

ALGUNAS CONSIDERACIONES PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS EN YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES

William Zuluaga Muñoz,
Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas, Universidad Ean.
wzuluaga@universidadean.edu.co

René Leonardo Mora Rojas
Facultad de Ingeniería Universidad Ean
rmora3.d@universidadean.edu.co

Rosalía del Carmen Infante Jaramillo,
Facultad de Ingeniería Universidad Ean
rinfanteg000@universidadean.edu.co

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo estudiar algunas consideraciones para el desarrollo de proyectos de explotación de hidrocarburos en yacimientos No convencionales. Se realizó un primer estudio macroeconómico que sitúa a Colombia con un déficit fiscal y una dependencia en sus ingresos con base en las exportaciones de hidrocarburos convencionales. En segundo lugar, se describe la opción de explotación a partir de la implementación de la técnica del fracking y sus implicaciones de orden social y económico, finalmente se aborda el dilema de la ética y el riesgo que implica este tipo de explotación de hidrocarburos. La metodología para el desarrollo de la investigación es de naturaleza descriptiva. Para esto se realizó un estudio exploratorio de la literatura especializada en el tema de explotación de hidrocarburos y fracturamiento hidráulico denominado fracking, cuyo fin consistió en determinar qué organizaciones, autores y críticos del fracking expresan sobre su implementación en Colombia. El resultado obtenido es la fuerte dependencia económica a partir del petróleo y sus derivados que tiene el país, y la amplia división de opiniones entre quienes están de acuerdo y quienes no con su implementación. Con el propósito de determinar el riesgo en Proyectos Piloto de Investigación Integral (PPII), de los que hace parte la técnica del fracking, se diseñó una entrevista; la aplicación de la misma a un grupo de expertos en el tema, conocedores del sector de hidrocarburos, gestión del riesgo, consultoría ambiental, gestión social, economistas en hidrocarburos y técnicos en fracturación hidráulica, representativos de diferentes entidades del sector, arrojó que los principales problemas que implicaría para el país la implementación de la explotación fracking es la contaminación de acuíferos y el riesgo que implica en el ecosistema y las comunidades aledañas a los yacimientos, además de problemas de sismicidad y salud. En los resultados finales se logra observar el dilema ético y social que implica este tipo de explotación, si bien se aumentan los ingresos de la nación a su vez disminuye la calidad de vida de las regiones que poseen estos recursos, lo que implica la imperiosa necesidad de diálogo entre los diferentes agentes implicados en este tipo de empresa, es decir, el Gobierno Nacional, empresas operadoras, poblaciones afectadas, ecologistas y entidades encargadas de conservar el medio ambiente, que definan políticas estructurales en beneficio de todos los participantes dando prelación al medio ambiente.

Palabras Clave: Gerencia de proyectos, Explotación de hidrocarburos, Fracking, medio ambiente, ética.



SOME CONSIDERATIONS FOR THE DEVELOPMENT OF HYDROCARBON EXPLOITATION PROJECTS IN NON-CONVENTIONAL FIELDS

Abstract

The present research aims to study some considerations for the development of hydrocarbon exploitation projects in unconventional reservoirs. A first macroeconomic study was carried out that places Colombia with a fiscal deficit and dependence on its income based on conventional hydrocarbon exports. In the second place, the exploitation option based on the implementation of the fracking technique and its social and economic implications is described. Finally, the ethical dilemma and the risk that this type of hydrocarbon exploitation implies is addressed. The methodology for the development of the research is descriptive in nature. For this, an exploratory study of the specialized literature about hydrocarbon exploitation and hydraulic fracturing called fracking was carried out, the purpose of which was to determine which organizations, authors, and critics of fracking express about its implementation in Colombia. The result obtained is the strong economic dependence on oil and its derivatives that the country has, and the wide division of opinions between those who agree and those who do not with its implementation. In order to determine the risk in Comprehensive Research Pilot Projects (PPII), of which the fracking technique is part, an interview was designed; its application to a group of experts on the subject, experts in the hydrocarbon sector, risk management, environmental consulting, social management, hydrocarbon economists and hydraulic fracturing technicians, representative of different entities in the sector, showed that the main problems that the implementation of fracking exploitation would imply for the country is the contamination of aquifers and the risk that it implies in the ecosystem and the communities surrounding the deposits, in addition to seismicity and health problems. In the final results, it is possible to observe the ethical and social dilemma that this type of exploitation implies, although the nation's income increases, in turn, the quality of life of the regions that have these resources decreases, which implies the urgent need dialogue between the different agents involved in this type of company, that is, the National Government, operating companies, affected populations, ecologists and entities in charge of conserving the environment, which define structural policies for the benefit of all participants, giving priority to the environment ambient.

Keywords: Project management , Hydrocarbon exploitation, Fracking, environment, ethics.

1. INTRODUCCION

Desde un escenario macroeconómico, Colombia presenta a 2020 un déficit fiscal del -7.8% y una creciente deuda externa cercana al 50% tomando como base el Producto Interno Bruto (PIB). Esto sugiere menores ingresos, más gastos y más endeudamiento para el país y, en consecuencia, una fuente persistente de inestabilidad fiscal.

Adicionalmente, se identifica a Colombia como un país altamente dependiente de los ingresos por exportaciones de hidrocarburos. Por ejemplo, la pandemia COVID 19 llevó a una reducción del 28.5% en las exportaciones frente al 2019. (DANE, 2020) y dicha reducción se explica principalmente por la caída del 52% en la exportación de combustibles, (Gómez, 2020). La estrecha relación entre la producción de petróleo en barriles por día (MBPD) y las exportaciones en billones de dólares (BUSD).

