

**Análisis de los Costos
Ambientales Producidos por
el Fracking en la Zona Rural
del Municipio de Chiquinquirá
(Boyacá).**

Autores:

John Hernando Escobar Rodríguez.

Daniel Isaac Roque.

Fidel de la Oliva Decón.

Contaduría Pública.

Facultad de Ciencias

Empresariales.

Corporación Universitaria

Iberoamericana.



Análisis de los Costos Ambientales Producidos por el Fracking en la Zona Rural del Municipio de Chiquinquirá (Boyacá).

Analysis of the Environmental Costs Produced by Fracking in the Rural Area of the Municipality of Chiquinquirá (Boyacá).

Nombre Autor/es

John Hernando Escobar Rodríguez.

Daniel Isaac Roque.

Fidel de la Oliva Decón.

Nombre (Asistentes/colaboradores/compiladores)

Juan Manuel Monroy Sierra, Andrés Mauricio Pinzón Henao, Karen Daniela Gutiérrez Calderón, Laura Julieth Sandoval Guarnizo, Doris Adriana Valbuena Rincón, Miguel Alfonso Saumeth Maestre, Andrea Estefanía Martínez Beltrán, Geraldine Dávila Vargas, Kymberli Amaya Rodríguez.

Diciembre, 22 de 2020

Agradecimientos

Principalmente damos gracias a Dios que ha sido el estandarte fundamental en cada uno de los procesos llevados a cabo en esta investigación. También agradecemos a todas nuestras familias que en su totalidad han sido un soporte fundamental en cada uno de los pasos que damos para cumplir nuestras metas y objetivos que trazamos en cada una de nuestras vidas profesionales. Para ellos nuestros más sinceros agradecimientos por toda su ayuda, colaboración y muestras de cariño en todo sentido, sin ustedes no tendríamos la motivación suficiente para lograr todos los proyectos que nos hemos propuesto en a lo largo de nuestras profesiones.

También otorgamos un agradecimiento especial a todos nuestros estudiantes colaboradores que a lo largo de este proceso investigativo contribuyeron de una forma eficiente con todos los conocimiento que adquirieron en cada una de las etapas de la universidad y que lograron plasmar en este proyecto para que se finalizara de una forma adecuada y que cobra gran importancia para la Facultad de Ciencias Empresariales y en específico para el Programa de Contaduría Pública.

De igual manera a las personas de la zona rural del municipio de Chiquinquirá en Boyacá que contribuyeron amablemente con la información necesaria para analizar los Costos Ambientales producidos por el Fracking en esta población, sin su ayuda esta investigación no se hubiese llevado a cabo con éxito.

¡Muchas Gracias!

Resumen

El proyecto de investigación denominado: Análisis de los costos ambientales producidos por el Fracking en la Zona rural del Municipio de Chiquinquirá (Boyacá), busca analizar los costos ambientales generados por el nuevo método de extracción de gas natural y petróleo denominado Fracking o Fracturación-Estimulación Hidráulica en el municipio de Chiquinquirá, estableciendo de esta manera el impacto que produce este método de extracción de recursos naturales (No renovables) en este municipio, y sus repercusiones a nivel económico, social, y ambiental que se generan al implementar esta nueva técnica de extracción y su grado de afectación a la población del municipio chiquinquireño.

En la última década la extracción de combustibles fósiles ha aumentado progresivamente y ha impulsado a grandes potencias económicas; a implementar nuevas técnicas y métodos de perforación para conseguir el anhelado recurso. Esta nueva técnica no es apreciada en la mayoría de los países que poseen estos recursos para su extracción ya que produce una fracturación del terreno considerable que induce de una manera negativa a la inestabilidad topográfica de la zona de extracción y como consecuencia de ello un impacto negativo en el medio ambiente.

Para el caso de Colombia y más específicamente en el municipio de Chiquinquirá en Boyacá esta nueva técnica ha comenzado a implementarse generando dentro de su proceso algunos aspectos positivos y también negativos. En esta investigación se determinará y analizará las causas y consecuencias producidos por el Fracking en esta zona, contemplando de esta manera los Costos Ambientales que son necesario conocer y determinar mediante la aplicación de un método de valoración económica sobre este nuevo proceso llevado a cabo en el municipio en mención.

Palabras Clave: Costos Ambientales, Fracking, Estimulación Hidráulica, Efectos Ambientales, Recurso Hídrico.

Abstract

The research project called: Analysis of the environmental costs produced by Fracking in the rural area of the municipality of Chiquinquirá (Boyacá), seeks to analyze the environmental costs generated by the new method of extraction of natural gas and oil called Fracking or Fracturing-Stimulation Hydraulics in the municipality of Chiquinquirá, thus establishing the impact that this method of extraction of natural resources (non-renewable) produces in this municipality, and its repercussions at the economic, social and environmental level that are generated by implementing this new technique of extraction and its degree of affectation to the population of the Chiquinquireño municipality.

In the last decade, the extraction of fossil fuels has progressively increased and has boosted great economic powers; to implement new drilling techniques and methods to achieve the desired resource. This new technique is not appreciated in most of the countries that have these resources for their extraction since it produces a fracturing of the terrain at a high pressure of chemicals and gases that negatively induce the topographic instability of the extraction area and as a consequence, a negative impact on the environment.

In the case of Colombia and more specifically in the municipality of Chiquinquirá in Boyacá, this new technique has begun to be implemented, generating some positive and negative aspects within its process. In this investigation, the causes and consequences produced by Fracking in this area will be determined and analyzed, thus considering the Environmental Costs that are necessary to know and determine by applying an economic valuation method on this new process carried out in the municipality in mention.

Key Words: Environmental Costs, Fracking, Hydraulic Stimulation, Environmental Effects, Water Resource.

Prólogo

La extracción o fracturación hidráulica conocida como Fracking es un proceso que en la actualidad cobra gran importancia a la hora de establecer nuevos métodos y mecanismos para extraer recursos naturales tan apreciados y necesarios en las economías mundiales como es el petróleo, y de esta manera garantizar la sostenibilidad energética en varios sectores económicos; en donde este recurso se convierte en la fuente primordial para establecer todos los procesos industriales que lleva a cabo diferentes sectores empresariales.

Adicionalmente a ello, se debe contemplar los efectos ambientales que trae consigo esta nueva técnica o método de explotación del petróleo en zonas en donde el impacto ambiental es evidente y que genera una serie de causas y consecuencias para zona rural en donde se practica la mayoría de veces este procedimiento y que en la mayoría de veces no se tiene en cuenta ni se determinan los Costos Ambientales, que se convierten en un factor fundamental de medición y que ayuda a determinar los efectos que produce este nuevo proceso y esta manera poder tomar las decisiones necesarias para mitigar el daño ambiental que está produciendo el Fracking.

En la actualidad en Colombia la implementación del Fracking es un proceso nuevo en el país. Existen zonas que históricamente se caracterizan por ser zonas petrolíferas por excelencia es el caso de departamentos como el Meta y Casanare que concentran el 70% de crudo en el país que lo extrae la Empresa Colombiana de Petróleos (ECOPETROL) en colaboración con otras tres empresas extranjeras (Vásquez, 2017)

En el departamento de Boyacá y más específicamente en la zona rural del municipio de Chiquinquirá, esta nueva técnica de explotación a tenido un auge importante ya que en la periferia de este municipio se ha encontrado que posee yacimientos de petróleo en donde las empresas Geofizyka Torún S.A y Nexen Petroleum tiene el aval por parte del gobierno sobre el otorgamiento de licencias ambientales para la exploración de dos pozos de petróleo exploratorios en este municipio. La controversia ha surgido por los posibles efectos y daños ambientales que puede acarrear este nuevo proceso de extracción y sus repercusiones tanto en el ambiente como en la población de la zona rural Chiquinquirá.

Tabla de Contenido

Introducción	13
Análisis de los Costos Ambientales Producidos por el Fracking en la Zona Rural del Municipio de Chiquinquirá. (Boyacá)	16
Formulación del Problema	16
Objetivo General:	19
Objetivos Específicos:.....	19
Planteamiento del Problema	20
¿Cuáles son los costos ambientales producidos por el Fracking en la zona rural del municipio de Chiquinquirá (Boyacá)?	20
Capítulo 1 – Fundamentación Conceptual y Teórica	22
1.1 Marco de Antecedentes.....	22
1.2 Marco Teórico	32
1.2.1 Modelos Matemáticos de Valoración Ambiental	45
1.3 Marco Conceptual.....	48
1.4 Marco Geográfico y Demográfico	49
1.5 Marco Legal.....	53
Capítulo 2 - Aplicación y Desarrollo	57
2.1 Tipo y Diseño de la Investigación.....	57
2.2 Población o entidades participantes.....	58
2.3 Definición de Variables o Categorías	61
2.4 Procedimiento e Instrumentos	62
2.5 Alcances y limitaciones	63
Capítulo 3 - Resultados.....	65
3.1 Tabulación de la información y análisis	66
3.2 Análisis Variable - Percepción de los habitantes de la zona afectada por el Fracking	67
3.2.1 Contexto General:	68
3.2.2 Impacto Ambiental:	69
3.2.3 Impacto Social:	69
3.2.4 Impacto Económico	70

3.3 Análisis Variable - Percepción de trabajadores de la empresa que realiza Fracking.....	71
3.3.1 Impacto Ambiental	71
3.3.2 Impacto Social	72
3.3.3 Impacto Económico	72
Capítulo 4 - Discusión	73
Capítulo 5 - Conclusiones	75
5.1 Cumplimiento de objetivos y aportes a líneas de investigación de grupo	76
5.2 Producción asociada al proyecto	76
5.3 Líneas de trabajo futuras	77
Bibliografía	78
Anexos	83

Índice de Tablas:

Tabla 1. Porcentaje de los tres principales productos de exportación de Colombia.....	24
Tabla 2. Producción de petróleo mediante Fracking por departamento.....	34
Tabla 3. Diferencia y comparación de yacimientos convencionales y no convencionales	41
Tabla 4. Perfil Socio-Demográfico de la Población. Distribución por Área	51
Tabla 5. Resumen Normativo Sobre la Explotación de Recursos Naturales en Colombia	53
Tabla 6. Variables para Cálculo de Muestra Aleatoria Simple	60
Tabla 7. Cálculo del tamaño de una muestra por niveles de confianza.....	60
Tabla 8. Definición de Variables y Categorías de Incidencia por el Fracking	61
Tabla 9. Variable-Categoría Asociado Por Pregunta	65
Tabla 10.Total Respuestas por Pregunta Asociada por Variable - Categoría.....	66
Tabla 11.Total Porcentaje Promedio por Pregunta y por Variable-Categoría asociada	67
Tabla 12. Análisis Impacto Ambiental	71
Tabla 13. Análisis Impacto Social	72
Tabla 14. Análisis Impacto Económico	73

Índice de Ecuaciones:

Ecuación 1. Modelo Hedónico.....	45
Ecuación 2. Metarregresión	45
Ecuación 3. Valor Económico Total	46
Ecuación 4. Modelo de Estimación del Cambio en Productividad	47
Ecuación 5. Muestra Aleatoria Simple.	60
Ecuación 6. Cálculo de Muestra Aleatoria Simple.....	61

Índice de Gráficas:

Gráfica 1. Países con investigaciones en Costos Ambientales y Fracking.....	14
Gráfica 2. Publicaciones sobre Costos Ambientales y Fracking.	17
Gráfica 3. Áreas del conocimiento que articulan los Costos Ambientales y el Fracking.....	18
Gráfica 4. Riesgos del Fracking.....	26
Gráfica 5. Esquema propuesto sobre nuevas técnicas de explotación de Hidrocarburos.....	32
Gráfica 6. Etapas de explotación mediante la técnica de Fracking.....	35
Gráfica 7. Relación Tripartita. Esquema de Explotación Sostenible de Hidrocarburos	40
Gráfica 8. Representación de Explotación de un Yacimiento Convencional y No Convencional.....	41
Gráfica 9. Curva de Demanda y Excedente del Consumidor.....	46
Gráfica 10. Mapa Municipio de Chiquinquirá. (Boyacá)	50
Gráfica 11. Yacimientos de Pozos de Petróleo por Departamento.....	52
Gráfica 12. División Política Administrativa del Municipio de Chiquinquirá.....	58
Gráfica 13. Zonas de Riesgo por Área Rural en el Municipio de Chiquinquirá	59
Gráfica 14. Porcentajes por Variable -Categoría Asociada	68

Lista de Acrónimos:

ACP:	Asociación Colombiana de Petróleo
ALFF:	Alianza Latinoamericana frente al Fracking
ANH:	Agencia Nacional de Hidrocarburos
CAR:	Corporación Autónoma Regional
DANE:	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
HYNC:	Yacimientos de Hidrocarburos No Convencionales
HCN:	Hidrocarburos No Convencionales
ONU:	Organización de las Naciones Unidas

Introducción

La explotación masiva de recursos naturales en el mundo se ha convertido en una de las mayores fuentes de riqueza para los países tanto desarrollados como en vías de desarrollo. Actualmente la extracción de hidrocarburos como el petróleo y el gas natural se consideran como fuentes importantes para la generación de empleo, aumento de la demanda de consumo, crecimiento de las exportaciones y un mejoramiento importante a nivel de desarrollo económico que contribuyen asimismo al crecimiento y fortalecimiento del PIB en cada Estado.

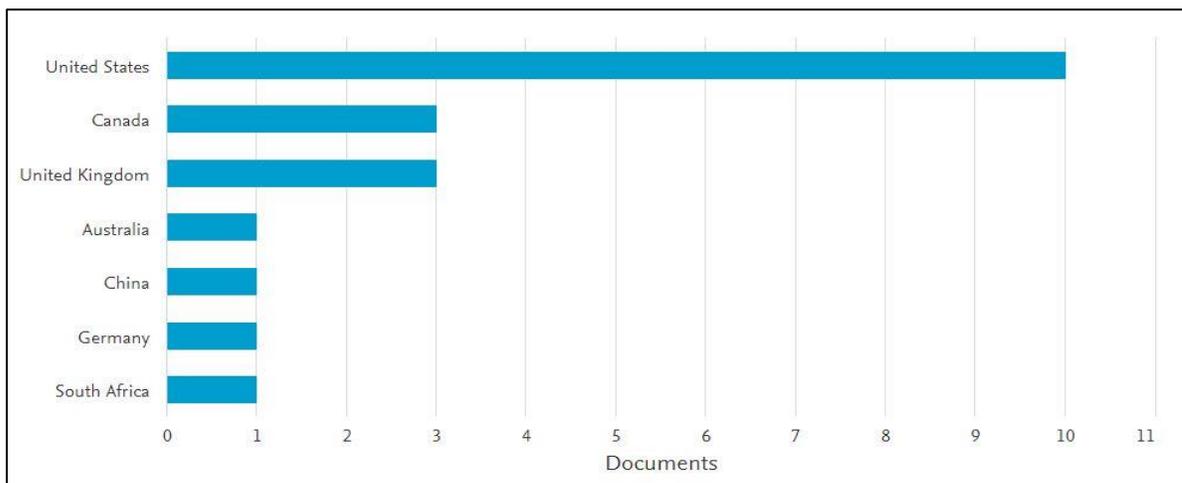
Actualmente el afán de los países por la explotación masiva de hidrocarburos como el petróleo, ha generado que se implementen métodos de extracción que no son adecuados para suplir las necesidades inmediatas de la demanda interna y externa que a diario presentan los países para establecer ventajas competitivas eficientes a nivel económico y comercial que permitan a cada uno de ellos destacarse en un mundo globalizado; en el cual el petróleo se constituye en el producto más importante que engrana y subyace los eslabones de los sectores económicos en el mundo. En cuando a este nuevo método de extracción hidráulica denominado Fracking y a las fracturas provocadas por el mismo proceso en los yacimientos petrolíferos, se hace necesario investigar los efectos a nivel social, económico y ambiental que puede generar este nuevo método en la población de la zona rural chiquinquireña y los costos ambientales que se producen al implementar esta nueva técnica que actualmente se implementa en varias zonas a lo largo del mundo. En algunos países ha generado una discusión importante en lo referente a la disposición y uso de los químicos utilizados para tal proceso y el manejo de los residuos que genera implementar un método de extracción de esta índole que en la mayoría de veces no contempla el impacto social y ambiental que puede producir y sus efectos a nivel social y económico para la población afectada directamente y para el país.

Estas evidencias y discusiones han influido en las decisiones de algunos países como Francia, Bulgaria y algunas regiones de España, donde la técnica del Fracking se encuentra prohibida, mientras que, en Irlanda del Norte y Sudáfrica, entre otros países, se ha declarado una moratoria de su uso (Di Risio, 2012). Una forma de cuantificar las

externalidades y los costos ambientales la constituye el cálculo de la variación en el precio de propiedades cercanas al centro de operaciones. Este argumento teórico radica en que las propiedades en sí mismas representan un flujo de servicios y atributos que, además de capitalizarse en el mercado inmobiliario, se ve afectado por el uso adverso de la tierra o por la contaminación de los recursos en su entorno (Farber, 1997). Esto genera un desplazamiento social y un problema generalizado alrededor de la zona en la cual se implementa este nuevo método de extracción generando pobreza y desplazamiento forzado de la población a otras zonas donde el impacto que genera la contaminación no los afecte directamente y no les deteriore su calidad de vida.

La implementación del método de extracción mediante fracturación hidráulica es un tema muy polémico, debido a los impactos ambientales que genera. Este tema ha sido estudiado y difundido por diferentes academias científicas entre las cuales se encuentran instituciones de diferentes áreas geográficas tales como: Estados Unidos, Alemania, Canadá, Reino Unido, Australia, China y Sudáfrica. Sin embargo, un área geográfica clave es América del Sur donde no se evidencian investigaciones realizadas, a pesar de los grandes esfuerzos del uso, conservación y recuperación de los recursos naturales en esta área geográfica. La gráfica 1 muestra las publicaciones realizadas en los diferentes países de la región.

Gráfica 1. Países con investigaciones en Costos Ambientales y Fracking.



Fuente: Tomado de: Base de Datos (SCOPUS, 2019)

A partir de lo anteriormente mencionado, se plantea la necesidad imperante de dar una impronta significativa al proceso de investigación sobre los costos ambientales y Fracking con carácter sistémico e interdisciplinario, tomando como base la situación actual en términos de preservación, conservación, manejo y uso del medio ambiente y su relación con el desarrollo sostenible.

Análisis de los Costos Ambientales Producidos por el Fracking en la Zona Rural del Municipio de Chiquinquirá. (Boyacá)

Formulación del Problema

El propósito central de esta investigación es analizar cuáles son las principales causas y consecuencias a nivel social y ambiental generado por este nuevo método de extracción de gas natural y petróleo denominado “Fracking” en la zona rural del municipio de Chiquinquirá (Boyacá), a partir del análisis de los costos ambientales producidos por las empresas que implementan esta técnica de extracción de estos recursos no renovables y su grado de afectación e impacto para la comunidad de este municipio en general.

