and gas installations: economic and environmental implications. *Journal of cleaner production*, 15(13-14), 1302-1315. <https://www.sciencedirect.com/science /article/abs/pii/S0959652606002678>
- Espana, V. A. A., Pinilla, A. R. R., Bardos, P., & Naidu, R. (2018). Contaminated land in Colombia: A critical review of current status and future approach for the management of contaminated sites. *Science of the Total Environment*, 618, 199-209. <https://www.sciencedirect.com/science /article/abs/pii/S0048969717329686>
- Figuroa, O. H., & Zapata, J. L. V. (2016). Taller de Bio-Construcción sostenible. In *Arquitectura en tierra, patrimonio cultural: XII CIATTI 2015. Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra, Tradición e Innovación* (pp. 153-162). Cátedra Juan de Villanueva. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6014180>
- Figuroa, O. H., Gutiérrez, J. C., & Botia, G. P. (2018a). Verification of compression resistance between a conventional concrete and its addition of 5, 10 and 15% in volume of fly ash replacing fine aggregate. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1126, No. 1, p. 012037). IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1126/1/012037/meta>
- Figuroa, O. H., Gutiérrez, J. C., & Gallardo, O. (2018). Resistance to compression of conventional concrete alleviated through partial substitution of coarse aggregate for expanded polystyrene. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1126, No. 1, p. 012040). IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1126/1/012040/meta>
- Flórez, M. A., Mosquera, J., Ramón, J. D. y Caballero, J. E. (2019). Análisis de la contaminación de ruido generada por el flujo vehicular en el casco urbano del municipio de Chinácota, Norte de Santander. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 10(2). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2019.3964>
- Frank, A. G., Dalle Molle, N., Gerstlberger, W., Bernardi, J. A. B., & Pedrini, D. C. (2016). An integrative environmental performance index for benchmarking in oil and gas industry. *Journal of cleaner production*, 133, 1190-1203. <https://www.sciencedirect.com/science /article/abs/pii/S0959652616307417>
- Gómez, L. M., Bonilla, C. A., & Zafra, C. M. (2021). Alternativas de reúso y ahorro de agua potable por discontinuidad en el abastecimiento. *Revista Ambiental*

- Agua, Aire y Suelo, 11(2).
https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RA/article/view/4667
- Güiza Suárez, L. (2011). Juridical Perspective of Environmental Impact on Water Resources Caused by Mining in Colombia. *Opinión Jurídica*, 10(SPE), 123-140.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-25302011000300008&script=sci_abstract&tlng=pt
- Higuera, F., Salamanca, J. R., Acosta, L. F. y Acero, M. (2018). Análisis de acero laminado antes y después de soldado, mediante pruebas de metalografía y macroataque. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 9(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2018.3209>
- Hoyos, A. N., & Garzón, E. A. (2015). Factores sectoriales clave para la estructura de capital en actividades de servicios petroleros en Colombia. *Suma de negocios*, 6(14), 147-154.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215910X15000324>
- Hoyos, A. N., & Garzón, E. A. (2015a). Factores sectoriales clave para la estructura de capital en actividades de servicios petroleros en Colombia. *Suma de negocios*, 6(14), 147-154.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215910X15000324>
- Hurtado-Figueroa O. (2016). Adobe estructural reforzado con gramíneas de tallos con tejido leñoso. in *Arquitectura en tierra. Historia y Renovación. XIII CIATTI. Congreso de arquitectura en tierra en Cuenca y Villagarcía de Campos*.
https://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2017/21XIIICIATTI2016_Hurtado.pdf
- Hurtado-Figueroa, O., Suárez, J. R., & Cárdenas-Gutiérrez, J. A. (2019). Subgrade improvement by the replacement of conventional stone aggregate by biosanitary waste treated. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1329, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1329/1/012010/meta>
- Jaramillo, G. E. E., Paba, G. M., & Ospino, M. C. (2010). Aislamiento de bacterias potencialmente degradadoras de petróleo en hábitats de ecosistemas costeros en la Bahía de Cartagena, Colombia. *Nova*, 8(13).