El uso de esta técnica en la industria del petróleo en Colombia tiene posiciones encontradas. A favor, se encuentran la industria del Petróleo en Colombia y la tecnocracia presente entre el Ministerio de Hacienda y el Departamento Nacional de Planeación, entidades fuertemente conectadas con la Facultad de Economía más prestigiosa del país y su tanque de pensamiento en política pública más influyente (Tognato, 2017). En contra, según el mismo autor, se encuentran los partidos políticos, segmentos de la academia, algunas ONG, sindicatos y los medios de comunicación quienes, han sido *“muy efectivos en dar un estigma público a esta técnica, socavando preventivamente su introducción en Colombia”*

Al margen del debate, es un hecho que se realizarán proyectos piloto de la aplicación de esta técnica en Colombia. En efecto, el decreto 328 de 2020 expedido por la Presidencia de la República de Colombia reglamenta la ejecución de Proyectos Piloto Integrales de Investigación (PPII) sobre yacimientos no convencionales de hidrocarburos con la utilización de la técnica de fracturamiento hidráulico multietapa mediante la perforación horizontal. Además, existen referentes internacionales sobre ajustes estratégicos que deben darse al interior de empresas del sector de Petróleo y Gas por cambios en el entorno, así como lo señala (Olubadejo, 2017) para el caso de la petrolera nigeriana Cakasa, la cual tuvo que reevaluar su estrategia y operaciones para garantizar la supervivencia de la organización ante la caída de precios.

Con fundamento en los párrafos anteriores, este documento tiene como objetivo socializar brevemente algunas consideraciones en proyectos de explotación de hidrocarburos en yacimientos No convencionales estudiando la visión de posibles riesgos y beneficios. Para ello se realiza la introducción a la definición de este tipo de proyectos, el estudio de conceptos de gestión del riesgo, y la consulta del juicio de expertos de la industria. Por último, se discuten elementos centrales del dilema moral presente entre los riesgos socio-ambiental y económico y se señalan conclusiones desde la visión de la disciplina de la gerencia de proyectos

2. MARCO DE REFERENCIA

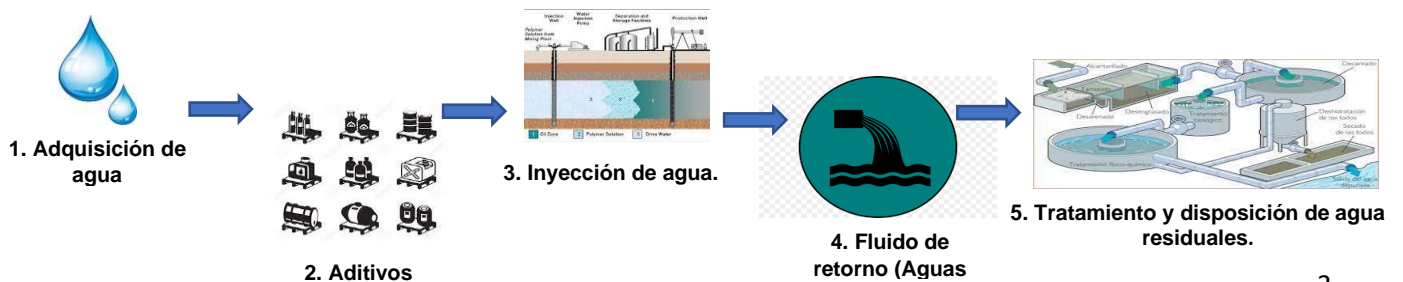
2.1. La Explotación de Hidrocarburos en Yacimientos No Convencionales (E.H.Y.N.C.)

Un Yacimiento es una unidad geológica de volumen limitado, en el cual, las rocas deben tener suficiente porosidad, es decir espacios vacíos para almacenar volúmenes comerciales de hidrocarburos, también permeabilidad (capacidad de flujo de fluido) para poder entregar los hidrocarburos a los pozos de extracción, saturación de hidrocarburos (volúmenes de hidrocarburos en relación con otros fluidos) para ser un recurso económico (Nickel Sulfide Ores and Impact Melts, 2017).

Los yacimientos petroleros por lo general se dividen en dos tipos: yacimientos convencionales y yacimientos No convencionales. En los yacimientos convencionales las características de las rocas son de alta porosidad y permeabilidad, el hidrocarburo migra desde la roca generadora hacia las trampas donde se acumula sin migrar a la superficie. Por su parte los yacimientos No convencionales contienen hidrocarburos que se encuentran en la roca generadora, donde las condiciones geológicas hacen que el fluido sea muy lento ya que las rocas son poco permeables. Es por ello que se debe aplicar la técnica de fracturación hidráulica en los yacimientos no convencionales (webmaster acp, 2017), más conocida como Fracking.

El Fracking es entonces una técnica para extraer gas o petróleo en yacimientos como lutitas y carbonatos apretados de baja porosidad y permeabilidad, se da inyectando un fluido compuesto por agua, propante y aditivos a presiones controladas, el objetivo es generar canales que faciliten el flujo de los fluidos de la formación productora al pozo perforado horizontalmente. Ver Figura 3.

Figura 1. Actividades relacionadas con la fracturación hidráulica (Fracking)



Fuente: construcción propia a partir de los autores consultados.