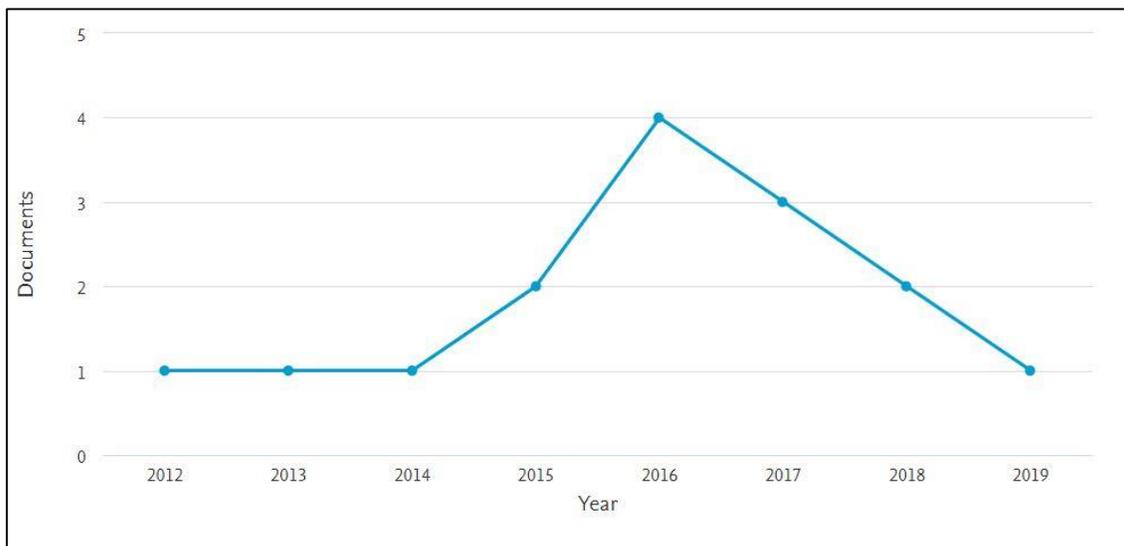
En Colombia actualmente no se ha generado una regulación específica y clara, ni existen estudios previos con respecto a la implementación de esta nueva método de extracción de recursos no renovables como el gas natural o el petróleo, de esta manera se pone en riesgo directo el medio ambiente y a la comunidad de la zona rural chiquinquireña en general al no tener una normatividad definida por el Estado Colombiano que permita establecer las garantías necesarias para la implementación de este método bajo estándares internacionales que permitan preservar el medio ambiente y no se causen impactos negativos en la población del municipio.

Como elemento de análisis complementario de la situación existente, se evidencia que las investigaciones realizadas sobre la medición de los costos ambientales y las actividades del Fracking no presentan un tema significativo de estudio por parte de los investigadores, a pesar de los impactos ambientales que provoca la práctica de este método de extracción. Para tal efecto se realizó un estudio bibliométrico, la aplicación de esta técnica de estudio permite evaluar la producción, comunicación y divulgación de materiales bibliográficos resultados de procesos de investigación y generación del nuevo conocimiento. Este método de análisis ha sido utilizado por autores como: Macías, H.; Velásquez, S. (2017); Linares, M. & Suárez, Y. (2018); Isaac, D. (2018); Isaac, D. &

Cañizares, M. (2019). La aplicación de este método se realizó mediante la base de datos Scopus, utilizando como criterio de búsqueda: “Environmental W/1 Costs AND Fracking” teniendo como base de búsquedas (títulos de fuente, resumen y palabras claves).

Los resultados del análisis muestran que la medición de los Costos Ambientales y el Fracking comienzan sus publicaciones en el año 2012, teniendo un comportamiento estático hasta el año 2014 donde comienza un aumento en el número de las publicaciones hasta el 2016 obteniendo su mayor numero. A partir de esta fecha se evidencia disminución de estos elementos como objeto de investigación científica. A pesar de existir un fuerte interés de la investigación de los impactos ambientales en las diferentes áreas económicas, estos elementos no evidencian un interés en términos de publicaciones científicas.

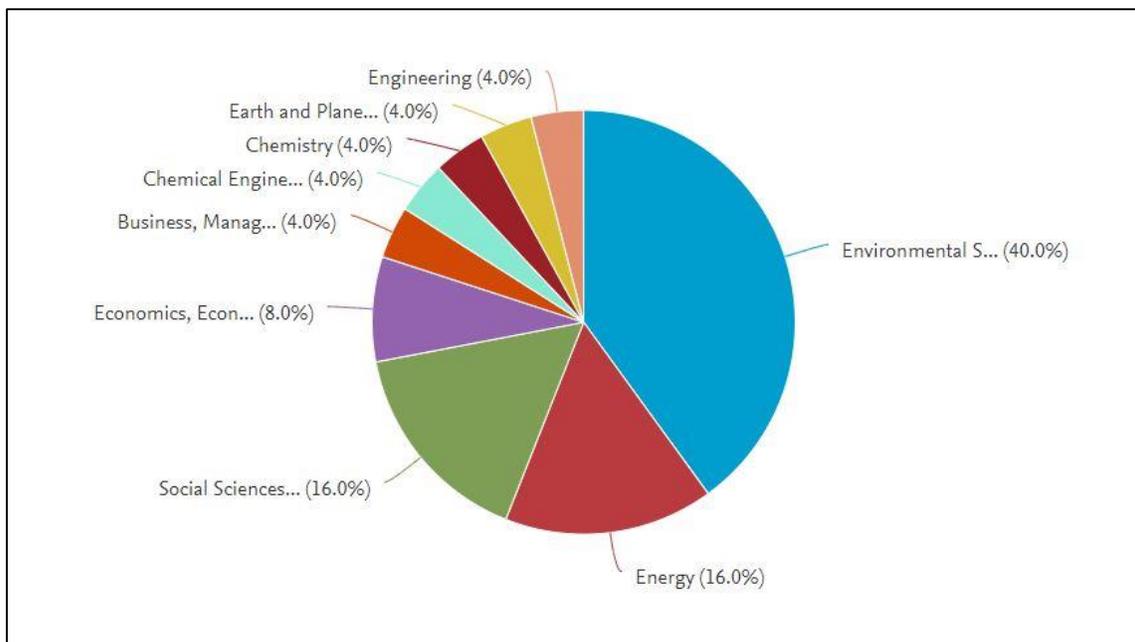
Gráfica 2. Publicaciones sobre Costos Ambientales y Fracking.



Fuente: Tomado de: Base de Datos (SCOPUS, 2019)

Los costos ambientales son un área clave de investigación que se articula con otras ciencias afines, entre las cuales se destacan las ciencias medioambientales, agricultura, ingeniería y la electricidad. Sin embargo, un área clave de esta área del conocimiento son las ciencias económicas y desde este análisis no se muestra incidencia de publicaciones en esta rama del conocimiento. La gráfica 3 muestra las publicaciones realizadas en las diferentes áreas del conocimiento.

Gráfica 3. Áreas del conocimiento que articulan los Costos Ambientales y el Fracking.



Fuente: Tomado de: Base de Datos (SCOPUS, 2019)

Con base en ello; en esta investigación surge la necesidad de plantear un (1) objetivo general y tres (3) objetivos específicos que nos permitan responder la pregunta problémica que se formula en este proyecto para así analizar el impacto de los Costos Ambientales producidos por el Fracking en la zona rural del municipio de Chiquinquirá en Boyacá.

Objetivo General:

- Analizar los costos ambientales producidos por el Fracking en la zona rural del municipio de Chiquinquirá (Boyacá)

Objetivos Específicos:

- Determinar los principales elementos teóricos, legales que estipulan la operación de la Fracturación y Estimulación Hidráulica en Colombia.
- Informar el método de extracción de recursos no renovables denominado Fracking en la zona rural del municipio de Chiquinquirá (Boyacá).
- Aplicar un método de valoración económica de los costos ambientales producido por el Fracking en la zona rural del municipio de Chiquinquirá (Boyacá).

Planteamiento del Problema

¿Cuáles son los costos ambientales producidos por el Fracking en la zona rural del municipio de Chiquinquirá (Boyacá)?

Partiendo de este interrogante se hace necesario, determinar, informar y aplicar los factores o variables más relevantes que influyen en esta nueva técnica de explotación hidráulica denominada Fracking en el municipio de Chiquinquirá en Boyacá y de esta manera analizar el impacto que tiene este nuevo proceso de extracción de hidrocarburos en esta zona rural del municipio y de esta manera cuantificar los Costos Ambientales que genera las empresas dedicadas a la exportación el petróleo que por lo general causan un daño ambiental importante generando de esta manera externalidades negativas tanto para el entorno y habita general de la zona como también problemas de índole económico y de salud para la población circundante a estas industrias petrolíferas .

Con base a ello, para el desarrollo de la investigación se realizarán actividades en articulación con lo referente a la incidencia y aplicación de los costos ambientales producidos por el Fracking nivel de la población rural chiquinquireña, con el objetivo de validar su aplicabilidad y su impacto que genera a nivel social y ambiental.

Para dar cumplimiento al objetivo general se plantea el desarrollo de la investigación en tres etapas de trabajo identificadas mediante el siguiente procedimiento de investigación:

- En primera instancia se realizará una contextualización del tema en los diferentes campos teóricos, prácticos y legales que implica la implementación de esta nueva técnica de explotación en el municipio de Chiquinquirá. Para dar cumplimiento a la misma se realiza el análisis de textos, revistas científicas, documentos especializados.
- La segunda fase de trabajo posteriormente se realizará un diagnóstico sobre el tratamiento de los costos ambientales en los procesos de extracción de

combustible fósiles mediante el Fracking. Para dar cumplimiento de esta actividad se utilizará como técnicas de recopilación de información directa, entrevistas, cuestionarios a personal vinculado con el proceso de extracción. Para el análisis de los resultados obtenidos se realizará un análisis estadístico de las técnicas aplicadas.

- La tercera etapa de trabajo se realizará la fase de aplicación y evaluación en la cual se determinará los costos ambientales producidos por el Fracking en el municipio e Chiquinquirá (Boyacá). Para dar cumplimiento a la misma se realiza la aplicación del procedimiento de valoración de costos ambientales.

Capítulo 1 – Fundamentación Conceptual y Teórica

1.1 Marco de Antecedentes

En las últimas cuatro (4) décadas de la historia de la humanidad frente a la escasez de recursos, cada vez es más evidente que los hidrocarburos convencionales como el petróleo son fuente de riqueza, empleabilidad y se convierte en el producto más importante y apreciado por el entorno empresarial en todo el mundo. De acuerdo a su gran demanda el incremento de la explotación del mismo; generó una crisis de carácter energético en la última década que impulsó la exploración de otras alternativas para la obtención de hidrocarburos, y como resultado de estas investigaciones se descubrieron por primera vez hidrocarburos en yacimientos no convencionales (HYNC), es allí donde se desarrolló la técnica de estimulación hidráulica denominada Fracking, la cual permite la extracción de gas, petróleo, gasolina, y demás combustibles, mediante un proceso de perforación direccionada horizontalmente que potencia la producción a escala industrial. En el caso del gobierno nacional, y el de otros países, se ha visto que han tomado la decisión de darle un nuevo impulso al desarrollo de estos yacimientos no convencionales con esta técnica de fracturación hidráulica. (Pinto & Valderrama, 2019)

La compañía Halliburton fue la pionera en el proceso de fracturación hidráulica en el año 1940, esta técnica tomo fuerza en su uso en el año 1986 donde se empezó el desarrollo especializado de este método en el Estado de Texas Estados Unidos (E.E.U.U) en la cuenca de gas de Lutitas Barnett, que se encuentra en la zona centro norte del estado en las proximidades de la ciudad de Dallas, tiene un cubrimiento de 24 condados y por ello fue la zona destinada para el desarrollo de pruebas con el uso de la técnica Fracturación Hidráulica; a partir del éxito que presenta la técnica se empezó a extender la aplicación del método en el resto del país, para el año 2019 el estado de Texas ya contaba con más de dieciséis mil (16) yacimientos perforados destinados a la extracción de gas natural. (Perez, 2018)

De acuerdo al autor (Vargas, 2019), menciona que la extracción de hidrocarburos han sido asociados a las perturbaciones que se le han generado al medio ambiente, produciendo de esta manera la contaminación de diferentes sistemas ambientales como por ejemplo: En sistemas acuíferos de gran importancia para las regiones, la inducción de sismos no naturales asociados al perforar el terreno, la transformación en la atmósfera con residuos contaminantes en el aire, efectos sobre la salud de los habitantes, el alto consumo de fuentes hídricas, daños en el fluido de fracturamiento, efecto invernadero, violación de los derechos y demás efectos que ocasiona esta técnica de explotación de hidrocarburos denominada Fracking.

El uso de la fracturación hidráulica no solo genera consecuencias en el panorama ambiental y social, y también en el empresarial de acuerdo a la producción que puede generar con base a este método determinando rentabilidades altas para las empresas petrolíferas. Se debe contemplar también que es un mercado que presenta fluctuaciones de acuerdo al nivel de vida que presenta cada pozo explotado, la técnica de la fracturación hidráulica ha generado el aumento de inversiones a nivel global, con la expectativa de recibir un alto margen de rentabilidad; beneficiando a las grandes compañías que ejecutan la técnica de fracturación hidráulica denominada Fracking. (Vargas, 2019)

La (Asociación Ambiente y Sociedad Colombia -ONG, 2016) señala que el Fracking es una muestra de cómo el gobierno sigue implementando los combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural y gas licuado), los hidrocarburos y demás actividades extractivas, como el principal motor económico del país y el pilar fundamental de sus ingresos.

En la actualidad Colombia presenta un porcentaje importante a nivel de región económica en el cual las exportaciones de petróleo se convierten en el producto más importante que contribuye al Producto Interno Bruto (PIB) de manera significativa. En la siguiente tabla se evidencia en porcentaje a nivel de exportaciones de los tres primeros productos de mayor importancia en la economía colombiana en el año 2019

Tabla 1. Porcentaje de los tres principales productos de exportación de Colombia

Producto	Total % Exportaciones Año 2019
Petróleo.	28%
Briquetas de carbón.	20%
Café.	6,9%

Fuente: (Carranza, 2019)

A medida que la economía se intensifica en la explotación de hidrocarburos, se extiende el progreso territorial de las actividades extractivas sobre áreas protegidas de país; como en los territorios indígenas; zonas de reserva natural que afectan de una manera significativa a la gran mayoría de municipios en los cuales la gran reserva natural es extensa como en el departamento de Boyacá. De acuerdo a las características mencionadas anteriormente se evidencia como aumenta la implementación de la técnica de Fracking en estas zonas sin conocer los riesgos a profundidad que traen consigo y los daños irreversibles que puede ocasionar al medio ambiente y sociedad. (Asociación Ambiente y Sociedad Colombia -ONG, 2016)

La amenaza del Fracking como sistema de fracturación hidráulica es una preocupación para los ambientalistas, se alerta la falta de una normativa en Colombia que responda a la preocupación que surge de acuerdo a los riesgos medioambientales y a la salud pública que este método genera; puesto que la falta de estudios sobre las consecuencias ambientales puede verse como una forma de favorecer los intereses corporativos. Algunos antecedentes, informes y conceptos sobre el Fracking se enuncian a continuación:

El Fracking, o también conocido como extracción de gas y petróleo mediante fractura hidráulica, se trata de un sistema en el que se inyecta en el subsuelo agua a presión con variedad de componentes químicos que hacen estallar las rocas y la tierra, para liberar

así los hidrocarburos que hay en su interior y permitir el acceso a bolsas de petróleo y gas a los que anteriormente no era posible llegar. (McKelvey, 1972)

La técnica de Fracking necesita entre nueve (9) a veintiséis (26) millones de litros de agua por pozo por año para su proceso .De acuerdo a algunas mediciones sobre los Costos Ambientales el nivel de agua gastado y contaminado solo se puede reutilizar en un 15 % ya que el restante del recurso hídrico se encuentra contaminado por el diverso uso que se le otorga con mezcla de diversos químicos que generan que el recurso hídrico no se puede potabilizar; de este modo la empresas no se encuentran reglamentadas por tal motivo no se encuentran obligadas a revelar qué tipo de químicos son utilizados para la ejecución de la técnica fracturación hidráulica. En Colombia no se presenta un mapa hidrogeológico que permita conocer detalladamente los recursos subterráneos que se posee de tal modo solo se tiene conocimiento que se posee el 30% de recursos subterráneos. (Asociación Ambiente y Sociedad Colombia -ONG, 2016)

Por parte de la Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente, (Herrera, 2015) determina que esta práctica genera daños ambientales que afectan directamente en el corto plazo a las comunidades que viven en el territorio en que se realiza; Por una parte, el Fracking contamina las fuentes del subsuelo por la inyección de químicos, y genera sequías, como se han evidenciado en Estados Unidos o en Australia, también la liberación del metano genera cambios ambientales mucho más profundos que el dióxido de carbono. Se especifica que, en los periodos de corto y mediano plazo, se presentan falencias como problemas de salud, problemas ecológicos y ambientales principalmente donde se ejecuta como en el municipio de Chiquinquirá (Boyacá), este tipo de técnicas generan diferentes preguntas como ¿Cuánto cuesta restablecer la salud pública? o ¿Cuánto cuesta restablecer las fuentes de agua?, incluso con los recursos del Fracking, es claro que los costos superan los beneficios. Por otro lado, un costo ambiental más podría ser la ocupación territorial, puesto que este sistema funciona con pozos de corta vida y a medida que se agotan se debe perforar más.

Si bien el presidente de Ecopetrol, aseguró que Colombia no se puede dar el lujo de no realizar explotaciones petroleras mediante Fracking, (Debido a que el desarrollo de esta actividad financia la salud y la educación), las organizaciones sociales se preguntan por qué la industria y el gobierno busca implementar este sistema que ha sido prohibido y sancionado en países como Francia, Bulgaria, Alemania, EEUU, Canadá, España, Argentina, Suiza e Italia, precisamente por los daños sociales y ambientales que genera.

