



02

UV Universidad
Verdad 78

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA VOLUNTARIA PARA LA DETECCIÓN DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES DE LA ACTIVIDAD PETROLERA EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA

Voluntary Geographic Information for the detection of socioenvironmental impacts of oil activity in the Ecuadorian amazon

 **Cristabell Aguirre Saula**, Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador – IERSE, Universidad del Azuay. (Ecuador) (c.aguirre@uazuay.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0003-0412-2753>)

 **Daniel Pabón Salazar**, Área de Gestión, Universidad Andina Simón Bolívar. (Ecuador) (danielpabonsalazar@gmail.com) (<https://orcid.org/0000-0001-7926-6597>)

 **Massimo De Marchi**, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Università degli Studi di Padova. (Italia) (massimo.demarchi@dicea.unipd.it) (<https://orcid.org/0000-0001-8184-013X>)

 **Daniele Codato**, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Università degli Studi di Padova. (Italia) (daniele.codato@unipd.it) (<https://orcid.org/0000-0003-0704-4041>)

Resumen

En esta investigación se estudia la Información Geográfica Voluntaria (IGV) como herramienta para generar información geográfica independientemente de la profesión de los usuarios. Se recorrió el denominado *Toxic Tour* de la Mano Negra de Chevron en Orellana y Sucumbíos y se visitaron puntos donde se encuentran mecheros asociados a las actividades petroleras para la quema de gas natural. Mediante el uso de la aplicación *GeoODKCollect* y la plataforma ONA se georreferenciaron factores asociados al extractivismo petrolero que ocasionan impactos socioambientales y riesgos para la salud de los habitantes en el noreste de la Amazonía ecuatoriana, en las provincias de Orellana y Sucumbíos. Se evidenció que el proceso de remediación ambiental de la empresa Chevron – Texaco ha sido insuficiente y los riesgos ambientales, sociales y de salud en la zona de estudio y sus alrededores continúan.

Palabras clave

IGV, ONA, GeoODKCollect, Amazonía, Petróleo, Ecuador.

Keywords

VGI, ONA, GeoODKCollect, Amazon, Oil, Ecuador.

Abstract

In this research, Voluntary Geographic Information (VGI) is studied as a tool to generate geographic information regardless of the profession of the users. The so-called *Toxic Tour de la Mano Negra de Chevron* and petroleum associated gas flaring sites were visited. With the use of the *GeoODKCollect* application and the ONA platform, the authors georeferenced factors associated to oil extractivism which cause social and socioenvironmental impacts and health risks to the northeast of the Ecuadorian Amazon inhabitants, in the provinces of Orellana and Sucumbíos. It was identified that the remediation process that the Chevron – Texaco Company has executed is insufficient and the environmental, social and health risks in the study area and its surroundings continue.

1.

Introducción

El monitoreo ambiental consiste en la recopilación de información, medición y evaluación del estado de una zona determinada (Gouveia y Fonseca 2008, p. 188). Entre las herramientas de monitoreo ambiental, la participación pública ciudadana se ha convertido en un elemento útil para la recolección de datos en áreas de difícil acceso y para realizar estudios con escaso financiamiento, al tiempo que las tecnologías de la información y comunicación facilitan la búsqueda, recopilación y validación de datos, dando lugar a nuevas herramientas y actores para el levantamiento de información geográfica (Goodchild, 2007). En este contexto, destaca la Información Geográfica Voluntaria (IGV) generada de manera colaborativa por ciudadanos con diferentes niveles de educación, conocimiento y/o habilidades, para ser usada por organizaciones gubernamentales, civiles y académicas en diferentes áreas, entre esas el área ambiental (Au *et al.*, 2000; Fatehian *et al.*, 2018).

En este trabajo se presenta un estudio de caso sobre el uso de la IGV para identificar impactos socioambientales vinculados a la industria petrolera en las provincias de Orellana y Sucumbíos localizadas en el nororiente de la Amazonía ecuatoriana, donde la explotación de crudo a gran escala es una de las principales actividades económicas (Codato *et al.*, 2019). Para ello, veinte y un estudiantes y profesores de la maestría de Investigación en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo de la Universidad Andina Simón Bolívar, recorrimos el de-

nominado *Toxic Tour* de la *Mano Negra de Chevron* y visitamos puntos donde se encuentran mecheros asociados a las actividades petroleras para la quema de gas natural.

Haciendo uso de la ge-app *GeoODKCollect* se generó un formulario de preguntas sobre impactos ambientales relacionados a la industria petrolera. Se identificaron 128 puntos mediante observación directa, y en algunos casos se complementó la información a través de testimonios proporcionados por los habitantes del lugar. La base de puntos se descargó en ONA (<https://company.ona.io/>) y al analizarla se identificó que 42 no correspondían a las pautas definidas para el trabajo por lo que se descartaron de la base inicial. Finalmente, 86 puntos fueron exportados en formato CSV para ser procesados en ArcGis. A partir de esto, se definieron los siguientes factores que componen la actividad petrolera: apertura de vía, derrame de crudo, infraestructura petrolera, lixiviados, mecheros, oleoductos, plantas de generación de energía, plataformas y pozos de aguas de formación.

Se determinó que en esta zona los principales impactos relacionados a la industria petrolera corresponden a cambios de la vida silvestre, deforestación, contaminación de fuentes de agua y contaminación del suelo debido a derrames. Se evidenció la perforación de un oleoducto que vierte crudo sobre el suelo, lo que se asocia a la alteración del crecimiento vegetal y al incremento de metales en el área (Rivera Cruz *et al.*, 2005; Siebe *et al.*, 2005). Finalmente, se advirtió que las petroleras queman el gas residual para separarlo del petróleo, lo que contribuye al cambio climático y genera impactos sobre la flora y fauna del lugar (Facchinelli *et al.*, 2020).