En Colombia, la Explotación de Hidrocarburos en Yacimientos No Convencionales (E.H.Y.N.C.) parece ser el futuro inmediato, pues la industria de petróleo y gas está experimentando un cambio hacia nuevas formas de exploración y producción de hidrocarburos en ambientes geológicos complejos y zonas socio-ambientalmente sensibles. En efecto, ante el agotamiento de los petróleos encontrados en yacimientos de fácil acceso, los recursos disponibles se concentran en hidrocarburos pesados, extrapesados y yacimientos no convencionales, donde se calculan grandes volúmenes, pero con significativos desafíos tecnológicos y económicos para su producción. (Trujillo & Inocencio, 2020).

2.2. La gestión del riesgo en Proyectos Piloto de Investigación Integral (PPII)

Se define el riesgo como un evento o condición incierta, que, de llegar a suceder, puede tener efectos positivos o negativos en algunos de los objetivos del proyecto tales como el alcance, tiempo, costo y calidad. Es así como la gestión del riesgo de un proyecto incluye los procesos de realización de la planificación, identificación, análisis, respuesta tanto a la planificación como implementación y monitoreo de los riesgos. Los objetivos de la gestión de riesgo de un proyecto son aumentar la probabilidad y/o el impacto de los riesgos positivos y disminuir la probabilidad y/o el impacto de los riesgos negativos con el fin de optimizar las posibilidades de éxito del proyecto. (Project Management Institute, Inc., 2017).

Los riesgos potenciales y su gestión en los proyectos E.H.Y.N.C. suelen motivar las controversias presentadas a nivel mundial sobre la aplicación de esta técnica. De hecho, en el año 2018 el gobierno nacional de Colombia designó una comisión interdisciplinaria independiente para determinar la posible realización de exploración de yacimientos No convencionales en roca generadora mediante la utilización de la técnica de fracturamiento hidráulico multietapa con perforación horizontal con el objetivo de que estos proyectos se realicen de forma segura, responsable y sostenible para las comunidades y el medio ambiente (Decreto 328 de 2020, 2020).

En el año 2019, dicha comisión rindió un informe sobre los efectos ambientales (Bióticos, físicos, sociales y económicos), recomendando al gobierno colombiano realizar Proyectos Piloto de Investigación Integral (PPII), definidos éstos como *“procesos experimentales, científicos y técnicos de carácter temporal, que se desarrollaran en un polígono específico, con el fin de recopilar información social, ambiental, técnica, operacional y de dimensionamiento de los yacimientos No convencionales”*.

Los PPII son entonces experimentos de naturaleza científica y técnica que se supone sujetas a las más estrictas condiciones de diseño, vigilancia, monitoreo y control y que requieren una coordinación y orientación integral e interinstitucional, dado que se necesitan la participación y capacidades de diferentes sectores que incluyen : administración central, hacienda y crédito público, ambiente y desarrollo sostenible, salud, minas y energía, interior y el sector ciencia, tecnología e innovación. Se resumen las tres etapas de estos proyectos en la Tabla 1.

Tabla 1. Fases de un Proyecto PPII.

Etapas	Condiciones	Entidad/ Operador a cargo
Condiciones previas	Línea base ambiental.	Ideam, Servicio Geológico Colombiano e Instituto Alexander Von Humboldt.

	Línea base de salud.	Secretaría de salud locales en coordinación con el Ministerio de Salud y Protección Social.
	Línea base de sismicidad.	Servicio Geológico Colombiano.
	Línea base social.	Ministerio del Interior, y de Minas y Energía.
	Licenciamiento ambiental.	ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales).
	Inicio de la técnica fracturación hidráulica perforación horizontal.	
Concomitante	En esta etapa se desarrollan las actividades de perforación, completamiento, fracturación, estimulación y dimensionamiento del yacimiento. Simultáneamente se revisan, gestionan y monitorean los aspectos técnicos, ambientales, de salud, sociales e institucionales. Recolección de información, control y seguimiento ambiental, terminación de la técnica de fracturación.	Operador, diferentes entidades del Estado, ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales) y ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos).
Evaluación	El comité evaluador realizará el control y seguimiento de la licencia ambiental.	Ministerios de Hacienda, Salud, Ambiente, Minas y Energía. Expertos en temas ambientales vinculado a instituciones de educación superior y expertos en temas de hidrocarburos, cuerpo técnico consultivo del Gobierno y representantes de la sociedad civil.

Fuente: construcción propia a partir de la información recolectada

Se tiene entonces que un PPII tiene como objetivo realizar un ejercicio investigativo afín al proceso de gestión de riesgos del proyecto de fracking. Tomando como referente el (Project Management Institute, Inc., 2017), en lo referente a: Planificar la gestión de los riesgos, identificar los riesgos, realizar el análisis cualitativo del riesgo, realizar el análisis cuantitativo del riesgo, planificar la respuesta a los riesgos, controlar los riesgos.

En Colombia, el desarrollo de un proyecto de explotación de hidrocarburos en Yacimiento convencional o No convencional tiene como principal interesado a la empresa estatal petrolera Ecopetrol S.A, y para su desarrollo Ecopetrol reconoce la existencia de riesgos en sus procesos y operaciones que pueden desviar a la compañía del cumplimiento de sus objetivos estratégicos.

En efecto, debido a los riesgos emergentes ocasionados por la pandemia en el año 2020, esta empresa actualizó su mapa de riesgo empresarial, tomando como base en primer lugar la situación mundial de la pandemia, contracción de la demanda por causas externas y las nuevas exigencias del cambio climático.