Según la Investigación desarrollada por la Alianza Latinoamericana frente al Fracking en cooperación con la Fundación Heinrich Böll Sur y Amigos de Tierra Europa y La Alianza Latinoamericana frente al Fracking- ALFF (2017), menciona que existen otros riesgos y efectos ambientales que podrían afectar al municipio de Chiquinquirá en Boyacá, tales como se expresan en la siguiente gráfica:

Gráfica 4. Riesgos del Fracking



Fuente: (Alianza Latinoamericana frente al Fracking - ALFF, 2017)

Los pozos que son sometidos mediante la técnica fractura hidráulica o Fracking generalmente su proceso de extracción comienza en forma vertical y pueden continuarse en forma horizontal por varios miles de metros para encontrar la mayor cantidad de hidrocarburos posible, debido a la baja permeabilidad de las rocas, es necesario

fracturarlas o romperlas mediante la inyección de una mezcla de enormes cantidades de agua, arena y sustancias químicas a elevada presión, que permiten el flujo y la salida del gas. Sin embargo, después de fracturar y al disminuir la presión de los equipos de bombeo, el gas liberado sale a la superficie arrastrando gran parte de los fluidos inyectados. Entre el 15 y 80% del fluido -aún con el evidente peligro de contaminación atmosférica- es llevado por tanques para inyectarlo después en el subsuelo o para ser tratado en plantas de depuración pública, que normalmente no están preparadas para procesar este tipo de residuos. (Alianza Latinoamericana frente al Fracking - ALFF, 2017)

La parte no recuperada del fluido permanece en el subsuelo, desde donde podría migrar hacia la superficie o los acuíferos. El impacto que genera este tipo de fluido es altamente tóxico y sigue emergiendo en cantidades menores durante un período prolongado; de este modo la vida productiva estimada de un pozo de este tipo, es de seis (6) años, con una explotación de hasta 70% después del primer año, situación que obliga a abrir constantemente pozos para garantizar una producción rentable. En el departamento de Boyacá, más específicamente el municipio de Chiquinquirá, para el año 2019, se evidenció que bajo un convenio que comprendía la adquisición de 257 kilómetros autorizados para realizar una exploración sísmica que permitiría identificar el potencial de hidrocarburos convencionales y no convencionales que existían allí, en Boyacá y Cundinamarca. El convenio fue ejecutado por la compañía polaca Geofizyka Torún, conocida por practicar el Fracking. (Alianza Latinoamericana frente al Fracking - ALFF, 2017)

En una investigación sobre los efectos de la estimulación hidráulica (Fracking) y sus implicaciones en el contexto colombiano de la revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina de la Universidad Militar Nueva Granada, menciona que el mejoramiento de los estándares de vida ha traído consigo el incremento de la demanda energética, demanda que ha sido atendida en mayor medida con energía proveniente de recursos no renovables como los hidrocarburos, los cuales, son sustancias inflamables y de amplia capacidad de transformación industrial, pues constituyen la base de la extracción minera mundial al permitir el desarrollo de materiales complejos como energías calóricas,

eléctricas; sin embargo, son fuente también de intoxicación, al emanar vapores nocivos para la salud. (Perez, 2018)

Pese a lo anteriormente descrito algunos expertos en la materia mencionan que en el territorio cundi-boyacense la mayoría de la población se encuentra en desacuerdo por las consecuencias que pueden sufrir el suelo y el subsuelo por medio de la implementación de esta técnica, También por medio de la ejecución de esta práctica en algunas regiones del país, ha generado que la comunidad se coloque en defensa del territorio por el tipo de consecuencias que puede generar el desarrollo de este tipo de método, afectando la actividad económica que se puede presentar en la ciudad como se evidencia en Boyacá por su actividad agrícola exponiendo fuentes hídricas, fauna y la salud de la población (Escobar, 2015)

Está claro que se presenta un riesgo sobre los derechos colectivos, de acuerdo a las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos, no hay certeza del impacto ambiental que puede generar su desarrollo ni las medidas para mitigarlo, por lo que se hace necesario la aplicación del principio de precaución ante la ausencia real de información sobre los efectos nocivos que pueda ocasionar. (Comisión Interdisciplinaria Independiente sobre Fracking, 2019)

La revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina de la Universidad Militar Nueva Granada hace referencia a costos ambientales como: El consumo de elevadas cantidades de agua varían según las diferencias en la profundidad y la distancia horizontal por recorrer, (características propias de cada pozo), por lo que requiere de alrededor de cinco (5) a doce (12) millones de galones por pozo (De 19 a 46 millones de litros de agua). La fracturación necesita de un 90% de agua, un 9.5% de Arena y 0.5% de aditivos, lo que quiere decir que, a lo largo del tiempo, el recurso hídrico podría verse afectado, poniendo en peligro la vida silvestre, la flora y la fauna. (Perez, 2018)

El fluido de fracturamiento: Las sustancias usadas en la estimulación hidráulica son tóxicas para la salud humana y para el medio ambiente. En Alemania, se analizaron

noventa (90) productos, de los cuales seis (6) resultaron tóxicos, otros seis (6) peligrosos para el medio ambiente. Veinticinco (25) nocivos para la salud, catorce (14) irritantes y doce (12) corrosivos, los veintisiete (27) restantes no son considerados como peligrosos. Sin embargo, la mayoría de los productos usados son extremadamente peligrosos para el agua; la contaminación del recurso hídrico superficial y subterránea: generan retorno y vuelven a la superficie con los químicos y gases. Estas aguas deben ser tratadas y almacenadas por las empresas exploradoras, no obstante, la mayoría suele deshacerse de ellas inyectándolas en el subsuelo, constituyendo otra fuente potencial de contaminación de aguas subterráneas.

El recurso hídrico contaminado cuenta con valores de sal, compuestos sintéticos, cloruro y metano; sin embargo, para disminuir este impacto, las industrias realizan tratamientos de destilación, evaporación y cristalización, que mejoran la calidad del fluido un 80 %, pero sus costos son muy elevados. Se dice que un pozo explotado mediante el método de Fracking utilizaría la misma cantidad de agua consumida en un día por 11,000 familias conformadas por 4 personas, y llenaría 6 piscinas olímpicas; esto hace que las poblaciones noten que el estado posiblemente no genera una protección social suficiente, puesto que se enfoca en incrementar la economía, dejando de lado las necesidades básicas. (Herrera, 2015). De este modo las fuentes hídricas, es un derecho donde todos pueden disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico; se ha precisado que no basta con que el recurso hídrico que se encuentra disponible, es también necesario garantizar la calidad del recurso, sin microorganismos, ni sustancias químicas o radiactivas que puedan representar una amenaza para la salud de las personas. (Carriazo & Blas, 2017)

Según investigaciones recientes a nivel de legislación, la protección del agua es fundamental en cualquier territorio originando de la necesidad de asegurar la disponibilidad de los recursos a las generaciones presentes y futuras; para ello, se proyecta el aprovechamiento racional, con el objetivo de garantizar y mejorar la calidad de vida de los humanos, es una normatividad contradictoria ya que con la ejecución de

la técnica del Fracking se desperdicia mucha cantidad del recurso hídrico. (Maria Lemos, 2015)

Algunos efectos derivados y producidos por Fracking son los siguientes:

La Sismicidad Inducida: Es la sismicidad local, que se ha visto afectada por los cambios en las presiones de la corteza terrestre, causados por la estimulación hidráulica. Esta cuenta con dos formas de producir este efecto, ya sea por la energía liberada al fracturar las rocas mediante micro detonaciones y por la reinyección de aguas residuales, puesto que, con la reinyección; se introduce inestabilidad a niveles subterráneos, tornándose un factor que induce mayor actividad sísmica. (Gutierrez, 2018)

El Efecto Invernadero: Esta práctica emite gases durante todas las etapas de la explotación, que comparados con otros combustibles fósiles, no mitiga el efecto del calentamiento global; los gases que se extraen de yacimientos no convencionales, salen a la superficie generando efectos nocivos en la atmosfera, pues tienen la capacidad de filtrarse al aire generando el calentamiento, es así que con el aumento de las concentraciones de estos gases, se genera un sobrecalentamiento en la superficie terrestre y la destrucción de la capa de ozono. (Gutierrez, 2018)

Manifestaciones y Movimientos: La (Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente, 2019), señala que el Fracking es una técnica muy perjudicial para el agua, la calidad del aire, la salud humana y el clima; genera emisiones de metano, el cual es un contaminante fuertemente asociado al calentamiento global, es precisamente debido a estos impactos negativos en el ambiente y en las personas, que el Fracturamiento Hidráulico ha sido prohibido en comunidades, regiones y países del mundo, como Escocia, Nueva York (Estados Unidos), Quebec (Canadá) y demás.

Los esfuerzos para frenar la expansión han sido ampliamente liderados tanto por la Alianza Colombia Libre de Fracking, como por ciudadanías, sociedades, municipios y comunidades, en especial, la comunidad del Municipio de Chiquinquirá, en donde se resalta el papel de aquellas personas que se han unido en torno a la defensa del territorio con marchas, pancartas, y manifestaciones, demostrando su preocupación frente a los

riesgos que esa técnica implica para el clima, el ambiente y la salud pública. (Gutierrez, 2018)

La (Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente, 2019) hace un llamado al gobierno colombiano a ir por el camino de la prevención, y así mismo cumplir con sus obligaciones en materia ambiental para enfrentar cualquier crisis climática que pueda presentarse, y para una mayor protección del agua, de los territorios y las comunidades. Una explotación excesiva de recursos provoca una cesantía en la actividad económica y amplía la crisis ambiental que golpea diversas negociaciones a nivel general por lo que el daño ambiental, económicamente, representa una desventaja de acción; la explotación de recursos afecta la salud de la gente y modifica las fuentes de los recursos por el efecto acumulativo de la degradación, sumando además una diferencia temporal entre la recuperación y el consumo de los recursos naturales. (Ariel Perez, 2016)

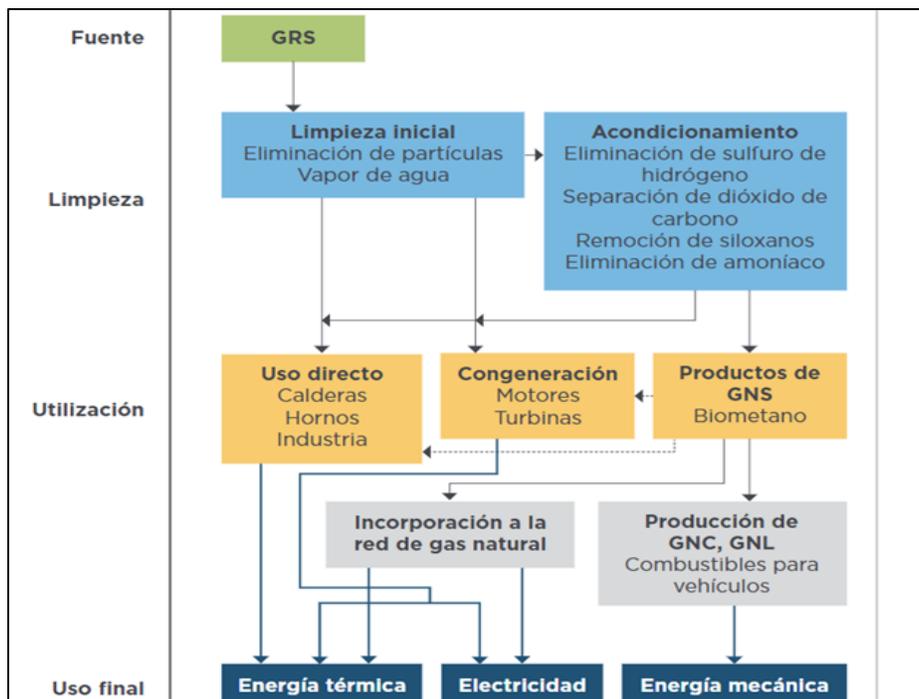
El uso de la técnica fracturación hidráulica ha generado una amplia preocupación en ambientalistas y empresarios a nivel global, sin embargo, se ha originado la prohibición de la ejecución de la practica en algunos países como Francia, Nueva York, Estados Unidos, Canadá y Escocia; lo que generó la exploración e innovación en la búsqueda de nuevos procesos que permitan la extracción de hidrocarburos que permita obtener la producción de energía a nivel general; de acuerdo a lo mencionado anteriormente se presentan alternativas para sustituir la técnica del Fracking. (Asociación de Profesionales del SIG y Medio Ambiente, 2020)

Fuentes Renovables (Incorporación de energía eléctrica renovable): Energía basada en la utilización de recursos naturales como: el agua, el viento y el sol; se caracteriza por no utilizar combustibles fósiles, sino recursos naturales que se pueden renovar. (Asociación de Profesionales del SIG y Medio Ambiente, 2020)

Gas no convencional para generación de electricidad: Obtención de gas a partir de biogás ya que no es un gas convencional, se obtiene a partir del gas generado por los rellenos sanitarios por medio de la descomposición anaeróbica de los residuos a nivel general. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2017)

Eficiencia energética en el sector residencial: Consiste en implementar objetos tecnológicos que permita expandir la energía en un bien, con un bajo consumo de energía. (Desarrollo, Banco Interamericano de, 2017)

Gráfica 5. Esquema propuesto sobre nuevas técnicas de explotación de Hidrocarburos



Fuente: (Banco Interamericano de Desarrollo, 2017)

1.2 Marco Teórico

El Fracking se compone por dos técnicas de extracción: Fracturamiento hidráulico y perforamiento vertical integrados de manera combinada, este modelo es utilizado para acceder a hidrocarburos no convencionales (HCN), como lo son el petróleo o el gas natural que se encuentran en las rocas madre; su nombre surge por el fracturamiento que se realiza a dichas rocas ricas en materia orgánica a través de la inyección a alta presión de agua y otros componentes químicos en el fluido. (McKelvey, 1972).

Este sistema de extracción generalmente es acogido e implementado por las potencias mundiales para aumentar sus reservas de petróleo y gas natural a causa del desabastecimiento en los yacimientos convencionales, en la actualidad se estima que en mundo hay 920 billones de metros cúbicos de gas natural no convencional, doblando la cifra de los extraídos en yacimientos convencionales. Hacia mediados del año 2000, las compañías de energía comenzaron combinando la perforación horizontal con la fractura hidráulica para la extracción de este tipo de recursos, el proceso implica la perforación horizontal a través de una capa de roca y la inyección de una mezcla presurizada de agua, arena, y otros productos químicos en las fracturas de la roca que facilita el flujo de petróleo y de gas” (Perez, 2018)

La fracturación consta de distintas etapas para su preparación y ejecución, se necesita preparar pozos con poca distancia entre sí, regularmente se realiza en terrenos cercanos a yacimientos convencionales, para que se puedan unir en la capa subterránea; Pasada esta primera etapa se procede a usar explosivos en las tuberías y se inyecta el agua a alta presión con los aditivos químicos y arena, con el fin de formar nuevas fracturas y ampliar las existentes. Entre los químicos adicionados en el fluido hídrico se pueden estimar quinientos (500), de los cuales diecisiete (17) son tóxicos para seres acuáticos, treinta y ocho (38) tóxicos que afectan a los humanos tras la exposición, ocho (8) que producen cáncer y siete (7) elementos mutagénicos; por cada inyección se puede llegar a necesitar 200.000 metros cúbicos, algunas veces pueden ser reutilizadas estas aguas dado que se pueden necesitar hasta quince (15) inyecciones por tramo, pero en ocasiones cada tramo necesita químicos especiales por la porosidad y permeabilidad de la roca madre, esto quiere decir que se necesita nuevamente agua limpia. (Boll, 2018)

De acuerdo a la etapa de producción y distribución, el gas que se ha producido durante la fracturación es separado y se conduce a través de gasoductos para su empaquetado a su vez el fluido utilizado retorna y es represado en embalses o camiones para ser reciclado y poder ser utilizado en otras perforaciones, los residuos de gas metano son manejados a este punto, sin embargo como se mencionaba anteriormente las fuentes hídricas cercanas que se han contaminado pueden presentar daños crónicos a los

organismos acuáticos e incluso a la composición por la salinidad y acidez de los fluidos. La etapa final que es el recubrimiento y la finalización del pozo, se presenta cuando haya finalizado la vida útil del pozo que generalmente es de cuarenta (40) años y es donde se sella nuevamente y se recubre de cemento el fondo, las toneladas de equipos y tuberías utilizadas para el Fracking son retiradas para restaurar el área afectada y la vida pueda volver a surgir, sin embargo debido a los componentes que han quedado en el suelo debido a los químicos utilizados que han aportado salinidad y acidez a las propiedades del suelo, la fauna y la flora pueden no volver a surgir; de igual manera los acuíferos que se han visto afectados por algunas fallas de los protocolos durante el proceso pueden tardar hasta 10 años en volver a la normalidad. (Boll, 2018)

Aun así, este método es ampliamente utilizado en el país tanto para extraer los hidrocarburos de crudo pesado, para regenerar los campos donde la producción ha disminuido considerablemente y se distribuye de la siguiente manera:

Tabla 2. Producción de petróleo mediante Fracking por departamento

Departamento	Porcentaje de Producción
Santander.	56%
Cesar.	28%
Bolívar.	8%
Antioquia.	7%
Boyacá.	6%
Cundinamarca.	0.25%
Norte Santander.	0.25%
Tolima.	0.25%

Fuente: (Pinto & Valderrama, 2019)

Los impactos ambientales ocasionados principalmente a los acuíferos (aguas superficiales y subterráneas), en Colombia son evidentes ya que es considerado como el tercer país a nivel mundial de que cuenta con la mayoría de recursos hídricos en el planeta. Pese a ello la ejecución del Fracking ha logrado establecerse en la región

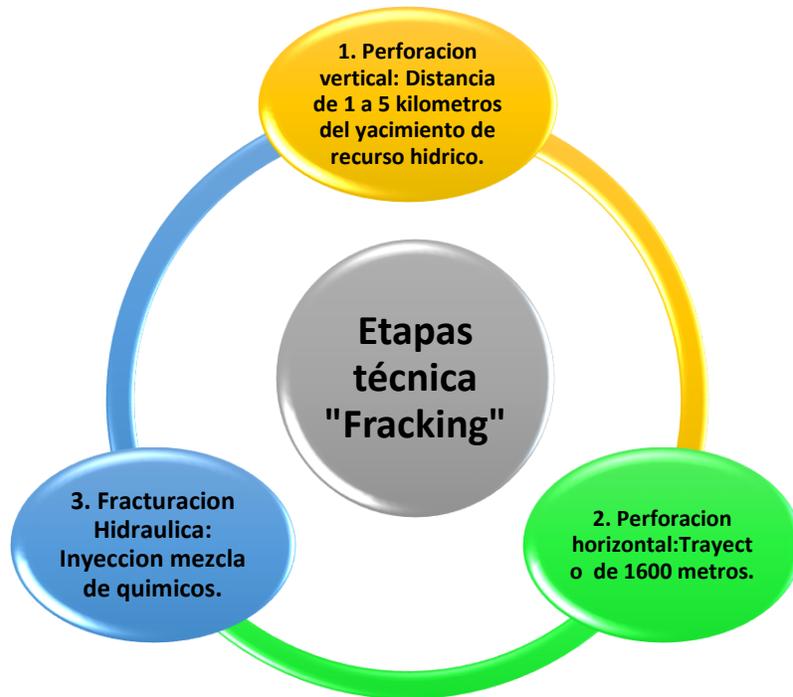
Andina, en la cuenca de Magdalena-Cauca representando una expansión significativa nivel nacional; generando emisiones de CO₂ y el efecto invernadero que es un causal de un alto nivel de contaminación a partir de las partículas de metano que se dispersan junto con el dióxido de carbono afectando el nivel del aire (Osorio Múnera J. D., 2004)

A partir de la contaminación que se presenta en los suelos se ve afectado de manera directa la riqueza de fauna y flora de la región de acuerdo a las perforaciones realizadas y a los derrames que se puedan presentar durante la etapa de la extracción, generando movimientos sísmicos a causa de las inyecciones y las mezclas presentadas durante el Fracking, ocasiona movimientos en las placas tectónicas induciendo a sismos de diferentes niveles, también se presenta la afectación a la salud humana por medio de la utilización de diversos químicos que no son manejados de la manera correcta generan radioactividad y una alta exposición al cáncer. (Boll, 2018)

El Fracking, es una técnica que se empezó a utilizar en la década de los noventa en algunas partes de Estados Unidos y que se ha expandido en el mundo en los últimos años, en países de Latinoamérica lo han implementado, como Colombia que lo está poniendo en marcha en algunas regiones del país, como se presencia en el municipio de Chiquinquirá (Boyacá), esto se debe a que el desarrollo de la energía en el mundo proviene principalmente de combustibles fósiles que son utilizados con frecuencia por lo tanto empieza a escasear este tipo de recursos, lo que conlleva a la búsqueda de nuevas alternativas que permitan la adquisición y producción de energía, de este modo se inició la implementación de la técnica del Fracking(fracturación hidráulica). (Ariel Perez, 2016)

A continuación se presentan las etapas de explotación de hidrocarburos mediante el método de Fracking.