Tomando en cuenta que la industria extractivista en general continúa siendo administrada en beneficio de los poderes económicos y políticos, mientras que las consecuencias son desiguales e injustas (Widener, 2011), en este trabajo se incluyen los posibles efectos sociales del extractivismo petrolero y consecuencias que esta industria ha tenido sobre la salud de los pobladores del área. Los principales resultados de dicha discusión se relacionan con la reducción de oportunidades laborales en comparación con el sector agrícola (Ray y Chimienti, 2015). Adicionalmente, la cercanía de los factores petrole-

ros al territorio donde habitan los grupos indígenas no contactados Tagaeri y Taromenane, conocido como *zona intangible*, limita la posibilidad de recolección de alimento para las comunidades y produce conflictos entre éstas y las compañías petroleras. En cuanto a salud, se sugiere que la exposición de mujeres y hombres a la industria petrolera incrementa las tasas de cáncer, desnutrición, problemas respiratorios, erupciones cutáneas y diarreas (Widener, 2011; San Sebastián y Karin Hurtig, 2004; Buitrón y Romero, 2011).

En las secciones a continuación se realizará una revisión de conceptos importantes en el contexto de esta investigación y se identificará el área de estudio. Se seguirá con los materiales y métodos para posteriormente exponer los impactos ambientales y consecuencias sociales y a la salud generados por la industria petrolera.

2. Conceptos

2.1. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Actualmente los SIG constituyen una herramienta clave para la investigación y el trabajo profesional en las diferentes áreas de conocimiento. Tradicionalmente, los SIG se han definido como “sistemas de información basados en computadora para la captura, almacenamiento, manipulación, análisis y visualización de datos de atributos tabulares asociados y referenciados espacialmente” (Fischer y Nijkamp, 1992, p. 5). Estos sistemas permiten que datos georeferenciados sean representados a través de mapas, lo cual se convierte en un elemento significativo y enriquecedor para los análisis de las distintas áreas de estudio (Olaya, 2014).

2.2. Información Geográfica Voluntaria (IGV)

Los avances tecnológicos han abierto al público en general oportunidades de participación en la generación de información geográfica (Connors *et al.*, 2012; Elwood, 2008) lo que permite que la pro-

ducción de conocimiento geográfico que antes era una tarea exclusiva de gobiernos, empresa privada, agencias e institutos, ahora esté también en las manos de los ciudadanos comunes, independientemente de su profesión o perfil, convirtiéndolos en una red de “sensores” en tiempo real (Harris y Lafone, 2012). Así, el concepto *Información Geográfica Voluntaria* (IGV) aparece oficialmente en la literatura en el año 2007 (Goodchild, 2007), haciendo referencia a la participación de un gran número de ciudadanos en la creación de información geográfica. De acuerdo a Goodchild *et al.* (2012, p. 3), estos ciudadanos se convierten en “prosumidores”, es decir productores y consumidores que ofrecen una nueva visión del rol ciudadano frente a la ciencia y a la información geográfica digital, generando nuevas formas de producción de conocimiento espacial, lo que fomenta nuevas prácticas sociales y políticas (Elwood, 2008; Ruiz, 2010). En efecto, uno de los trabajos más representativos de IGV es *OpenStreetMap* (OSM - <http://www.openstreetmap.org>), un proyecto en el que ciudadanos de diferentes perfiles y profesiones comparten información sobre las carreteras de cualquier parte del mundo (Haklay, 2010).

2.3. Sistemas Globales de Navegación por Satélite

Un hito tecnológico en el área de la geografía son los *Sistemas Globales de Navegación por Satélite* (GNSS por sus siglas en inglés), los cuales transmiten datos de posicionamiento y sincronización para la determinación inmediata de coordenadas (European Global Navigation Satellite Systems Agency, 2021). Entre los GNSS implementados se encuentran los GPS, que permiten recoger puntos de localización, coordenadas, e información adicional mediante el uso de *hardware* como unidades GPS, tabletas y teléfonos móviles (Olaya, 2014). En este contexto, los teléfonos móviles han dado lugar al desarrollo de *softwares* como el *Open Data Kit*, el cual es un conjunto de herramientas de código abierto, compatible con la aplicación *GeoODKCollect*, que permite recopilar y distribuir información geográfica con o sin conexión de datos o internet (Raja *et al.*, 2014). La información recogida con *GeoODKCollect* puede ser compilada en la plataforma ONA, una herramienta para la construcción de infraestructura de datos espaciales, la cual integra en formato *xls* formularios o flujos de trabajo capturados mediante GPS.

3.

Área de Estudio

La Amazonía es un territorio que tiene una extensión de aproximadamente 7,4 millones de km² y es valorada como un bien global debido a su importancia en la regulación de fenómenos climáticos y a su capacidad de almacenamiento de carbono (NU CEPAL, 2013). El territorio amazónico se extiende por ocho países y un territorio de ultramar: Brasil (59,17% del bioma), Perú (11,27%), Colombia (7,94%), Venezuela (6,69%), Bolivia (5,99%), Guyana (3,51%), Surinam (2,35%), Ecuador (1,75%) y Guayana Francesa (1,33%) (Charity *et al.*, 2016).

Teniendo en cuenta los límites político-administrativos, hidrográficos y biogeográficos, el área de la Amazonía ecuatoriana es de 256.423,30 km². Como jurisdicción regional, cuenta con una extensión de 116.588,10 km² y está conformada por las provincias del Napo que corresponde al 10,7% de la región amazónica ecuatoriana, Sucumbíos (15,5%), Orellana (18,6%), Pastaza (25,4%), Morona Santiago (20,6%) y Zamora Chinchipe (9,1%), las cuales en su conjunto representan el 45,47% del territorio ecuatoriano (López *et al.*, 2013).

La presente investigación se sitúa en la Amazonía del nororiente ecuatoriano, en las provincias de Orellana y Sucumbíos (Figura 1). La provincia de Orellana se encuentra entre 200 y 350 msnm. Dentro de su red hídrica, el río Napo es el más representativo. Esta región cuenta con un bosque húmedo tropical y alta diversidad biológica (GADPO, 2015). Por su parte, la provincia de Sucumbíos se encuentra a 180 msnm y su red hídrica está conformada por las cuencas del río Putumayo y el río Napo. Sucumbíos alberga seis nacionalidades: Kichwa, Cofán, Shuar, Siona, Secopay, Awa y el pueblo Afro ecuatoriano (Figura 2) (Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial. Sucumbíos., 2015).