Por lo anterior, Ecopetrol vinculó estos riesgos emergentes de dos formas: primero, 4 nuevos riesgos claves para asegurar la gestión de la estrategia de Ecopetrol (Propagación de epidemias que impactan la operación, incumplimiento de compromisos por parte de terceros, afectación de la operatividad por órganos de control y del estado, cambio

climático y gestión del agua requerida para operar) y segundo, la modificación de las causas de los riesgos empresariales ya existentes.

A continuación, se muestra el resumen del mapa de riesgos de Ecopetrol actualizado a 2020.

Tabla 2. Resumen de mapa de riesgo de Ecopetrol 2020

Mapa de Riesgos Empresariales Ecopetrol 2020	
RIESGOS	INTERNOS
	Protección e incorporación de recursos y reservas no exitosas.
	Estrategia de transición energética no exitosa.
	Afectación a la sostenibilidad financiera y la generación de valor.
	Subordinadas que no cumplen la promesa de valor.
	Accidentes HSE por causa operacional.
	Proyectos que no cumplen su expectativa de valor.
	Faltas a la ética y cumplimiento.
	Ciberataques, fuga o pérdida de información y obsolescencia tecnológica.
	Cultura organizacional que no apalanca la estrategia.
	Incumplimientos por parte de terceros.
	Afectación de la operatividad por órganos de control y del estado.
	Inadecuada gestión frente al cambio climático y agua.
	EXTERNOS
	Incidentes de interrupción operacional.
	Cambios en el entorno regulatorio.
	Propagación de epidemia que impactan la operación.

Fuente: construcción propia a partir de la información recolectada

Se sigue de la tabla 2 que las faltas a la ética y al cumplimiento¹ son identificadas como un riesgo interno (Ver tabla 2) junto a otros riesgos relacionados. Además de este mapa de riesgo, el ejercicio del PPII descrito en el decreto 328 pueden considerarse herramientas para validar supuestos de riesgo en proyectos E.H.Y.N.C. En efecto, según (Fournet, 2015) los supuestos son tanto fundamentales para la gestión de proyectos como "asesinos silenciosos" porque no los reconocemos hasta que es demasiado tarde.

2.3. El dilema moral en el desarrollo de proyectos de Fracking.

Para el caso, se entenderá la ética como un "conjunto de normas morales que rigen la conducta de la persona en cualquier ámbito de la vida" (ASALE & RAE, 2020). De aquí se desprende que la moral, como conducta o comportamiento personal y práctico, imprime un carácter a la forma en que las empresas realizan negocios o proyectos, y con ello, de forma

¹ Del inglés "Compliance"

agregada, se impacta a toda la sociedad, siendo la ética ese abstracto colectivo de normas morales generalmente aceptadas que permite entender y decidir sobre el bien o el mal.

Por tanto, para decidir, tanto en proyectos de desarrollo social como proyectos de índole privado deben tenerse lineamientos éticos y de responsabilidad muy claros para a) todos los niveles de la organización, b) todos los grupos de interés que hacen parte del proyecto y, c) en general, todos aquellos grupos que directa e indirectamente se pueden ver impactados por el proyecto y esto es particularmente difícil en proyectos de E.H.Y.N.C. que usan el fracking como técnica.

Para configurar el dilema moral se presentarán dos puntos de vista sugeridos por (Tognato, 2017). Por una parte, autores como (Friedman, 2021) sugieren como argumento para la desinversión en proyectos de combustibles fósiles que las actividades derivadas de ellos provocan el cambio climático, el cual tiene efectos que dañan la tierra y a sus habitantes, y que las instituciones, como agentes morales, tienen la obligación moral de no causar o contribuir a dañar a otros. En este argumento se da un peso mayor a los costos de largo plazo del proyecto sobre los beneficios a corto plazo y señala que no es ético privilegiar el bienestar de las generaciones presentes sobre el bienestar de las futuras. Para el caso del Fracking en Colombia se entenderá el bienestar de 27 municipios y más de 800.000 habitantes de la región del Magdalena Medio. (George Mason University, 2012) y más de 48 millones de colombianos según el último censo disponible (Dane, 2018)

Por otra parte, se tiene la visión de (Echeverry et al., 2008) en relación a la autosuficiencia de hidrocarburos del país y la necesidad de innovación y tecnología en la industria petrolera colombiana mencionada por (Trujillo & Inocencio, 2020). Aquí se argumenta que la producción a partir del fracking es fundamental pues la producción de petróleo de Colombia podría aumentar de 100.000 barriles por día hasta 400.000 con el uso de la técnica, además del potencial de generar 19.000 empleos (ACP, 2019). Además, el actual presidente ejecutivo de Ecopetrol, Felipe Bayón Pardo, subraya el argumento de la autosostenibilidad, sugiriendo que las reservas del país se duplicarán si solo se extraen 2 mil millones de barriles de petróleo de la región del Valle del Magdalena-Medio siendo posible aumentar la producción solo con el uso de fracking. (Global Risk Insights, 2018)

Ambas opciones configuran un dilema moral para los líderes gubernamentales, pues deben elegir entre dos opciones igualmente buenas o malas y porque, además, las investigaciones sobre los aspectos éticos del uso del fracking son limitados. De hecho (Evensen, 2016) señala que las preocupaciones éticas más comunes citadas en investigaciones sobre E.H.Y.N.C. provienen sólo de cuestiones de justicia distributiva, siendo la justicia procesal, el principio de precaución, la exposición a riesgos involuntarios, los argumentos basados en los derechos y los cambios en el carácter y la forma de vida de la comunidad.