<https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/152>
- Ke, L., Yu, K. S. H., Wong, Y. S., & Tam, N. F. Y. (2005). Spatial and vertical distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in mangrove sediments. *Science of the Total Environment*, 340(1-3), 177-187.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969704005893>
- Kingston, P. F. (2002). Long-term environmental impact of oil spills. *Spill Science & Technology Bulletin*, 7(1-2), 53-61.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1353256102000518>
- Li, M., Wu, G., Xia, B., Huang, T., Ni, B., Pang, S., & Long, X. (2019). Controls on hydrocarbon accumulation in clastic reservoirs of the Tarim Craton, NW China. *Marine and Petroleum Geology*, 104, 423-437.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026481721930145X>
- Mahecha, J. G., Castellanos, L. y Céspedes, N. (2020). Alternativas para Suplir la Carencia de Fósforo en Fresa y Disminuir la Contaminación Ambiental en Pamplona Norte de Santander. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 10(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.384>
- Maldonado, J. C., Moreno, H. D., & Aperador, W. (2016, February). Electrochemical characterization of the

- steel wire used as reinforcement in the conductors transmission networks electricity nitride by ion implantation. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 687, No. 1, p. 012004). IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/687/1/012004/meta>
- Martínez-Martín, E., Acosta-Martínez, L., & Ramírez-Apodaca, F. D. (2016). Emulsificación de petróleo crudo para su transporte por oleoductos. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 17(3), 395-403. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432016000300395&script=sci_abstract&lng=pt
- Mayorga F. (2016). La Industria petrolera en Colombia. *Revista Credencial*, Bogota, <https://www.revistacredencial.com/historia/temas/la-industria-petrolera-en-colombia>
- Miranda, G. J. M., & Sanabria, J. C. D. (2015). Diseño De Un Sistema De Monitoreo In Situ De Contaminación Por Derivados Del Petróleo. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 6(2). https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RA/article/view/3248
- Montalvo, A., Aldana, R., López, A., Álvarez, E., Aldana, F. y Rivera, Y. (2018). Mantenimiento centrado en confiabilidad en motocompresores. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 9(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2018.3212>
- Montes, A. N. S., Cantor, L. E. F., Monsalve, E. J. B., & Ríos-Epalza, Y. C. (2017). Estrategias pedagógicas de micro finanzas a los estudiantes del Colegio Municipal Aeropuerto. *Revista Convicciones*, 4(8), 17-21. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/convicciones/article/view/232>
- Murillo, J. A. P., Sandoval, Y. C. G., Santafé, J. I. L., Maldonado, J. J. C., & Figueroa, O. H. (2018). Estudio del comportamiento de muestras de mortero natural sometidas a esfuerzo de compresión. *Lámpsakos*, (20), 22-28. <https://www.redalyc.org/journal/6139/613964507003/613964507003.pdf>
- Olivares, M. A., López, A., Aldana, R., Alvarez, E. J., Aldana, F., Rivera, Y. y Leyva, J. G. (2019). Mantenimiento automotriz basado en un diagnóstico tribológico. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 10(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v10i1.394>
- Ortega, A., Cáceres, L. y Castiblanca, L. (2020). Introducción al Uso de Coagulantes Naturales en los Procesos de Potabilización del Agua. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 11(2). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i2.873>
- Parga-Lozano, C. H., Marrugo-González, A. J., & Fernández-Maestre, R. (2002). Hydrocarbon contamination in Cartagena Bay, Colombia. *Marine pollution bulletin*, 44(1), 71-74. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X01002016>
- Periódico el Espectador. (2019). Ya van 26 atentados contra el oleoducto Caño Limón-Coveñas en 2019. *Periodico el Espectador*. <https://www.elespectador.com/economia/ya-van-26-atentados-contrael-oleoducto-cano-limon-covenas-en-2019-articulo-875516>.
- Periódico el Tiempo. (2019). Nuevo atentado al oleoducto Caño Limón Coveña Arauquita. *Periódico el Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/nuevo-ataque-a-oleoducto-cano-limon-covenas-en-arauquita-337354>.
- Periódico el Tiempo. (2019a). Atentado al Caño Limón desató grave emergencia



- ambiental en Arauca. Periodico el Tiempo.
<https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/atentado-al-cano-limon-desato-grave-emergencia-ambiental-en-arauca-380584>.
- Periódico el Tiempo. (2019b). Se registró una nueva voladura del oleoducto Caño Limón Coveñas. Periodico el Tiempo.