Gráfica 6. Etapas de explotación mediante la técnica de Fracking



Fuente: (Boll, 2018)

Se debe contemplar que la cuantificación de los efectos ambientales, para ello se hace necesario que toda organización los determine y de esta manera tener la información necesaria para determinar el impacto que está generando la actividad explotadora del recurso natural. La medición de los costos Ambientales implica un factor que cobra gran importancia en cualquier sector económico y que van en relación y articulación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) enunciados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El término Costo está relacionado con el valor, el cual se traduce en una estimación monetaria; las compañías en sus estudios de valoración de Costos Ambientales se basan en precios hedónicos que aproximan los efectos de las actividades, sin embargo, en la industria de hidrocarburos la técnica no ha sido suficiente para identificar los impactos producidos por las operaciones. (Carriazo & Blas, 2017)

La Contraloría General de la República define los Costos Ambientales “Toda aquella erogación o pérdida, expresada en costos de oportunidad privados o sociales, en que incurren las empresas, comunidades y/o entidades reguladoras para prevenir y/o

controlar el deterioro del capital natural causado por acciones relacionadas con el uso, aprovechamiento o explotación de este” (Contraloría General de la República, 2018)

La valoración en los Costos Ambientales debe incluir los servicios ecosistémicos que se pierden por las externalidades: “los servicios ambientales—o servicios ecosistémicos—son las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales, y las especies que los constituyen, sostienen y cumplen la vida humana”. (Osorio Múnera J. D., 2004)

El bienestar del hombre se ve afectado cuando los servicios ecosistémicos tienen alguna alteración, trascendiendo por lo económico y cómo el costo involucra aspectos de abastecimiento, culturales, escénicos y bioseguridad: “Es importante considerar que, si bien la valoración a nivel de costo ambiental y uso efectivo de los SE (servicios ecosistémicos) generalmente son atribuibles a los grupos que habitan un territorio específico, frecuentemente son disputados y explotados por otros actores extraterritoriales, generando importantes desequilibrios en términos de beneficios y riquezas acumuladas de unos en detrimentos de otros y relaciones de subordinación y dependencias territoriales” (Silvetti, 2011)

Los entes gubernamentales han analizado el alcance de las afectaciones que puede sufrir el medio ambiente en el cual se expone que: “Todas aquellas contribuciones directas e indirectas que hacen los ecosistemas al bienestar humano, esto se ve representado en elementos o funciones derivadas de los ecosistemas que son percibidas, capitalizadas y disfrutadas por el ser humano como beneficios que incrementan su calidad de vida. La estrecha relación que la biodiversidad tiene entre su estructura, composición y función y los sistemas sociales, se da a través de procesos ecológicos que son percibidos como beneficios que generan bienestar y permiten el desarrollo de los sistemas culturales humanos en sus dimensiones sociales, económicas, políticas, tecnológicas, simbólicas y religiosas”. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012)

De acuerdo al transcurso del tiempo la época industrial se descubrió el petróleo y gas, dos elementos importantes que dieron pie para el desarrollo de las empresas industriales

de aquellos días, en la actualidad el petróleo sigue siendo gran protagonista en el mismo ámbito, pero además se sumaron combustibles fósiles tradicionales para obtener la energía que mueve al mundo y a la economía a través de las empresas del mercado global, de igual manera se hace relevante cuantificar los costos ambientales y como estos pueden ayudar a mitigar el daño ambiental producido por el Fracking. (Zaragoza, 2018)

Si no se cuantifica los daños ambientales a través de la valoración que pueden ejercer los Costos Ambientales no se podría valorar los efectos en variables que inciden en mediciones como la afectación de la salud del ser humano, que se encuentran presentes en las zonas de trabajo, todo esto con el riesgo de que al llevar a cabo la extracción de hidrocarburos, el resultado no sea el esperado, no hay nada seguro, por eso se cree que es un gran riesgo el Fracking, de hecho muchos países lo implementan pero aun así no han hecho los estudios necesarios para desarrollar dicha técnica correctamente. Se estima que en el mundo hay 920 billones de metros cúbicos de gas no convencional, lo que representa el doble del gas que se encuentra en los yacimientos tradicionales, por lo tanto, en Fracking es una técnica apetecida para cierto porcentaje de la población ya que este gas al no ser convencional necesita pasar por diferentes etapas para ser producido y darle el uso que se necesita; el primer paso para extraer el gas se necesita de exploración donde estudia el lugar, almacenamiento y que tan viable es el yacimiento, pero siempre en cuanto se contemplen los Costos Ambientales necesarios para mitigar problemas evidentes en el uso de esta técnica de extracción. De este modo se refleja una relación directa con variables sociales, políticas, económica y principalmente ambiental (Perez, 2018)

En la Actualidad, Colombia se caracteriza a nivel mundial por ser un país productor y exportador de petróleo, sin embargo, las reservas de este recurso se están acabando. El gobierno nacional está identificando las diferentes formas de cubrir la demanda de este recurso y poderse solventar económicamente, por lo tanto, se ha mantenido presente el uso de la técnica de fracturación hidráulica para extraer los diferentes hidrocarburos de yacimientos no convencionales en departamentos como el Meta, Casanare y ahora en la región Cundi-boyacense. En el país ya se presentan trece (13) contratos que tienen la licencia de exploración mediante la técnica del Fracking en regiones como el Norte de

Santander, Cesar, Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y Tolima, no obstante se presentó la inconformidad de un sector importante de la comunidad de estos departamentos sobre la ejecución de este método de explotación de hidrocarburos por los impactos negativos que generará en el ecosistema de cada territorio, la contaminación ambiental por el uso de químicos a las aguas subterráneas, alteraciones sísmicas y complicaciones de salud para la población; pero aun así se está presentando el desarrollo de la misma en estas zonas. (Gutierrez, 2018)

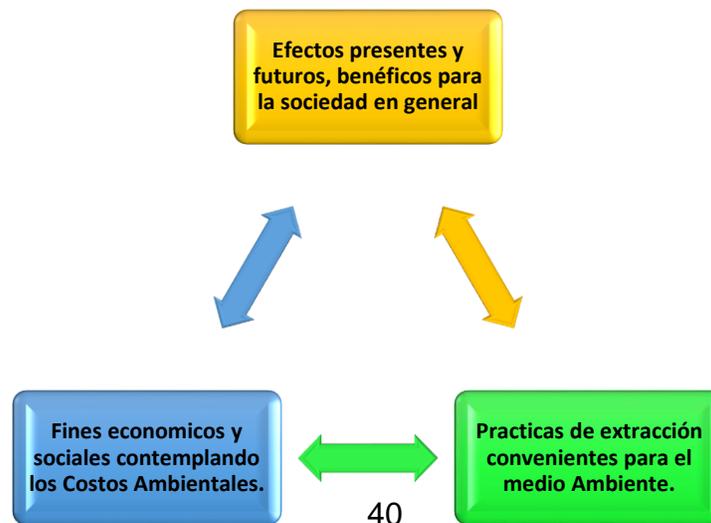
La inconformidad que ha presentado la población afectada por la ejecución de la técnica Fracking, se debe a que el país en la actualidad no presenta una normatividad legal clara y establecida, que permita la explotación de hidrocarburos diferentes a los yacimientos tradicionales, por lo tanto se sigue presentando la explotación sin control alguno. De esta manera el gobierno emite permisos y licencias de explotación para que las compañías implementen el Fracking como técnica rápida de explotación y por consiguiente la eficiente distribución y exportación del crudo; donde no se tienen en cuenta la cuantificación de los Costos Ambientales y las medidas necesarias para evitar el mínimo riesgo para no generar impactos de gran escala para el medio ambiente y la sociedad. (Salcedo, 2017)

En el municipio de Chiquinquirá (Boyacá) en la actualidad se conocen diferentes procesos que están llevando a cabo compañías extranjeras para poder obtener la licencia de exploración de yacimientos no convencional desde el año 2011 hasta el presente año. Sin embargo, diferentes empresas dedicadas a la explotación de petróleo persistieron con la aceptación de la solicitud de la licencia de exploración de yacimientos no convencionales de modo que no se ha podido lograr el objetivo, debido a los cambios de gobernantes; algunos de ellos persisten que es un buen proyecto que puede aportar y enriquecer la economía del país en una alta escala por la exportación que se realiza de principales productos como es el petróleo, el gas y el café, si se llega a presentar una escases de este tipo de productos el gobierno y algunas compañía pretender ejecutar como el plan de acción el desarrollo de la técnica definida del uso y desarrollo de la fracturación hidráulica, mejor denominada como el Fracking. (Carranza, 2019)

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) y otro tipo de organizaciones nacionales e internacionales han manifestado su postura de estar en contra en la aplicabilidad, desarrollo y ejecución de fracturación hidráulica mediante el Fracking a los yacimientos no convencionales; generando diferentes críticas sobre el uso de este tipo de técnica y sobre los diferentes impactos negativos que pueden ocasionar a nivel ambiental y social. En las reuniones desarrolladas por estas organizaciones que se enfocan principalmente en mitigar el problema de la contaminación mundial, sugieren que todos los países deben mantener el índice de contaminación que este bajo los 1.5 de centígrados. (Snape, 2019)

Desde los años setentas (70's) se ha presentado una profundización importante por parte de los países sobre el tema desarrollo sostenible, generando claridad de la importancia de generar un equilibrio entre la economía y el medio ambiente, enfocándolo principalmente a aquellas compañías que su actividad económica es netamente industrial y que pueden afectar directamente al ambiente centrándose particularmente en las empresas explotadoras de hidrocarburos mediante el Fracking; la cual es una noción que se debe revisar más a fondo para su regulación contemplando y analizando variables como son los Costos Ambientales. Para ello las compañías deben estructurar una relación tripartita en la cual se fundamentos económicos sean lo más eficiente posibles (Carlos Vergara, 2016)

Gráfica 7. Relación Tripartita. Esquema de Explotación Sostenible de Hidrocarburos



Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

- **Fines económicos y sociales contemplando los Costos Ambientales:** se fundamentan en el desarrollo económico, la creación de empleo, reducción de la pobreza y la mitigación del problema ambiental a través de la cuantificación de los costos ambientales por parte de las compañías explotadoras del crudo.
- **Efectos presentes y futuros benéficos para la sociedad en general:** se fundamentan en la preocupación por la salud humana y el deterioro ambiental.
- **Prácticas de extracción convenientes para el medio ambiente:** Esta etapa se fundamenta en procesos de extracción adecuados y amigables con el suelo, el territorio y la sociedad circundante a la zona de explotación.

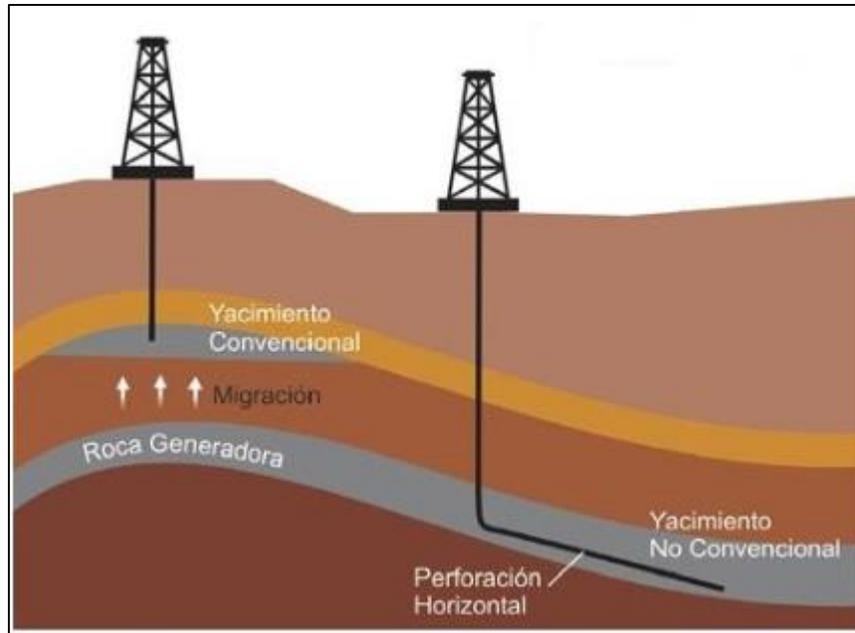
En la siguiente gráfica y tabla comparativa se pueden observar las diferencias entre un yacimiento de hidrocarburos convencional y no convencional

Tabla 3. Diferencia y comparación de yacimientos convencionales y no convencionales

Diferencia de yacimiento convencional y no convencional.	
Yacimiento convencional (perforación horizontal).	Se caracteriza por tener buena permeabilidad y porosidad.
Yacimiento no convencional (perforación vertical).	La forma en la que se puede realizar una perforación vertical es haciendo uso de agua, arena y aditivos a presión, dando como resultado una permeabilidad artificial.

Fuente: (Contreras, 2019)

Gráfica 8. Representación de Explotación de un Yacimiento Convencional y No Convencional



Fuente: (Contreras, 2019)

En todo proceso empresarial se deben identificar, analizar y cuantificar los riesgos sociales, económicos, contables y ambientales generados y asociados a la actividad en la cual se desempeñan. Las empresas dedicadas a la explotación mediante uso de técnica fracturación hidráulica lo deben hacer ya que en sus procesos utilizan un alto nivel de consumo de agua que es empleado para la fracturación del suelo, afectando la zona de explotación, generando contaminación durante el proceso de inyección y aumentando la concentración de gas metano, etano, propano y butano, causantes del efecto invernadero y deterioro de la capa de ozono la inyección del agua residual puede estimular la creación de sismos a futuro, afectando a nivel social por el alto grado de contaminación.

De acuerdo a los riesgos mencionados anteriormente, se han presentado diferentes problemáticas de salud en la población, como casos de cáncer, problemas respiratorios, daños cerebrales, desórdenes neurológicos e hipersensibilidad a químicos, esto se debe principalmente a la contaminación que se presentan en las fuentes hídricas y del aire; estos riesgos sanitarios lo presentan principalmente población que habita alrededor de

las explosiones de yacimientos y por supuesto los colaboradores de la ejecución de la técnica. (Ortega, 2018)

Las nuevas tendencias de la exploración de los recursos naturales, buscan como estrategias alternativas de negocio un nuevo crecimiento económico que no dependan de otras potencias que cuentan con el avance tecnológico necesario para la explotación de hidrocarburos, mientras que los recursos se van agotando se crean escenarios donde se debe analizar los beneficios ambientales a través de los Costos Ambientales, que permitan generar un impacto positivos social y económicamente que sirven como estímulo para mejorar la calidad de vida de la zona donde se implementen este método de extracción. (Carriazo & Blas, 2017)

La Contraloría General de la Nación advirtió que para la elaboración del estudio del impacto ambiental en proyectos de perforación de explotación de yacimientos de hidrocarburos; se debe tener en cuenta el grado de contaminación que estos reflejan en una sociedad. También enfatiza sobre el poco acompañamiento y control que presenta la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales al expedir los respectivos permisos de explotación ambiental ya que no tiene en cuenta los impactos acumulativos presentados por la deficiencia que presentan los pozos por la migración de fluidos no esperados y por la no cuantificación por parte de las compañías explotadoras del recursos a nivel de los Costos Ambientales que generan su actividad. (Contraloría General de la República, 2018)

Estos aspectos económicos deben ser también abordados desde la contabilidad ambiental, unificando así los fundamentos necesarios que impacten de una manera eficiente en todo lo concerniente con la economía ambiental y su evolución; considerando los marcos analíticos y normativos necesarios como es la consideración de los Costos Ambientales en toda la estructura productiva que afectan variables financieras y contables como: el capital disponible, el capital manufacturado, la mano de obra utilizada; considerando de esta manera el aspecto ambiental que intervienen en el equilibrio micro y macroeconómico de una sociedad. (Bernal, 2019)

El primer objetivo de los costos ambientales es relacionar al grupo de trabajo con la cultura económica y ambiental, articulado con las operaciones de producción y vínculo e influencia en factores de medioambiente, economía y sociedad; siendo punto de referencia los informes cuantitativos, que mejoren en el aspecto cualitativo, las decisiones internas medioambientales métodos y procesos estratégicos con planeación para el control del impacto, evitando detrimentos a nivel legal y normativo, contribuyendo a la disminución de efectos negativos, que deterioren el medio ambiente; desde perspectivas de diagnóstico y gestión empresarial como herramienta de mejora y contribución social, revelando en los informes contables información más completa que suministre este tipo de rubros y efectos, que se pueden medir a el grado de pérdida o compensación de la incertidumbre en efectos del perjuicio ambiental. Sin embargo otro objetivo de costos ambientales es llevar información contable que sintetizada que refleje ventajas sincronizando las etapas de inversión, financiación y operación para hallar metodologías en las prácticas de los gastos e inversiones a proyectos de este tipo; observando desde la duración y desarrollo que permita actuar o bajo posiciones objetivas que brinden un mejor uso de destinación de los recursos ambientales, y sus costos definidos específicos y precisos. (Carriazo & Blas, 2017)

De acuerdo al autor Marx los valores se deben sintetizar de acuerdo al cambio del uso del mercado, donde se busca una equidad entre factores ambientales, de biodiversidad, económicos y sociales justos determinando que un producto o servicio, que debe tener en cuenta los costos ambientales producidos a nivel producción; generando de esta manera una sinergia empresarial que se enfoque en el cuidado del ambiente natural, buscando la mitigación de impacto contaminante, generando métodos menos perjudiciales que modifiquen actividades agresivas contra el planeta, controlando la uso de residuos y que se incorporen nuevamente en el ciclo de producción, así disminuir el consumo de recursos no renovables. (Carranza, 2019)

1.2.1 Modelos Matemáticos de Valoración Ambiental

1. Modelo Hedónico: Es un modelo econométrico relacionado al valor de mercado que tiene un terreno de acuerdo a características del entorno principalmente ambientales, donde se tiene en cuenta el valor presente que se ve afectado frente a otros terrenos de acuerdo a los impactos ambientales presentados en el entorno.

Ecuación 1. Modelo Hedónico

$$P_{ij} = \beta_0 + \sum_k \beta_k X_{ijk} + \varepsilon_i$$

- P_{ij} : Variable dependiente (Precio de Vivienda)
- X_{ijk} : Variables independientes.
- β_k : Parámetro Vinculado.
- β_0 : Intercepto.
- ε_i : Término de error.

Fuente: (Munera, Correa, & Restrepo, 2004)

2. Metarregresión: Modelo de regresión donde la variable dependiente guía el resultado del manejo de las investigaciones individuales, y las particularidades de los proyectos o las poblaciones de las comparaciones directas para comprender la diversidad desde los análisis pertinentes.

Ecuación 2. Metarregresión

Precio = *Características Estructurales, Vecindario y Condiciones Ambientales.*

Fuente: (Osorio Múnera & Correa Restrepo, 2004)

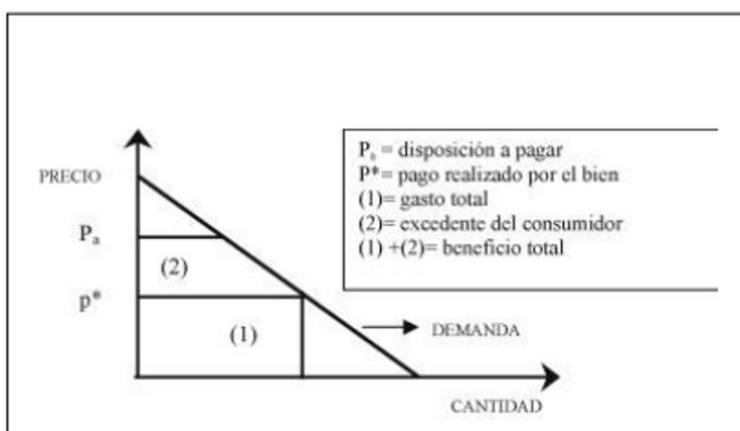
3. Valor Económico Total: El valor de existencia que es un valor que se determina al no ser usado en ninguna época.