Con las anteriores limitaciones, en la investigación se planeará un dilema ético asociado al desarrollo de proyectos E.H.Y.N.C. pretendiendo identificar sus implicaciones morales. Se explicará el dilema con el clásico “Problema del trolley”. (Figura 4) : ¿Qué es más ético, desarrollar hoy proyectos E.H.Y.N.C. que pueden tener potenciales afectaciones negativas a nivel socio-ambiental para más de 800.000 personas o no desarrollar proyectos E.H.Y.N.C hoy que pueden tener potenciales económicos para más de 48 millones de colombianos a nivel de sostenibilidad fiscal?. Por otra parte, ¿Es la afectación de poca vista por muchos, comparable con la afectación de muchos vista por pocos?

Figura 4. El problema del Trolley.



Fuente: construcción propia a partir de la información recolectada

Como se ve, si bien ambas preguntas omiten deliberadamente el análisis de beneficios, el dilema moral individual de los líderes gubernamentales o empresariales es claro. Además, la opcionalidad del dilema impide que se aplique alguna medida de justicia distributiva, pues no es posible elegir simultáneamente ambas opciones (ej: desarrolla o no desarrolla). Se parte también del supuesto de una toma de la decisión en el ahora para evitar afectaciones futuras derivadas de los riesgos de estos proyectos, sin incorporar el análisis de sus beneficios, un análisis que, aunque completo, sería complejo. Para ello resulta prudente profundizar en los potenciales riesgos que pueden llegar a tener los proyectos E.H.Y.N.C.

3. METODOLOGÍA

Este documento se puede clasificar como un estudio descriptivo pues busca especificar las propiedades importantes y relevantes del objeto de estudio. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2007). La investigación se fundamentó principalmente en una búsqueda bibliográfica e implementación del instrumento de medición mediante el análisis de juicio de expertos enfocado hacia la información que se quería recolectar.

Para aplicar el instrumento de medición se identificaron expertos o conocedores del sector de hidrocarburos, gestión del riesgo, consultoría ambiental, gestión social, economistas en hidrocarburos y técnicos en fracturación hidráulica. A continuación se presentan los diferentes actores entrevistados: Repsol, Weatherford (expertos en fracturación hidráulica), Ambiental Consultores y Cía LTDA (ACON), Instituto de Estudios de Hidrocarburos y Minas de la Universidad Sergio Arboleda., Servicios Geofísicos Globales Colombia.

En combinación con la aplicación de entrevistas a expertos en el análisis cualitativo del riesgo y el análisis de información disponible desde fuentes secundarias, se identifican y categorizan los riesgos que se puedan presentar en los yacimientos No convencionales utilizando la técnica de fracturación hidráulica. La información obtenida de dichas entrevistas permitirá identificar los riesgos que puedan generar un mayor impacto en la implementación de los proyectos utilizando la técnica descrita.

4. RESULTADOS

Las entrevistas aplicadas a los expertos fueron realizadas en el año 2015, en tiempos y lugares diferentes, lo cual permitió que las opiniones no fueran sesgadas por la interacción entre ellos. A continuación, se muestra un resumen de dichas entrevistas.

Tabla 3. Juicio de expertos

Juicio de expertos	Respuestas de los expertos
--------------------	----------------------------

<p>Sujeto 1, Repsol YPF. Gerente de desarrollo en campo del sector de hidrocarburos. Técnico.</p>	<p>"El uso de los recursos hídricos, necesita mucha agua para fracturar, entonces hoy por hoy lo que se hace es recircular y utilizar la misma agua que se usa la que se produce, de los yacimientos naturalmente se usa para fractura y evita usar agua fresca de ríos, lagos." Adicionalmente menciona que la actividad de fracking intensiva, puede generar mini-actividad sísmica; por la cual Colombia ha ubicado monitores sísmicos en el Valle del Medio Magdalena, con el fin de diferenciar si existe o no actividad sísmica en el momento de realizar fracking.</p>
<p>Sujeto 2, Weatherford. Ingeniera geofísica especialista en sísmica de pozo. 10 años de experiencia. Técnico.</p>	<p>Menciona que la contaminación del agua es un riesgo que podría afectar a las comunidades y que en la parte de agua la técnica de Fracking se necesitan mayores cantidades de agua, "...hay pocas fuentes hídricas realmente en Colombia y mucho más cercanas a los campos petroleros, es un tema bastante delicado y que puede afectar el recurso hídrico de la comunidad".</p>
<p>Sujeto 3, Weatherford. Ingeniero de Operaciones en estimulación coulter. 8 años de experiencia. Técnico.</p>	<p>"La contaminación de acuíferos es uno de los principales riesgos que se generan, Murcia menciona que este riesgo se presenta por el mal uso de las operaciones, en donde no se han llevado los controles adecuado en calidad y afirma "... el tema del agua, por cómo la comunidad se va a ver afectada por el agua, de donde voy a sacar el agua para hacer un tipo de trabajo como estos no estoy muy seguro como lo han visto las operadoras, perforar otro pozo solo para sacar agua, ir a un río, entonces todo este tema puede afectar a la comunidad en el suministro de su propio líquido para la comunidad, creo que es una de las principales afectaciones que le veo".</p>
<p>Sujeto 4, Directora del área de estudios ambientales. Magister Ambiental. 8 años de experiencia. Ambiental.</p>	<p>"No hay suficiente información y en respuesta a la pregunta de ¿cuál sería el mayor riesgo social en un proyecto de Fracking?, menciona que después de tantos años de explotación de hidrocarburos, se debe hacer un análisis de costos/beneficio, por tanto, no cree que en este momento pueda anticiparse sin datos duros que soportan lo mencionado. Por supuesto mencionar que "" cualquier proyecto que en este momento requiere grandes cantidades de agua, por el tema de cambio climático, si va a generar o incentivar los conflictos, ... hay que hacer un análisis de oferta y demanda, para saber si existe o no suficiente agua para hacerlo".</p>
<p>Sujeto 5, Servicios Geofísicos Globales. Coordinador de gestión social. 30 años de experiencia. Gestor Social.</p>	<p>En respuesta a la entrevista menciona que las comunidades tienen en mente que el peor daño que pueden causar los proyectos con la utilización de Fracking es la contaminación de las aguas.</p>
<p>Sujeto 6,. Director de la Maestría en Administración de Negocios (MBA) en la Universidad Sergio Arboleda de Bogotá. 30 años de experiencia. Economista en hidrocarburos.</p>	<p>Afirma que "El Shale gas, se pueden encontrar hasta 4.000 metros y que los acuíferos están arriba, esto puede generar un riesgo; entonces dice que se debe garantizar que al perforar exista toda la utilización de técnicas que de ninguna manera contaminen los acuíferos, o que se haga uso de las aguas que se utilizan en la tecnología del Fracking que a veces tienen mezcla con arenas y ácidos. Estas aguas pérdidas o usadas no tienen ningún efecto contaminante en la parte exterior, entonces está perfectamente demostrado que hay técnicas que permiten preservar absolutamente la calidad de los acuíferos que están más arriba."</p>