Figura 1

Área de Estudio

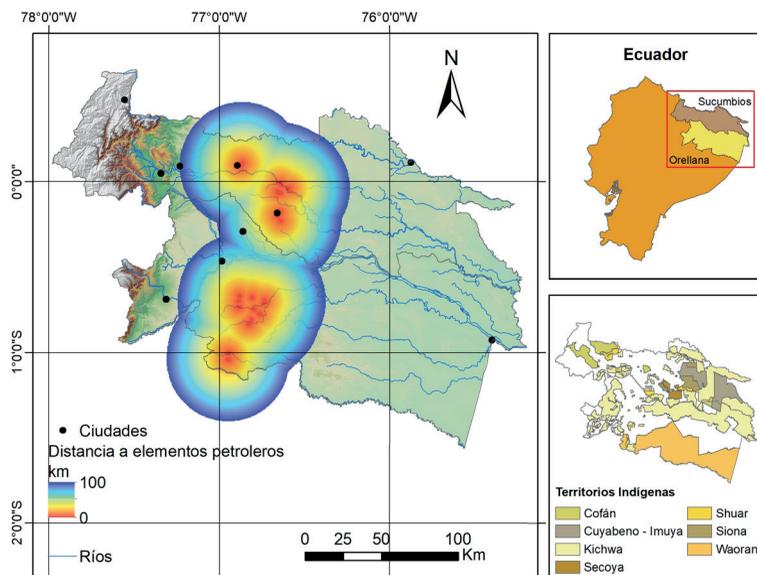


Tabla 1

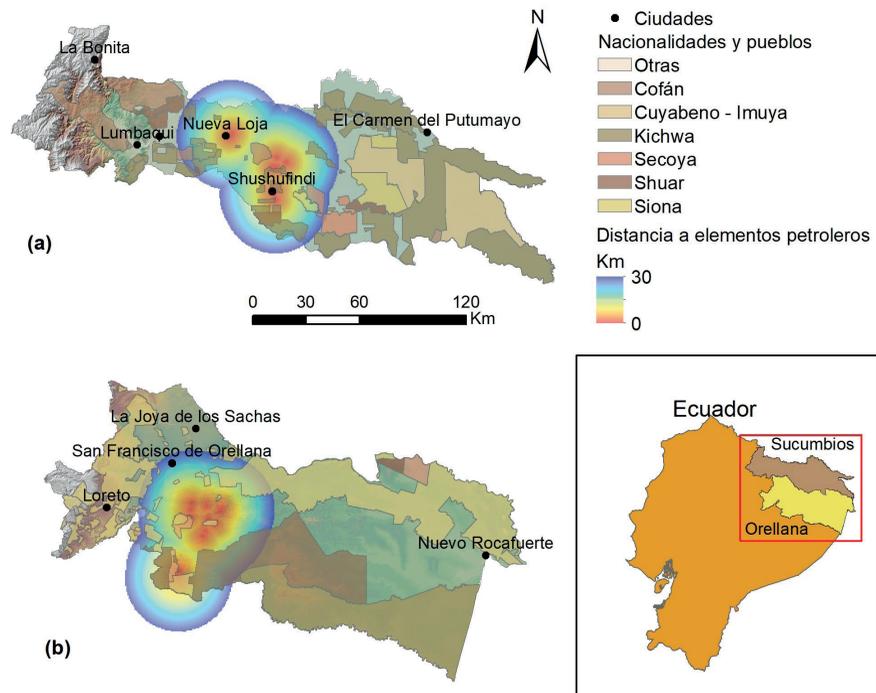
Características de los datos de teledetección y otros del área de estudio

Datos	Fuente	Resolución	Fecha
Centros poblados	Instituto Geográfico Militar (IGM)	1:100000	2013
Nacionalidades y pueblos	Instituto Geográfico Militar (IGM)	1:100000	2013
Ciudades	Instituto Geográfico Militar (IGM)	1:100000	2013
DEM	Alaska Satellite Facility (ASF)	12.5 m	2020

Nota: para la elaboración de la cartografía se utilizaron los datos de la Tabla 1

Figura 2

Ciudades, Nacionalidades y Pueblos de Orellana y Sucumbíos



4.

Materiales y métodos

Este trabajo se realizó a partir de un ejercicio académico desarrollado por 21 estudiantes y profesores de la Maestría de Investigación en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo de la Universidad Andina Simón Bolívar en 2019. Con el fin de georreferenciar impactos socioambientales representativos generados por la industria petrolera recorrimos el denominado *Toxic Tour* de la *Mano Negra de Chevron* y visitamos puntos donde se encuentran mecheros asociados a las actividades petroleras para la quema de gas natural.

Con base en la caracterización realizada por Cas-telein *et al.* (2010) se exploraron las características generales y los componentes para aplicar IGV y 1) se definieron pautas para georreferenciar puntos en los que, mediante observación directa y con base en los testimonios de los habitantes del lugar, se identifiquen impactos ambientales y riesgos sociales asociados a factores que componen la actividad petrolera (Tabla 2). 2) Para la recolección de datos se usó la aplicación GeoODKcollect, una plataforma de código abierto que permite recopilar, almacenar, visualizar, analizar y manipular información georreferenciada. Ésta funciona sin conectividad de red y puede ser descargada con el sistema operativo móvil Android; permite generar formularios electrónicos que reemplazan el uso del papel, aceptando diferentes tipos de preguntas y respuestas. 3) Desde GeoODKcollect se descargaron los datos en el servidor de la plataforma ONA.io, una herramienta cuyo objetivo es la construcción de infraestructura de datos espaciales a partir de generación de redes de información, permitiendo la captura de datos GPS y formularios con información de campo. 4) En ONA se visualizaron los 128 puntos georreferenciados correspondientes a factores que componen la actividad petrolera y mecheros. Al analizarlos se determinó que 42 no correspondían a las pautas definidas para la georreferenciación de datos por lo que se descartaron de la base inicial. 5) Finalmente, con una base de 86 puntos, desde el servidor de ONA se exportaron los datos en formato CSV para ser procesados en ArcGis.

Para la discusión sobre los efectos sociales y con-

secuencias sobre la salud humana relacionadas al extractivismo petrolero, se consultó información secundaria como artículos científicos y libros académicos.