Ecuación 3. Valor Económico Total

Valor economico total

= Valor de Uso Real Directo + Valor de Uso Indirecto + Valor de Opción
+ Valor de Existencia.

Gráfica 9. Curva de Demanda y Excedente del Consumidor



Fuente: (Munera, Correa, & Restrepo, 2004)

4. Método de Gasto en Mitigación: Se usa para prevenir o disminuir los impactos medioambientales desfavorables cuanto se dispone en valor monetario a resarcir y compensar los daños ambientales. (Munera, Correa, & Restrepo, 2004)

5. Método de Costo de Reposición: Se estima y cuesta en reparar y dejar como estaba aproximando el valor que se le da al recurso natural afectado es decir que el costo es evaluado al valor que tiene al dejarlo en su estado natural. (Munera, Correa, & Restrepo, 2004)

6. Método de Estimación del Cambio en Productividad: Se debe considerar la producción la utilidad y las implicaciones que se dan a la comunidad. (Munera, Correa, & Restrepo, 2004)

Ecuación 4. Modelo de Estimación del Cambio en Productividad

$$Ch = \sum_{t=1}^n \frac{Rs - Rc}{(1 + i)^t} X pm$$

- Ch: Costo de la erosión por hectárea.
- Rs: Rendimiento sin proyecto.
- Rc: Rendimiento con proyecto.
- i: Costo de capital.
- P: Precio de mercado al productor.
- n: Horizonte de evaluación.

Fuente: (Munera, Correa, & Restrepo, 2004)

7. Método de costo basado en actividades ABC: Sintetizar costos en gastos indirectos y asociarlos a los productos o servicios o a gastos incurridos dentro de los procesos necesarios. (Rodríguez, Arenales, & Castro, 2012)

8. Métodos de Valoración Costo total: Valoración de cambios en la producción; método que mide monetariamente los detrimentos o crecimiento a término de la operación, de procedencia directa o indirecta en cuanto a costos o beneficios de producción y consumo. (Rodríguez, Arenales, & Castro, 2012)

1.3 Marco Conceptual

- a. **Costos Ambientales:** Es el valor económico que establece el efecto negativo de una actividad productiva de acuerdo al nivel de contaminación que se presente. (Becerra & Hincapie, 2014)

- b. **Fracking:** Es una técnica que permite extraer el llamado gas de esquisto y petróleo, un tipo de hidrocarburos no convencionales que se encuentra literalmente atrapado en capas de roca, a gran profundidad. (Asociación Colombiana de Petróleo -ACP, 2020)

- c. **Sismicidad Inducida:** Son los eventos sísmicos que surgen a partir de la ejecución de la actividad industrial como la industria de petróleo y gas. (Soriano & Mezcuca, 2014)

- d. **Efecto Invernadero:** Efecto Invernadero se refiere a un mecanismo por medio del cual la atmósfera de la Tierra se calienta; para poder profundizar en él necesitamos entender que es y como está organizada la atmósfera. (Caballero, Lozano, & Ortega, 2007)

- e. **Fuentes No Renovables:** Son fuentes de energía que provienen de la naturaleza en una cantidad limitada, si se consumen en su totalidad no se podrá sustituir, en ella se encuentra la energía nuclear, el petróleo el gas y el carbón. (Remica, 2018)

- f. **Gas No Convencional:** Es aquel gas que se encuentra en rocas o sustancias cristalinas con una difícil extracción por la manera en que el gas se encuentra alojado. (Marzo, 2014)

- g. **Petróleo No Convencional:** Es petróleo producido o extraído usando técnicas diferentes al método convencional (mediante perforación de un pozo de petróleo,

y salida por presión propia o mediante bombeo del petróleo del subsuelo)
(Asociación Colombiana de Petróleo -ACP, 2020)

- h. Licencia Ambiental:** En Colombia es aquella autorización que otorgan las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (CAR) para la ejecución de un proyecto, obra o actividad que pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables, al medio ambiente o modificaciones consideradas al paisaje establecidas en el Decreto 1076 de 2015. (Corporación Autónoma Regional -CAR , 2020)

- i. Contaminación Ambiental:** Es un fenómeno que afecta directa e indirectamente la salud de las poblaciones, no sólo de seres humanos, pues también altera el equilibrio de los ecosistemas. En general, las personas y los animales de vida silvestre están expuestos a mezclas de más de dos sustancias tóxicas. (Albert, 1995)

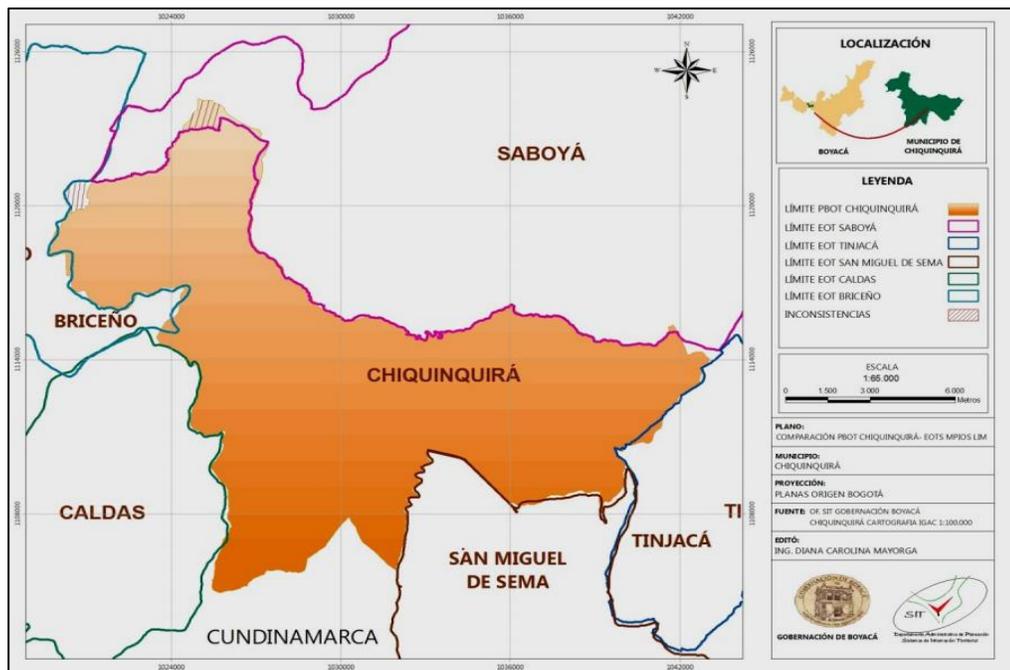
- j. Externalidades negativas:** La externalidad negativa se refiere a todo tipo de efectos dañinos para la sociedad, generados por actividades de producción o consumo, las cuales no están presentes en sus costes. (Juárez, 2015)

1.4 Marco Geográfico y Demográfico

El departamento de Boyacá presenta una estructura ecológica que se sitúa en la cordillera oriental, se compone del sentido Nororiental y Suroccidental integrando diversas fuentes hídricas como la cuenca del río Magdalena y Orinoco, desencadenando paramos como la Sierra Nevada del Cocuy y Güicán. Boyacá presenta una alta variedad en unidades climáticas, con un 62% de su territorio en climas de bajas temperaturas (frío, muy frío y extremadamente frío); un 22% en climas medios (templados) y un 16% en climas cálidos. (Departamento Nacional de Planeación, 2019)

El área de estudio de esta investigación se sitúa en el municipio de Chiquinquirá, perteneciente al departamento de Boyacá. Limita por el norte con Saboyá; por el sur, con San Miguel de Sema, Simijaca y Caldas; por el oriente con Tinjacá; y por el occidente con Caldas y Briceño; tiene una distancia de 120 km de la ciudad de Tunja, capital de Boyacá. Este municipio se encuentra ubicado en la cordillera oriental de Colombia, se caracteriza por su actividad agropecuaria y encontrarse aledaña a sectores esmeralderos, la biodiversidad, aguas subterráneas; sin embargo, por su cultura, los recursos y los valores hace que sea una región con un potencial endógeno. (Departamento Nacional de Planeación, 2019)

Gráfica 10. Mapa Municipio de Chiquinquirá. (Boyacá)



Fuente: (Ortegón, 2016-2019)

En la actualidad según el Informe de la Dirección de Censos y de Demografía del DANE para el año 2019, el Departamento de Boyacá cuenta con aproximadamente 1.278 millones de habitantes, en donde el municipio de Chiquinquirá presenta una población que asciende a 68.126 mil habitantes distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 4. Perfil Socio-Demográfico de la Población. Distribución por Área

Población por Área	Número de Habitantes	% de Habitantes
Urbano	58.623	86,05%
Rural	9.503	13,95%
TOTAL	68.126	100%

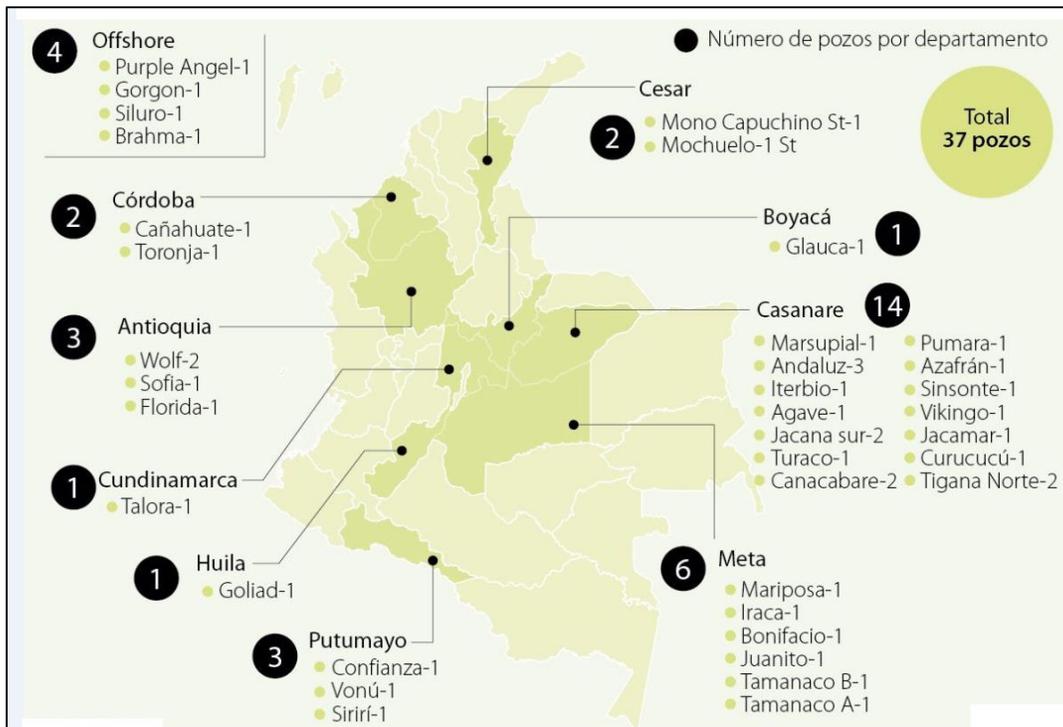
Fuente: (DANE, 2019)

Como se puede evidenciar en la tabla anterior la fuerza de trabajo está concentrada en su totalidad en la población urbana del municipio, sin embargo la población del área rural es determinante en la producción agrícola y agropecuaria en productos como papa, leche, tubérculos, maíz, cebolla, hortalizas que hacen del sector comercial una fuente importante de trabajo y de ingresos para estos habitantes del municipio. También contribuye al progreso económico de Chiquinquirá el sector de la minería que se caracteriza esencialmente por la extracción de mineral. El 38% de los contratos de concesión corresponden a carbón, 29% a materiales de construcción, 17% a piedras preciosas, 7% a minerales industriales, 6% a calizas, 2% a metales y 1% a otros minerales. Como producto de su actividad minera, Boyacá aportó en 2019 más de 11 mil millones de pesos en regalías y compensaciones, 68% de las cuales corresponde a carbón, del cual se produjeron 1.772.054 toneladas, un 2,83% de la producción total del país.

En cuanto a la extracción de hidrocarburos el municipio desde la Gobernación de Boyacá se ha dado libre acceso a la explotación de petróleo en las zonas rurales del municipio; que en trabajo mancomunado con el Ministerio del Medio Ambiente han ejercido un seguimiento importante a las empresas que cuentan con la licencia de explotación de hidrocarburos. Sin embargo existen externalidades negativas en el medio ambiente que han producido una serie de factores contaminantes que afectan en su mayoría a esa zona rural del municipio y que actualmente se deben implementar planes de acción para mitigar estos impactos negativos que desde estas empresas deben

contemplar en los procesos de saneamiento ambiental y cuantificar los Costos Ambientales asociados a su función productiva. En la siguiente gráfica se puede observar los yacimientos petrolíferos más importantes del país por departamento

Gráfica 11. Yacimientos de Pozos de Petróleo por Departamento



Fuente: (Alianza Latinoamericana frente al Fracking - ALFF, 2017)

Cabe acotar que Colombia posee aproximadamente 37 pozos petrolíferos. En la actualidad se han encontrado más yacimientos de este preciado hidrocarburo en Departamentos como Boyacá y en los Santanderes en los cuales se están gestionando las licencias y permisos de explotación correspondientes que les dejaría tanto al país como a los departamentos regalías que se proyectan ascienden en 7.000 millones según (Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH, 2018)

1.5 Marco Legal

Aunque la Legislación de explotación de hidrocarburos mediante la técnica de Fracking en Colombia es reciente, el Gobierno Nacional ha expedido algunas resoluciones y decretos a través de las instituciones encargadas de otorgar las licencias correspondientes a explotación de recursos naturales, aun así hace falta todavía estructurar una legislación más adecuada y eficiente que gire alrededor del control ambiental y que se enfoque en reglamentar la valoración a nivel de costos ambientales que deben tener estas empresas que se dedican a la explotación de estos recurso. En la siguiente tabla se exponen las normativas más importantes y actuales que se centran en la explotación de recursos naturales en Colombia

Tabla 5. Resumen Normativo Sobre la Explotación de Recursos Naturales en Colombia

Normatividad.	Descripción.
Constitución política de Colombia- Artículo 8.	Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación. (Asamblea Nacional Constituyente, 1991)
Constitución política de Colombia- Artículo 332.	El Estado es propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables, sin perjuicio de los derechos adquiridos y perfeccionados con arreglo a las leyes preexistentes. (Asamblea Nacional Constituyente, 1991)
Ley 99 de 1993.	Nace el Ministerio del Medio Ambiente, encargado de gestionar la conservación del medio ambiente y los recursos renovables; siendo un organismo rector de la gestión del medio ambiente siendo el encargado de impulsar la relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza de este, se encarga de establecer los términos de la presente ley con el fin de asegurar un desarrollo sostenible en el país. (Congreso de la República de Colombia, 1993)
Resolución 181495 de 2009.	Establece medidas de exploración y explotación de yacimientos de hidrocarburos, encargándose de velar por el cumplimiento de las disposiciones y reglamentos para poder ejecutar la técnica del Fracking. (Ministerio de Minas y Energía, 2009)
Resolución 1734 del 26 de agosto de 2011.	Establece los aspectos bajo el cual se otorga licencias para la exploración y explotación de yacimientos de recursos minerales, que no generan un alto impacto en los ecosistemas naturales; a la empresa Petroleum Colombia Limited, en el municipio de Chiquinquirá Boyacá. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2011)
Decreto 3004 de 26 diciembre 2013.	Establece los criterios y procedimientos que deben ser ejecutado para el desarrollo de la exploración y explotación de yacimientos

	no convencionales; sin embargo, después de un lapso de tiempo se revisara y se ajustara la normatividad que indican los términos y procedimientos bajo el cual se puede desarrollar la exploración y explotación de yacimientos no convencionales. (Ministerio de Minas y Energía, 2013)
Resolución 90341 de 2014.	Identifica los requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales. (Ministerio de Minas y Energía, 2014)
Decreto 1076 de 2015	Establece los lineamientos para la expedición de licencias ambientales para la explotación de recursos renovables a través de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR, 2015)

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

Aunque existen normativas para el control de la explotación de recursos naturales en Colombia, muchas veces estas legislaciones son incipientes y quedan a la deriva ya que cada departamento o municipio tiene de acuerdo a sus gobernantes diferentes procedimientos en donde el tema de regalías por parte de la explotación de estos recursos se convierten muchas veces en focos de corrupción de la administración pública en la cual no se rigen ni contemplan las normativas existentes por parte del Estado, obteniendo de esta manera beneficios particulares y no beneficios sociales que determinan un daño a nivel general tanto de recursos monetarios como del mismo medio ambiente.

La regulación de este fenómeno no solamente en Colombia es tema de controversia en diferentes países emergentes también han generado un rechazo generalizado por esta nueva práctica que genera un daño ambiental de gran magnitud en donde las transnacionales no realizan los debidos procesos a nivel de contemplación y cálculo de los costos ambientales que se hacen necesarios determinar para cuantificar la relación costo-beneficio al realizar e implementar este método de explotación.

En este punto el gobierno nacional en la actualidad encabezado por el presidente Ivan Duque, estableció cinco (5) requisitos esenciales que permitiría el Fracking en Colombia los cuales son:

- 1. Se tiene que cumplir la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública: los colombianos podremos ver en cualquier momento todo lo que**

sucede en nuestro país alrededor del Fracking: Este punto busca que toda la información disponible sobre Fracking sea de acceso público y para identificar carencias de información sobre ecosistemas en el tema de hidrología y la sismicidad. Uno de los hallazgos de la Comisión fue el altísimo desconocimiento en cuanto al subsuelo acuífero en las regiones donde se esperan realizar proyectos pilotos de Fracking. Previo a pensar en cualquier etapa de exploración hay que tener información completa y veraz sobre el estado actual de los suelos y subsuelos. De lo contrario –y esto puede tardar meses e incluso años–, no se podrá hacer Fracking en los territorios amenazados, inexplorados o no estudiados.

2. **Se tiene que identificar si tendríamos la capacidad institucional y el personal capacitado para llevar a cabo proyectos de Fracking:** No hay en Colombia suficientes conocimientos técnicos ni prácticos para emprender estos proyectos. El segundo punto tiene que ver que se tendrá que identificar la capacidad institucional que pueda tener el gobierno (incluso antes que la capacidad de cualquier empresa) para manejar proyectos de Fracking. Para evaluar si somos capaces de llevar a cabo proyectos, se deberá evaluar el personal dentro del gobierno para que pueda supervisar las actividades de exploración y asegurarse de ese “mínimo daño ambiental posible” así como de la hipotética rentabilidad económica del Fracking en Colombia. Esto aún no se ha estudiado.
3. **Se tienen que seleccionar, usar y supervisar tecnologías de mínimo impacto para los proyectos piloto: no contamos con la tecnología suficiente para mitigar los efectos del Fracking:** También, en consonancia con el primer punto, también habrá una norma que exige que se identifique y divulgue cuál sería y cómo funcionaría la Tecnología de Mínimo Impacto que se usaría en los proyectos (aún piloto) de Fracking. El objetivo de esto es tener claro cuál sería el impacto en salud para las comunidades
4. **Se tiene que acordar con las comunidades: se deberán evaluar primero los riesgos y los mismos habitantes de zonas de Fracking deberán ser veedores**

de todos los procesos: Aquí cada proyecto de Fracking que se quiera hacer en nuestro país, para siquiera llegarse a concebir, necesita la luz verde de las comunidades donde se planea realizar la exploración y explotación. Experiencias pasadas en distintos países donde ya se hace Fracking, como Estados Unidos o Canadá, dan muestra de que esta actividad puede representar un riesgo tanto para los pobladores de lugares cercanos a las obras como a los ecosistemas que las rodean. Colombia es el segundo país con mayor biodiversidad del mundo, y el 26 por ciento de sus habitantes viven el campo. Los animales, las plantas y unos 13 millones de colombianos podrían estar en riesgo. De acuerdo con investigaciones médicas y científicas realizadas en Estados Unidos, el Fracking –al ser una perforación al subsuelo distinta a las que se hacen con otros fines–, “tiene riesgos añadidos (...) explosión, escapes de gas, escapes de ácido sulfhídrico (muy tóxico en bajas concentraciones) y derrumbes de la formación de tubería”.