<https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/se-registro-una-nueva-voladura-del-oleoducto-cano-limon-covenas-381858>.
- Periódico el Tiempo. (2019c). Derrame de crudo en río Arauca fue ocasionado por atentado a oleoducto. Periodico el Tiempo.
<https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/causas-del-derrame-de-crudo-en-rio-arauca-387782>.
- Periódico el Tiempo. (2019d). Queman piscinas de petróleo en zona rural de Arauquita. Periodico el Tiempo.
<https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/queman-piscinas-de-petroleo-en-zona-rural-de-arauquita-arauca-394492>.
- Periódico el Tiempo. (2019e). Atentan contra infraestructura petrolera en Arauca y N. de Santander. Periodico el Tiempo.
<https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/atentan-infraestructura-petrolera-en-arauca-y-norte-de-santander-411654>.
- Peñaloza, L. K., Carvajal, F. A. y Hernández, N. J. (2020). Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal de la microcuenca El Volcán a partir de la compra de áreas estratégicas. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 11(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.381>
- Posso, C. (2011). *Petróleo y transformación de conflictos*. Bogotá, Indepaz.
[http://www.indepaz.org.co/wp-content/uploads/2018/08/Petroleo-](http://www.indepaz.org.co/wp-content/uploads/2018/08/Petroleo-Generalidades_de_la_industria_petrolera_en_Colombia-Revista_Indepaz_2013.pdf)
- [Generalidades_de_la_industria_petrolera_en_Colombia-Revista_Indepaz_2013.pdf](https://www.indepaz.org.co/wp-content/uploads/2018/08/Petroleo-Generalidades_de_la_industria_petrolera_en_Colombia-Revista_Indepaz_2013.pdf)
- Ramón, A. J., Maldonado, J., & Romero, L. (2013). Manejo de la contaminación con petróleo crudo en el acueducto de Cúcuta. *revista ambiental agua, aire y suelo*, 2(2).
https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RA/article/view/135
- Ramón, B. y Moreno, J. (2018). Estudio de materiales precursores del reciclaje y sus atributos mecánicos con aplicación al diseño y fabricación de ladrillo ecológico. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 9(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2018.3213>
- Salamanca, J., Acosta, L., Higuera, F. y Rojas, B. (2018). DESARROLLO DE CHASIS DE UN VEHÍCULO DE TRACCIÓN HUMANA, A BASE DE GUADUA Y POLÍMERO. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 9(2). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2018.3215>
- Santa Ríos, A. (2006). Evaluación de la contaminación por hidrocarburos aromáticos totales en aguas y sedimentos marinos en la Bahía de Buenaventura sector Isla Cascajal. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1241&context=ing_ambiental_sanitaria
- Santamaría Orozco, D. M., Amezcua Allieri, M. A., & Carrillo Hernández, T. D. J. (2009). Generación de petróleo mediante experimentos de pirólisis: revisión sobre el conocimiento actual. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 61(3), 353-366. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222009000300005
- Solano, J. A. V. (2018). Las actividades ilegales de los actores armados del conflicto, que han sido fuente de



- desastres ambientales en Colombia. Cuaderno Activa, 10, 69-76.
<https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/491>
- Song, B., & Luo, Q. Y. (2018). Determination of the potential energy surfaces of some hydrocarbon refrigerants and their gas transport properties via semi-empirically based assessment. *Results in Physics*, 10, 832-836.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211379718315122>
- Trujillo, J. E., Caballero, J. E. y Ramón, J. D. (2019). Determinación de las concentraciones de metales pesados presentes en el material particulado PM10 del municipio de San José de Cúcuta, Norte de Santander. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 10(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2019.3957>
- Vanegas, D. V., Vanegas, A. A. R., & Vanegas, A. K. L. (2017). Comunidad y cultura ambiental. dinámicas de potenciación para un desarrollo sostenible y corresponsable. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 8(1). https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RA/article/view/3271
- Wang, Y., Liu, L., Ji, H., Song, G., Wang, X., & Sheng, Y. (2019). Structure of a pre-Triassic unconformity and its hydrocarbon transporting characteristics, Wuerhe-Fengnan area, Junggar Basin, China. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 173, 820-834. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0920410518309501>