Tabla 2

Pautas iniciales para la georreferenciación de factores asociados a la actividad petrolera

Factores relacionados a la actividad petrolera	Impactos
Mechero	Olores - Aire
Tubería	Suelo
Sitio contaminado antiguo	Plantas
Carretera petrolera	Calidad general del medio ambiente
Sitio de remediación	Clima acústico (ruido)
Sísmica	Calidad del agua de los ríos o esteros
Plataforma	Animales
Botadero	Producción agrícola
Piscina	Contaminación lumínica
Piscina remediada	Otros
Pozo	
Otros	

5.

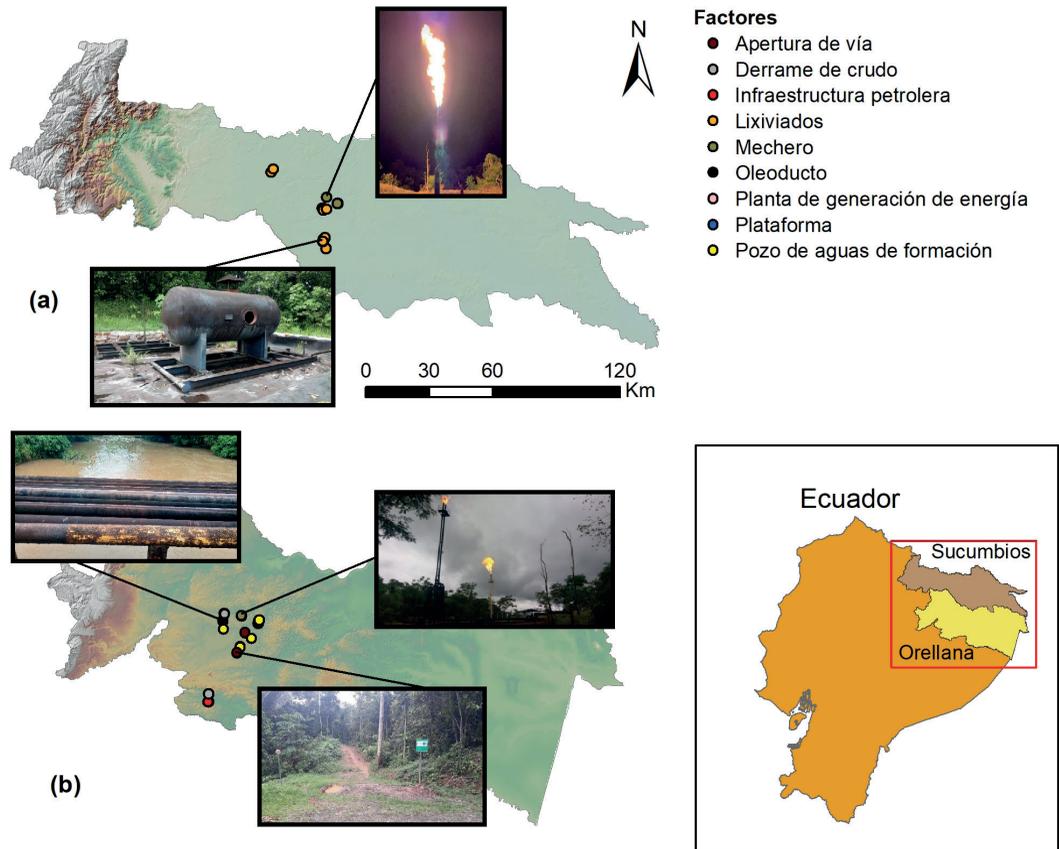
Resultados y discusión

A partir del levantamiento de la información en campo se procesaron 86 puntos asociados a factores que componen la actividad petrolera: apertura de vía, derrame de crudo, infraestructura petrolera, lixiviados, mecheros, oleoductos, plantas de generación de energía, plataformas y pozos de aguas de formación (Figura 3). Mediante el recorrido del *Toxic Tour* se verificó que el proceso de remediación llevado a cabo por la empresa Chevron, presente en Ecuador desde 1964 (fecha en la que se inicia la exploración en el

norte de la Amazonía ecuatoriana), ha sido insuficiente por lo que los impactos ambientales y consecuencias sociales y para la salud en la zona continúan latentes.

Figura 3

Factores que componen la actividad petrolera



5.1. Impactos Ambientales y Físicos

5.1.1. Impactos sobre la Vida Silvestre

Las estructuras en cemento, hierro y otros materiales utilizados para extracción representan un impacto físico que supone la alteración de la vida silvestre a través de contacto físico, ingestión, inhalación y absorción independientemente del tipo de petróleo (liviano, intermedio y pesado), el cual interfiere con la vida silvestre provocando que las aves y mamíferos pierdan su capacidad de volar, nadar o flotar, y su capacidad de termorregulación (Chilvers *et al.*, 2020).

De acuerdo con este trabajo, en ciertos sitios en los que el proceso de extracción ha concluido aún existen estructuras de hierro y cemento e infraestructura petrolera, como se aprecia en las imágenes a continuación. Esto demuestra la falta de una correcta implementación de los planes de cierre al momento de finalizar la

actividad petrolera en el área.

Figuras 4, 5 y 6

Infraestructura Petrolera – Año 2019



Nota: remanentes de infraestructura petrolera en medio de la selva. Fotos tomadas en campo.



Nota: infraestructura petrolera en medio de la selva. Foto tomada en campo.

5.1.2. Deforestación y Contaminación del Suelo

Mediante observación directa y con base en conversaciones con los habitantes del lugar, fue posible identificar como impacto la deforestación generada por la apertura de carreteras que fragmentan el hábitat de especies de flora y fauna presentes en el área. En efecto, la industria petrolera es considerada una de las principales impulsoras de los cambios de uso del suelo (Acheampong et al., 2018; Firozjaei et al., 2021) lo cual, en consecuencia, la convierte en una de las principales responsables del cambio climático.

Adicionalmente, otro impacto ambiental identificado es la contaminación del suelo generada por los derrames de petróleo. Se observó un oleoducto que atraviesa toda la ciudad transportando el crudo y se evidenció que una de las tuberías mantiene una perforación que vierte petróleo sobre el suelo. Este tipo de contaminación contribuye a la alteración del crecimiento vegetal (Rivera Cruz et al., 2005) y al incremento en los niveles de metales en el área afectada como Cr (Cromo), Cu (Cobre), Mn (Manganeso), Pb (Plomo) y Zn (Cinc) (Siebe et al., 2005).