5. **Se tiene que construir un plan de línea de base social y medioambiental: un documento que contemple el Fracking en Colombia visto desde las perspectivas de la salud, economía, uso de recursos naturales y ecosistemas de tierra y agua:** Este último punto recoge un poco de los anteriores y busca crear una hoja de ruta en el hipotético caso de que se llegue a aprobar un proyecto de Fracking. Para que este pueda realizarse tendrán que hacerse estudios de fondo sobre los compromisos que el país tendría que hacer para poder meterse en estos proyectos. Esto va desde qué tanto podría aguantar el subsuelo con las perforaciones hidráulicas hasta de qué calidad serían los hidrocarburos que se extraigan, y si estos sí tendrían rentabilidad en el mercado internacional o si los usaríamos para nuestro consumo doméstico.

A esto se le tiene que añadir, por supuesto, una serie de estudios que logren determinar el impacto que tendrán los probables proyectos de Fracking en nuestra flora y fauna. Esta actividad, además, puede generar contaminación tanto del aire como del agua como auditiva, y los espacios donde se podría realizar tendrían que estar en lugares

donde no existan fallas telúricas u otros accidentes geográficos que pudieran ocasionar sismos.

Capítulo 2 - Aplicación y Desarrollo

2.1 Tipo y Diseño de la Investigación

En este segmento de la investigación se determinaran los principales aspectos metodológicos que serán definidos, aplicados y analizados para el correspondiente desarrollo del proyecto y de esta manera generar los resultados y las conclusiones pertinentes de acuerdo al objetivo general y específicos planteados en el proyecto.

La metodología a desarrollar en esta investigación se estableció desde un tipo de estudio de análisis descriptivo con un enfoque cuantitativo, lo que permite identificar los factores y variables más relevantes que inciden en la valoración de los costos ambientales en la aplicación de los modelos matemáticos de valoración ambiental más adecuados y si estos en realidad se están considerando por parte de las empresas que están implementando la técnica del Fracking en la Zona rural del municipio de Chiquinquirá Boyacá.

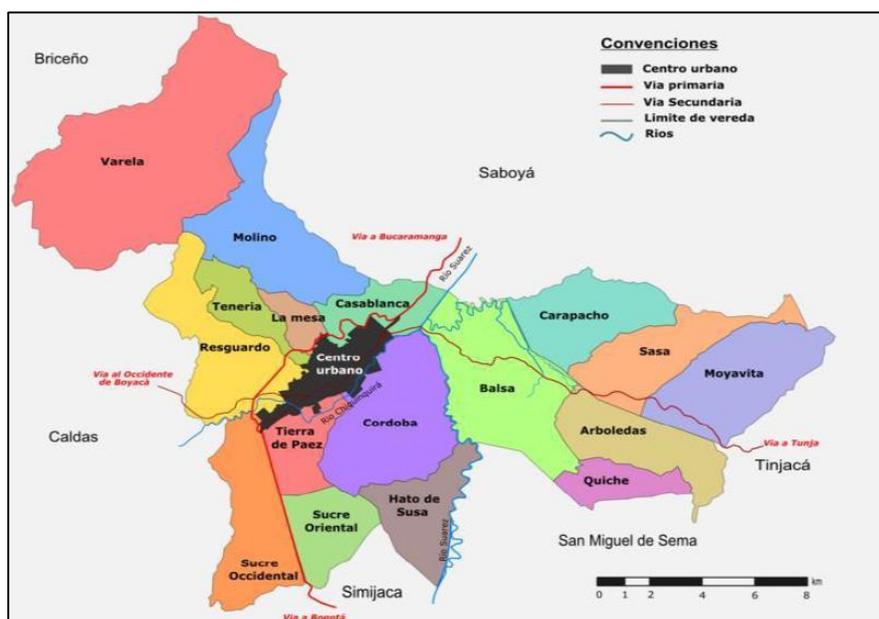
También se determinó que el diseño a implementar sería bajo una investigación experimental, en donde se determinará la relación que puede existir entre la valoración o no de los costos ambientales por parte de las empresas que implementan el Fracking para la explotación de hidrocarburos y el impacto que actualmente tiene la zona rural de Chiquinquirá a nivel económico y ambiental.

Así mismo se calculará una muestra representativa de la población rural del municipio de Chiquinquirá que se está viendo afectada por esta nueva técnica de explotación de hidrocarburos para aplicar posteriormente el instrumento que permitirá recolectar y analizar la información real correspondiente al objeto de estudio de la investigación.

2.2 Población o entidades participantes

El desarrollo de este estudio investigativo se delimitó en la zona rural del municipio de Chiquinquirá en Boyacá, más específicamente en el corregimiento “El Cóndor” en la vereda de Varela que cuenta con una población de 835 habitantes en total (Alcaldía de Chiquinquirá, 2019), en donde actualmente se encuentra instalada la empresa trasnacional polaca Geofizyca Torún implementando la técnica de explotación de hidrocarburos no convencional denominada Fracking (Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH, 2018). En la siguiente grafica se puede apreciar la división política administrativa y los límites del municipio de Chiquinquirá.

Gráfica 12. División Política Administrativa del Municipio de Chiquinquirá



Fuente: (Secretaria de Planeación y Obras Públicas, 2018)

Como se puede apreciar Varela es la vereda de mayor extensión territorial de las diecisiete (17) las cuales conforman en su totalidad el municipio, la cual se caracteriza por tener gran riqueza a nivel de flora y fauna de la región, también por ser un zona de crecimiento económico importante en la producción de leche, maíz, papa trigo y hortalizas. (Secretaria de Planeación y Obras Públicas, 2018).

Ecuación 5. Muestra Aleatoria Simple.

$$n = \frac{K^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + K^2 * p * q}$$

Fuente: (Zylberberg, 2016)

En donde las variables se definen de la siguiente manera:

Tabla 6. Variables para Cálculo de Muestra Aleatoria Simple

Variable	Concepto
N	Tamaño de la población
K	Nivel de confianza
p	Probabilidad de éxito o proporción esperada
q	Probabilidad de fracaso
e	Precisión (Error máximo permisible en términos de proporción)

Fuente: (Zylberberg, 2016)

Con las variables ya definidas para los correspondientes cálculos, se estableció un nivel de confianza K del 95% el más alto grado de certeza según lo determina Zylberberg para que el resultado de la muestra sea totalmente representativa y válida a nivel teórico y estadístico para proceder a la aplicación de los respectivos instrumentos para los análisis correspondientes.

Tabla 7. Cálculo del tamaño de una muestra por niveles de confianza

Certeza	95%	94%	93%	92%	91%	90%	80%
K	1,96	1,88	1,81	1,75	1,69	1,65	1,28
K²	3,84	3,53	3,28	3,06	2,86	2,72	1,64
e	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,20
e²	0,0025	0,0036	0,0049	0,0064	0,0081	0,01	0,04

Fuente: (Zylberberg, 2016)

De acuerdo a la información anterior se aplicó la formula correspondiente para el cálculo de la muestra en la cual se observa lo siguiente:

Ecuación 6. Cálculo de Muestra Aleatoria Simple

$$n = \frac{(1,96)^2(0,5)(0,5) (835)}{(0,05)^2 (835 - 1) + (1,96)^2 (0,5)(0,5)}$$

$$\underline{n = 263}$$

Fuente: (Elaboración y cálculos propios, 2020)

De acuerdo a la muestra poblacional determinada mediante el modelo estadístico de Zylberberg, se decidió aplicar el instrumento de análisis e datos a un total de 263 individuos que son residentes de la vereda Varela y que actualmente se considera la zona petrolífera del Municipio de Chiquinquirá y en donde la empresa Geofizyca Torún tiene toda su infraestructura y capital humano para explotación de este recurso a través de la técnica del Fracking

2.3 Definición de Variables o Categorías

Para el desarrollo estructural de la correspondiente investigación se establecieron tres (3) variables de medición que nos permitirán analizar el impacto que ha tenido la implementación de la técnica del Fracking en la zona rural de la vereda de Varela determinando de esta manera si se está contemplando por parte de la trasnacional polaca la cuantificación de los Costos Ambientales en el proceso industrial de explotación de hidrocarburos y de acuerdo a ello los impactos y externalidades tanto positivas como negativas de acuerdo al análisis correspondiente de las variables definidas.

Tabla 8. Definición de Variables y Categorías de Incidencia por el Fracking

Variable	Categorías de incidencia
1. Contexto General	<ul style="list-style-type: none">• Conocimiento general de la población sobre el Fracking
2. Impacto Ambiental	<ul style="list-style-type: none">• Contaminación del suelo, aire, agua, aumento de la sismicidad inducida.

3. Impacto Social	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a la salud de la población. • Impacto en la calidad de vida de los habitantes. • Violaciones a los derechos de propiedad privada.
4. Impacto Económico	<ul style="list-style-type: none"> • Valoración y cuantificación de los costos ambientales. • Crecimiento y desarrollo económico de la vereda y del municipio.

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

Como se enuncio anteriormente el instrumento se aplicará a 263 individuos que habitan en la vereda Varela del Municipio de Chiquinquirá, para determinar así el grado de incidencia en cada una de las variables definidas para establecer de esta manera el análisis de los costos ambientes producidos por el Fracking en la zona rural del municipio de Chiquinquirá en donde actualmente se concentra la explotación de hidrocarburos por el método de extracción no convencional que en la actualidad se ubica en la mencionada vereda.

2.4 Procedimiento e Instrumentos

El procedimiento a nivel de investigación en este análisis radica esencialmente en aplicar un instrumento que esta validado íntegramente por expertos en el tema y que nos permitirá medir el grado de incidencia de las cuatro (4) variables establecidas que se convierten en los factores claves para determinar si en esta zona donde se realiza Fracking en la actualidad se contemplan y se cuantifican la valoración de los Costos Ambientales para mitigar el impacto ambiental que el técnica de Fracking implementa al realizar su proceso de explotación.

De acuerdo a lo anterior se diseñará una encuesta que contiene en su estructura (12) preguntas en las cuales cada una de ellas está relacionada de acuerdo a las variables que se determinaron en la Tabla 8

El Instrumento mencionado anteriormente se aplicará a los 243 individuos habitantes de la vereda Varela y en Chiquinquirá, determinado de esta manera el impacto observado y analizado en las variables y categorías ya definidas que ha producido el Fracking tanto de manera individual, social y empresarial en la zona de estudio. Posteriormente después de tener toda la información recolectada se procederá a tabular cada una de las respuestas para así determinar qué variables poseen mayor incidencia a la hora de Analizar de los Costos Ambientales Producidos por el Fracking en la zona rural del municipio e Chiquinquirá en Boyacá.

2.5 Alcances y limitaciones

Alcances:

- a. Con esta investigación se podrá establecer la importancia de cuantificar los costos ambientales en cualquier organización industrial-empresarial más específicamente en procesos de extracción de recursos naturales con técnicas y procedimiento que actualmente no está avalados en su totalidad por diferentes expertos en el tema; debido al alto grado de impacto negativo que pueden tener a nivel del medio ambiente.
- b. Esta investigación también presente identificar la afectación generada por Fracking en la zona rural del municipio de Chiquinquirá, analizando y aplicando un método de valoración ambiental que permita determina la consideración de los Costos Ambientales en cualquier proceso de índole organizacional e industrial y más específicamente en aquellos procesos de explotación de recursos naturales.
- c. El correspondiente análisis se enfocó únicamente en analizar los costos ambientales producidos por el Fracking en la zona rural del municipio de Chiquinquirá en Boyacá, determinando una muestra representativa de la población de la vereda Varela en donde actualmente es el único sector donde se realiza Fracking en el Municipio Chiquinquireño, aplicando de esta manera un método de valoración ambiental adecuado contemplando los Costos Ambientales y así

determinar el impacto que se ha generado con esta nueva técnica de explotación de hidrocarburos.

Limitaciones:

- a. Una limitación importante a considerar es la sesgada actualización de los censos poblacionales municipales por parte de las instituciones gubernamentales autorizadas para tal fin, ya que muchas veces la información es sesgada para realizar los correspondientes análisis en esta clase de investigaciones de carácter académico.
- b. Otra limitación a contemplar en esta investigación es la dificultad en el acceso hacia la zona rural del municipio de Chiquinquirá y más específicamente a la vereda de Varela, ya que es un sector que se caracteriza por ser en su mayoría netamente rural y las vías de acceso no son las mejores para llegar a esta población y realizar los correspondientes análisis.
- c. De acuerdo al confinamiento estricto en diferentes departamentos y municipios de Colombia a causa de la Pandemia Mundial generada por el COVID-19, ha dificultado el traslado y acceso a la zona de estudio para recolectar información relevante para los análisis correspondientes en esta investigación.
- d. El universo de población tan extenso para abarcar el estudio de esta investigación fue una limitante muy importante a tener en cuenta. Aunque se determinó una muestra representativa importante de la población que habita en la zona rural en donde se realiza Fracking en la actualidad, el capital humano para la realización de este estudio es demasiado limitado. Pese a ello; se proyecta recolectar, diagnosticar, analizar y concluir de manera exitosa la totalidad de la información necesaria para la realización de los objetivos de esta investigación.

Capítulo 3 - Resultados

De acuerdo a la muestra representativa determinada en la zona rural del municipio de Chiquinquirá y más específicamente en la vereda Valera, se procedió a aplicar el instrumento denominado “Percepción de los habitantes de la zona rural del municipio de Chiquinquirá (Boyacá) sobre el Fracking. En este instrumento que consta en total de doce (12) preguntas se establecieron las cuatro (4) variables o categorías de análisis anteriormente descritas, como se puede observar en la siguiente Tabla 9

Tabla 9. Variable-Categoría Asociado Por Pregunta

Variable - Categoría	Asociación por Pregunta
1. Contexto General	1, 2,3
2. Impacto Ambiental	4, 5,6
3. Impacto Social	7, 8,9
4. Impacto Económico	10, 11,12

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

La aplicación del instrumento se realizó en los meses de septiembre a octubre del año 2020, momento en el cual se recolectó la totalidad de información necesaria para el respectivo análisis. De acuerdo a este trabajo de campo se recolectaron un total de 263 encuestas con aproximadamente 3156 datos, para determinar la percepción frente a las variables establecida en cuanto al análisis de los costos ambientales producidos por el Fracking en la zona rural de esta investigación.

3.1 Tabulación de la información y análisis

En el instrumento aplicado se definieron doce (12) ítems o preguntas asociadas a cuatro (4) variables o categorías que inciden de forma directa e indirecta sobre la percepción que tiene los habitantes de la zona rural de la vereda Valera del municipio de Chiquinquirá (Boyacá sobre la técnica de explotación del Fracking en un contexto ambiental, social y económico).

De acuerdo al total de las doce (12) preguntas formuladas en el correspondiente instrumento, se puede evidenciar los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 10.Total Respuestas por Pregunta Asociada por Variable - Categoría

Variable -Categoría	Ítem	Total: SI	Total: NO
1. Contexto General	Pregunta # 1	16	247
	Pregunta # 2	40	223
	Pregunta # 3	181	82
2. Impacto Ambiental	Pregunta # 4	247	16
	Pregunta # 5	243	20
	Pregunta # 6	41	222
3. Impacto Social	Pregunta # 7	131	132
	Pregunta # 8	27	236
	Pregunta # 9	31	232
4. Impacto Económico	Pregunta # 10	44	219
	Pregunta # 11	23	240
	Pregunta # 12	99	164

Fuente: (Elaboración y cálculos propios, 2020)

De acuerdo a los datos obtenidos anteriormente se procedió a calcular el porcentaje total obtenido por cada pregunta y a su vez por categoría, de esta manera se puede visualizar el grado de percepción que tienen los habitantes de la zona rural del municipio

de Chiquinquirá más específicamente en la vereda Varela en cuanto a la incidencia en las 4 variables establecidas inicialmente;

Tabla 11.Total Porcentaje Promedio por Pregunta y por Variable-Categoría asociada

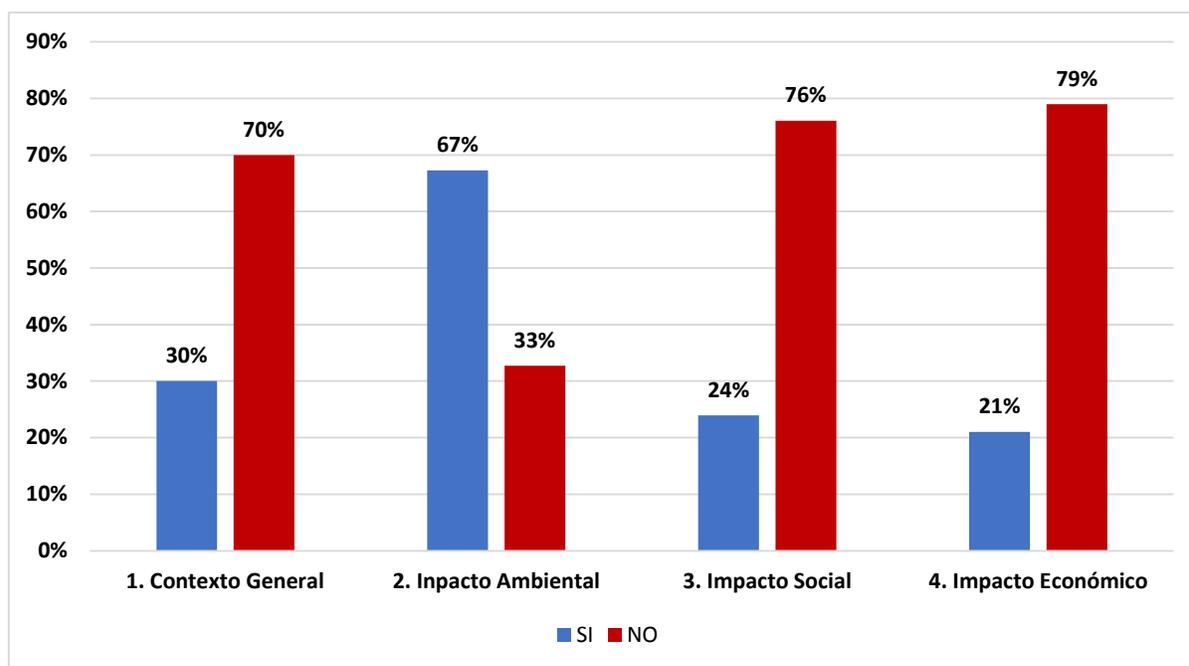
Variable-Categoría	% Promedio variable Asociada. TOTAL SI	% Promedio por Variable Asociada. TOTAL NO	Ítem	Total % SI	Total % NO
1.Contexto General	30%	70%	Pregunta # 1	6%	94%
			Pregunta # 2	15%	85%
			Pregunta # 3	69%	31%
2.Impacto Ambiental	67%	33%	Pregunta # 4	94%	6%
			Pregunta # 5	92%	8%
			Pregunta # 6	16%	84%
3. Impacto Social	24%	76%	Pregunta # 7	50%	50%
			Pregunta # 8	10%	90%
			Pregunta # 9	12%	88%
4.Impacto Económico	21%	79%	Pregunta # 10	17%	83%
			Pregunta # 11	9%	91%
			Pregunta # 12	38%	62%

Fuente: (Elaboración y cálculos propios, 2020)

Como se puede evidenciar en la anterior tabla los porcentajes relatados en color rojo son los mayores indicadores que se obtuvieron en el total de las respuestas asociadas a cada pregunta, para lo cual se procede al análisis por pregunta y por variable asociada.