Fuente: construcción propia a partir de la información recolectada

Según las perspectivas de los expertos, la mayoría coinciden en que el principal riesgo que puede llegar a generarse si se da cabida a la utilización de la técnica de fracturación hidráulica es la contaminación de acuíferos afectando directamente a las comunidades.

5. DISCUSIÓN

En este aparte del documento, se incluye una somera reflexión sobre la importancia del componente ético en los proyectos fracking en Colombia, el cual va más allá del cumplimiento de la normatividad naciente al respecto, sino su efecto sobre el ecosistema y la deforestación que su implementación crea en el medio ambiente.

Con base en lo anterior, se deduce que es indispensable dentro de explotación fracking exigir el cumplimiento de un marco ético que proteja a la población vulnerable, al medio ambiente y al desarrollo del sector. La ética más que una normatividad en cada área del pensamiento es una obligatoriedad en el actuar de todas las personas y organizaciones de tal suerte que exista un valor agregado a los distintos grupos de interés. (Raufflet, Lozano, Barrera, & García de la torre, 2012).

La ética ambiental surgió a mediados del siglo xx, (Villarroel,2007) El conservacionista Aldo Leopold, en 1949 realizó estudios sobre la ética de la tierra basado en tres argumentos principales: la tierra es una comunidad de entidades vivas, la tierra ha sido hecha para amarla y respetarla, y la tierra entrega una cosecha de cultura (harvest of culture). Sus preocupaciones estaban motivadas por la necesidad de ofrecer respuestas más bien ético-estéticas a los problemas de la naturaleza y rechazar toda perspectiva de valor puramente económico de los objetos naturales.

En los años 70, los problemas relacionados con el medio ambiente (Naess, 1973) produjeron una serie de debates éticos, políticos y legales entre grupos ambientalistas extremos y moderados, estos últimos, apoyaron un ambientalismo reformista y estuvieron dispuestos a trabajar con las empresas y los gobiernos para mitigar el impacto de la contaminación y el agotamiento de los recursos, sobre todo en relación con los ecosistemas frágiles y las especies en vías de extinción. Los más extremos, pretendieron por una transformación radical, por el establecimiento normas estrictas e incluso por el derrocamiento del capitalismo a quienes culpaban del deterioro medioambiental. En los años 80 la situación va más allá cuando movimientos feministas manifiestan el impacto del egoísmo humano, del género masculino, el cual no respeta la naturaleza independientemente del interés y bienestar del ser humano.

En su libro *Ecofeminist Philosophy. A western perspective on what it is and why it matters*. Karen Warren, describe aspectos muy preocupantes relacionados con el medio ambiente en cuanto a la deforestación, la contaminación del agua, los cultivos, la producción de alimentos, la disposición de toxinas y materiales peligrosos, y lo relaciona con la difícil situación de las mujeres, los negros, los pobres, los niños, comunidades Rom y comunidades gay, entre otros. Para describir como prácticas ambientales faltas de ética no sólo permea el ecosistema sino al denominado grupo de los otros, diferentes a los hombres. (Warren 2000). Lo anterior, describe aspectos de lo que se denomina *ecofeminismo*, es decir, la relación entre las mujeres y el medio ambiente el cual, considera Warren, genera una relación más humana, de mayor cuidado del entorno natural en el sentido estricto de la palabra. Tratadistas del tema ético como Peter Singer, expresan el término *extensionismo* el cual manifiesta que el mundo natural siempre ha existido para exclusivo beneficio de los seres humanos, por tanto, la naturaleza en sí misma no tiene valor intrínseco; por ello su destrucción no constituye pecado, a menos que con ello se dañe a seres humanos. Sin embargo, otros autores como Paul Taylor sostienen que todos los seres vivos tienen igual valor intrínseco (Callicot 1989).