5.1.3. Contaminación de Fuentes de Agua

Se identificaron problemáticas asociadas a la contaminación de fuentes de agua por la extracción de hidrocarburos. En efecto, el desarrollo de la industria petrolera es considerado uno de los mayores contribuyentes a la contaminación de fuentes de agua, aguas subterráneas y aguas de arroyo. En este sentido, las principales fuentes de contaminación provienen de la perforación petrolera, maquinaria, sitios industriales, transporte, tuberías, agua residual de las actividades de exploración y producción, fugas, derrames y descargas (Hegazy y Effat, 2010; Moskochenko et al., 2020).

Esta afectación se observa no sólo en las fuentes de agua sino que, en consecuencia, impacta la biodiversidad disminuyendo su sostenibilidad y capacidad de resiliencia (Guerrero, 2018). Lafuente et al. (2019) mediante un estudio realizado sobre el efecto del derrame de 11700 barriles de crudo sobre el río Santa Rosa ubicado en la Provincia de Napo en la Amazonía ecuatoriana, sugieren que la comunidad de macroin-

vertebrados de los ríos afectados no se pudo recuperar de manera completa tras 31 meses de ocurrido el derrame.

Figuras 7 y 8

Tuberías al borde del río – Año 2019



Nota: Tuberías al borde del río para transportar el crudo. Foto tomada en campo.



Nota: Tuberías que atraviesan la ciudad para transportar el crudo. Foto tomada en campo.

5.1.4. Mecheros

Se evidenció que las empresas petroleras queman el gas residual para separarlo del petróleo, provocando

la muerte de decenas de insectos carbonizados por las llamas de los mecheros que, de acuerdo a los guías y moradores del lugar, arden las 24 horas del día. En este contexto, en enero 2021 la Corte Provincial de Justicia de Sucumbíos falló a favor de nueve niñas que exigían que se apagaran estos mecheros que funcionan a temperaturas promedio de 400°C, pues han generado enfermedades mortales –cáncer particularmente–, en familiares y amigos (Paz, 2021).

Adicionalmente, Naciones Unidas para el Cambio Climático señala que “la quema del gas natural contribuye al cambio climático y constituye un desperdicio de recursos energéticos que el mundo no puede permitirse” (United Nations Climate Change, 2018). Además, estas llamaradas contienen toxinas que contribuyen al deterioro de la capa de ozono como el dióxido de carbono (CO₂), metano, etano, butano, propano, hidrógeno, monóxido de carbono, y los CFC entre otros (Codato *et al.*, 2019; Facchinelli *et al.*, 2020; Bravo, 2007). A nivel local, se generan problemáticas como la lluvia ácida que en conjunto con emisiones de óxidos de nitrógeno, carbono y azufre deterioran la capacidad agrícola, los bosques y las fuentes de agua debido a la acidificación y a la emisión de calor (Ismail y Umukoro, 2012).

Así, Naciones Unidas (United Nations Climate Change, 2018) considera que reducir la quema de gas en los campos petroleros es elemental para alcanzar los objetivos propuestos por el Acuerdo de París y el objetivo planteado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático: mantener el incremento de la temperatura global por debajo de 1.5 °C respecto a los niveles preindustriales (IPCC, 2018).

Figuras 9 y 10

Mecheros e Insectos Carbonizados – Año 2019



Nota: mecheros ardiendo constantemente en medio de la selva. Foto tomada en campo.



Nota: insectos carbonizados por las llamaradas de los mecheros. Foto tomada en campo.

5.2. Riesgos Sociales y de Salud

Esta investigación se ha realizado con el fin particular de identificar la importancia de la IGV en proyectos como el descrito; sin embargo, a partir de información secundaria se mencionan los efectos sociales del extractivismo petrolero y consecuencias que esta industria ha generado sobre la salud humana.

El desarrollo basado en el extractivismo petrolero ha provocado crisis de pobreza y desigualdad, y a pesar de las casi cinco décadas de extractivismo petrolero en Ecuador las comunidades continúan empobrecidas además de tener que lidiar con la degradación del suelo debido a fugas persistentes, vertimiento de aguas residuales, y constantes emisiones de GEI (Widener, 2011).

Ray y Chimienti (2015) han identificado que la industria extractivista petrolera también representa un problema social en cuanto a empleo. Ellos refieren que la industria petrolera es significativamente menos intensiva en mano de obra que otros sectores comerciales, lo que significa que cada millón de exportaciones de la industria extractivista respalda considerablemente menos mano de obra que un millón de exportaciones agrícolas. Así, la industria extractivista emplea a menos de un trabajador directo y 20 trabajadores indirectos, mientras que la agricultura emplea a 100 trabajadores directos y 30 indirectos por cada millón de dólares en exportaciones.

En cuanto a salud, se sugiere que la exposición de mujeres y hombres a la industria petrolera incrementa las tasas de cáncer, desnutrición, problemas respiratorios, erupciones cutáneas, diarreas, malformaciones congénitas y abortos (Andrade y Proaño, 2011; San Sebastián y Karin Hurtig, 2004). El médico Adolfo Maldonado (como se citó en Morán, 2019), director de la *Clínica Ambiental* e investigador de Acción Ecológica, realizó un estudio entre abril y agosto de 2016 en Sucumbíos y Orellana y concluyó que “en los poblados en los que Chevron-Texaco operó (...) una de cada cuatro familias tiene al menos un enfermo de cáncer”, mientras que en las poblaciones menos cercanas “la frecuencia de cáncer es tres veces menor”.

Adicionalmente, se identificó que los factores que componen la actividad petrolera están localizados cerca de la zona intangible del Parque Nacional Yasuní (Figuras 11 y 12). De acuerdo a los comunitarios del lugar, esto reduce la posibilidad de pesca, caza y recolección; los animales huyen del ruido generado en las plataformas petroleras o pierden su hábitat debido a las nuevas infraestructuras; y se generan conflictos entre las comunidades y las petroleras, y/o entre las comunidades mismas.

A continuación, se muestran los impactos sociales y riesgos a la salud asociados a los factores petroleros identificados anteriormente. En este sentido, se identifican amenazas debido a la contaminación del agua, a la exposición de químicos y de ruido, a los fuertes olores y a la cercanía a la zona intangible.