3.2 Análisis Variable - Percepción de los habitantes de la zona afectada por el Fracking

Gráfica 14. Porcentajes por Variable -Categoría Asociada



Fuente: (Elaboración y cálculos propios, 2020)

3.2.1 Contexto General:

En esta variable a nivel de un contexto general se analizó la percepción, que tiene los habitantes de la zona rural del municipio de Chiquinquirá (Boyacá) con respecto a la técnica de explotación de hidrocarburos denominada Fracking en el sector. Para ello en las preguntas 1, 2 y 3 que están directamente asociadas con la variable-categoría Contexto General se evidenció que el 70% de los encuestados manifiestan que no están de acuerdo con la práctica de este método de extracción en la zona, no saben de una manera certera si esta práctica está autorizada en el municipio y tiene un total desconocimiento de las causas y consecuencias que puede ocasionar la práctica del cracking en este sector, en comparación del 30% de los encuestados que manifiestan conocer la práctica y las causas y consecuencias que se desarrollan al implementar este método de extracción.

3.2.2 Impacto Ambiental:

En esta categoría se puede determinar que los encuestados bajo los interrogantes asociados a esta variable en las preguntas 4,5 y 6; el 67% declaran que son conscientes y tienen conocimiento que la técnica del Fracking tiene un impacto negativo y que se relaciona con los mayores niveles de contaminación tanto en el aire, agua y suelo en el sector donde se encuentra la empresa que implementa esta técnica generando actividades asociadas que causan un daño ambiental en gran magnitud en la zona de explotación. De igual manera los habitantes de la zona rural del municipio de Chiquinquirá expresan que la empresa que utiliza esta técnica no procede a realizar las medidas y precauciones necesarias para disminuir o mitigar el daño ambiental. Por otra parte el 33% de los habitantes encuestados manifiestan que el Fracking no tiene mayor incidencia en la generación de daños ambientales en el sector y por el contrario la empresa es consciente de establecer las medidas necesarias para no afectar de manera negativa en mayor grado al medio ambiente

3.2.3 Impacto Social:

En esta variable se determinó la incidencia que tiene la empresa generadora de Fracking en la zona a nivel social, enfocando este análisis en tres dimensiones: salud, empleo y calidad de vida. En este apartado el 76% de los habitantes manifiestan que la llegada de esta empresa extranjera a explotar el petróleo de la zona no ha generado un impacto positivo a nivel de empleabilidad y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, al contrario expresan que no han encontrado oportunidades de vinculación laboral ya que esta empresa requiere de personal altamente calificado para realizar sus funciones, al ser una zona rural del municipio el nivel de educación de sus habitantes en la mayoría no alcanza ni siquiera a la educación media tradicional. En cuanto a la pregunta si el Fracking afecta a la salud de su círculo familiar la percepción esta equilibrada en un 50% a favor y 50% en contra de acuerdo a la pregunta formulada.

3.2.4 Impacto Económico

Al realizar el análisis respectivo de esta Variable-Categoría se evidencia; que el 79% de los encuestados de acuerdo a las preguntas asociadas a este ítem (10,11,12) expresaron que la llegada de esta empresa extranjera al municipio no ha generado un impacto positivo en la disminución de la pobreza y aún más no ha mejorado el nivel de ingreso de sus habitantes y mucho menos el municipio se beneficia de acuerdo a la viabilidad de explotación de estos recursos manifiestan que toda la utilidad la recauda la empresa extranjera para su propio beneficio, aprovechándose en gran nivel de los recursos naturales en este caso del petróleo con el que cuenta el municipio.

De acuerdo al análisis de las cuatro (4) variables que se establecieron en la investigación, se puede determinar que el Fracking de una manera importante según la percepción de la comunidad de la zona rural del municipio de Chiquinquirá, es un método que causa un daño ambiental importante, contaminado el aire, el agua y el suelo del sector evidenciando también que la empresa de explotación de hidrocarburos que se encuentra en la zona no evidencia que realice algún proceso o procedimiento para tomar las medidas necesarias para mitigar el daño ambiental que está ocasionando.

Por otra parte el establecimiento en el municipio de esta empresa transnacional no ha generado un cambio positivo en la calidad de vida de los habitantes, las oportunidades de vinculación laboral han sido nulas, por consiguiente el nivel de ingresos para los habitantes del sector se ha mantenido igual, no ha generado ningún bienestar a nivel social o económico.

De igual manera se analiza según la percepción que manifiestan los encuestados que el municipio no ha tenido los beneficios económicos correspondientes por parte de la empresa explotadora de hidrocarburos. Desde que llegó la empresa, las obras urbanas o sociales que implementa la alcaldía sigue igual, los niveles de pobreza no han disminuido, no se observa la inversión en ningún sector por las regalías que debería dejar esta empresa transnacional al municipio para la correspondiente inversión social.

3.3 Análisis Variable - Percepción de trabajadores de la empresa que realiza Fracking

De manera paralela en esta investigación también se aplicó un instrumento de recolección de información a los trabajadores de la empresa Geofizyca Torún que realiza Fracking en la zona rural del municipio de Chiquinquirá específicamente en la vereda de Varela este instrumento se le aplicó a 50 trabajadores evaluando tres categorías (3) categorías (1. Impacto Ambiental, 2. Impacto Social y 3. Impacto Económico) para determinar la percepción de los colaboradores frente a esta investigación

3.3.1 Impacto Ambiental

De acuerdo a la primera categoría establecida, y a las tres preguntas asociadas a la misma se evidenciaron los siguientes resultados

Tabla 12. Análisis Impacto Ambiental

ítem	Categorización	Total Numérico	Total %
Ítem 1. Nivel de Impacto:(Alto, Medio o Bajo)	Alto	44	88%
	Medio	5	10%
	Bajo	1	2%
	TOTAL	50	100%
ítem 2 Siendo 5 el nivel de más alto impacto y 1 el de más bajo impacto	1	12	24%
	2	4	8%
	3	8	16%
	4	7	14%
	5	19	38%
	TOTAL	50	100%
ítem 3 Siendo 5 el nivel de más alto impacto y 1 el de más bajo impacto	1	17	34%
	2	10	20%
	3	10	20%
	4	1	2%
	5	12	24%
	TOTAL	50	100%

Fuente: (Elaboración y cálculos propios, 2020)

De acuerdo a la evidencia de la tabla 12 se puede apreciar que los trabajadores de la empresa sostienen y reafirman que los químicos utilizados en la técnica de explotación mediante el Fracking si causan un daño ambiental irreversible manifestando en la categorización que tiene un efecto nocivo Alto en un 88%. De igual manera los empleados manifiestan en un 38% en la segunda pregunta asociada, que la empresa si realiza procesos para mitigar el daño ambiental pero que estos procedimientos expresan los encuestados que en un 34% estos procedimientos no son los más efectivos para mitigar el daño causado por la empresa explotadora.

3.3.2 Impacto Social

En este variable los trabajadores de la empresa trasnacional manifestaron lo siguiente en las preguntas asociadas de la 4 a la 6

Tabla 13. Análisis Impacto Social

Contexto	ítem 4	ítem 5	ítem 6
SI	50%	68%	58%
NO	50%	32%	42%
TOTAL	100%	100%	100%

Fuente: (Elaboración y cálculos propios, 2020)

De acuerdo a información de la tabla anterior se puede evidenciar en el ítem 4 con un 68% que los empleados encuestados expresan que tienen conocimiento de que son los Costos Ambientales en su fundamentación teórica y aplicativa. En el ítem 6 con un 58% los colaboradores expresan que tienen conocimiento que las empresas si cuantifican y valoran estos Costos Ambientales y expresan que cuantificar los costos ambientales de alguna manera positiva impulsan y contribuyen a la mitigación ambiental y al desarrollo sostenible del municipio.

3.3.3 Impacto Económico

En este variable los trabajadores de la empresa trasnacional manifestaron lo siguiente en las preguntas asociadas de la 7 a la 9

Tabla 14. Análisis Impacto Económico

Contexto	ítem 7	ítem 8	ítem 9
SI	84%	88%	80%
NO	16%	12%	20%
TOTAL	100%	100%	100%

Fuente: (Elaboración y cálculos propios, 2020)

De acuerdo a información de la tabla anterior se puede evidenciar en el ítem 7, 8 y 9 manifiestan que las empresas que realizan Fracking mejoran la calidad de vida de los habitantes en los aspectos como la empleabilidad, el nivel de ingreso, impulsa el comercio y la economía alrededor de la zona de explotación y lo más importante que generan responsabilidad social empresarial y contribuyen al desarrollo sostenible de la vereda, del municipio y de la región.

Capítulo 4 - Discusión

La realización del proyecto de investigación denominado “Análisis de los costos ambientales producidos por el Fracking en la zona rural del municipio de Chiquinquirá (Boyacá) permitió plantear la correspondiente discusión en torno a los aspectos y variables más relevantes y que inciden en todo el proceso llevado a cabo por el Fracking en la zona de estudio y su impacto en cuatro (4) aspectos o contextos en los cuales se realizaron los análisis pertinentes a este estudio, los cuales son: un contexto general, social, ambiental y económico.

Para el análisis de las variables mencionadas anteriormente el proceso para la recolección de la información se realizó en el corregimiento “El Cóndor” en la vereda de Varela que cuenta con una población de 835 habitantes en total (Alcaldía de Chiquinquirá, 2019), en donde actualmente se encuentra instalada la empresa trasnacional polaca Geofizyca Torún, que actualmente está realizando Fracking en esta zona. De acuerdo a lo anterior, se procedió a calcular una muestra representativa de la población de la zona la cual determinó 263 habitantes a los cuales se les aplicó el instrumento y a 50

trabajadores de la empresa que también fueron encuestados para tener la visión tanto de los habitantes del común como de los colaboradores de la organización

Los análisis respectivos determinaron que en realidad el Fracking es un método o técnica de explotación de recursos no convencionales que genera un impacto negativo a nivel social y ambiental expresado y evidenciado por los habitantes de la zona que no ha generado ni crecimiento ni desarrollo económico para la vereda ni para sus habitantes. De igual manera los colaboradores de la empresa que realiza Fracking en la zona expresan y son conscientes que los químicos empleados si generan un daño ambiental importante siendo concluyentes que en realidad los costos ambientales es un factor importante a la hora de valorar el daño ambiental producido por una organización

Aunque existen normativas internacionales en las cuales algunos países tienen reglamentado la explotación de sus recursos naturales mediante el método del Fracking, otros no lo permiten, ya que el daño ambiental producido por esta técnica es bastante considerable. En Colombia en la actualidad no existe una normatividad clara al respecto de la utilización de esta técnica cada departamento a través de su gobernación y de instituciones ambientales otorgan las licencias o no de explotación de los recursos mediante esta técnica de acuerdo a las regalías que pueden generar la explotación de dicho recursos para la nación y para el departamento. Hoy en día en el Congreso y en el Senado de la República de Colombia está en proceso la prohibición de esta técnica de explotación de hidrocarburos no convencionales en el país. Pero hasta que no exista una normativa clara el país sigue a la deriva de la utilización e implementación de esta técnica

Todo el análisis que se desarrolló en esta investigación permitió establecer la importancia que debe tomar el país en cuanto a la explotación de sus hidrocarburos mediante esta técnica, analizando aspectos y variables de gran relevancia en la población en donde las categorías analizadas fueron en un contexto general y también a nivel social, ambiental y económico, que permitieron evidenciar y concluir como la técnica del Fracking afecta directa e indirectamente y de una manera negativa a la población circundante a la empresa explotadora del recurso que implementa este método,

generando un malestar general en la población y un impacto nocivo al medio ambiente generado por el Fracking. El gobierno nacional, departamental y local debería implementar acciones claras y contundentes a través de una normatividad precisa que reglamente de una manera eficiente la práctica o la prohibición del Fracking en el país siempre buscando el bienestar social de la población vulnerable de la zona en pro de generar desarrollo y crecimiento económico en un contexto general.

Capítulo 5 - Conclusiones

- a) La práctica del Fracking genera impactos negativos considerables, tanto para el medio ambiente como para la población circundante a la empresa que implementa la técnica de explotación de hidrocarburos no convencionales, entre otros efectos adversos. Se requiere una mayor profundización frente al tema de desarrollo sostenible y su importancia a la hora de generar un equilibrio entre la economía y el medio ambiente, los cuales deben ser plasmados en normativas claras; en donde las empresas que practican este método, cuantifiquen y realicen una valoración evidente de los costos ambientales determinado procesos eficientes y que sean amigables con el medio ambiente y generen el desarrollo económico y el bienestar social pertinente para toda la población de la zona afectada por el Fracking.

- b) Los resultados analizados en la investigación evidencian que la mayoría de la población se encuentra en desacuerdo con el Fracking dadas las consecuencias que puede sufrir el suelo y el subsuelo, un recurso necesario para el desempeño de su actividad económica. En este sentido se observa que se están vulnerando derechos colectivos y se hace necesaria la aplicación del principio de precaución ante la ausencia real de información frente a los efectos nocivos que conlleva la práctica del Fracking tanto por la utilización de químicos radioactivos de alta exposición y que causan una afectación considerable a la salud humana y al medio ambiente.

- c) A medida que la dependencia económica de hidrocarburos se intensifica, la explotación de los mismos también, extendiéndose así sobre áreas protegidas, territorios y zonas naturales sin conocer a profundidad los daños irreversibles que esta ocasiona. La alerta por falta de una normativa eficiente en el país se intensifica, pues los pocos estudios frente a los costos y consecuencias ambientales, son percibidos como una forma de favorecer intereses privados dado que al no ser muy clara la autorización de una explotación diferente a la tradicional, se emiten permisos y licencias sin un debido control. Aún hace falta estructurar una legislación adecuada y eficiente que gire en torno al control ambiental y se enfoque en reglamentar la valoración real de los costos ambientales por parte de las empresas que practican esta técnica de Fracking, esto en pro del cuidado de los ecosistemas naturales, el desarrollo económico y el bienestar de la población.

5.1 Cumplimiento de objetivos y aportes a líneas de investigación de grupo

Esta investigación cumplió la totalidad de los objetivos propuestos de acuerdo al Análisis de los Costos Ambientales producidos por el Fracking en la Zona Rural del Municipio de Chiquinquirá (Boyacá). Se pretende continuar con el mismo tema desarrollado investigando en otras zonas del país en donde actualmente se está implementando esta nueva técnica de explotación de hidrocarburos no convencional. De esta manera se tendrá un escenario más robusto de la práctica del Fracking en el territorio colombiano

5.2 Producción asociada al proyecto

Se sometió el artículo: *“Los costos ambientales como factor determinante en el análisis del fracking para el municipio de Chiquinquirá (Boyacá)”* en la Revista Internacional de Contaminación Ambiental de la UNAM en México

Se sometió el artículo: *“Articulación de los Costos Ambientales en los procesos de Fracking en Colombia”* en la Revista Investigaciones Regionales de España

Se participó en el “II Encuentro Internacional EAN 2020, VI Jornada de Investigación – II Seminario de Acción Comunitaria” Título de la Ponencia: *“Costos Ambientales y su Relación con la Evaluación de Proyectos”* Fecha de Realización: 25/08/2020. Institución: Escuela Argentina de Negocios. EAN (Buenos Aires, Argentina)

Se participó en el “5 Congreso Global en Contabilidad y Finanzas. Nuevos Desafíos para la Profesión y la Academia. 2020” Título de la Ponencia: *“Inclusión de los Costos Ambientales en los Proyectos de Inversión; un Análisis desde la Percepción de Expertos”* Fecha de Realización: 25/11/2020. Institución: Universidad Nacional de Colombia - INTERGES

5.3 Líneas de trabajo futuras

Con base a lo trabajado en esta investigación se pretende ampliar el escenario de estudio a otras zonas del país, en donde en la actualidad se esté practicando Fracking. De esta manera se podrá tener un escenario más amplio de investigación para determinar que otras zonas del país tienen esta problemática para establecer el impacto a nivel social, ambiental y económico en una perspectiva macro del país; teniendo como referencia aquellas empresas nacionales y extranjeras que implementan esta técnica y si en realidad contemplan y cuantifican la valoración de los costos ambientales en sus procesos de producción, de esta manera se analizará y evidenciará de una manera más completa todo lo relacionado con la incidencia de esta nueva técnica en el país y sus repercusiones en el campo ambiental, económico y social.

Bibliografía

- Comisión Interdisciplinaria Independiente sobre Fracking. (Abril de 2019). *Ministerio de Ambiente, Desarrollo Sostenible y Minas y Energía*. Obtenido de <https://energiaevoluciona.org/static/data/aba.pdf>
- Congreso de la República de Colombia. (22 de Diciembre de 1993). *Alcaldía Mayor de Bogotá*. Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>
- Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH. (2018). *Informe de Gestión*. Bogotá.
- Albert, L. (1995). La Contaminación y los Efectos sobre la Salud y el Medio Ambiente. *Ciencia y Salud*, 35.
- Alcaldía de Chiquinquirá. (15 de 11 de 2019). *Alcaldía de Chiquinquirá*. Obtenido de <http://www.chiquinquiraboyaca.gov.co/Paginas/default.aspx>
- Alianza Latinoamericana frente al Fracking - ALFF. (2017). Políticas Públicas, Impactos y Resistencias al Fracking en América Latina. En A. L. ALFF, *Políticas Públicas, Impactos y Resistencias al Fracking en América Latina* (págs. 1-37). Argentina: Dos Ríos [Diseño & Comunicación].
- Ariel Perez, A. R. (2016). Principios de precaución, herramienta jurídica antes los impactos del Fracking. *Heinrich Boll Stiftung*, 10-30.
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitucion politica de Colombia*. Obtenido de <https://pdba.georgetown.edu/Constitutions/Colombia/colombia91.pdf>
- Asociación Ambiente y Sociedad Colombia -ONG. (16 de Noviembre de 2016). *La fractura del Fracking en Colombia*. Obtenido de <https://www.ambienteysociedad.org.co/la-fractura-del-Fracking-en-colombia/>
- Asociacion Colombiana de Minería . (2018). *Tasa de Mortalidad*. Obtenido de <http://acmineria.com.co/>
- Asociación Colombiana de Peróleo -ACP. (15 de 05 de 2020). Obtenido de <https://acp.com.co/>
- Asociación de Profesionales del SIG y Medio Ambiente. (2020). *Extracción de hidrocarburos: Técnicas para disminuir su impacto ambiental*. Obtenido de <https://geoinnova.org/blog-territorio/extraccion-de-hidrocarburos-impacto-ambiental/>
- Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente. (15 de Julio de 2019). *Asociación Interamericana para la Defensa*. Obtenido de <https://aida-americas.org/es/prensa/colombia-da-un-paso-correcto-al-suspender-proyecto-de-Fracking>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (Marzo de 2017). *Generación de electricidad a partir de biogás capturado de residuos sólidos urbanos: Un análisis teórico-práctico División*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Generaci%C3%B3n-de-electricidad-a-partir-de-biog%C3%A1s-capturado-de-residuos-s%C3%B3lidos-urbanos-Un-an%C3%A1lisis-te%C3%B3rico-pr%C3%A1ctico.pdf>
- Becerra, W., & Hincapie, D. (2014). *Los costos ambientales en la sostenibilidad empresarial, propuesta para su valoración y revelación contable*. Obtenido de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/cont/article/viewFile/24400/19922>
- Bernal, M. (2019). ¡Tómese la sopita!: olla comunitaria como herramienta de movilización frente a la exploración de gas shale en Guasca, Cundinamarca. . *Letras Verdes*, 54-76.