En las últimas décadas, existe un amplio consenso ético en torno al hecho de que el medio natural no puede ser concebido como dispuesto para el hombre y estando enteramente entregado a su servicio y a la crisis medioambiental, (Villarroel,2007). Por tanto, los problemas medioambientales constituyen problemas de escala (Norton 2000), es decir, problemas cuya magnitud y riesgo deben evaluarse buscando las consecuencias sociales, naturales, éticas y de

protección al medio ambiente y la comunidad, de allí que la técnica de extracción fracking debe evaluar las consecuencias que su implementación tiene sobre todos los grupos de interés y el ecosistema en general.

Con los argumentos anteriores, se considera conveniente que la técnica fracking, desde el punto de vista ético, deba evaluar el desastre ecológico que se podría presentar si son cada vez más las empresas de hidrocarburos que usan esta tecnología de extracción, debido a que una sobreexplotación, en el largo plazo arrasaría con las tierras que poseen recursos petrolíferos, lo anterior quiere decir, que individuos actuando racionalmente en busca de un interés individual (empresa-proyecto), podrían destruir un bien colectivo de interés para toda la sociedad, la tierra. Los problemas del medio ambiente siempre son consecuencias del impacto de decisiones económicas que como se expresó al inicio de este documento, mediante el fracking se ha logrado disminuir el precio del petróleo en más del 50%, pero las consecuencias del ecosistema no se han evaluado, y es ahí donde la ética de los negocios, debería participar para lograr un equilibrio entre lo socio-ambiental y lo económico.

John Padilla experto en temas energéticos en su reciente informe se plantea la pregunta ¿Cómo puede el gobierno garantizar mejor los ingresos del sector y al mismo tiempo diversificar su economía? Colombia puede tener unas buenas opciones para sostener la producción debido al gran potencial que tienen los yacimientos No convencionales por encima de los convencionales, por esta razón el gobierno actual que en procesos electorales se mostró en contra del desarrollo de los recursos de lutita, considera ahora que dichos recursos son fundamentales para garantizar que los objetivos de la transición energética puedan alcanzarse desde el punto de vista económico y fiscal. (*AC_shale-report-spanish-v11.pdf, s.f.*).

Teniendo en cuenta las consideraciones ambientales que afectan específicamente el recurso del agua, que ha sido la principal razón por las cuales las comunidades in situ y otros sectores se oponen a la utilización de la técnica de fracturación hidráulica, y existiendo un precedente histórico donde la poca o nula supervisión minera, la minería ilegal, la infraestructura deficiente de agua que existe en todo el país, así como las políticas gubernamentales en torno a este recurso natural, han influido en la opinión pública hacia el fracking, por la cantidad de agua requerida, lo que ha originado que haya una posición bien diferente para elegir entre el agua o el petróleo. Será fundamental que los proyectos piloto integrales de investigación (PPII) avancen para demostrar que tanto las aguas superficiales como los acuíferos que están situados a profundidades mucho menores que los recursos de lutita pueden permanecer inalterados. Se necesita una educación significativa y un amplio debate público (*AC_shale-report-spanish-v11.pdf, s. f.*).

6. CONCLUSIONES

La ética y responsabilidad con el medio ambiente es a escala planetaria, dadas las implicaciones que tiene el fracking sobre el ecosistema natural. La ciencia y la tecnología, la política y la economía deben discutir y presentar propuestas alternativas que mitiguen el impacto negativo sobre el medio ambiente y sus implicaciones que sobre el cambio climático generan.

Los principales riesgos identificados por la aplicación del fracking son: riesgos ambientales, sociales, de sismicidad, y salud. Según los resultados arrojados por el análisis de los diferentes expertos, el principal riesgo que puede presentar la aplicación de la técnica de fracking es la contaminación del agua, afectando a las comunidades del área de influencia del proyecto, por tanto se debe planificar la forma de impactar lo menos posible el ecosistema y las comunidades.

Es imperativo un acercamiento entre el gobierno nacional, las empresas operadoras y las poblaciones afectadas para realizar una adecuada socialización, dado el desconocimiento de la técnica del fracking por parte de la comunidad y su área de influencia de los proyectos donde se aplique dicha técnica, lo cual ha provocado la negación de aceptar abiertamente esta técnica.

De acuerdo con el análisis de expertos las técnicas inadecuadas, malos procedimientos y tecnologías deficientes, durante el uso del fracking, son los causantes de que se generen daños a los acuíferos y se presenten escapes de fluido y gas.

De la investigación bibliográfica realizada se concluye que, aún se mantiene la controversia en relación a los riesgos tanto positivos como negativos que pueda generar la aplicación de la técnica del fracking. Existe un sector que está a favor de la aplicación del fracking, entre los cuales están los funcionarios gubernamentales, los expertos del sector de hidrocarburos y algún sector de la prensa nacional. Los detractores de la técnica fracking que están bien organizados, son principalmente Alianza Colombia Libre de Fracking, algunas ONG y organizaciones ambientalistas, entre otros.

Los proyectos piloto integrales de investigación permitirán recopilar información técnica, social, ambiental que puedan dar luz verde o en definitiva cancelar la exploración y/o explotación de YNC.

La economía del país puede que esté sujeta a las decisiones que en un futuro se puedan tomar en relación de explorar y explotar los yacimientos No convencionales.

El riesgo positivo es conocido como como oportunidad y el negativo como amenaza. Eso concuerda con la visión de (Dunning & Wirpsa, 2004) sobre la necesidad de entender los vínculos e interacciones entre actores locales, nacionales y transnacionales para comprender la relación entre el petróleo y el conflicto entre actores para el caso Colombia

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo desean agradecer a los expertos consultados por su aporte a la investigación y a la Universidad Ean por su apoyo en la difusión.