Tabla 3

Impactos sociales asociados a los factores que componen la actividad petrolera

Factores	Impacto Social
Piscinas contaminadas, pozos de aguas de formación, derrames, cuerpos de agua contaminados	Afectación a la salud (agua contaminada)
Planta de generación de energía, plataforma	Afectación a la salud (ruido)
Pozo petrolero	Afectación a la salud (olores y agua contaminada)
Almacenamiento de químicos	Afectación a la salud (químicos)
Carretera petrolera	Cercanía a la zona intangible. Conflictos entre comunidades y petrolera y/o entre comunidades mismas.
Sitios contaminados	Imposibilidad de recolectar productos sanos en el bosque. Pérdida de hábitat.

Figura 11

Factores petroleros y Parque Nacional Yasuní

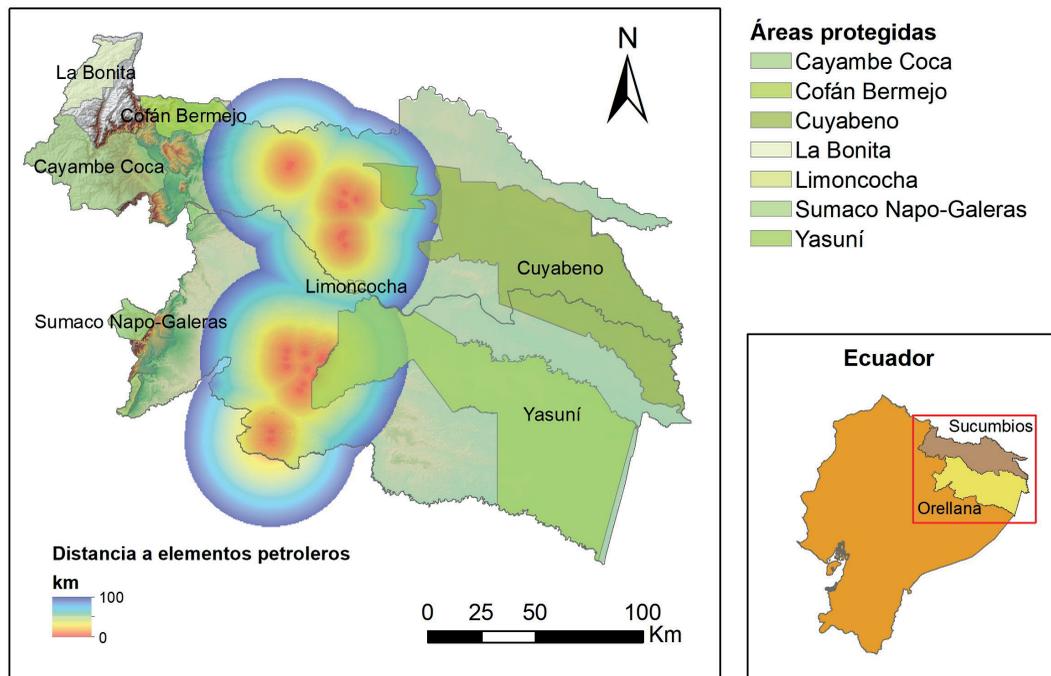
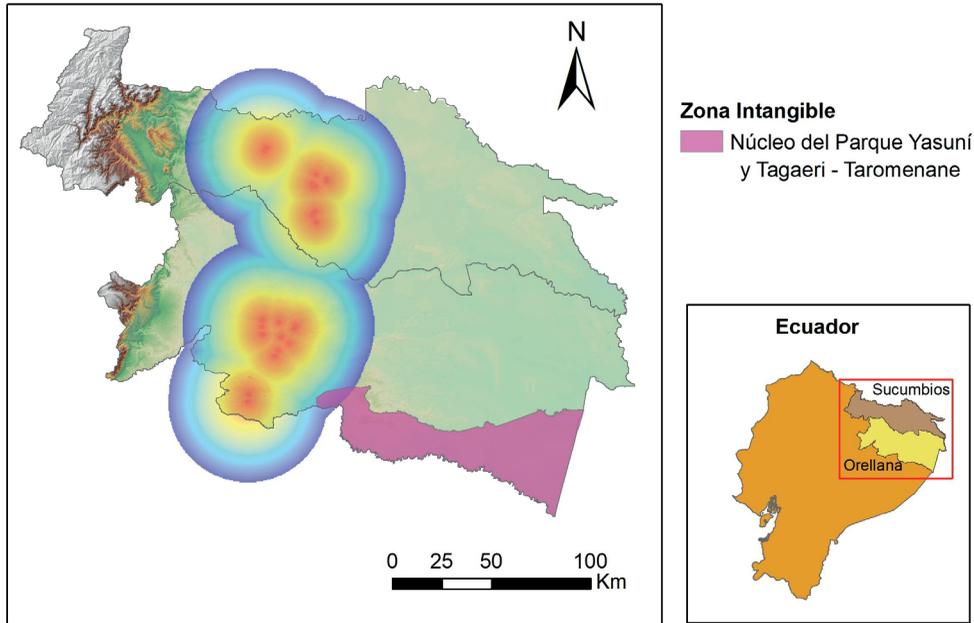


Figura 12

Zona Intangible Tagaeri Taromenane



6.

Conclusiones

La IGV ha contribuido a la caracterización de la información espacial como un elemento importante dentro de los proyectos de monitoreo relacionados a la industria extractivista. Es así que las metodologías que hasta hace poco estaban vetadas a los no profesionales de la geografía “ahora se encuentran al alcance de numerosos usuarios que las utilizan en aplicaciones que se aproximan a lo que un geógrafo profesional realiza” (Ruiz, 2010, p. 3). Los nuevos usuarios “no sólo se han centrado en emplear la información geográfica disponible (...), sino que han comenzado a participar muy activamente en su generación con el uso de los mecanismos colaborativos que el internet ofrece” (Ruiz, 2010, p. 286).

Aunque se han detectado desafíos en el uso de la *Información Geográfica Voluntaria* debido a la precisión y calidad de los datos, pues al ser recopilados por un público no experto en geografía la IGV se vuelve susceptible a errores (Elwood, 2008; Flanagan y Metzger, 2008; Senaratne *et al.*, 2017), esta es una herramienta que beneficia el levantamiento de información geográfica en cuanto recoge información en puntos de interés que usualmente no son estudiados por profesionales especializados, en áreas de difícil acceso, y para estudios con escaso financiamiento (Goodchild, 2007).