- Bertinat, P., & Chemes, J. (2017). *Enlace por la Justicia Energetica y Socioambiental*. Obtenido de <http://www.ejes.org.ar/informeAlternativasDigital.pdf>
- Boll, H. (2018). *La Prohibición del Fracking en Colombia como un asunto de Política Pública*. Bogotá, Colombia: AIDA. Obtenido de https://www.ecologiapolitica.info/novaweb2/wp-content/uploads/2015/12/043_Urrestietal_2012.pdf
- Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). Efecto Invernadero, Calentamiento Global y Cambio Climático: Una Perspectiva desde las Ciencias de la Tierra. *Revista Digital Universitaria*, 8(10), 12.
- Carlos Vergara, D. O. (2016). Apuntes del cenés . *Desarrollo sostenible: enfoques.*, 15-52.
- Carranza, D. C. (6 de Junio de 2019). *AA News Academy*. Obtenido de <https://www.aa.com.tr/es/mundo/colombianos-dijeron-no-al-Fracking-y-a-la-mega-miner%C3%ADa-con-marchas-en-todo-el-pa%C3%ADs/1498841#>
- Carriazo, F., & Blas, P. (2017). *Costos economicos de la externalidades ambientales del Fracking: Un analisis de metarregresion y algunos impactos para Colombia*. Obtenido de <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd21-4201>
- Contraloría General de la República. (2018). *Procedimiento especializado valoración de Costos Ambientales*. Obtenido de https://www.contraloria.gov.co/guia-de-auditoria-en-el-marco-de-normas-issai/procedimiento-especializado-valoracion-de-costos-ambientales?p_p_id=110_INSTANCE_4ROFv1hrSiQn&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=_118_INSTANCE_gtqDd3To1WRT
- Contreras, M. (28 de Septiembre de 2019). *KSM Services*. Obtenido de <http://ksmservicesla.com/yacimientos-no-convencionales/>
- Corporación Autónoma Regional -CAR . (15 de 05 de 2020). <https://www.car.gov.co/>. Obtenido de <https://www.car.gov.co/vercontenido/1159>
- DANE. (12 de Noviembre de 2019). *Dirección de Censos y Demografía*. Obtenido de https://sitios.dane.gov.co/cnpv#!/cua_som
- Defensa, Asociación Interamericana para la. (15 de Julio de 2019). *Asociación Interamericana para la Defensa*. Obtenido de <https://aida-americas.org/es/prensa/colombia-da-un-paso-correcto-al-suspender-proyecto-de-Fracking>
- Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Territorio de libertad y prosperidad bicentenario*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/BOYAC%C3%81%20-%20Parte%20II.%201%20jun%20012.%20APROBADO%20FINAL.PDF>
- Desarrollo, Banco Interamericano de. (Marzo de 2017). *Generación de electricidad a partir de biogás capturado de residuos sólidos urbanos: Un análisis teórico-práctico División*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Generaci%C3%B3n-de-electricidad-a-partir-de-biog%C3%A1s-capturado-de-residuos-s%C3%B3lidos-urbanos-Un-an%C3%A1lisis-te%C3%B3rico-pr%C3%A1ctico.pdf>
- Ecoinventos. (7 de Junio de 2017). *Qué es el efecto invernadero*. Obtenido de <https://ecoinventos.com/efecto-invernadero/>
- Escobar, L. A. (2015). *Economía, medio ambiente y recursos naturales: una perspectiva latinoamericana*. Obtenido de <https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/4/31914/PRESENTACION1.pdf>

- García, S. (2015). La necesaria evaluación de impacto en salud de la explotación de gas de esquisto. *Scielo*, 105-125.
- Google Maps. (2020). Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Chiquinquir%C3%A1,+Boyac%C3%A1/@5.6093457,-73.8444114,24961m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8e41c9b780586521:0xe1edf4c8d30b62ce!8m2!3d5.614775!4d-73.819571>
- Gutierrez, M. (2018). *Creative Commons*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22496/1/Articulo%20de%20investigacion%20%20-%20Oportunidad%2C%20Conveniencia%20%20y%20Necesidad%20de%20la%20implementaci%C3%B3n%20del%20Fracking%20en%20Colombia.pdf>
- Herrera, H. (15 de Abril de 2015). *Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente*. Obtenido de <https://www.contagioradio.com/los-costos-ambientales-y-sociales-del-Fracking-superan-los-beneficios-economicos/>
- Joan Martínez, C. V. (2013). Nuevas fronteras de extracción de recursos y suministro de residuos. *Ecología política*, 26-27.
- Juárez, D. J. (2015). Sistemas Económicos, Externalidades y Medio Ambiente en Nicaragua. *Revista de Ciencias Sociales (RCS)*, 21(15), 108-120.
- Lemos González, M., & Pedraza Rodríguez, M. (2015). La autorización del Fracking en Colombia, ¿una decisión apresurada? *Revista de Derecho Público*.
- Maria Lemos, M. P. (2015). La autorización del Fracking en Colombia, ¿una decisión apresurada? *Revista de derecho Publico*, 10-30.
- Marzo, M. (Junio de 2014). *Gas no convencional recursos previsiones de productos e impactogeopolítico de su desarrollo*. Obtenido de http://www.funseam.com/phocadownload/Informes/informe_funseam_junio_2014_gas_no_convencional.pdf
- McKelvey, V. E. (1972). Mineral Resources Estimates and Public Policy. *American Scientist*, 60(1), 32-40. Obtenido de <https://masterpetroleos.uniandes.edu.co/index.php/es/noticias/90-el-Fracking-en-colombia>
- Medioambiente, E. (2015). *Equo*. Obtenido de <http://partidoequo.es/que-es-el-Fracking/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y gestión ambiental urbana*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosAmbientalesySectorialyUrbana/pdf/Estructura_BIODIVERSIDAD_Y_SERVICIOS_ECOSISTEMICOS_EN_LA_PLANIFICACION_Y_GESTION_AMBIENTAL_URBANA.pdf
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (26 de Agosto de 2011). *Resolución 1734*. Obtenido de http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/res_1734_260811_1.pdf
- Ministerio de Minas y Energía. (2 de Septiembre de 2009). *Resolución 181495*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/22162-5272.pdf>
- Ministerio de Minas y Energía. (Diciembre de 26 de 2013). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2013/Documents/DICIEMBRE/26/DECRETO%203004%20DEL%2026%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202013.pdf>

- Ministerio de Minas y Energía. (27 de Marzo de 2014). *Resolucion 90341*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/22632-11325.pdf>
- Munera, O., Correa, J., & Restrepo, F. (2004). Valoracion Economica de costos ambientales marco conceptual y metodos de estimacion. *Semestre economico*, 160-189.
- Ortega, R. (11 de Septiembre de 2018). *Colombia.com*. Obtenido de <https://www.colombia.com/actualidad/economia/los-peores-efectos-producidos-por-el-Fracking-205049>
- Ortegón, C. A. (2016-2019). *Programa de Divulgación Plan Básico de Ordenamiento Territorial*. Chiquinquirá: Gobernación de Boyacá.
- Osorio Múnera, J. D. (2004). Valoracion economica de costos ambientales: Marco Conceptual y metodos de estimacion. *Semestre Económico.*, pp. 159-193.
- Osorio Múnera, J. D., & Correa Restrepo, F. (2004). VALORACIÓN ECONÓMICA DE COSTOS AMBIENTALES: MARCO CONCEPTUAL Y MÉTODOS DE ESTIMACIÓN. *Semestre Económico*, 160-189.
- Perez, S. C.-O. (Julio. de 2018). “Efectos de la estimulación hidráulica (Fracking) en el recurso hídrico: Implicaciones en el contexto colombiano. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina.*, vol. 28, no. 1, pp. 135-164. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702018000100135&lang=es
- Pinto, J., & Valderrama, A. (2019). Fracking, yacimientos en roca generadora y salud humana; entre la incertidumbre y la precaucion. *Revista de la Universidad Industrial de Santander, Salud.*, 4-5.
- Remica. (6 de Abril de 2018). *Remica*. Obtenido de <https://remicaserviciosenergeticos.es/blog/tipos-de-energia/>
- Rivera, J. L. (2014). Uso de agua en la extracción de gas de lutitas en el noreste de México. Retos de regulación ambiental. *Estudios Sociales*, 181.
- Rodriguez, J., Arenales, A., & Castro, J. (2012). *Auditoria Ambiental*. Madrid: UNED-Universidad Nacional de Educacion a Distancia.
- Salcedo, I. (2017). Impactos ambientales del Fracking analizado desde la experiencia internacional de Estados Unidos. *Creative Commons*, 18.
- Salud Pública de México. (2013). El desarrollo energético asociado a terremotos. *Environmental Health Perspectives*, 112.
- Secretaria de Planeación y Obras Públicas. (2018). *Informe de Planeación 2018*. Alcaldía de Chiquinquirá.
- Silvetti, F. (2011). *Una revision conceptual sobre la relacion entre campesions y servicios ecosistemicos*.
- Snape, J. (15 de 05 de 2019). *AIDA*. Obtenido de <https://aida-americas.org/es/blog/esta-la-onu-oponiendose-finalmente-al-Fracking>
- Soriano, A., & Mezcuca, J. (2014). *Sismicidad inducida por la manipulaci3n del subsuelo*. Obtenido de http://oa.upm.es/36131/1/INVE_MEM_2014_197660.pdf
- Vargas, D. (20 de Mayo de 2019). *Revista Pesquisa Javeriana*. Obtenido de <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/colombia-entre-las-dudas-y-los-beneficios-que-ofrece-el-Fracking/>
- Vásquez, H. (2017). La Historia del Pet3leo en Colombia. *Revista Universidad EAFIT*, 99-109.

Zaragoza, M. (2018). Agua y energía. La ilusión de Fracking como estrategia de desarrollo. *El colegio de la frontera norte.*, 6-10.

Zylberberg, A. (2016). *Probabilidad y Estadística*. México D.F: Nueva Librería.

Zylberberg, A. (2016). *Probalilidad y Estadística*. México: Nueva Librería.

Anexos

Anexo 1. Instrumento de Aplicación: Encuesta de Percepción de los habitantes de la zona rural del municipio de Chiquinquirá (Boyacá) sobre el Fracking.



ENCUESTA:

PERCEPCIÓN DE LOS HABITANTES DE LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ (BOYACÁ) SOBRE EL FRACKING

Estimados habitantes de la zona rural del municipio de Chiquinquirá, el objetivo de este instrumento radica en identificar su conocimiento alrededor de la explotación de recursos naturales de acuerdo a una nueva técnica que se está implementando en la zona rural del municipio de Chiquinquirá denominada Fracking.

En un contexto general el Fracking es un nuevo método de extracción no convencional de gas y petróleo que se realiza a través de la estimulación o fracturación hidráulica en el terreno o zona donde se encuentran los hidrocarburos. La(s) empresa(s) que implementan este nueva técnica de perforación buscan con mayor rapidez la extracción los hidrocarburos a un menor costo, sin embargo, se ha desatado una ola de críticas por los graves impactos ambientales que esta puede generar en la zona donde se practica.

Esta investigación tiene como objetivo general Analizar los Costos Ambientales Producidos por el Fracking en la Zona Rural del Municipio de Chiquinquirá (Boyacá), para ello lo(a) invitamos a responder la siguientes preguntas. La encuesta será totalmente anónima y servirá de insumo para una investigación de índole académico de la Corporación Universitaria Iberoamericana para el año 2020.

Por favor indique su edad y marque con una equis “X” su género:

Edad: _____ **Género:** Masculino ____ Femenino ____ Otro ____

Por favor indique la vereda de la cual es residente y su ocupación:

Vereda: _____
Ocupación: _____

Por favor indique con una equis “X” su nivel de escolaridad:

- a) **Básica primaria (1° a 5°):** _____
- b) **Básica secundaria (6° a 9°):** _____
- c) **Educación media (10° a 11°):** _____
- d) **Educación técnico o tecnólogo:** _____
- e) **Educación Superior:** _____
- f) **Sin escolaridad:** _____

De acuerdo a los interrogantes que se formulan a continuación en esta encuesta marque con una equis "X" solamente una única opción de respuesta por pregunta.

Preguntas de Conocimiento General:

1. ¿Está usted de acuerdo que se realice Fracking en la zona rural del municipio de Chiquinquirá?
 - a. Si
 - b. No

2. ¿Conoce usted si está autorizada la práctica del Fracking en la zona rural del municipio de Chiquinquirá?
 - a. Si
 - b. No

3. ¿Conoce usted las causas y consecuencias que trae para la zona rural del municipio la práctica del Fracking?
 - a. Si
 - b. No

Las siguientes preguntas determinan el impacto a nivel ambiental, económico y social que usted cree produce la práctica del Fracking. Lo(a) invitamos a responder las siguientes preguntas con la máxima sinceridad y objetividad posible. Marque con una equis "X" solamente una única opción de respuesta por pregunta.

Contexto Ambiental:

4. ¿Cree usted que las actividades asociadas al Fracking, ha aumentado los niveles de contaminación ambiental: en el aire, en el agua y en el suelo?
 - a. Si
 - b. No

5. ¿Cree usted que las actividades asociadas al Fracking, generan un impacto ambiental negativo para la zona rural del Municipio de Chiquinquirá?

- a. Si
- b. No

6. ¿Supone usted que la (s) empresa(a) que realizan Fracking toman las medidas y precauciones necesarias para disminuir el impacto ambiental?

- a. Si
- b. No

Contexto Social:

7. ¿La salud de su núcleo familiar se ha visto afectada por las actividades asociadas a la práctica del Fracking?

- a. Si
- b. No

8. ¿Ha tenido usted o su familia oportunidad de vinculación laboral con la(s) empresa(s) que desarrollan Fracking en la zona rural del municipio de Chiquinquirá?

- a. Si
- b. No

9. ¿Cree usted que ha mejorado la calidad de vida de los habitantes de la zona rural del municipio con las empresa(s) que realizan Fracking?

- a. Si
- b. No

Contexto Económico:

10. ¿Cree usted que se ha disminuido la pobreza con la llegada a la zona rural del municipio de la(s) empresa(s) que practican Fracking?

- a. Si
- b. No

11. ¿Ha aumentado su nivel de ingresos desde que llegó a la zona la(s) empresa(s) que realizan Fracking?

- a. Si
- b. No

12. ¿Cree usted que el municipio se beneficia económicamente con la práctica del Fracking?

- a. Si
- b. No

.....! MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN ¡.....

Anexo 2. Instrumento de Aplicación: Encuesta de Percepción de los colaboradores de la(s) empresa(s) que realizan Fracking en el municipio de Chiquinquirá (Boyacá)



ENCUESTA:

PERCEPCIÓN DE LOS COLABORADORES DE LA(S) EMPRESA(S) QUE REALIZAN FRACKING EN EL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ (BOYACÁ)

Estimados colaboradores, el objetivo de este instrumento radica en identificar su conocimiento alrededor de la explotación de recursos naturales de acuerdo a una nueva técnica que se está implementando en la zona rural del municipio de Chiquinquirá denominada Fracking.

En un contexto general el Fracking es un nuevo método de extracción no convencional de gas y petróleo que se realiza a través de la estimulación o fracturación hidráulica en el terreno o zona donde se encuentran los hidrocarburos. La(s) empresa(s) que implementan esta nueva técnica de perforación buscan con mayor rapidez la extracción los hidrocarburos a un menor costo, sin embargo, se ha desatado una ola de críticas por los impactos ambientales que esta puede generar en la zona donde se practica. Esta investigación tiene como objetivo general Analizar los Costos Ambientales Producidos por el Fracking en la Zona Rural del Municipio de Chiquinquirá (Boyacá), para ello lo(a) invitamos a responder la siguientes preguntas. La encuesta será totalmente anónima y servirá de insumo para una investigación de índole académico de la Corporación Universitaria Iberoamericana para el año 2020

Por favor indique su edad y marque con una equis “X” su género:

Edad: _____ **Género:** Masculino ____ Femenino ____ Otro ____

Por favor indique la vereda de la cual es residente y su ocupación:

Vereda: _____
Ocupación: _____

Por favor indique con una equis “X” su nivel de escolaridad:

g) Básica primaria (1° a 5°): _____

- h) **Básica secundaria (6° a 9°):** _____
- i) **Educación media (10° a 11°):** _____
- j) **Educación técnico o tecnólogo:** _____
- k) **Educación Superior:** _____
- l) **Sin escolaridad:** _____

Las siguientes preguntas determinan el impacto a nivel ambiental, económico y social que usted cree produce este nuevo método explotación de hidrocarburos gas y petróleo denominado Fracking. Lo(a) invitamos a responder las siguientes preguntas con la máxima sinceridad y objetividad posible. Marque con una equis "X" solamente una única opción de respuesta por pregunta.

Contexto Ambiental:

1. **¿Considera usted que el impacto generado por los químicos implementados por la técnica del Fracking generan un daño ambiental irreversible, siendo a) Impacto Alto, b) Impacto Medio y c) impacto Bajo?**
 - a. Alto
 - b. Medio
 - c. Bajo

2. **En una escala de 1 a 5, siendo 1 la de menor impacto y 5 de mayor. ¿Considera usted que la(s) empresa(s) que practican Fracking generan procesos de mitigación contaminante con el medio ambiente?**
 - a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
 - e. 5

3. **¿Considera usted que las estrategias implementadas por las empresas que realizan Fracking son efectivas para reducir el daño ambiental en la zona? Siendo 5 el nivel de más alto impacto y 1 el de más bajo impacto**
 - a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
 - e. 5

Contexto Social:

4. **¿Usted tiene conocimiento que son los Costos Ambientales?**

- a. Si
- b. No

5. **¿Tiene usted conocimiento que la(s) empresa(s) realiza la valoración o cuantificación de los Costos Ambientales?**

- a. Si
- b. No

6. **¿Cree usted que al valorar o cuantificar los Costos Ambientales por parte de la(s) empresa(s) que realiza Fracking contribuiría al impulsar el desarrollo económico del municipio?**

- a. Si
- b. No

Contexto Económico

7. **¿Cree usted que con la llegada de la(s) empresa(s) que realizan Fracking ha mejorado la calidad de vida de los habitantes del municipio?**

- a. Si
- b. No

8. **¿Considera usted que la práctica del Fracking es buena alternativa para generar progreso y desarrollo económico y social en la zona rural del municipio de Chiquinquirá (Boyacá)?**

- a. Verdadero
- b. Falso

9. **¿Cree usted que los procesos empleados a nivel operativo y administrativo de las empresas que realizan Fracking generan responsabilidad social empresarial a nivel de desarrollo sostenible para el municipio?**

- a. Si
- b. No

.....! MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN ¡.....