8. REFERENCIAS

ACP, D. E. E. (2019, marzo 21). *Fracking generaría 19.000 empleos durante 25 años, según Asociación de Petróleo* | EL ESPECTADOR. <https://www.elespectador.com/noticias/economia/fracking-generaria-19000-empleos-durante-25-anos-segun-asociacion-de-petroleo/>

Asociación Colombiana de Petróleo (ACP). (agosto de 2012). *Yacimientos no Convencionales el Nuevo boom*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2015, de [www.acp.com.co: https://www.acp.com.co/images/pdf/petroleoygas/yacimientosnoconvencionales/Yacimientos%20no%20convencionales%20el%20nuevo%20boom.pdf](https://www.acp.com.co/images/pdf/petroleoygas/yacimientosnoconvencionales/Yacimientos%20no%20convencionales%20el%20nuevo%20boom.pdf).

AC_shale-report-spanish-v11.pdf. (s.f.). Recuperado 6 de abril de 2021, de https://www.atlanticcouncil.org/wp-content/uploads/2020/12/AC_shale-report-spanish-v11.pdf

America's Unconventional Energy Opportunity. (06 de 2015). Obtenido de <https://www.hbs.edu/competitiveness/Documents/america-unconventional-energy-opportunity.pdf>.

ASALE, R., & RAE. (2020). *Ético, ética* | *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/ético>

Callicot, J. Baird (1989), *In defense of the Land Ethics. Essays in Environmental Philosophy*. Albany, NY: State University of New York Press.

Dane. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda*. [https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-](https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por)

tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/cuantos-somos

Decreto 328 de 2020, n.º Decreto 328, Presidencia de la República de Colombia (2020).

Dhingra, P. (2017, septiembre 1). *Hand-wringing about self-driving cars and the Trolley problem is another example of AI Panic*. Medium. <https://medium.com/philosophistry/hand-wringing-about-self-driving-cars-and-the-trolley-problem-is-another-example-of-ai-panic-b3c3a9ee95ee>

Dunning, T., & Wirpsa, L. (2004). "Oil and the political economy of conflict in Colombia and beyond: A linkages approach". *Geopolitics*, 9(1), 81-108. <https://doi.org/10.1080/14650040412331307842>

Echeverry, J. C., Navas, J., Navas, V., & Gomez, M. P. (2008). *Oil in Colombia: History, Regulation and Macroeconomic Impact* (SSRN Scholarly Paper ID 1486129). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=1486129>

Fournet, B. (2015, octubre 10). *TAFT (this ain't freakin' Texas) a case study into a failure to manage assumptions*. PMI® Global Congress 2015, North America, Orlando, FL. Newtown Square. <https://www.pmi.org/learning/library/overcome-failure-assumptions-9859>

Friedman, M. (2021, enero 22). *Ethics Analysis: Fossil Fuel Divestment*. Seven Pillars Institute. <https://sevenpillarsinstitute.org/ethics-analysis-fossil-fuel-divestment/>

George Mason University, S. for C. A. and R. (2012, junio 20). *Magdalena Medio*. <http://scar.gmu.edu/zones-of-peace/colombia/magdalena-medio>

Global Risk Insights, G. I. R. (2018, marzo 17). *Colombia's Fracking Dilemma*. OilPrice.Com. <https://oilprice.com/Energy/Energy-General/Colombias-Fracking-Dilemma.html>

Naess, Ame (1973), *"The Shallow and the Deep, Long-Range Ecology Movement"*, aparecido en SESSIONS, G. (ed.) (1995), *Deep Ecology for the 21st Century*. Boston: Shambhala.

Nickel Sulfide Ores and Impact Melts. (2017). *Hydrocarbon Reservoir—An overview* | ScienceDirect Topics. [https://www-sciencedirect-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/topics/earth-and-planetary-sciences/hydrocarbon-reservoir](https://www.sciencedirect-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/topics/earth-and-planetary-sciences/hydrocarbon-reservoir)

Olubadejo, O. (2017, mayo 1). *Crude Awakening: When Business Environment Changes Suddenly--Reassessment*. PM Network, 31(5), 26.

Project Management Institute, Inc. (2017). *Guía de Fundamentos Para Dirección de Proyectos* (Guía del PMBOK. Newtown Square, Pensilvania: Global Standard.

Raufflet, E., Lozano, J. F., Barrera, E., & García de la Torre, C. (2012). *Responsabilidad social empresarial*. México: Pearson.

Tognato, C. (2017). Colombia: Oil and civil society. En *Public Brainpower: Civil Society and Natural Resource Management* (pp. 91-106). Scopus. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60627-9_6

Trujillo, N. F. S., & Inocencio, F. Y. J. (2020). Necesidades de Innovación y Tecnología para la industria de petróleo y gas en Colombia. *Revista de Ingeniería*. <https://doi.org/10.16924/revinge.40.7>

Villarroel, Raúl (2007), "Ética Y Medio Ambiente". *Ensayo de Hermenéutica Referida Al Entorno*, Universidad de Chile

Warren, Karen (2000), *Ecofeminist Philosophy. A western perspective on what it is and why it matters*. Cumnor Hill: Oxford. Rowman & Littlefield Publishers.

webmasteracp. (2017). *¿Qué son los hidrocarburos en reservorios no convencionales?* ACP. <https://acp.com.co/web2017/es/todo-sobre-el-fracking/955-que-son-los-hidrocarburos-en-reservorios-no-convencionales>