Para este trabajo se hizo uso de herramientas de recolección y georreferenciación de datos, como la aplicación GeoOKDCollect y la plataforma ONA para el levantamiento de IGV en las provincias de Orellana y Sucumbios, y se concluyó que los impactos ambientales y riesgos sociales vinculados a la industria petrolera en el nororien-

de la Amazonía ecuatoriana son evidentes: degradación y contaminación de suelos, deforestación, alteración de hábitats, alteración de paisajes, emisión de gases de efecto invernadero, enfermedades como cánceres y erupciones cutáneas, entre otros. Adicionalmente, se evidenció que el proceso de remediación ambiental de la empresa Chevron – Texaco ha sido insuficiente y los riesgos ambientales, sociales y de salud en la zona de estudio y sus alrededores continúan.

Visibilizar las problemáticas analizadas ante las concesiones petroleras otorgadas en Ecuador es importante con el fin de formular acciones de sostenibilidad ambiental efectivas, fortalecer la formación de técnicos profesionales y científicos que garanticen que los impactos socioambientales sean mínimos y observen las condiciones de salud de los habitantes de estos territorios. Adicionalmente, se recomienda a la comunidad geográfica que a partir de imágenes satelitales se analicen secuencias temporales de este territorio desde la década de los 70 (inicio del boom petrolero ecuatoriano) hasta la actualidad, y la pérdida de cobertura vegetal en el área lo cual permitiría sustentar esta problemática en un contexto de pérdida de biodiversidad, cambio climático, y objetivos de desarrollo sostenible.

7.

Agradecimientos

El trabajo de campo de este análisis se llevó a cabo en 2019 con el apoyo de 21 participantes –estudiantes y profesores–, de la Maestría de Investigación en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo de la Universidad Andina Simón Bolívar (UASB), corte 2018 – 2021. Los autores agradecen a todas las partes que participaron en el trabajo de campo, incluyendo los comunitarios que ofrecieron sus testimonios y reflexiones.

Referencias

- Acheampong, M., Yu, Q., Enomah, L. D., Anchang, J., y Eduful, M. (2018). *Land use/cover change in Ghana's oil city: Assessing the impact of neoliberal economic policies and implications for sustainable development goal number one – A remote sensing and GIS approach*. 73, 373–384.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.02.019>
- Andrade R., B., y Proaño P., R. (2011). *Relación entre tipos de cáncer y zonas de explotación petrolera en la amazonía ecuatoriana*. 2(2), 109–127.
<https://doi.org/10.29019/tsafiqui.voi2.212>
- Au, J., Bagchi, P., Chen, B., Martinez, R., Dudley, S. A., y Sorger, G. J. (2000). *Methodology for public monitoring of total coliforms, Escherichia coli and toxicity in waterways by Canadian high school students*. *Journal of Environmental Management*, 58(3), 213–230.
<https://doi.org/10.1006/jema.2000.0323>
- Bravo, E. (2007). *Impactos de la explotación petrolera en ecosistemas tropicales y la biodiversidad*. *Acción Ecológica*. <https://bit.ly/3ok8D7A>
- Buitrón, Andrade, y Patricio Romero. 2011. “Relación entre tipos de cáncer y zonas de explotación petrolera en la Amazonia Ecuatorina”. *Tsafiqui – Revista Científica en Ciencias Sociales*, núm. 2: 109–27.
<https://10.29019/tsafiqui.voi2.212>.
- Castelein, W., Grus, Ł., Cromptvoets, J., y Bregt, A. (2010). *A characterization of Volunteered Geographic Information*. *13th AGILE International Conference on Geographic Information Science*, 1–10. <https://bit.ly/336sCP7>
- Charity, S., Dudley, N., Oliveira, D., y Stolton, S. (2016). *Amazonía Viva—Informe 2016. Un enfoque regional para la conservación en la Amazonía*. *Iniciativa Amazonía Viva de WWF*. <https://bit.ly/2YhfJiR>

- Chilvers, B. L., Morgan, K. J., y White, B. J. (2020). *Sources and reporting of oil spills and impacts on wildlife 1970–2018*. 28, 754–762. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10538-0>
- Codato, D., Pappalardo, E., Diantini, A., Ferrarese, F., Gianoli, F., y De Marchi, M. (2019). Oil production, biodiversity conservation and indigenous territories: Towards geographical criteria for unburnable carbon areas in the Amazon rainforest. *Applied Geography*, 102, 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.12.001>
- Connors, J. P., Lei, S., y Kelly, M. (2012). *Citizen Science in the Age of Neogeography: Utilizing Volunteered Geographic Information for Environmental Monitoring*. 102(6), 1267–1289. <https://doi.org/10.1080/00045608.2011.627058>
- Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial. Sucumbíos. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Jefatura de Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. <https://bit.ly/2Yhx3E8>
- Elwood, S. (2008). *Volunteered geographic information: Future research directions motivated by critical, participatory, and feminist GIS*. 72, 173–183. <https://doi.org/10.1007/s10708-008-9186-0>
- European Global Navigation Satellite Systems Agency. (2021). <https://www.gsa.europa.eu>
- Facchinelli, F., Pappalardo, E., Codato, D., Diantini, A., Della Fera, G., Crescini, E., y De Marchi, M. (2020). Unburnable and Unleakable Carbon in Western Amazon: Using VIIRS Nightfire Data to Map Gas Flaring and Policy Compliance in the Yasuní Biosphere Reserve. *Sustainability*, 12, 1–26. <https://doi.org/10.3390/su12010058>
- Fatehian, S., Jelokhani-Niaraki, M., Kakroodi, A. A., Dero, Q. Y., y Samany, N. N. (2018). A volunteered geographic information system for managing environmental pollution of coastal zones: A case study in Nowshahr, Iran. *Ocean y Coastal Management*, 163, 54–65. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.06.008>
- Firozjaei, M. K., Sedighi, A., Firozjaei, H. K., Kiavarz, M., Homaei, M., Arsanjani, J. J., Makki, M., Naimi, B., y Alavipanah, S. K. (2021). A historical and future impact assessment of mining activities on surface biophysical characteristics change: A remote sensing based approach. 122(107264). <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107264>
- Fischer, M. M., y Nijkamp, P. (1992). *Geographic Information Systems and Spatial Analysis*. 26(1), 3–17. <https://doi.org/10.1007/bf01581477>
- Flanagin, A. J., y Metzger, M. J. (2008). *The credibility of volunteered geographic information*. 72, 137–148. <https://doi.org/10.1007/s10708-008-9188-y>
- GADPO. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Orellana 2015–2019*. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana. <https://bit.ly/2YkX5qm>
- Goodchild, M. (2007). *Citizens as voluntary sensors: Spatial data infrastructure in the world of Web 2.0.* <https://bit.ly/3tb5x8y>
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211–221. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>
- Goodchild, M., Guo, H., Annoni, A., Bian, L., de Bie, K., Campbell, F., Craglia, M., Ehlers, M., Genderen, J. van, Jackson, D., Lewis, A. J., Pesaresi, M., Remetey-Fülöpp, G., Simpson, R., Skidmore, A., Wang, C., y Woodgate, P. (2012). *Next-generation Digital Earth*. 109(28), 11088–11094. <https://doi.org/10.1073/pnas.1202383109>
- Gouveia, C., y Fonseca, A. (2008). New approaches to environmental monitoring: The use of ICT to explore volunteered geographic information. *GeoJournal*, 72(3), 185–197. <https://doi.org/10.1007/s10708-008-9183-3>
- Guerrero Useda, M. E. (2018). *Ruptura de oleoductos por interferencia externa, daño ambiental y sostenibilidad en Colombia*. 13(2), 7–13. <https://doi.org/10.22507/pml.v13n2a1>

- Haklay, M. (2010). *How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets*. 37, 682–703. <https://doi.org/10.1068/b35097>
- Harris, T. M., y Lafone, H. F. (2012). Toward an informal Spatial Data Infrastructure: Voluntary Geographic Information, Neogeography, and the role of citizen sensors. En *SDI, Communities and Social Media* (pp. 8–21). Czech Centre for Science and Society. <https://bit.ly/334nRFB>
- Hegazy, M. N., y Effat, H. A. (2010). *Monitoring some environmental impacts of oil industry on coastal zone using different remotely sensed data*. 63–74. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2010.07.008>
- IPCC. (2018). *Summary for Policymakers of IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C approved by governments*. IPCC. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- Ismail, O. S., y Umukoro, G. E. (2012). *Global Impact of Gas Flaring*. 4(4), 290–302. <http://dx.doi.org/10.4236/epe.2012.44039>
- Lafuente, W., Soto, L. M., López, C., y Domínguez-Granda, L. (2019). *Efectos de un derrame de petróleo crudo en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de un río amazónico ecuatoriano*. 53(1), 1–22. <http://dx.doi.org/10.15359/rca.53-1.1>
- López A., V., Espíndola, F., Calles L., J., y Ulloa, J. (2013). *Atlas Amazonía Ecuatoriana Bajo Presión*. EcoCiencia. <https://bit.ly/3h2a2zE>
- Morán, S. (2019). *Los mecheros de la muerte en la Amazonía*. <https://bit.ly/3ccKjT4>
- Moskovchenko, D. V., Babushkin, A. G., y Yurtaev, A. A. (2020). The impact of the Russian oil industry on surface water quality (a case study of the Agan River catchment, West Siberia). 79, 355. <https://doi.org/10.1007/s12665-020-09097-x>
- NU. CEPAL. (2013). *Amazonía posible y sostenible*. Patrimonio Natural - Fondo para la biodiversidad y áreas protegidas. <https://bit.ly/3oj64mz>
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. CreateSpace Independent Publishing Platform (Amazon). <https://bit.ly/3eLoEOU>
- Paz, A. (2021). *Justicia ecuatoriana le dio la razón a nueve niñas y pidió eliminar la quema de gas de la industria petrolera*. <https://bit.ly/3eL9SKj>
- Raja, A., Tridane, A., Gaffar, A., Lindquist, T., y Pribadi, K. (2014). *Android and ODK based data collection framework to aid in epidemiological analysis*. 5(3), 228. <https://doi.org/10.5210/ojphi.v5i3.4996>
- Ray, R., y Chimienti, A. (2015). *A Line in the Equatorial Forests: Chinese Investment and the Environmental and Social Impacts of Extractive Industries in Ecuador*. Global Economic Governance Initiative. <https://bit.ly/3qL69Ro>
- Rivera Cruz, M. del C., Trujillo Narcía, A., Martha Aurora, M. de la C., y Eduardo, M. C. (2005). *Evaluación toxicológica de suelos contaminados con petróleo nuevo e intemperizado mediante ensayos con leguminosas*. <https://bit.ly/3ugI2fC>
- Ruiz, E. (2010). Consideraciones acerca de la explosión geográfica: Geografía colaborativa e información geográfica voluntaria acreditada. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, o(10), 280–298. <https://bit.ly/3t99TwT>
- San Sebastián, M., y Karin Hurtig, A. (2004). Oil exploitation in the Amazon basin of Ecuador: A public health emergency. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 15, 205–211. <https://doi.org/10.1590/S1020-49892004000300014>
- Senaratne, H., Mobasheri, A., Ali, A. L., Capineri, C., y Haklay, M. (Muki). (2017). *A review of volunteered geographic information quality assessment methods*. 31, 139–167. <https://doi.org/10.1080/13658816.2016.1189556>

Siebe, C., Cram, S., Herre, A., y Fernández-Buces, N. (2005). *Distribución de metales pesados en suelos de la llanura aluvial baja del activo Cinco Presidentes, Tabasco*. (2a ed., pp. 435–450). Universidad Autónoma de Campeche. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Ecología.
<https://bit.ly/39fqGrw>

United Nations Climate Change. (2018). *Quema de gas en producción petrolera disminuyó en 2017 tras varios años de crecimiento*.
<https://bit.ly/3iXJAXf>

Widener, P. (2011). *Oil Injustice. Resisting and conceding a pipeline in Ecuador*. Rowman and Littlefield Publishers, Inc.
<https://bit.ly/3sTWzNX>

